

DINAMICA

VOIS

DE LOS

PASTOS



anos, S.

DINAMICA DE LOS PASTOS

"AGROS"

Manuales de Agricultura y Zootecnia

- JUSSIAUX, PH.: *EL MAIZ*. Traducción y notas de José Ortega Spottorno.—87 págs., con 25 figuras, tablas y cuadros.
- JUSSIAUX, PH.: *EL TRIGO*. Traducción y adaptación por Ricardo Téllez Molina.—131 págs., con 29 figuras, tablas y cuadros.
- FISHWICK, V. C.: *EL CERDO: CRIA, ALIMENTACION Y ADMINISTRACION*. Traducción y notas de adaptación por Enrique Sánchez Sáenz.—Segunda edición (en preparación).
- FISHWICK, V. C., SÁNCHEZ SÁENZ: *LA VACA: GRANJAS LECHERAS (EXPLOTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN)*.—452 págs., 74 láminas en negro y cuatro en color, 20 figuras y 64 tablas y estados.
- GOROSTIDI, A.: *LA BASCULA EN EL COLMENAR (APICULTURA INDUSTRIAL)*.—LXIV + 277 págs., con 26 grabados y 12 láminas.
- PÉREZ GARRIDO, P.: *VADEMECUM DE VETERINARIA PRACTICA*. Cuarta edición.—XXXVI + 1.035 págs., con grabados intercalados.
- VOISIN, A.: *SUELO, HIERBA Y CANCER*. Traducción y prólogo por Carlos Luis de Cuenca.—422 págs., 39 tablas y 17 figuras.
- VOISIN, A.: *PRODUCTIVIDAD DE LA HIERBA*. Traducción y prólogo por Carlos Luis de Cuenca.—499 págs., 69 tablas, 41 fotos y 24 figuras.
- VOISIN, A.: *LA TETANIA DE LA HIERBA*. Traducción de Justo Nombela y José María Iturbe Hernando, revisada por Carlos Luis de Cuenca.—414 págs., 22 figuras y 33 tablas.
- VOISIN, A.: *NUEVAS LEYES CIENTIFICAS EN LA APLICACION DE LOS ABONOS*. Traducción de Justo Nombela.—150 págs., con 20 tablas y 12 figuras.
- SCHÜTTE, KARL H.: *LA BIOLOGIA DE LOS MICROELEMENTOS Y SU FUNCION EN LA ALIMENTACION*. Traducción por Justo Nombela y José María Iturbe.—4 hojas + 277 págs., con 54 tablas y 74 figuras.
- HAGEDOORN, A. L.: *CRIA DE ANIMALES*. Traducción de Justo Nombela y José María Iturbe Hernando.—496 págs. y 42 figuras.

ANDRE VOISIN

Miembro de la Acad. de Agricultura y Laureado del Instituto de Francia
Dr. «honoris causa» de la Universidad de Bonn - Prof. en la Escuela Nacional Veterinaria
y en el Instituto de Medicina Veterinaria Tropical, de Alfort, París

DINAMICA DE LOS PASTOS

Prefacio del

Prof. C. BRESSOU

Miembro del Instituto de Francia
Director honorario de la Escuela Veterinaria de Alfort

Traducción y prólogo a la edición española por

CARLOS LUIS DE CUENCA

Miembro de la Academia de Veterinaria de Francia, Catedrático de la Facultad
de Veterinaria de la Universidad de Madrid

**EDITORIAL TECNOS
MADRID**

Los derechos para la versión castellana de la obra

DYNAMIQUE des HERBAGES

publicada por *La Maison Rustique*, de París, son propiedad de
EDITORIAL TECNOS, S. A.

Este libro ha sido publicado:

En alemán, bajo el título *LEBENDIGE GRASNARBE*. Bayerischer
Landwirtschaftsverlag, Munich.

En inglés, bajo el título *BETTER GRASSLAND SWARD*. Crosby-
Lockwood, Londres.

PRIMERA EDICION, 1962

PRIMERA REIMPRESION, 1965

SEGUNDA REIMPRESION, 1967

EDITORIAL TECNOS, S. A., 1967

O'Donnell, 27 - Telef. 226 29 23 - Madrid (9)

Depósito legal: M. 5.219.-1967

Printed in Spain. Impreso en España por
Talleres Gráficos Montaña. Amor Hermoso, 89, Madrid.

*Alle diese kleinen Gräser,
Die auf meinen Wanderungen
Je an meinem Wege standen,
Meine Füße leise streiften,
Kann ich nimmermehr vergessen.
Gräser darauf ich getreten,
Immer werde ich euch sehn!
Eure Schrift wird nie verschwinden
Bis ich von der Erde geh.
Und wer weiss ob ich euch drüben
Nicht noch immer in mir seh,
Gräser, liebe, kleine Gräser,
Drüber ich noch immer geh...*

No podré olvidar jamás las delicadas hierbas que encontré a mi paso por los caminos, y que rozaron mis pies.

Quedó para siempre en mi mente el recuerdo de las hierbas que pisé; su huella permanecerá grabada en mi memoria hasta el momento en que abandone este mundo.

Y quién sabe si, en el Más Allá, no seguiré viendo reflejarse la hierba en mi alma.

¡Oh, hierbas; queridas hierbas sobre las que continúo mi camino!

Amablemente autorizada por Karl Adolf LAUBSCHER

Tomado de su *Naturbuch* (Libro de la Naturaleza),
Kristall-Ed., Sigriswill, Suiza.

Queda terminantemente prohibida la reproducción de las figuras y de las fórmulas de este libro. Reservados todos los derechos de traducción, de reproducción y de adaptación en todos los países, incluso la U.R.S.S., 1960, por el autor y la Maison Rustique, París.

SUMARIO

| | <i>Páginas</i> |
|------------------------------|----------------|
| Prólogo del traductor | 23 |
| Prefacio | 27 |
| Advertencia | 31 |

*PARTE PRIMERA***ESTATICA Y DINAMICA DE LA ECOLOGIA DE
LOS PASTOS**CAPÍTULOS

| | |
|---|----|
| I Los diferentes factores ecológicos | 33 |
| II Concepto actual, demasiado estático, de la ecología de los pastos | 38 |
| III Concepto dinámico de la ecología de los pastos | 40 |
| IV Métodos de estudio de la ecología dinámica de los pastos | 42 |

*PARTE SEGUNDA***ESTUDIO DE LA FLORA DE LOS PASTOS**

| | |
|-------------------------------------|----|
| Diferentes métodos empleados | 45 |
|-------------------------------------|----|

*PARTE TERCERA***SENSIBILIDAD DE LAS PLANTAS DE PASTIZAL
FRENTE AL CORTE**CAPÍTULOS

| | <i>Páginas</i> |
|--|----------------|
| I Clasificación de las plantas de pastizal según su sensibilidad al corte | 49 |
| II Influencia del número de cortes sobre la capacidad de competencia de la alfalfa con las plantas asociadas. | 59 |
| III Diferente sensibilidad al diente del animal y al corte mecánico | 63 |

*PARTE CUARTA***INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS DE PASTOREO
SOBRE LA FLORA**

| | |
|--|----|
| I Diferente acción de las especies animales sobre la flora | 69 |
| II Influencia del tiempo de reposo entre dos pastoreos sobre la evolución de la flora | 72 |
| III Influencia sobre la flora de la época del comienzo anual del pastoreo | 77 |
| IV El pasto mejora los prados de siega | 82 |

PARTE QUINTA**INFLUENCIA DE LA MEZCLA DE SEMILLAS SOBRE LA FLORA DEL PASTO****CAPÍTULOS**

| | <i>Páginas</i> |
|---|----------------|
| I Influencia que ejercen las cantidades y las variedades sembradas | 91 |
| II Competencia y ayuda mutua entre el trébol blanco y la gramínea | 96 |
| III Influencia de una planta de cobertura sobre la evolución de la flora del pastizal sembrado | 103 |
| IV Competencia del vallico o ray-grass italiano con las demás plantas de la mezcla sembrada | 111 |

PARTE SEXTA**EVOLUCION DE LA FLORA EN LOS PASTIZALES DE SIEMBRA SEGUN EL SISTEMA DE EXPLOTACION**

| | |
|---|-----|
| I Cuatro sistemas de pastoreo (ovino) conducen a cuatro floras muy diferentes | 117 |
| II Influencia comparada de diversos sistemas de siega y de pastoreo sobre el desarrollo paralelo de la flora y de las raíces | 120 |
| III Plasticidad de la flora pratense | 126 |
| IV La creación de pastizales por encespedado natural | 129 |

CAPÍTULOS

| | <i>Páginas</i> |
|---|----------------|
| V Dificultades en la selección de las plantas pratenses. | 136 |
| VI Tres opiniones sobre la evolución de la flora de un pastizal de siembra | 139 |

PARTE SEPTIMA**LOS «AÑOS DE MISERIA» DE LOS PASTIZALES SEMBRADOS**

| | |
|--|-----|
| I Descenso del rendimiento de los pastizales sembrados en el transcurso de los «años de miseria» | 141 |
| II Evolución de la flora en el transcurso de los «años de miseria» | 154 |
| III Las características físicas del suelo durante los «años de miseria» son muy diferentes de las existentes en los viejos pastizales | 160 |
| IV Evolución de la vida del suelo durante los «años de miseria» | 171 |
| V Resistencia de los campesinos frente a la roturación de los pastos | 183 |
| VI ¿Debemos roturar nuestros pastizales viejos para mejorarlos? | 189 |

PARTE OCTAVA**EFFECTOS EJERCIDOS POR EL PIE Y POR LOS EXCREMENTOS DEL ANIMAL**

| | |
|--|-----|
| I Influencia del pisoteo del animal sobre la flora | 203 |
| II Resistencia individual de las plantas al pisoteo | 207 |

CAPÍTULOS

| | <i>Páginas</i> |
|---|----------------|
| III Los excrementos son un factor importante para mejorar la flora | 214 |
| IV Sensibilidad de las plantas individuales a la acción de los excrementos | 218 |

PARTE NOVENA**INFLUENCIA DE LA ILUMINACION SOBRE LAS ASOCIACIONES VEGETALES**

| | |
|--|-----|
| I Necesidades lumínicas de las diferentes plantas pratenses | 225 |
| II Influencia de la sombra de los árboles sobre la flora. | 231 |

PARTE DECIMA**LA HUMEDAD DEL SUELO Y LA FLORA DE LOS PASTOS**

| | |
|---|-----|
| I Frecuencia de las plantas pratenses en relación con la humedad del suelo | 237 |
| II La flora de los pastos indica el régimen de las aguas del suelo | 242 |
| III Influencia del drenaje sobre la flora de las praderas húmedas | 245 |

PARTE UNDECIMA**INFLUENCIA DE LA ACIDEZ DEL SUELO SOBRE LAS PLANTAS PRATENSES**CAPÍTULOS

| | <i>Páginas</i> |
|---|----------------|
| I Frecuencia de cada una de las plantas pratenses de acuerdo con el pH del suelo | 251 |
| II Exigencias de las plantas pratenses individuales frente a la acidez del suelo | 258 |
| III Peligros y ventajas del enmargado de los pastos | 263 |

PARTE DUODECIMA**PAPEL DEL ACIDO FOSFORICO, DE LA POTASA Y DE LOS OLIGOELEMENTOS EN LA EVOLUCION DE LA FLORA**

| | |
|---|-----|
| I Acción del ácido fosfórico y de la potasa sobre el desarrollo individual de las plantas pratenses ... | 271 |
| II Evolución de la flora después del aporte de abonos fosfopotásicos | 279 |
| III Influencia de los oligoelementos del suelo sobre la flora pratense | 282 |

PARTE DECIMOTERCERA

**INFLUENCIA DE LOS ABONOS NITROGENADOS
SOBRE LA FLORA PRATENSE**

CAPÍTULOS

| | <u>Páginas</u> |
|--|----------------|
| I Irregularidades y contradicciones de los resultados referentes a la influencia de los abonos nitrogenados sobre la flora pratense | 291 |
| II Los abonos de fondo modifican el efecto de los abonos nitrogenados sobre la flora | 295 |
| III Azufre, abonos nitrogenados y trébol blanco | 300 |
| IV Las lluvias modifican la acción ejercida por los abonos nitrogenados sobre el trébol blanco | 307 |
| V La influencia de los abonos nitrogenados sobre el trébol blanco está en relación con el sistema de explotación | 312 |
| VI Influencia de los abonos nitrogenados sobre diversas plantas pratenses | 320 |
| VII La naturaleza del abono nitrogenado y la flora pratense | 326 |

PARTE DECIMOCUARTA

LOS ABONOS ORGANICOS Y LA FLORA PRATENSE

| | |
|---|-----|
| I Los diversos abonos orgánicos utilizados en los pastos. | 331 |
| II Evolución de la flora pratense tras la aplicación de abonos orgánicos sólidos | 334 |
| III Los abonos orgánicos líquidos modifican profundamente la flora pratense | 337 |

PARTE DECIMOQUINTA

RASTRILLO, RULADO Y HERBICIDAS

CAPÍTULOS

| | <u>Páginas</u> |
|---|----------------|
| I ¿Mejora los pastos el rastrillado? | 343 |
| II El rulado no mejora la flora de los pastos más que en ciertas condiciones | 351 |
| III Destrucción de la cola de caballo o equiseto por el rulado | 356 |
| IV Destrucción de las malas hierbas por pulverización de productos químicos | 359 |

PARTE DECIMOSEXTA

GUSANOS DE TIERRA, FLORA Y CIVILIZACION

| | |
|--|-----|
| I Los gusanos de tierra perezosos y los gusanos de tierra emprendedores | 363 |
| II Influencia de los abonos y de los excrementos sobre los gusanos de tierra | 370 |
| III Trébol blanco, gusanos de tierra y molibdeno | 377 |
| IV La calidad de la flora pratense está en relación con la calidad y la cantidad de los gusanos de tierra. | 383 |
| V El gusano de tierra europeo a la conquista de Nueva Zelanda | 389 |
| VI Los gusanos de tierra y la teoría de Wegenen sobre la deriva de los continentes | 396 |
| VII El gusano de tierra, creador de civilizaciones | 403 |

CONCLUSIONES

LA CIVILIZACION, FORMA SUPREMA DE LA
ECOLOGIA DINAMICA

| | <i>Páginas</i> |
|---|----------------|
| La civilización, forma suprema de la Ecología dinámica | 412 |
| Bibliografía | 425 |
| Índice de nombres de autores | 441 |
| Índice de materias | 444 |

INDICE DE CUADROS ESTADISTICOS

| <u>CUADRO N.º</u> | | <u>Páginas</u> |
|-------------------|---|----------------|
| 1 | Clasificación en gramíneas altas y gramíneas bajas ... | 51 |
| 2 | Clasificación gradual de las principales gramíneas según su sensibilidad al corte | 52 |
| 3 | Influencia de la frecuencia de cortes en el desarrollo de algunas plantas corrientes de hierba | 53 |
| 4 | Influencia combinada de la altura y la frecuencia del corte en una gramínea (poa de los prados) | 54 |
| 5 | Influencia del número de cortes en el desarrollo de diversas hierbas | 56 |
| 6 | Mezclas sembradas en Aberystwyth en mayo de 1949. | 60 |
| 7 | Composiciones botánicas. (Porcentaje del primer corte realizado el 30 de mayo de 1951.) (Experiencia de Aberystwyth) | 61 |
| 8 | Diferente evolución del mismo pasto recientemente sembrado cuando es explotado en prado de siega o en pastizal a diente | 65 |
| 9 | Frecuencias relativas de diferentes plantas en los pastos y en los prados de siega | 66 |
| 10 | Variaciones relativas del número de vástagos de diferentes plantas en relación con el tiempo de reposo entre los pastoreos | 75 |
| 11 | Influencia de la alternación de la siega y del pasto sobre una flora hasta entonces únicamente pastada ... | 84 |
| 12 | Disminución de las calvas y de las malas hierbas de un prado de siega sometido al pastoreo | 85 |
| 13 | Mejora de la flora de los prados de siega con el pastoreo | 86 |
| 14 | Mejora de la flora de un prado de siega cuando se le pasta y se le siega | 87 |

CUADRO N.º

| | <i>Páginas</i> |
|---|----------------|
| 15 Mejora de la flora de un prado de siega | 88 |
| 16 Superficie cubierta por la gramínea sembrada, a los seis y a los dieciocho meses después de la siembra, según las cantidades sembradas de dicha gramínea ... | 93 |
| 17 Porcentaje de materia seca de la flora producida por la gramínea sembrada un año después de la siembra, según las cantidades sembradas de dicha gramínea. | 94 |
| 18 Persistencia de las variedades locales en relación con las variedades seleccionadas | 95 |
| 19 Porcentaje de materia seca cosechada durante los tres años siguientes a la siembra, cuando las cantidades sembradas de gramínea y de trébol blanco varían ... | 97 |
| 20 Rendimientos totales de la hierba durante tres años en función de las cantidades sembradas de gramíneas y de trébol blanco | 99 |
| 21 Porcentaje de aumento del rendimiento (en materia seca) de la gramínea debido al aumento de la cantidad sembrada de gramínea o de trébol blanco | 100 |
| 22 Influencia de la cantidad sembrada de trébol blanco sobre el porcentaje de cosecha (materia seca) proporcionado por el trébol sólo | 101 |
| 23 Influencia de la planta de cobertura sobre la superficie ocupada por las plantas del pastizal en relación con la variedad y la cantidad de gramíneas sembradas ... | 106 |
| 24 Variaciones del rendimiento del pastizal sembrado con o sin planta de cobertura | 108 |
| 25 Rendimientos en heno y en proteína de un pasto sembrado con diferentes cantidades de ray-grass italiano | 114 |
| 26 Composiciones medias de la flora de un pastizal sembrado con distintas cantidades de ray-grass italiano. | 115 |
| 27 Proporciones de ray-grass italiano en cada uno de los cortes de un pastizal sembrado con diferentes cantidades de esta gramínea | 116 |

CUADRO N.º

| | <i>Páginas</i> |
|--|----------------|
| 28 Diversas formas de siega y de pastoreo en un pastizal recientemente sembrado | 121 |
| 29 Composiciones botánicas medias en los cuatro primeros años siguientes a la siembra. (Experiencia de Poppelsdorf) | 122 |
| 30 Variaciones del peso total y de la distribución en profundidad del peso de las raíces según el sistema y la frecuencia del corte. (Experiencia de Poppelsdorf) | 124 |
| 31 Distribución y profundidad de la masa total de las raíces según la forma y la frecuencia del corte | 125 |
| 32 Influencia de la inversión del pastoreo a diente y de la siega sobre los principales componentes de la flora. (Ensayos de Landsberg) | 128 |
| 33 Encesgado natural y siembra después de la roturación. | 132 |
| 34 Rendimientos de los pastizales por encesgado natural en relación con los de los obtenidos por siembra ... | 133 |
| 35 Evolución de la producción en dos prados de siega, uno roturado y el otro no | 146 |
| 36 Evolución de los rendimientos de los pastizales de rengen con y sin rotura | 148 |
| 37 Descenso progresivo del rendimiento de los pastos resembrados | 150 |
| 38 Evolución de la flora en el transcurso de los cuatro años siguientes a la siembra de un pastizal | 155 |
| 39 Modificación de la flora de pastos roturados en el transcurso de los años siguientes a la siembra | 159 |
| 40 Volumen de poros del suelo de un pasto muy pobre y de la hierba sembrada sobre este pasto roturado ... | 164 |
| 41 Variaciones del contenido en humus del suelo después de la rotura de un pastizal viejo | 167 |
| 42 Caracteres físicos del suelo en pastizales de edades diferentes y proporción de materia orgánica | 169 |

| CUADRO N.º | | Páginas |
|------------|--|---------|
| 43 | Evolución de la superficie de los pastos permanentes en Inglaterra y País de Gales | 187 |
| 44 | Influencia del apisonamiento del suelo sobre el rendimiento del pasto | 204 |
| 45 | Influencia del apisonamiento del suelo en las cinco plantas por separado y en ellas mismas cuando se siembran juntas | 209 |
| 46 | Clasificación de las plantas de acuerdo con su resistencia al pisoteo por el ganado | 210 |
| 47 | Influencia del estercolado sobre la composición de la flora | 221 |
| 48 | Influencia combinada del aporte de abonos minerales y del estercolado sobre la composición de la flora. | 222 |
| 49 | Necesidades de iluminación de las plantas pratenses. | 228 |
| 50 | Influencia de la reducción de la iluminación sobre el desarrollo de tres plantas pratenses | 229 |
| 51 | Porcentaje relativo medio de ciertas plantas pratenses en lugares sombreados y no sombreados | 230 |
| 52 | Influencia sobre la flora de la acción combinada de la intensidad del pastoreo, de los aportes de abonos y de la sombra de los árboles frutales | 232 |
| 53 | Comportamiento de las plantas frente a la humedad del suelo | 239 |
| 54 | Frecuencia relativa de ciertas umbelíferas según la humedad de los prados de siega | 243 |
| 55 | Variaciones en el tipo de flora, indicadoras de los diferentes regímenes de agua subterránea, en un prado de 100 hectáreas | 244 |
| 56 | Modificación de la flora de un prado de siega asentado sobre turba con drenaje y otras medidas | 246 |
| 57 | Mejora de la flora de un prado de siega pantanoso mediante el drenaje y otras medidas, entre ellas el pastoreo | 248 |

| CUADRO N.º | | Páginas |
|------------|---|---------|
| 58 | pH de los excrementos de los gusanos de tierra y del suelo, a diferentes profundidades, en un pasto permanente | 252 |
| 59 | Frecuencia media de algunas plantas de prados de siega en relación con el pH del suelo | 255 |
| 60 | Frecuencia relativa de ciertas umbelíferas según la acidez del suelo | 257 |
| 61 | Exigencias de las plantas pratenses frente a la acidez del suelo | 259 |
| 62 | Influencia del aporte de distintas cantidades de margas en la flora de un prado de siega | 266 |
| 63 | Modificaciones de la flora resebrada ocasionadas por el aporte de cal en un terreno fuertemente ácido, bien provisto de ácido fosfórico y potasa | 267 |
| 64 | Influencia del ácido fosfórico sobre el desarrollo de diferentes gramíneas y leguminosas de prados de siega. | 274 |
| 65 | Influencia del ácido fosfórico sobre el desarrollo de diversas plantas de prados de siega | 275 |
| 66 | Influencia de la potasa sobre el desarrollo de diversas gramíneas y leguminosas de los prados de siega | 276 |
| 67 | Influencia de la potasa sobre el desarrollo de diversas plantas de prados de siega | 277 |
| 68 | El aporte de abonos fosfopotásicos mejora la flora ... | 279 |
| 69 | Influencia del ácido fosfórico y de la potasa sobre la composición de la flora | 280 |
| 70 | Evolución de la flora de un prado viejo de siega permanente en el transcurso de diez años de aplicación de abonos fosfopotásicos | 281 |
| 71 | Contenido en manganeso de ocho gramíneas y de la alfalfa en superficies pastadas | 286 |
| 72 | Mantenimiento del trébol blanco en un prado de siega a pesar del aporte de nitrógeno | 297 |

| CUADRO N.º | Páginas |
|--|---------|
| 73 El abono completo puede hacer aumentar o disminuir el porcentaje de trébol blanco de un pasto | 298 |
| 74 Influencia de cantidades variables de yeso en el porcentaje de trébol de la flora | 303 |
| 75 Influencia combinada del azufre y del nitrato sobre el porcentaje de trébol blanco de la flora | 304 |
| 76 Peso de los granos sembrados por hectárea en 1925 para las experiencias de Landsberg | 307 |
| 77 Aportes de nitrógeno en el transcurso de las experiencias de Landsberg | 308 |
| 78 Cantidades totales de agua en el transcurso de las experiencias de Landsberg | 309 |
| 79 Evolución del trébol blanco en el transcurso de las experiencias de Landsberg | 310 |
| 80 Influencia del nitrógeno sobre el desarrollo de las plantas pratenses individuales | 321 |
| 81 Influencia de los abonos nitrogenados sobre el desarrollo de diversas gramíneas y leguminosas de los prados de siega | 323 |
| 82 Reacción de la flora pratense frente a la riqueza del suelo en nitrógeno | 324 |
| 83 Influencia de las distintas formas de nitrógeno sobre el rendimiento de los pastos | 327 |
| 84 Influencia del estiércol o del compost sobre la composición de la flora | 334 |
| 85 Influencia del estiércol sobre la flora de un prado de siega según que se aporten o no abonos fosfopotásicos | 335 |
| 86 Mejora de la flora degenerada de pastos alpinos merced al aporte de estiércol | 336 |
| 87 Desarrollo de ciertas umbelíferas bajo la influencia del purín | 338 |
| 88 Influencia del abono semilíquido sobre el desarrollo de las umbelíferas pratenses | 339 |

| CUADRO N.º | Páginas |
|---|---------|
| 89 Influencia del abono semilíquido adicionado de abono fosfopotásico sobre la composición de la flora. | 339 |
| 90 Mejora de la flora pratense como consecuencia de la cesación del riego con abono semilíquido | 341 |
| 91 Influencia del rulado sobre el contenido en aire del suelo y la composición de la flora pratense | 354 |
| 92 La acción favorable o desfavorable del rulado de los pastos está en relación con las lluvias caídas | 355 |
| 93 Comparación de los elementos minerales asimilables en los excrementos de gusanos de tierra y en las capas superiores del suelo en una tierra de labor | 367 |
| 94 Temperatura óptima del suelo para el desarrollo de distintas especies de gusanos de tierra | 369 |
| 95 Influencia del enmargado y del aporte de abonos completos sobre la importancia y naturaleza de la población de gusanos de tierra | 372 |
| 96 Influencia de los excrementos del animal que pasta sobre la población de gusanos de tierra del pasto | 376 |
| 97 Correlación entre la cantidad de excrementos de gusanos de tierra y el porcentaje de trébol blanco | 379 |
| 98 Influencia de los gusanos de tierra <i>allolobophora caliginosa</i> sobre el vallico o ray-grass y sobre el trébol blanco | 384 |
| 99 Evolución paralela de la calidad de la flora y de la cantidad de gusanos de tierra | 385 |
| 100 Distribución de los gusanos de tierra y composición botánica de los pastos de Ahsmore | 393 |

INDICE DE FIGURAS

| FIGURA N.º | | Páginas |
|------------|--|---------|
| 1 | Evolución de la flora bajo dos sistemas de pastoreo. | 73 |
| 2 | Influencia de tres sistemas diferentes de comienzo del pastoreo anual sobre la evolución de la flora de un pastizal joven | 80 |
| 3 | Influencia de los sistemas de pastoreo, por ovejas, en la flora de un pastizal de tres años tras un año de explotación en cada uno de los sistemas considerados | 118 |
| 4 | Posición de los continentes en el período carbonífero y distribución de algunos géneros del grupo de familias de los <i>Megascolecinae</i> | 398 |
| 5 | Posición de los continentes en la época Eocena y distribución geográfica de algunos géneros del grupo de familias <i>Lumbricinae</i> | 399 |
| 6 | Distribución actual de algunas especies de oligoquetos sobre un mapa de continentes del período carbonífero | 401 |
| 7 | Distribución de los lombricidos endémicos en la época glaciaria sobre el mapa geográfico actual | 404 |
| 8 | Regiones y geografías favorables al desarrollo de un nivel de vida elevado | 408 |
| 9 | Distribución geográfica del progreso humano. Zonas en las que se han desarrollado grupos con un nivel elevado | 408 |
| | Bibliografía | 425 |
| | Índice de autores | 441 |
| | Índice de materias | 443 |

PROLOGO DEL TRADUCTOR

Prologar una obra del profesor VOISIN no es empresa baladí; el autor no es un autor clásico en el sentido escolástico de la palabra, sino un innovador y un profundo observador. Hay que situarse frente a él, pues, en un plano completamente distinto al en que se sitúa cualquier observador frente a las mentalidades normales. El plano mental, en efecto, del profesor VOISIN es extraordinario, y extraordinarios son, por ende, sus resultados plasmados en la escritura.

La síntesis y la observación, después del análisis y de la experimentación, son los rasgos distintivos de la obra del profesor VOISIN, en la cual lo que escribe no es sino un resultado de lo que piensa. Lo que piensa va, al mismo tiempo, parejo con lo que observa. Es, por tanto, la obra de un experimentador que, si busca su cultura en fuentes documentadas, es independiente frente a esa misma cultura y produce a su vez una cultura nueva.

Quien haya leído otras de las obras de este catedrático «honoris causa» de la Universidad de Bonn y profesor de la Escuela Nacional de Veterinaria de Alfort, miembro del Instituto de Francia, agricultor y ganadero al par que hombre de ciencia, se habrá dado cuenta de que el profesor VOISIN cultiva su propia parcela y no se dedica a espigar en las parcelas cultivadas por los demás. Mucho menos cuando concede, en la mayor parte de las ocasiones, después de un detenido razonamiento, un valor muy relativo a lo escolástico, a lo archivado, a lo que queda

en las bibliotecas como sedimento inútil después de cualquier elucubración literaria. La obra del profesor VOISIN, considerada en su conjunto, parte de aquello que leyó y de aquello que observó, pero lo refleja inmediatamente sobre aquello que aplicó. Consecuencia de este afortunado matrimonio de ideas diversas, lanza su propia y fecunda semilla inquieta, y que al propio tiempo tiene una personalidad tal, que cautiva al lector y llega incluso a cambiar sus ideas trasladándose hacia ese complicado plano mental del profesor VOISIN a que aludíamos en las líneas primeras de este prefacio.

Los temas tratados en Dinámica de los Pastos están estrechamente relacionados con las dos obras que forman parte de la misma trilogía del autor: Productividad de la Hierba, y Suelo, Hierba, Cáncer. Pero, sin embargo, siendo una la doctrina de los tres volúmenes, es distinto su campo experimental y su acción dinámica sobre el mundo de efectos que quiere conseguir. En Productividad de la Hierba, el concepto agronómico, el aspecto ambiental, todo aquello relacionado con el cultivo de las tierras, en sus múltiples modalidades, asume un papel predominante; en Suelo, Hierba, Cáncer, se trata de una descripción, a veces eglógica, de aquellos nexos de unión que establecen las relaciones existentes entre el suelo que cría a las plantas, entre las plantas que se nutren del suelo y entre los animales que viven de la naturaleza vegetal. En este sentido, la mención del cáncer en el título de la obra es más bien una indicación de tipo ágil en relación con uno de los posibles aspectos derivados del problema, que realmente entroncado de una manera fundamental en raíces muy profundas, lanza una de sus ramas hacia la patología del cáncer como coadyuvada o intervenida por los factores del suelo. En la presente obra, su mismo título nos dice que se trata del intrincado problema biológico que es el pastizal, integrado por plantas que establecen entre sí multitud de interrelaciones, afincado sobre un suelo que tiene una importancia extraordinaria, y dependiente de los agentes de clima, que ejercen también una actividad preponderante sobre las mutaciones biológicas de la flora de los pastos.

En este sentido, la trilogía está completa, y tanto la microflora como la microfauna, la acción recíproca existente entre el suelo, la planta y el animal, y la modificación que puede lograrse paso a paso en las poblaciones vegetales que integran la flora de los pastos, son tratados con una profundidad filosófica, y, al mismo tiempo, con alegre superficialidad de estilo que entretiene y atrae al lector, siguiendo el sistema de los cortos capítulos, de los párrafos concisos, de las diversiones anecdóticas, a las que tan aficionado es el autor; en general, esta trama original de VOISIN al presentar sus obras, va dirigida no solamente al técnico y al estudioso, sino también al gran público.

El traductor ha aprendido mucho al leer, como ha sido su obligación, a conciencia, el texto original de esta obra con las correcciones que el autor ha querido imprimir a su primera edición francesa, y espera que sus lectores sacarán las mismas enseñanzas, porque se trata de un campo virgen en el que las obras no abundan mucho, dada la alta especialización que exigen. Es cierto que existen tratados magistrales sobre la cuestión, al estilo clásico, de profunda información bibliográfica, de sistematización canalizada por la metódica universal en este tipo de obras, que serán grandemente útiles como libros de consulta, como textos docentes incluso, de valor didáctico; pero que no tendrán sin duda esta frescura original impregnada del ambiente pastoril, y, al mismo tiempo, dotada de la responsabilidad científica que el profesor VOISIN presta a sus capítulos, ya que éstos abren, al mismo tiempo que un amplio horizonte sobre la ciencia, una magnífica perspectiva sobre la Naturaleza.

Este es el mérito de las obras de VOISIN. No incurra el lector en el error de considerarlas como meramente divulgadoras. Creo, sinceramente, que no solamente no son divulgadoras en el sentido vulgar que se da a esta palabra, sino que son profundamente formadoras; la divulgación está en muchas ocasiones reñida con la formación, cuando no próxima a la deformación. La obra del profesor VOISIN no solamente no deforma, sino que contribuye a una formación profunda y en este sentido, si le aplicásemos solamente un concepto divulgador, seríamos absolutamente in-

justos con él. Ha desechado previamente todo aquello que es un farrago inútil de conocimientos y de datos, y ha elegido los que están más próximos a la realidad, a la verdad natural, a la sinceridad de la Naturaleza, que él procura reflejar en sus libros como los árboles se reflejan también sobre la hierba inundada de rocío, semejando un lago, en el que resplandecen los lejanos horizontes.

Hacia estos lejanos horizontes, el profesor VOISIN quiere proyectar la imaginación y la mentalidad de sus lectores, sin separarlos al propio tiempo de la dura realidad de las cosas diarias, plenas de fracasos o de éxitos, pero indudablemente de experiencia. Este es, en fin de cuentas, el objetivo de todo pensador: pensar él primero, y, después, hacer pensar a los demás. Es evidente que sea cualquiera el juicio que se forme el lector de esta obra, reconocerá que la misma le habrá hecho meditar profundamente y más que meditar todavía, pensar.

CARLOS LUIS DE CUENCA

Miembro de la Academia de Veterinaria de Francia,
Catedrático de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Madrid

P R E F A C I O

Este volumen es el tercero del tríptico consagrado por el profesor A. VOISIN al estudio de los pastos y a las normas para su aprovechamiento racional; completa realmente los dos volúmenes anteriormente aparecidos: *Productividad de la Hierba*, y *Suelo, Hierba, Cáncer*, dando a la colección una imagen más extensa, precisa y completa de la concepción agronómica del autor, tan original como profunda.

Mis conocimientos personales no son ciertamente suficientes para presentar con autoridad plena a los lectores una obra totalmente consagrada a los métodos y técnicas agrícolas, pero he aceptado tal misión, a ruegos del autor, porque, habiendo prologado los dos primeros volúmenes, deseo con estas breves palabras reiterar la profunda adhesión que personalmente me merece un esfuerzo tan considerable como desinteresado.

Dinámica de los Pastos, como ya he escrito en otras páginas, se ocupa de las relaciones existentes entre las plantas pratenses, el suelo y su microfauna; de la influencia que sobre la flora ejercen los diversos sistemas y los distintos factores de la explotación del suelo; del papel ejercido por los animales mantenidos sobre el pasto; de la acción recíproca existente entre los componentes de la flora pastoral; de los beneficios que pueden obtenerse de estas interreacciones. Constituye, además, un valioso estudio vivo y ecológico de los pastos.

Hace resaltar, en forma admirable y de modo especial, los numerosos factores que actúan sobre la flora pastoral, permitiendo su supervivencia y su modificación, muchas veces muy rápida, tanto en sentido favorable como desfavorable.

El esquema de este libro responde a unos principios ciertamente más clásicos que el de los dos primeros de la colección.

A pesar de ello, estoy seguro de que muchos de sus capítulos se prestan admirablemente a la controversia: me refiero a los que tratan de la rotura de los prados y de sus nefastas consecuencias; esas consecuencias a las que muchos autores se refieren y que son las que motivan, según el profesor VOISIN, expresándose en su animado lenguaje de imágenes vivas, «los años de miseria». También se encuentran entre dichos capítulos los que se refieren al papel de los componentes físicos y químicos del suelo y al papel que juega el medio natural en la evolución de las civilizaciones.

Espero y deseo que de la controversia de ideas nazca, en cada uno de quienes intervengan en ella, el deseo de estudiar, con la comprobación efectiva de los hechos, la justificación de las hipótesis; que una experimentación metódica y rigurosa, establecida sobre bases comparativas durables, en las que el comportamiento del animal continúa siendo el factor esencial, logre aportarnos resultados concluyentes.

Sea cualquiera la complejidad y la relatividad de los fenómenos agronómicos, no existe teoría alguna que resista a las pruebas aportadas por la ciencia experimental; los sistemas ortodoxos, como las doctrinas administrativas, no poseen el monopolio de la verdad.

En cualquier caso, es preciso agradecer al profesor VOISIN que haya llevado el estudio de los pastos más allá de la simple consideración de los pastizales, y que intente analizar a la luz de conocimientos científicos muy sólidos algunos factores del mecanismo ecológico que relaciona a la salud humana con el suelo, a través de los intermedios directos de la hierba y del animal.

Los dos primeros volúmenes han tenido un éxito resonante: traducidos a varios idiomas (inglés, alemán, español y ruso) le han valido al profesor VOISIN los más elogiosos comentarios de personalidades científicas de renombre universal, y han logrado para el autor recompensas, distinciones y designaciones muy ha-

lagadoras. Es evidente que el presente volumen alcanzará el mismo éxito, confirmando la trascendencia de la aportación del autor a una tesis científica defendida con valor inigualable y con perseverante convicción.

C. BRESSOU

Miembro del Instituto de Francia
Director honorario de la Escuela Nacional Veterinaria de Alfort.

ADVERTENCIA

Por admisibles razones, es frecuente que una planta pueda ser designada con varios nombres científicos. Esta multiplicidad perturba notoriamente el entendimiento universal, y, por ello, a través de diferentes congresos internacionales, los sistemáticos botánicos trataron de fijar las reglas de la taxonomía aplicable a los vegetales, resolviendo los conflictos existentes. Los congresos más recientes de esta especialidad se celebraron en Estocolmo (1950), París (1954) y Montreal (1959).

No obstante, diversos autores que citamos en el libro (muchas veces ello es motivado porque sus trabajos fueron publicados antes de las decisiones tomadas en dichos congresos), no admiten o no emplean las denominaciones botánicas que actualmente son oficiales. Por ello, en nuestro deseo de cumplir con ellas, y de evitar confusiones a los lectores no iniciados en estos cambios de nombres, nos hemos permitido sustituir o complementar, siempre que ha sido necesario, el nombre latino de una planta por su equivalente castellano más comúnmente empleado, ya que, como es sabido, también en lengua española existen diversas denominaciones para una misma planta en la acepción vulgar. Nos hemos ajustado a lo que el autor ha hecho en la versión original en lengua francesa, donde al lado del nombre latino se ha empleado, siempre que ha sido necesario, la denominación francesa de uso corriente.

No obstante, y a pesar del gran cuidado que en ello hemos puesto, seguramente habremos cometido errores, de los cuales nos excusamos por adelantado ante nuestros lectores, así como ante los autores citados y ante los sistemáticos botánicos.

Otro detalle: al escribir los nombres de las especies, el género se escribe con mayúscula, y la especie, a seguido, con minúscula, tal como lo admiten los congresos internacionales de Botánica y, en general, como es norma de uso en la taxonomía

universal. Pero nosotros, por creerlo de lógica gramatical, y siguiendo los consejos de los sistemáticos franceses, hemos creído preferible respetar una regla antigua que difiere en este respecto de la norma general anteriormente expuesta.

He aquí dos ejemplos que justifican, a nuestro juicio, la razón de nuestra línea de conducta en este aspecto :

1. La avena común (*fromental* en francés, o también avena cultivada en español, o *avoine élevée* en francés), se incluía antiguamente en el género *Avena* como la especie *Avena elatius*. Hoy día es la especie *Arrhenatherum elatius*; esto es, pertenece al género *Arrhenatherum*. Nosotros hemos aceptado definitivamente: avena = *Arrhenatherum elatius*, cualesquiera que sean los nombres comunes o latinos empleados por los autores citados en el texto.

2. La milenrama, abrofia, camomila de los montes, flor de la pluma o milefolio (que con todos estos nombres se la designa en castellano), tiene el nombre latino de *Achillea Millefolium*; hemos conservado la mayúscula en *Millefolium*, porque éste era el nombre antiguo latino de la planta antes de la clasificación de Linneo. Además, si se tratase simplemente del calificativo específico «mil hojas», escrito en latín concordante con el femenino *Achillea*, deberíamos haber escrito *millefolia* (femenino). En este caso, el empleo de la mayúscula en *Millefolium* no representa una falta ortográfica, sino el reconocimiento del nombre antiguo (en su versión latina) de la planta.

(N. del T.): En esta edición española se alude reiteradamente a la obra del mismo autor «Productividad de la Hierba». Por no estar aún editada en español, las citas se refieren a páginas de la edición original francesa, «Productivité de l'Herbe».

PARTE PRIMERA

ESTÁTICA Y DINÁMICA DE LA ECOLOGÍA DE LOS PASTOS

CAPÍTULO PRIMERO

LOS DIFERENTES FACTORES ECOLÓGICOS

¿Qué es la Ecología?

No siempre es fácil la definición de ciertos vocablos; uno de ellos es la Ecología. Creemos, no obstante, que la definición más breve y exacta viene dada por ese pequeño, pero extraordinario, diccionario americano de THORNDIKE-BANHART:

«La Ecología es la rama de la Biología que estudia las relaciones de los seres vivos entre sí y con el medio ambiente.»

Ecología vegetal y ecología animal.

Se ha tendido y se tiende todavía a dividir la Ecología en dos partes fundamentales:

— La ecología vegetal, o fitoecología, o ecología de las plantas: en inglés, *Plant ecology*; en alemán, *Pflanzenökologie* (a veces *Pflanzensoziologie*), y en francés, *Ecologie végétale*.

— La ecología animal: en inglés, *Ecology of animal*; en alemán, *Tierökologie*; en francés, *Ecologie animale*.

Tal división sólo puede ser limitada y parcial; los animales, grandes o pequeños, realizan acciones sobre las plantas. Asimismo, las condiciones de vida de los animales son más o menos influenciadas por el medio vegetal, desde las bacterias a las plantas superiores.

Los cinco factores ecológicos de Schennikov.

De acuerdo con el hombre de ciencia ruso SCHENNIKOV (210 p. 21), dividiremos a los varios factores que actúan en la ecología vegetal como sigue:

1. *Factores climáticos*: el aire y sus movimientos, la luz, el calor, las lluvias, la humedad del aire, la electricidad atmosférica, etc.
2. *Factores del suelo y del subsuelo*: caracteres físicos y químicos de ambos.
3. *Factores topográficos*: relieve del suelo y de la zona que le rodea.
4. *Factores bióticos*: Los animales y las plantas.
5. *Factores humanos*, llamados *antropógenos* por SCHENNIKOV: el conjunto de las diferentes influencias que el hombre puede ejercer directamente sobre las plantas y los factores ecológicos (*).

(*) Frecuentemente se han propuesto otras clasificaciones de estos factores. LEACH (163, p. 7-8), por ejemplo, en su obra sobre ecología vegetal, clasifica a los factores ecológicos en los tres grupos siguientes:

a) *Factores climáticos*, que tienen su origen en el clima de la región donde se desarrolla la vegetación estudiada.

b) *Factores fisiográficos* (o edáficos), que son la resultante del suelo y de la topografía.

c) *Factores bióticos*, que representan a las diversas influencias procedentes de los animales (incluido el hombre) y de las plantas.

Como veremos, el a) de LEACH corresponde al 1 de SCHENNIKOV; el b), a los 2 y 3, y el c), a los 4 y 5.

DE VRIES adoptó una clasificación análoga a la de LEACH (262).

Ecología estática y ecología dinámica.

Creemos que los factores 1, 2 y 3 de SCHENNIKOV son relativamente independientes de la acción del hombre y de los animales. Por ello, la ecología vegetal que tiene, ante todo, en cuenta estos tres grupos de factores es una *ecología estática*, reflejo de un estado de equilibrio definido claramente por AZZI (13) en la forma siguiente:

«La ecología agrícola es el estudio del medio físico (clima y suelo) en sus relaciones con el desarrollo de las plantas cultivadas y con su producción cuantitativa, cualitativa y generativa.»

Esta definición no se refiere más que al medio físico y no a la influencia humana.

Muy distinta y opuesta es la *ecología dinámica*, que estudia la influencia de los factores 4 y 5 de SCHENNIKOV sobre la flora.

Insistamos en que ambas, la estática y la dinámica, son, en cuanto nos referimos a ellas en estas páginas, las correspondientes a las plantas. Del mismo modo podríamos referirnos a las del reino animal; pero, por el momento, nos reducimos a las del reino vegetal.

Es evidente que esta clasificación de la ecología en estática y dinámica no es más que relativa, y se somete a interferencias mutuas de la índole más variada.

Los tres factores estáticos.

Estudiemos los tres grupos de *factores estáticos* de SCHENNIKOV:

1. *Factores climáticos*: están muy lejos de ser independientes de la influencia humana. Sin hablar de las lluvias artificiales obtenidas mediante siembra aérea de ciertos productos pulverizados, o de la influencia de las explosiones atómicas sobre las tempestades, nos limitaremos a recordar aquí la enorme influencia que ejerce sobre el clima la destrucción de los bosques; la deforestación es obra totalmente humana, directa o indirecta.

2. *Factores del suelo y del subsuelo*: el hombre ejerce gran influencia sobre el suelo, incluso sobre el no cultivado. Recordemos el nivel de la capa de agua, enormemente influenciada por el hombre a través de la construcción de pantanos, captación de manantiales, drenajes, deforestación, etc. A ello debe añadirse la influencia ejercida por la incorporación de abonos orgánicos o minerales.

3. *Factores topográficos*: muchas obras humanas se reflejan en el relieve de las comarcas: caminos, monumentos, setos y cortinas de arboleda, etc.

Los dos factores dinámicos.

Examinemos ahora los dos grupos de factores dinámicos:

4. *Factores bióticos*: los animales y las plantas están lejos de depender del control total por parte del hombre, incluso en las zonas de cultivo intensivo vegetal y ganadero. Si, por ejemplo, un pastizal se encuentra en las cercanías de un bosque, y los conejos van frecuentemente a él para alimentarse con su hierba, la flora del pastizal se modificará sensiblemente.

Si un prado se encuentra al lado de una pendiente abrupta y de mala calidad, en la que crezcan cardos, el viento llevará a aquél las semillas de estas plantas poco deseables.

Ambos sucesos son, en conjunto, relativamente independientes del hombre, aunque éste pueda intervenir oponiendo a los conejos telas metálicas en el pastizal o destruyendo los cardos en la zona de pendiente abrupta situada sobre el prado.

5. *Factores humanos*: según nuestra personal definición, se trata de las influencias ejercidas tanto directa como indirectamente por el hombre.

Ampliación de la definición de los factores bióticos.

El gran especialista austríaco de la Ecología, AICHINGER⁽⁵⁾, en su pequeño vocabulario de términos ecológicos, definió así a los «factores bióticos» (*biotische Faktoren*):

«Influencias del mundo vivo exterior, a saber:

- competencia con otras plantas;
- acción de los dientes y de las patas de los animales domésticos, así como de los de caza, que pastan en los terrenos;
- influencia del hombre por los incendios que provoca, los árboles que tala, la siega, los regadíos, los drenajes, etc.»

Los factores *bióticos* de AICHINGER resumen, por tanto, el conjunto de los factores del grupo 4 (bióticos) y 5 (antropógenos), de SCHENNIKOV. *Factores bióticos* son, pues, todos aquellos que reconocen un origen humano.

CONCEPTO ACTUAL, DEMASIADO ESTÁTICO, DE LA ECOLOGÍA DE LOS PASTOS

Con demasiada frecuencia, la flora del pasto es considerada como estable y definitiva.

En los mapas fitosociológicos, se tiende con demasiada frecuencia a considerar con un criterio estático a la flora pratense.

Creo que se han tenido excesivamente en cuenta las influencias independientes del hombre ejercidas sobre el pasto, es decir, las procedentes del suelo y del clima. En otros términos, se han minimizado en demasía las influencias humanas, esto es, las ejercidas por los métodos de explotación de los pastos sobre la composición de la flora.

El punto de vista estático de la ecología de los pastos ha sido perfectamente descrita así por FREAM (92, pp. 286-287) en su excelente *Tratado de Agricultura*:

«La flora de nuestros prados y de nuestros pastos está constituida sobre todo por gramíneas y por tréboles, pero mezclados con diversas malas hierbas vivaces, tales como ranúnculos, belloritas, gamonitas y llantenes. Esta asociación de plantas que constituyen el césped de nuestros pastos *permanece más o menos constante de un año a otro*, a condición de que los métodos de explotación no sufran cambios importantes. Si, por ejemplo, un herbazal se pasta siempre de la misma forma o es segado en un mismo estado de crecimiento, se producirán pocos cambios en su flora de un año para otro. Estos cambios se reflejan, por

otra parte, mucho menos en la constitución de la flora que en las proporciones relativas de las distintas especies que la componen. Se deben sobre todo a las variaciones de las condiciones climáticas de un año con otro y son particularmente sensibles en los años de sequía o de grandes lluvias. *Puede, pues, decirse que la flora de los pastos es relativamente estable*».

Este punto de vista de FREAM ha sido con frecuencia desgraciadamente el mismo de los ecólogos de los pastos, que han afirmado igualmente:

«*La flora de los pastizales es relativamente estable*».

Desconocimiento de los métodos de pastoreo.

La mayor parte de los especialistas en pastos se han apoyado sobre estudios botánicos y genéticos, *despreciando tanto la influencia de la hierba sobre el animal como la del animal sobre la hierba*.

La razón es bien sencilla: el estudio de los efectos ejercidos por el animal sobre la flora era imposible por el hecho de que la mayor parte de los especialistas en pastizales han dejado a un lado el estudio de los métodos de pastoreo. Puede decirse incluso que frecuentemente los han ignorado.

Lo que sí puede afirmarse, sin temor a equivocación, es que los libros sobre pastos no se refieren para nada a los métodos de explotación de los mismos si no es para hablarnos de la conservación de las cercas, de la henificación, etc. Se trata, con frecuencia, de tratados de botánica escritos por botánicos.

CAPÍTULO III

CONCEPTO DINAMICO DE LA ECOLOGIA DE LOS PASTOS

Concédase prioridad a los factores bióticos.

William DAVIES ha sentado muy bien las bases de la concepción dinámica de la ecología de los pastos ⁽⁵⁴⁾:

«Antes de CLEMENTS ⁽⁴¹⁾, los ecólogos de la Europa occidental (los principales fueron RAUNKIER, WARMING y BRAUN-BLANQUET) demostraron gran tendencia en considerar a la flora del pasto como una asociación estática. Nuestros ecólogos británicos fueron, ante todo, demasiado lentos en adoptar las teorías dinámicas de CLEMENTS, e incluso parecieron en cierto modo muy escépticos en relación con estas teorías. Creo que existe realmente una gran distancia entre la opinión del ecólogo y la del agrónomo especialista de los pastos.»

Personalmente diré que esta distancia existe «entre la opinión del ecólogo *estático* y la del ecólogo *dinámico* de los pastos». Por otro lado, W. DAVIES señala muy bien esta diferencia:

«El ecólogo (estático) estima a los factores climáticos y edáficos como fundamentales, y les concede casi un carácter sagrado; considera al suelo y al clima con una veneración, a mi juicio, exagerada. Por el contrario, el agrónomo pascicultor (ecólogo dinámico), concede una atención especial a los factores bióticos y aprecia perfectamente, según su experiencia, hasta qué punto éstos pueden modificar la flora.» (*)

(*) Apreciemos que he sido yo el que ha añadido al texto de W. DAVIES el calificativo de «estático» al ecólogo, y las dos palabras «ecólogo dinámico» al agrónomo pascicultor.

Estudio de las relaciones entre los métodos de explotación y evolución de la flora.

Este punto de vista de William DAVIES sobre la necesidad de una concepción dinámica de la ecología de los pastos, ha sido perfectamente confirmado por CZERWINKA ^(46, pp. 95-96) uno de los colaboradores del Instituto de Sociología Aplicada de las Plantas (*Institut für angewandte Pflanzensoziologie*), de Austria. Este investigador dice:

«Nuestros estudios nos han enseñado a seguir la *evolución de la flora cuando el hombre modifica las condiciones ambientales*; ello constituye la concepción dinámica (*dynamische Richtung*) de la ecología.»

«De la medida en que el agricultor pueda mejorar sus métodos de explotación, depende la posibilidad de modificar, según su deseo, la flora de sus pastos. *En el conocimiento de estas relaciones entre los métodos de explotación y evolución de la flora reside la enorme importancia de la nueva ecología pastoral.*»

La intervención del hombre determina la flora del pasto.

En otros términos, la ecología pastoral no debe ser ya una ciencia estática, sino una ciencia dinámica de inmensas posibilidades prácticas que permita indicar al cultivador cómo debe mejorar la flora de sus pastos.

Como dice AICHINGER ⁽⁶⁾, la asociación vegetal depende de las condiciones del medio y, por consiguiente, de todas las modificaciones que puedan introducirse en el mismo, la principal de las cuales es la transformación de los métodos de explotación.

Debemos abandonar la concepción de un estado natural de equilibrio en la flora de los pastos. Se trata de una concepción teórica que supone que las fuerzas naturales se encuentran en un estado de equilibrio que no puede ser modificado ni por el animal ni por el hombre.

CAPÍTULO IV

MÉTODOS DE ESTUDIO DE LA ECOLOGÍA
DINÁMICA DE LOS PASTOS

Las causas de la degeneración de la flora.

El tema principal de los estudios de ecología dinámica es descubrir las causas que conducen a una evolución determinada de la flora. Desde el punto de vista práctico (el más importante), se trata de descubrir los métodos defectuosos de explotación que han conducido a la degeneración de aquélla, para suprimir sus causas.

Estudio individual de los factores
que modifican la flora.

Resulta imposible estudiar el conjunto de las causas que actúan sobre la flora y en particular las que la degeneren. Por tanto, nos vemos obligados a estudiar por separado cada una de estas causas aplicando el segundo principio de la lógica cartesiana:

«Dividir cada una de las dificultades en tantas partes como se pueda y sea necesario para resolverlas mejor.»

Debemos partir de las causas individuales haciéndolas variar una a una, según el método experimental clásico. Así observaremos las consecuencias de estas variaciones en los métodos de explotación de la flora. Esperamos obtener en esta forma valiosos resultados, que podrán guiarnos útilmente en la mejora de los métodos de explotación de los pastos.

Cuando estudiamos un factor ecológico tenemos los ojos
fijos en el conjunto de otros factores.

Quando separamos individualmente los factores ecológicos, no debemos olvidar nunca *que forman un todo*. La separación de uno de ellos debe ser sólo parcial, y siempre es un tanto artificial. Es lo que WILLIAM DAVIES (55, p. 245) explica con gran claridad:

«Debemos guardarnos de simplificar de manera exagerada el problema, separando categóricamente el suelo, los elementos fertilizantes de la hierba, el animal y las condiciones climáticas. No podemos aislar un factor sin recordar que representa la fracción de un todo. *En nuestros estudios sobre los pastos debemos ver siempre el bosque, incluso cuando nuestras preocupaciones se refieran al estudio de los árboles individuales de este bosque.* Debemos llevar nuestras investigaciones desde el punto de vista del conjunto, es decir, del bosque considerado como un todo y avanzar progresivamente hacia los problemas particulares. En cuestiones de pastos tratamos siempre de conjuntos complejos. No estudiamos la influencia de un factor, sino, más bien, la influencia de un grupo de factores sobre otro grupo igualmente complejo de factores.»

Pequeña introducción a la ecología dinámica.

Nos veremos obligados a redactar capítulos en los que trataremos separadamente de ciertos factores ecológicos, o, más exactamente, nos esforzaremos en separar estos factores. Pero no olvidaremos nunca el resto de condiciones ambientales y, en suma, con frecuencia, nos veremos forzados a tratar simultáneamente varias cuestiones

Esperamos conseguir así un modesto *Manual de Ecología Dinámica de los pastos*, que no debe ser considerado más que como una introducción a esta nueva ciencia, la cual debe reemplazar lo más rápidamente posible a la ecología estática, que no ha podido ni puede ayudar más que muy débilmente el progreso de los métodos de explotación de los pastos.

PARTE SEGUNDA

ESTUDIO DE LA FLORA DE LOS PASTOS

DIFERENTES METODOS EMPLEADOS

Las tomas de muestras de la flora de los pastos se realizan según métodos no homogéneos.

Se tropieza con una gran dificultad en el estudio de la literatura que se refiere a la toma de muestras de la flora, ya que no se realiza de acuerdo con métodos «standard», y sus resultados no están siempre calculados con arreglo a los mismos principios.

Dejaremos de lado los detalles prácticos del muestreo sobre el terreno, detalles que no conciernen a la presente obra. Nos limitaremos (*) a indicar simplemente el principio de estos métodos, que pueden clasificarse así:

1.º *Porcentaje de frecuencia de una especie (Percentage frequency.)*—En su notable obra *Methods of surveying and measuring vegetation* (32), Dorothy BROWN recuerda los diferentes términos utilizados para designar este porcentaje:

- *Frequency* (frecuencia);
- *Percentage frequency* (porcentaje presente o porcentaje de frecuencia);
- *Specific frequency* (frecuencia específica o porcentaje específico), este último término es de STAPLEDON.

(*) Véanse a este respecto las obras especializadas, tales como las de D. BROWN (32) y REBISCHUNG (198).

D. BROWN (32 p. 26) da la siguiente definición:

«Puede estimarse que la frecuencia (o porcentaje de frecuencia) de una especie representa la relación entre el número de muestras (*) en que la especie está presente y el número total de muestras tomadas.»

Esta relación puede expresarse en grados de frecuencia (degrees of frequency) con una escala del 1 al 5, o en «porcentaje de frecuencia» (percentage frequency).

2.º Superficie cubierta (covered area).—Se determina la superficie del suelo cubierta por especies individuales.

Esta definición basta para plantear inmediatamente múltiples cuestiones:

— ¿qué fracción de la planta debe considerarse como representante del conjunto de la misma?

— ¿qué parte de la planta representa su superficie base?

— ¿en qué caso se debe considerar una superficie vacía como cubierta por la planta?

— si se trata de una planta con rizomas, ¿debe considerarse como cubierto al espacio existente entre los brotes nacidos de estos rizomas?

Para vencer todas estas dificultades, se han multiplicado los métodos; recordamos de nuevo la notable obra de Dorothy BROWN (32), que estudia con tanta precisión como claridad la forma de medir la superficie cubierta por las diferentes plantas de la asociación vegetal.

Nos limitaremos a señalar el método del «cuadrado con puntos» (punto cuadrado) que consiste (33) en clavar cierto número de «puntos», como los alfileres de sombreros: se señalan las especies de plantas tocadas por los «puntos» (32, pp. 171-74) (**).

(*) La toma de muestras (sampling) o esquema puede hacerse con catas (grid or mesh) de diferentes dimensiones. La dimensión recomendada por STAPLEDON es de 6 pulgadas x 6 pulgadas (150 mm. x 150 mm.). DE VRIES recomienda una cata (generalmente redonda) de 25 centímetros cuadrados (unas cuatro pulgadas cuadradas). Esta cata se repite cierto número de veces sobre la superficie estudiada.

(**) Utilizan este método (cuadro número 16, p. 93) HEDDLE y HERRIOT, los cuales indican las veces que ha sido tocada la planta cuando ha habido doscientos «tanteos» de puntos.

3.º Peso producido por cada una de las especies presentes.

Existen dos variantes principales de este método:

— se mide por unidad de superficie el peso producido por cada una de las especies;

— se calcula el porcentaje del peso total (producido en la unidad de superficie) por cada especie presente.

En este caso, la principal dificultad será la separación de las hojas, tallos, flores, etc., de cada una de las especies (*).

Comparación de los tres métodos de determinación de la flora.

Puede decirse, ante todo, que el primer método (frecuencia de una especie) es *cuantitativo*, mientras que los dos últimos (superficie cubierta y peso producido) tienen un carácter *cuantitativo*.

Parece ser que el porcentaje de frecuencia representa a menudo el método más práctico para los pastos naturales, mientras que el método del «cuadrado con puntos» (punto cuadrado) es preferible en los estudios experimentales, especialmente para estudiar la «competencia» entre las especies después de sembradas.

La determinación del porcentaje de peso de las distintas especies es particularmente conveniente para estudiar en los pastos permanentes:

— las fluctuaciones de la flora en relación con la estación y las condiciones atmosféricas;

— la influencia de los aportes de abonos sobre el desarrollo de las distintas especies de la asociación vegetal;

— las modificaciones causadas por los diversos métodos de pastoreo.

(*) Partiendo de estos pesos se ha intentado calcular el valor real alimenticio del pasto. Diversos autores han dado a cada planta un «índice de valor», con el cual multiplican el porcentaje (en peso) presente de esta planta. Se adicionan los resultados de las diferentes multiplicaciones; se divide por 100, obteniéndose así el «índice global del valor» del pasto, que representa los elementos alimenticios producidos por la unidad de superficie del mismo.

Estos «índices de valor» (Wertzahlen) han sido sobre todo utilizados en Alemania (80, 183) en donde, especialmente KLAPP (51) ha dividido las buenas, semibuenas y malas hierbas en diez categorías, dando a cada una de ellas un índice que oscila entre 1 y 10.

**Los métodos de muestreo de la flora
no siempre se citan.**

Como veremos en esta obra, no sólo los diversos investigadores no emplean los mismos métodos de muestreo de la flora, sino que, frecuentemente, no indican de una manera precisa el método utilizado para determinar las distintas especies presentes.

Afortunadamente, en la mayoría de los casos se trata de estudios:

— comparativos (el mismo pasto con o sin aporte de ácido fosfórico, por ejemplo),

— o evolutivos (la evolución de un pasto en el transcurso de varios años sucesivos, bajo la influencia de un método determinado de pastoreo).

De ello resulta que esta imprecisión sobre los métodos de determinación de la flora no es, afortunadamente, demasiado grave para el estudio del factor que interesa.

Por el contrario, a veces resulta difícil comparar los resultados obtenidos por distintos observadores.

PARTE TERCERA

**SENSIBILIDAD DE LAS PLANTAS DE
PASTIZAL FRENTE AL CORTE**

CAPÍTULO PRIMERO

**CLASIFICACION DE LAS PLANTAS DE PASTIZAL
SEGUN SU SENSIBILIDAD AL CORTE**

Limitaciones de un método muy simplificado.

El método de aproximación más sencillo para estudiar la influencia del sistema de explotación sobre la flora del pasto, es el de determinar la sensibilidad de las plantas frente al corte realizado con un instrumento adecuado.

Este método, en suma, es el que ha sido utilizado, hasta ahora, casi exclusivamente para estudiar las plantas de pastizal.

Ahora bien, las condiciones del corte con instrumentos cortantes están muy lejos de ser las que verdaderamente requiere el pastizal (*).

Este método de estudio de la flora tiene, por el contrario, la ventaja de permitir el trabajo en condiciones simplificadas y poco

(*) Véase, por ejemplo, el capítulo III de la presente parte, (p 63).

onerosas. Hace aparecer, por otra parte, y de manera clara, algunos fenómenos bastante interesantes.

Pero lo que es preciso señalar es que las enseñanzas aportadas por este método no son válidas más que en el caso de que se tengan en cuenta cuidadosamente las condiciones especiales, y bastante poco reales, en que han sido obtenidas. Si no se recordasen las limitaciones de este método, se correría el riesgo de cometer grandes errores en la práctica.

Gramíneas altas y gramíneas bajas.

Una primera división global de las gramíneas según su sensibilidad al corte, puede realizarse de acuerdo con la altura normal media de estas hierbas (KLAPP (143) y OSIECZANSKY (195, p. 73);

1.º Las gramíneas *altas*, claramente escasas en hojas situadas junto al suelo.

La superficie asimiladora cubierta de hojas comienza a una altura relativamente elevada; por consiguiente, estas hojas realizan un importante trabajo de asimilación. La repetición frecuente de este corte *conduce a la debilitación* e incluso a la muerte de la planta.

2.º Las gramíneas *bajas*, claramente abundantes en hojas situadas junto al suelo.

La superficie asimiladora cubierta de hojas comienza muy cerca del suelo y puede realizar su trabajo de asimilación tan pronto comienza el rebrote. Incluso un corte frecuente junto al suelo no despoja nunca por completo a estas gramíneas de su capacidad de asimilación.

Esta clasificación en gramíneas altas y bajas, tal como nos la demuestra el cuadro número 1, es relativa, tanto desde el punto de vista de la altura como de el de la sensibilidad al corte.

En lo que respecta a este último punto, que es el que nos interesa, diremos que, si es indiscutible que la poa de los pantanos es muy sensible al corte y la poa de los prados muy poco sensible, una gramínea alta como el dactilo puede, no obstante resistirlo muy bien.

CUADRO N.º 1

CLASIFICACIÓN EN GRAMÍNEAS ALTAS Y GRAMÍNEAS BAJAS

| NOMBRES COMUNES | NOMBRES LATINOS |
|------------------------------------|------------------------------|
| 1.º GRAMÍNEAS ALTAS | |
| Bromo mocho o inerme | <i>Bromus inermis</i> |
| Avena descollada o alta | <i>Arrhenatherum elatius</i> |
| Dactilo aglomerado | <i>Dactylis glomerata</i> |
| Fleo de los prados | <i>Phleum pratense</i> |
| Festuca o cañuela de los prados | <i>Festuca pratensis</i> |
| Cola o rabo de zorra; carricera | <i>Alopecurus pratensis</i> |
| Phalaris arundinácea | <i>Phalaris arundinacea</i> |
| Poa de los pantanos | <i>Poa palustris</i> |
| 2.º GRAMÍNEAS BAJAS | |
| Festuca o cañuela roja | <i>Festuca rubra</i> |
| Avena rubia o amarilla | <i>Trisetum flavescens</i> |
| Poa de los prados | <i>Poa pratensis</i> |
| Cola de perro o cinosuro | <i>Cynosurus cristatus</i> |
| Vallico perenne o ray-grass inglés | <i>Lolium perenne</i> |
| Agróstide rastrera o estolanífera | <i>Agrostis alba</i> |
| Poa común | <i>Poa trivialis</i> |

Según SCHLIPP (211, pp. 228-233).

Grado progresivo de resistencia al corte.

En lugar de relacionar la resistencia al corte con la altura de las gramíneas, trataremos de clasificarlas progresiva y gradualmente, según su resistencia a este corte. El cuadro número 2 (p. 52), representa dicha clasificación.

Sensibilidad de las hierbas a la frecuencia del corte.

Pero esto no es más que una primera aproximación general. Es preciso hablar, en efecto, de la frecuencia del corte. El cuadro número 3 (p. 53) de KLAPP (p. 53), nos indica la sensibilidad al corte de algunas plantas de pastos según la frecuencia de este corte.

CUADRO N.º 2

CLASIFICACIÓN GRADUAL DE LAS PRINCIPALES GRAMÍNEAS SEGÚN SU SENSIBILIDAD AL CORTE

| Número de orden de clasificación | | Nombres comunes | Nombres latinos |
|----------------------------------|----------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| 1..... | De las más sensibles | Poa de los prados | <i>Poa palustris</i> |
| 2..... | | Phalaris arundínea | <i>Phalaris arundínea</i> |
| 3..... | | Avena descollada o alta | <i>Arrhenatherum elatius</i> |
| 4..... | | Bromo mocho o inerme | <i>Bromus inermis</i> |
| 5..... | | Avena rubia o amarilla | <i>Trisetum flavescens</i> |
| 6..... | | Cola o rabo de zorra; ca- rricera | <i>Alopecurus pratensis</i> |
| 7..... | a las | Dactilo aglomerado | <i>Dactylis glomerata</i> |
| 8..... | | Festuca o cañuela de los prados | <i>Festuca pratensis</i> |
| 9..... | | Poa común | <i>Poa trivialis</i> |
| 10..... | | Agróstide | <i>Agrostis</i> |
| 11..... | menos sensibles | Festuca o cañuela roja | <i>Festuca rubra</i> |
| 12..... | | Poa de los prados | <i>Poa pratensis</i> |
| 13..... | | Vallico perenne o ray-grass inglés | <i>Lolium perenne</i> |
| 14..... | | Trébol blanco o rastrero | <i>Trifolium repens</i> |

N. B.—1.º La sensibilidad al corte frecuente cerca del suelo es tanto mayor cuanto más pequeño es el número de orden.

2.º Compárese el cuadro número 2 sobre la resistencia al pisoteo.
Según KLAPP 143

Puede apreciarse que la poa de los prados resiste mejor cuatro-seis cortes que el trébol blanco; pero se ve mucho más afectada que el trébol, por el contrario, a los siete-trece cortes.

La misma mezcla sembrada de poas y de trébol produce una flora con un 80 por 100 o un 1 por 100 de trébol.

El profesor JOHNSTONE-WALLACE, a quien la ciencia de los pastos debe tanto, realizó, en la Universidad de Cornell (EE. UU.), una experiencia muy sencilla ⁽¹²⁷⁾ que demuestra de una manera clara y asombrosa cómo el número de cortes de un pasto, sembrado con una simple mezcla, puede ocasionar la presencia de floras extremadamente diferentes.

La mezcla sembrada estaba exclusivamente compuesta de poa de los prados (*Kentucky bluegrass*) y de trébol blanco. El corte se realizó a 12 milímetros (media pulgada) por encima del suelo cada vez que se alcanzaba una altura media de 100 milímetros (cuatro pulgadas).

CUADRO N.º 3

| Nombres comunes | Nombres latinos | Número de cortes por año | | |
|---------------------------------------|---------------------------|--------------------------|-----|------|
| | | 2-3 | 4-6 | 7-13 |
| Trébol blanco o rastrero | <i>Trifolium repens</i> | 100 | 64 | 58 |
| Poa de los prados | <i>Poa pratensis</i> | 100 | 96 | 35 |
| Vallico perenne o ray-grass inglés | <i>Lolium perenne</i> | 100 | 68 | 31 |
| Dactilo aglomerado | <i>Dactylis glomerata</i> | 100 | 67 | 41 |
| Festuca o cañuela roja | <i>Festuca rubra</i> | 100 | 65 | 25 |
| Festuca o cañuela de los prados | <i>Festuca pratensis</i> | 100 | 57 | 18 |
| Poa de los pantanos | <i>Poa palustris</i> | 100 | 19 | 8 |

Según KLAPP (144).

Cuando el corte se repitió:

— todas las semanas, la flora poseía un 80 por 100 de trébol blanco;

— cada cuatro semanas, se obtuvo un equilibrio aproximadamente igual entre la gramínea y el trébol blanco, representando este último el 50 por 100 de la flora;

— cada doce semanas, no quedó más que un 1 por 100 de trébol.

De este modo, la variación de un solo y único factor, la frecuencia del corte, hace variar la proporción de trébol blanco de uno a ochenta. Si se hubiese sembrado una mezcla mucho más rica en trébol blanco, ello no habría modificado apenas la flora definitiva. Con la última forma de explotación (corte cada 12 semanas), la desaparición del trébol habría sido quizá algo más lenta, pero se hubiese llegado finalmente a una flora con un 1 por 100 de trébol.

Sensibilidad de las hierbas a la altura del corte por encima del suelo.

Veamos ahora la influencia ejercida por la altura del corte en combinación con la frecuencia de éste. El americano HUGUES (121) emprendió este ensayo con la poa de los prados o hierba azul de Kentucky (cuadro número 4):

CUADRO N.º 4

INFLUENCIA COMBINADA DE LA ALTURA Y LA FRECUENCIA DEL CORTE EN UNA GRAMÍNEA (POA DE LOS PRADOS)

| Aporte de abono | Cortes repetidos cada: | Alturas del corte por encima del suelo | Rendimientos anuales en materia seca (kg/ha) | | | | Medias |
|-----------------|------------------------|--|--|-------|-------|------|--------|
| | | | 1933 | 1934 | 1935 | 1936 | |
| Sin abono | 10 días | 19 mm | 1.510 | 750 | 2.630 | 415 | 1.326 |
| | | 70 mm | 560 | 400 | 1.620 | 280 | 715 |
| | 40 días | 19 mm | 2.150 | 1.040 | 2.920 | 396 | 1.626 |
| | | 70 mm | 1.300 | 518 | 2.080 | 315 | 1.053 |
| Con abono | 10 días | 19 mm | 1.970 | 1.080 | 2.970 | 836 | 1.714 |
| | | 70 mm | 915 | 704 | 2.280 | 902 | 1.200 |
| | 40 días | 19 mm | 2.780 | 1.350 | 3.210 | 842 | 2.045 |
| | | 70 mm | 1.950 | 856 | 2.720 | 942 | 1.617 |

Según HUGUES (121).

HUGUES realizó los siguientes cortes, durante cuatro años sucesivos, en la poa de los prados:

a) A una altura de 19 milímetros y a una altura de 70 milímetros por encima del suelo.

b) Cada diez días y cada cuarenta días.

Debemos advertir que en todos o en casi todos los ensayos veremos el mismo error, que consiste en realizar los cortes a intervalos de tiempo fijo en vez de hacerlos en un estadio vege-

tativo determinado, es decir, a intervalos de tiempo variables, de acuerdo con la estación y la época. Recordemos, en efecto, que el principio fundamental de la explotación racional de los pastos exige que se hagan variar los tiempos de reposo (253) entre dos cortes sucesivos (*).

El cuadro número 4 nos indica los resultados obtenidos con y sin aporte de abono. Dada la gran variación de las lluvias en la región en que fué realizado el ensayo (Iowa, EE. UU.), los rendimientos fueron muy variables de un año a otro y por ello solamente consideramos las medias. Puede apreciarse que el corte realizado a 70 milímetros del suelo dió rendimientos inferiores al corte hecho a 19 milímetros del mismo, siendo la diferencia mucho más acentuada cuando no se hizo aporte de abono.

Este resultado corresponde a la experiencia, muchas veces realizada, de que si un pasto no es consumido a diente lo bastante cerca, o no es segado lo suficientemente bajo, se retrasa el rebrote, ya que las hierbas no se descabezan suficientemente. Pero si se agota el pasto demasiado bajo se producirá igualmente una disminución en el rendimiento de la planta, que ya no podrá disponer de las reservas de la parte baja de sus tallos, sin hablar de los inconvenientes de la notoria desnudez del suelo.

La frecuencia del número de cortes influye profundamente, tanto sobre las buenas como sobre las malas hierbas.

El suizo GEERING (96) estudió la influencia de la frecuencia de los cortes sobre las hierbas, malas o buenas. El cuadro número 5 indica las variaciones de la flora en el caso de doce, seis, cuatro y tres cortes anuales.

Veamos algunos hechos salientes:

a) El aumento de la frecuencia del corte aumenta grandemente el porcentaje de agróstide rastrera y, mucho más aún, el de la poa común.

(*) En lo que respecta a la importancia del tiempo de reposo entre dos pastos sucesivos, véase *Productividad de la Hierba* (251, pp. 274-284, 413).

CUADRO N.º 5

INFLUENCIA DEL NÚMERO DE CORTES EN EL DESARROLLO DE DIVERSAS HIERBAS

| Nombres comunes | Nombres latinos | Porcentaje de cada especie para un número de cortes anuales de: | | | |
|-------------------------------------|------------------------------|---|------|------|------|
| | | 12 | 6 | 4 | 3 |
| Agróstide rastrera o estolarífera | <i>Agrostis alba</i> | 57,4 | 20,9 | 5,0 | 4,4 |
| Dactilo aglomerado | <i>Dactylis glomerata</i> | 1,8 | 16,7 | 11,0 | 16,9 |
| Poa de los prados | <i>Poa pratensis</i> | 3,8 | 5,5 | 9,6 | 4,2 |
| Poa común | <i>Poa trivialis</i> | 12,4 | 11,0 | 5,8 | 4,5 |
| Festuca o cañuela de los prados | <i>Festuca pratensis</i> | 0,9 | 0,3 | 0,7 | 1,7 |
| Festuca o cañuela roja | <i>Festuca rubra</i> | 1,4 | 14,1 | 11,2 | 18,8 |
| Vallico común o ray-grass inglés | <i>Lolium perenne</i> | 10,4 | 15,6 | 15,0 | 9,9 |
| Trébol blanco o rastrero | <i>Trifolium repens</i> | 0,2 | 0,7 | 1,5 | 0,5 |
| Acedera | <i>Rumex Acetosa</i> | — | 3,6 | 0,4 | 0,3 |
| Botón de oro, hierba vellida | <i>Ranunculus acer</i> | 0,1 | 0,2 | 3,2 | 6,5 |
| Cardamina o mastuerzo de los prados | <i>Cardamine pratensis</i> | 4,1 | 3,1 | 1,0 | 0,6 |
| Acanto | <i>Heracleum Sphondylium</i> | — | 0,5 | 0,6 | 2,8 |
| Diente de león | <i>Taraxacum officinale</i> | 2,9 | 4,1 | 30,8 | 22,5 |

Según GEERING (96).

Esto se corresponde perfectamente con la observación realizada frecuentemente de que un herbazal muy pastado, es decir, cortado con demasiada frecuencia por el diente del animal, se ve a menudo invadido por el agróstide.

b) Un número muy elevado de cortes hace retroceder al dactilo y a la festuca roja.

c) El vallico común o ray-grass obtiene su máximo porcentaje a los seis cortes, y la poa de los prados, a los cuatro cortes.

d) Un escaso número de cortes favorece al diente de león, que, de esta forma, puede granar. Es bien sabido que, en la rotación de los pastos, los tiempos de reposo largos favorecen el desarrollo del diente de león que, por otra parte, es consumido con verdadera fruición por las vacas.

e) Un corte frecuente hace desaparecer el acanto y los ránculos.

Influencia de la edad fisiológica de la planta en el momento del corte.

Queda por señalar un factor fundamental que actúa sobre la sensibilidad al corte: el momento de la evolución fisiológica de la planta. Hemos indicado anteriormente las razones de esta distinta sensibilidad. Además, más adelante veremos (cuadros números 49, 50 y 51, pp. 226, 227 y 228) que ciertas plantas de pasto necesitan más luz que otras, no pudiendo soportar la sombra de las hierbas altas que se han dejado crecer en exceso.

Es, pues, evidente, que la fecha de la siega habrá de influir en la composición de la flora. Esto es lo que recuerda GARAUDEAUX con un sencillo ejemplo:

«Un prado de siega, regularmente segado mucho después de que la mayor parte de las plantas hayan granado, posee, sobre todo, una flora de hierbas anuales que se aproximan mucho al césped natural que podría mantenerse en él.»

El factor decisivo es el momento del ritmo de crecimiento de la planta, en el transcurso del cual ésta es afectada por el corte. Más adelante veremos (*) un buen ejemplo proporcionado por un estudio de Martín JONES. La importancia de este factor es, con frecuencia, muy aparente con respecto a las malas hierbas.

Para destruir una mala hierba mediante el corte es preciso tener en cuenta su estado vegetativo.

Examinemos el ritmo de crecimiento, tan característico, de una mala hierba como la molinia (*Molinia*), que brota en primavera, muy tardíamente, acumulando con gran lentitud (octubre) sus reservas en los nudos de la base de sus tallos. Un corte prematuro y cercano al suelo destruirá la molinia que, no obstante, soporta perfectamente un corte demasiado tardío (152, p. 350).

(*) Véanse pp. 77-81.

Por el contrario, los cardos deben cortarse cuando están ya suficientemente desarrollados. En efecto, comienzan por acumular enormes cantidades de reservas en sus raíces ⁽¹⁸¹⁾; más tarde, en el momento en que el tallo crece, se produce una gran disminución de dichas reservas, sin que, por otra parte, queden agotadas. Desgraciadamente, cuando el cardo está en granazón es cuando estas reservas se reducen al mínimo; entonces sería demasiado tarde para cortarlo e impedir su reproducción. Por tanto, segando los cardos al comienzo de su floración es cuando se tendrán más probabilidades de destruirlos o, al menos, de debilitarlos notablemente. En este caso existe, además, un fenómeno muy particular: la base del tallo del cardo es hueca; si llueve después de realizado el corte, se producirá una acumulación de agua en este pequeño depósito, y si la temperatura es muy elevada, puede producirse una podredumbre que destruiría totalmente el cardo.

Vemos, pues, cómo la frecuencia de las siegas puede favorecer o perjudicar a algunas plantas cuyo ritmo de crecimiento es muy diferente, según las estaciones. Más adelante veremos (*) cómo la entrada de los animales en el pasto y la conducta de éste en relación con los diferentes ritmos de crecimiento de sus hierbas, ejercen su influencia sobre la flora.

(*) Véanse pp. 77-81.

INFLUENCIA DEL NUMERO DE CORTES SOBRE LA CAPACIDAD DE COMPETENCIA DE LA ALFALFA CON LAS PLANTAS ASOCIADAS

Una experiencia de la Estación de Aberystwyth con respecto a la influencia de la frecuencia de los cortes.

En Aberystwyth ⁽⁵³⁾ (País de Gales) se estudió la medida en que la frecuencia de los cortes influye sobre la alfalfa, permitiéndola mantenerse en peor o mejor estado durante los años siguientes a la siembra. La alfalfa y el trébol violeta o rojo, no son, propiamente hablando, hierbas de pastizal; pero, como frecuentemente se las incluye en las mezclas de semillas para constituir praderas temporales e incluso permanentes, creemos preferible reproducir también los resultados de tales mezclas.

Las mezclas indicadas en el cuadro número 6 fueron sembradas en la *Welsh Plant Breeding Station* el 17 de mayo de 1949, sin planta de cobertura (*).

(*) En las cinco primeras parcelas, las cantidades de semilla de alfalfa fueron las mismas; pero en la primera parcela, la alfalfa se sembró al mismo tiempo que las gramíneas, y en la parcela 5, con trébol blanco.

Los cortes comenzaron en 1930 y continuaron en 1951 con tres frecuencias:

A = cuatro cortes anuales.

B = tres cortes anuales.

C = dos cortes anuales.

CUADRO N.º 6

MEZCLAS SEMBRADAS EN ABERYSTWYTH EN MAYO DE 1949
(Kilogramos de semilla por hectárea)

| Número de la parcela | Alfalfa de Hungría | Vallico o ray-grass Inglés S. 23 | Dactilo S. 37 | Trébol blanco S. 100 | Trébol violeta o rojo S. 123 |
|----------------------|--------------------|----------------------------------|---------------|----------------------|------------------------------|
| 1 | 22 | — | — | — | — |
| 2 | 22 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | — |
| 3 | 22 | 2,2 | — | — | — |
| 4 | 22 | — | 2,2 | — | — |
| 5 | 22 | — | — | 2,2 | — |
| 6 | — | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 8,9 |
| 7 | — | — | — | — | 8,9 |
| 8 | — | 8,9 | 8,9 | — | — |

Según DAVIES, R. O. (53).

Se hicieron aportes de abono de fondo, pero sin nitrógeno.

En 1951, es decir, al segundo año de la siembra, se efectuó el análisis botánico del primer corte. Los resultados se indican en el cuadro número 7 (p. 61).

Un número elevado de cortes favorece la invasión de la alfalfa por la hierba.

Vemos aparecer fenómenos de competencia entre especies que hacen retroceder fuertemente la alfalfa frente a las gramíneas; este comportamiento es mucho más débil frente al trébol blanco. Pero, lo más interesante, desde el punto de vista de la dinámica de la evolución de la flora, es observar cómo una especie puede verse favorecida o perjudicada por el aumento del número de cortes anuales. Tomemos como ejemplo típico la par-

CUADRO N.º 7

COMPOSICIONES BOTÁNICAS

(Porcentaje del primer corte realizado el 30 de mayo de 1951)

(Experiencia de Aberystwyth)

| Parcelas | Número anual de cortes | Especies sembradas | | | | | Especies no sembradas | | |
|----------|------------------------|--------------------|---------------------|---------|----------------|---------------|-----------------------|---------------|---------------|
| | | Alfalfa | Vallico o ray-grass | Dactilo | Trébol violeta | Trébol blanco | Gramíneas | Trébol blanco | Malas hierbas |
| 1..... | 4 | 70,1 | — | — | — | — | 19,9 | 1,5 | 8,3 |
| | 3 | 83,2 | — | — | — | — | 13,4 | 0,1 | 3,3 |
| | 2 | 89,8 | — | — | — | — | 7,8 | — | 2,4 |
| 2..... | 4 | 25,4 | 23,4 | 45,8 | — | 3,1 | 1,8 | — | 0,4 |
| | 3 | 37,7 | 11,6 | 48,0 | — | 1,3 | 0,8 | — | 0,7 |
| | 2 | 30,8 | 9,4 | 59,1 | — | 0,6 | 0,6 | — | — |
| 3..... | 4 | 26,1 | 62,6 | — | — | — | 9,0 | 1,5 | 1,0 |
| | 3 | 41,0 | 50,9 | — | — | — | 5,9 | — | 2,3 |
| | 2 | 65,6 | 29,2 | — | — | — | 5,0 | — | 0,4 |
| 4..... | 4 | 17,8 | — | 71,2 | — | — | 8,2 | 0,6 | 2,2 |
| | 3 | 19,4 | — | 79,0 | — | — | 0,7 | 0,2 | 0,7 |
| | 2 | 29,5 | — | 69,4 | — | — | 0,6 | — | 0,6 |
| 5..... | 4 | 61,1 | — | — | — | 15,2 | 16,3 | — | 7,5 |
| | 3 | 67,5 | — | — | — | 12,4 | 16,1 | — | 4,0 |
| | 2 | 85,7 | — | — | — | 0,5 | 10,9 | — | 2,9 |
| 6..... | 4 | — | 19,2 | 70,5 | 4,5 | 4,0 | 1,4 | — | 0,3 |
| | 3 | — | 16,3 | 71,9 | 8,6 | 2,5 | 1,0 | — | 0,7 |
| | 2 | — | 12,1 | 76,6 | 9,5 | 1,6 | 0,8 | — | — |
| 7..... | 4 | — | — | — | 78,5 | — | 12,2 | 1,9 | 7,4 |
| | 3 | — | — | — | 77,8 | — | 18,7 | 0,1 | 3,4 |
| | 2 | — | — | — | 70,3 | — | 20,5 | 2,2 | 7,0 |
| 8..... | 4 | — | 43,6 | 31,4 | — | — | 0,6 | 22,7 | 1,7 |
| | 3 | — | 32,8 | 43,2 | — | — | 0,9 | 20,7 | 2,4 |
| | 2 | — | 42,3 | 44,6 | — | — | 0,5 | 11,3 | 1,3 |

N. B.—Las cifras de la parcela 7 no son comparables, ya que el corte fue realizado el 5 de julio de 1951, en lugar del 30 de mayo de 1951 como en las demás parcelas.

Según DAVIES, R. O. (53).

cela 3, en la que se sembró alfalfa y vallico o ray-grass. Con dos cortes se produjo más que en un 30 por 100 de ray-grass; pero con cuatro cortes, la proporción de ray-grass fué más que duplicada, pasando a un 62,6 por 100.

Paralelamente, las otras dos gramíneas (no sembradas y aparecidas espontáneamente), que con dos cortes no representaban más que el 5 por 100 de la flora, llegaron, con cuatro cortes, a ser mucho más abundantes, representando el 9 por 100. Por consiguiente, la alfalfa retrocedió con cuatro cortes, no representando más que una cuarta parte (26,1 por 100) de la flora. Nos encontramos aquí con un fenómeno muy conocido por los agricultores: *los cortes muy frecuentes favorecen la «praderización de los alfalfares»*.

El trébol blanco no se desarrolla si los cortes no son suficientemente frecuentes.

La parcela 8 muestra hasta qué punto el aumento del número de cortes favorece, por el contrario, al trébol blanco, que, siendo de bajo desarrollo soporta mal el crecimiento de las demás gramíneas (*), lo que se produce cuando los cortes son poco frecuentes. El trébol blanco, aparecido espontáneamente, no representa más que el 11,3 por 100 de la flora cuando se dan dos cortes, mientras que lo duplica, llegando al 22,7 por 100, con cuatro cortes.

En la parcela 5, el trébol blanco, sembrado al mismo tiempo que la alfalfa, no ocupó, cuando se dieron dos cortes, más que una cifra insignificante (0,5 por 100), mientras que con cuatro cortes, fué treinta veces más abundante (13,2 por 100).

Volvemos a comprobar, en este caso, la influencia de la frecuencia de la siega, no solamente sobre la planta individual, sino también sobre la competencia que las plantas mantienen entre sí.

(*) Compárense pp. 96-102.

DIFERENTE SENSIBILIDAD AL DIENTE DEL ANIMAL Y AL CORTE MECÁNICO

El pastoreo ejerce acciones particulares y específicas sobre la flora.

El pastoreo a diente realiza aparentemente, sobre los pastizales, la misma acción que la siega por medio de un instrumento cortante. Pero, mientras que la lámina de la segadora corta todas las plantas, no ocurre lo mismo con el diente del animal.

Por tanto, el estudio de la influencia del *pastoreo a diente*, sobre la flora de los pastizales, es mucho más difícil y complicado que el estudio de la influencia de la *siega*. Estas dificultades han llevado frecuentemente a muchos investigadores, como ya hemos dicho antes, a considerar que los cortes más o menos frecuentes, a diferentes intervalos de tiempo, representan una influencia equivalente a la del pastoreo. La mayor parte de nuestros conocimientos sobre las plantas de pastizal han sido adquiridos en diversos centros agrícolas de investigación, utilizando el método de pequeños cuadrados. Estos métodos de estudio ofrecen cierto interés, pero no pueden indicarnos la verdadera influencia ejercida por el animal sobre las distintas especies vegetales y sobre el conjunto de la flora.

De ello resulta que el estudio de las plantas por pequeños cuadrados e incluso en grandes parcelas, segadas más o menos

frecuentemente, conduce con frecuencia, en lo que respecta al pasto, a conclusiones que producen grandes perjuicios a los agricultores.

La siega y el consumo "a diente".

Cuando en mi libro *Productividad de la Hierba* (251, pp. 105-112) hablo de los métodos de «cosecha» de la hierba por la vaca, distingo perfectamente el corte de la hierba por el «diente del animal» de la operación que consiste en «segar» la hierba con un instrumento cortante.

Hemos visto que la hierba no se encuentra en ambos casos en el mismo estado, porque:

1.º Cuando se consume a diente, es «arrancada» oblicuamente; cuando se siega, es «cortada» recta y paralelamente al suelo.

2.º A diente, el pasto es «recortado» a diferentes alturas; en la siega, es «cortado» a alturas iguales y, necesariamente, por encima de una altura mínima.

3.º En el caso de pastoreo continuo, el «recortamiento» es renovado a cortos intervalos, lo que no ocurre en el caso de la siega.

Por otra parte, el animal ejerce las siguientes acciones sobre la hierba:

a) Escoge las plantas y las partes de las plantas que más le agradan (véase *Productividad de la Hierba* (251, pp. 153-154).

b) En ciertas condiciones, especialmente en tiempo seco, arranca la hierba en lugar de «recortarla».

c) Patea y pisa las plantas y el suelo (pp. 201-211).

d) Deposita en el pasto excrementos que ejercen una sensible influencia sobre la flora (pp. 212-223).

Vemos, pues, que la diferencia entre el pastoreo a diente y la siega proceden de otras razones, además de las debidas a la distinta frecuencia del «corte» o del «consumo a diente».

Como dice ELLENBERG (89, p. 82):

«Debemos diferenciar, de una manera absoluta, las acciones

ejercidas por la siega y por el pastoreo a diente. La siega alcanza a todas las especies de hierbas, excepto las muy bajas, situadas cerca del suelo. En el caso del pastoreo, las hierbas no sólo son cortadas más frecuentemente, sino que pueden ser más o menos tocadas por el diente del animal, cualquiera que sea su altura. Además, el animal que pasta, lesiona con sus cascos o pezuñas a numerosas plantas, y apisona el suelo con su incesante pateo.»

En la parte cuarta de esta obra estudiaremos la acción de las diversas formas de pastoreo sobre la flora. En el presente capítulo, nos limitaremos a examinar brevemente dos sencillas experiencias, que demuestran la distinta acción de la «siega» y del «consumo a diente» sobre distintas plantas.

Siega y pastoreo crean dos floras diferentes, aun partiendo de una misma mezcla de semillas.

Un ejemplo simple y clásico de KÖNEKAMP (157-158) nos muestra claramente (véase cuadro núm. 8) cómo pueden ser producidas dos floras diferentes partiendo de una misma mezcla de semillas, según que se exploten en forma de prado de siega o en pastizal consumido a diente.

CUADRO N.º 8

DIFERENTE EVOLUCIÓN DEL MISMO PASTO RECIENTEMENTE SEMBRADO, CUANDO ES EXPLOTADO EN PRADO DE SIEGA O EN PASTIZAL A DIENTE

| PLANTAS | Porcentajes de superficie realmente cubierta en relación con la que debería haber sido teóricamente cubierta, según las cantidades sembradas | |
|--|--|----------|
| | Prado de siega | Pastizal |
| Festuca o cañuela de los prados | 57 | 141 |
| Avena elevada o alta | 0 | 2 |
| Trébol blanco o rastrero | 24 | 18 |
| Poa de los prados | 280 | 175 |

Según KÖNEKAMP (157, 158).

Puede verse, por ejemplo, que el pasto favorece enormemente la festuca de los prados, pero perjudica, en cambio, a la poa pratense.

Debemos recordar de nuevo, a este respecto, que nuestras plantas pratenses han sido, y continúan siendo, casi exclusivamente seleccionadas en semillero. Se comprende, pues, que la existencia de tales variedades, así seleccionadas, haya sido, con frecuencia, muy efímera, después de haber sido pastadas (*).

Plantas de pastizal y plantas de prados de siega.

KLAPP (142) ha hecho comprender perfectamente la selección natural producida por la siega o por el pasto a diente.

CUADRO N.º 9

FRECUENCIAS RELATIVAS DE DIFERENTES PLANTAS EN LOS PASTOS Y EN LOS PRADOS DE SIEGA

| Nombres comunes | Nombres latinos | Frecuencias relativas en | |
|--|-------------------------------------|--------------------------|-------|
| | | Prado de siega | Pasto |
| Avena elevada o alta | <i>Arrhenatherum elatius</i> | 106 | 1 |
| Avena rubia o amarilla | <i>Trisetum flavescens</i> | 56 | 1 |
| Vallico o ray-grass inglés... .. | <i>Lolium perenne</i> | 1 | 33 |
| Cola de perro o cinosuro | <i>Cynosurus cristatus</i> | 1 | 6 |
| Poa de los prados | <i>Poa pratensis</i> | 1 | 4 |
| Cola de zorra o carricera | <i>Alopecurus pratensis</i> | 22 | 1 |
| Agróstide rastrera o estolónifera | <i>Agrostis alba</i> | 1 | 3 |
| Trébol blanco o rastrero | <i>Trifolium repens</i> | 1 | 5 |
| Phalaris arundinácea | <i>Phalaris arundinacea</i> | 30 | 1 |
| Almorta pratense | <i>Lathyrus pratensis</i> | 622 | 1 |

N. B.—1.º Se trata de rendimientos medios que pueden ser modificados por el número de cortes y, sobre todo, por los métodos de pastoreo.

2.º La frecuencia se refiere a 1 (uno) para aquel de los dos tipos de pasto en que la planta es menos frecuente.

Según KLAPP (142).

(*) Ver pp. 157-158.

El cuadro número 9 demuestra las frecuencias relativas de algunas plantas corrientes en los pastizales de diente y en los prados de siega.

Existen plantas que pertenecen claramente al tipo de prado de siega; por ejemplo, la avena, que es seis veces más abundante en los prados de siega que en los pastizales de diente.

Por el contrario, el vallico o ray-grass inglés es una planta totalmente característica de pastizal, en el que es treinta veces más abundante que en un prado de siega.

PARTE CUARTA

INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS
DE PASTOREO SOBRE LA FLORA

CAPÍTULO PRIMERO

DIFERENTE ACCION DE LAS ESPECIES
ANIMALES SOBRE LA FLORA

"Cosecha" de la hierba.

Acabamos de ver en el capítulo precedente que la acción de una hoja cortante sobre la hierba es muy diferente de la ejercida por el diente del animal. Volvemos a repetir:

- la hierba es «segada» por un instrumento cortante;
- la hierba es «consumida a diente» por el animal.

Para distinguir mejor estas dos operaciones tan diferentes, diremos (*):

- el animal come la hierba que le llevan al pesebre, previamente cortada por el hombre;
- el animal cosecha la hierba que consume a diente en el transcurso del pasto.

Las formas en que los animales «cosechan» la hierba son

(*) Ver *Productividad de la Hierba* (251, p. 105).

muy distintas según la especie a la que pertenecen, y, por este solo hecho (existen también otros), las acciones ejercidas sobre la flora son muy diferentes.

Por tanto, creemos oportuno decir algo sobre las formas en que las diversas especies de animales «cosechan» la hierba.

Bovinos.

Los *bovinos* prenden la hierba con la lengua para metérsela en la boca. Dado el dispositivo de sus mandíbulas, no pueden cortarla a menos de dos centímetros del suelo. No «raspan» a tondo un pasto más que en caso de escasez de hierba o de exceso de animales (lo que viene a ser lo mismo). Pueden comer hierbas relativamente avanzadas en su evolución, pero no pueden consumir hierbas demasiado duras o espinosas. En general, suelen mejorar los pastizales dañados por el diente de las ovejas, siempre que el pastoreo sea convenientemente dirigido.

Gaballos.

Los *caballos* prenden la hierba con los labios y la cortan con más limpieza y más cerca del suelo que los bovinos. Sus cascos, sobre todo cuando están herrados, son muy perjudiciales para las plantas, que soportan mal el pisoteo y el coceo.

Acostumbran a depositar sus excrementos siempre en el mismo sitio, lo que estropea la hierba notablemente, siendo difícil lograr una buena flora en un pasto únicamente utilizado por caballos.

Ovejas.

Las *ovejas* pueden cortar la hierba a ras del suelo, tomando la parte de la planta de la que salen los tallos. Pueden, incluso, algunas veces arrancar las plantas en los pastos descarnados y comer los brotes tempranos de algunas plantas groseras. En los pastos en pendiente, sus pezuñas, que se hunden de través,

pueden causar alguna erosión. El pastoreo no controlado de las ovejas produce, con frecuencia, graves daños en los pastizales, provocando el desarrollo de la festuca o cañuela ovina de brezos y de helechos. Con las ovejas es preciso extremar el cuidado de los pastos.

Cerdos, ocas y gansos.

Los *cerdos* no deben pastar más que con la jeta anillada; de otra forma, levantan el suelo y arruinan rápidamente el pasto. Si están bien anillados y el pasto se cuida lo suficientemente, puede mantenerse una flora de calidad.

Las *ocas* y *gansos* tienen tendencia a tirar de las hierbas, arrancándolas y cortándolas. Con ello favorecen el desarrollo de la hierba pajarera, del llantén y de ciertas acederas y bistortas.

CAPÍTULO II

**INFLUENCIA DEL TIEMPO DE REPOSO
ENTRE DOS PASTOREOS SOBRE
LA EVOLUCION DE LA FLORA**

Importancia del tiempo de reposo de la hierba.

Hemos señalado muchas veces en *Productividad de la Hierba* (251) la importancia del «factor tiempo» sobre la conducción del pastoreo racional (253), señalando el papel fundamental del tiempo de reposo de la hierba entre dos pastoreos sucesivos.

Un estudio de KLAPP (152) nos proporciona un asombroso ejemplo de la influencia del tiempo de reposo sobre la evolución de la flora de un pastizal sembrado y pastado por ovejas.

Diagramas de la evolución de la flora.

Las ovejas pastaban una vez a la semana, o cada tres semanas. Los tiempos de reposo no fueron, desgraciadamente, variables en relación con la estación y con las condiciones climáticas, como en la mayor parte de los estudios de esta clase.

Los diagramas de la figura número 1 nos indican la evolución de la flora en el transcurso de los cuatro años siguientes a la siembra (*).

En estos diagramas, la altura vertical correspondiente a una planta es proporcional a su porcentaje en la flora (**).

(*) La mezcla sembrada fué análoga a la indicada en la pág. 120.

(**) Véase en *Productividad de la Hierba* (251, p. 274), un diagrama análogo de KLAPP sobre la evolución de la flora en el transcurso de sus experiencias en Rengen (Alemania).

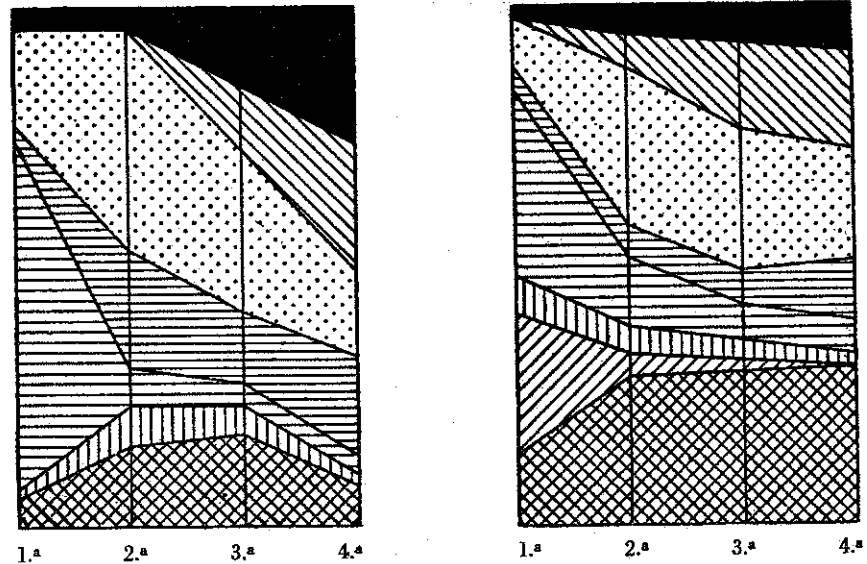
Dos asociaciones vegetales diferentes.

Vemos surgir las siguientes evoluciones:

- a) En el pastoreo semanal, pudo comprobarse:
 - la inmediata desaparición de la avena alta o elevada;

A. PASTOREO SEMANAL

B. PASTOREO CADA TRES SEMANAS



Año de aplicación del método de mejora.

- | | |
|---|--|
| Poa anual <i>Poa annua</i> | Vallico o ray-grass inglés <i>Lolium perenne</i> |
| Poa de los pantanos <i>Poa palustris</i> | Festuca pratense <i>Festuca pratensis</i> |
| Trébol blanco o rastrero <i>Trifolium repens</i> | Avena alta o elevada <i>Arrhenatherum elatius</i> |
| Poa pratense <i>Poa pratensis</i> | Dactilo aglomerado <i>Dactylis glomerata</i> |

Fig. 1.—Evolución de la flora bajo dos sistemas de pastoreo. Según KLAPP (152, fig. 145 - 146, pp. 369-370).

- la lenta desaparición del vallico o ray-grass inglés;
 - el desarrollo progresivo de la poa, de la poa de los pantanos y de la poa pratense;
 - la conservación (casi en el mismo grado) del trébol blanco y del dactilo, a partir del cuarto año, aunque anteriormente hubieron demostrado su tendencia a pequeñas ganancias;
 - la festuca o cañuela permaneció estacionaria.
- b) Con el pastoreo cada tres semanas se observó:
- la aparición de una pequeña cantidad de avena elevada o alta, que desapareció en seguida progresivamente;
 - la desaparición progresiva de la festuca o cañuela pratense;
 - la poa anual y la poa pratense se desarrollaron ligeramente;
 - la poa de los pantanos adquirió una mayor importancia;
 - el vallico o ray-grass tendió a retroceder;
 - el dactilo y el trébol blanco se desarrollaron notablemente.
- Resulta notable que el trébol blanco se desarrolla mejor con el pastoreo cada tres semanas que con el pastoreo semanal; todo lo contrario de lo que sucede con el corte o siega (*).
- Esto podría explicarse por el hecho de que la hierba es rapada más cerca del suelo en el pastoreo cada tres semanas. En tales experiencias es muy difícil obtener una «rapadura» uniforme.

Tres tiempos de reposo constantes, pero diferentes.

La experiencia de la Estación de Gales de Aberystwyth (281) hace ver claramente cómo ciertas plantas se desarrollan o retroceden cuando el tiempo de reposo entre dos pastoreos aumenta.

Se hizo pastar por ovejas:

- cada cuatro semanas;
- cada dos semanas;
- cada cuatro días.

(*) Compárese pp. 62, 73

Puede apreciarse que, en este caso, tampoco se han hecho variar los tiempos de reposo en relación con la estación y las condiciones climáticas.

CUADRO N.º 10

VARIACIONES RELATIVAS DEL NÚMERO DE VÁSTAGOS DE DIFERENTES PLANTAS EN RELACIÓN CON EL TIEMPO DE REPOSO ENTRE LOS PASTOREOS

| | Tiempo de reposo entre dos pastoreos sucesivos | | |
|---------------------------------|---|-----------|--------|
| | 4 semanas | 2 semanas | 4 días |
| | <i>Variaciones relativas en número de vástagos (en %)</i> | | |
| Dactilo (indígena) | 100 | 73 | 52 |
| Holco lanoso o veloso | 100 | 112 | 114 |
| Agróstide | 100 | 105 | 115 |
| Cola de perro o cinosuro | 100 | 116 | 126 |
| Poa común | 100 | 162 | 380 |
| Trébol blanco | 100 | 144 | 148 |
| Malas hierbas | 100 | 122 | 153 |

N. B.—Los resúmenes numéricos han sido efectuados tras cuatro años consecutivos de pastoreo con el tiempo de reposo indicado.

Según la *Welsh Plant Breeding Station* (281, p. 102).

Las enseñanzas de esta experiencia son, no obstante, muy interesantes, y figuran en el cuadro número 10, que demuestra las variaciones relativas del porcentaje de las diversas plantas después de haber hecho pastar el ganado durante cuatro años consecutivos, observando los tiempos de reposo (constantes) indicados.

La poa común es favorecida por tiempos de reposo cortos.

Puede comprobarse que:

1.º Los vástagos del trébol blanco aumentan mucho cuando el tiempo de reposo pasa de cuatro a dos semanas; pero apenas nada, cuando este tiempo se reduce a cuatro días.

2.º La planta más favorecida en el caso de tiempos de reposo muy cortos, de cuatro días, es la poa común. Es bien sabido que esta planta se desarrolla mucho en caso de pastoreo abusivo.

3.º Es sorprendente que el corto tiempo de reposo no favorezca más sensiblemente al agróstide.

4.º Los tiempos cortos de reposo conducen a un notable desarrollo de las malas hierbas.

CAPÍTULO III

INFLUENCIA SOBRE LA FLORA DE LA EPOCA DEL COMIENZO ANUAL DEL PASTOREO

Peligros que ofrece el pastoreo prematuro.

El ganadero sabe que la ración de invierno en el establo es cara. Como, por otra parte, los recursos pueden escasear, tiende a reemplazarla lo más pronto posible, lo que equivale a llevar a los animales al pasto prematuramente.

Este consumo de hierba apenas brotada, todavía tierna, tiene consecuencias frecuentemente perjudiciales sobre el rendimiento y la flora del pasto.

Un mal comienzo del pastoreo puede hacer muy difícil la conducta del mismo durante el resto del año.

Diferente vegetación del vallico o ray-grass y del dactilo al comienzo de la estación.

En el transcurso de la experiencia de Martín JONES⁽¹³⁰⁾, de la que vamos a hablar ahora, dicho investigador utilizó una variedad de ray-grass y otra de dactilo, cuyas características vegetativas al comienzo de la estación fueron las siguientes:

El ray-grass comenzó su «crecimiento activo» antes que el dactilo. Ahora bien; estas dos especies son muy sensibles al corte durante esta fase de crecimiento.

De ello resulta que:

— pastado temprano, el ray-grass se debilita y el dactilo aprovecha para desarrollarse.

— si al principio de la estación se deja durante cierto tiempo la hierba sin pastar, ello permitirá al ray-grass fortalecerse; pero, en ese momento, se corta el dactilo durante su «crecimiento activo» y se le debilita notablemente.

Para comprobar estos fenómenos, Martín JONES hizo pastar por ovejas un pastizal recientemente sembrado, utilizando tres formas diferentes de comienzo del pastoreo y a continuación, de sistema del mismo (*).

Tres floras diferentes como consecuencia del comienzo del pasto.

Los diagramas de la fig. núm. 2 (pág. 80), muestran la diferenciación de la flora inicial mediante estos tres métodos, al cabo de dos años consecutivos.

a) El comienzo demasiado temprano debilitó al vallico o ray-grass.

El mantenimiento ininterrumpido del pastoreo afectó más tarde al dactilo en el momento en que comenzaba a desarrollarse notablemente. Esta debilitación simultánea del ray-grass y del dactilo permitió al trébol blanco desarrollarse con gran rapidez.

b) El comienzo retardado hasta abril estimuló la fuerza del ray-grass, que ocupó mayor superficie.

Por el contrario, el dactilo fué «mordido» en el momento de su crecimiento activo: al debilitarse, retrocedió.

c) El comienzo temprano, debilitó, como en el caso de a), al ray-grass, relegándole a un modesto lugar.

(*) El comienzo tuvo lugar a principios de marzo.

A continuación, la parcela fué pastada de una manera ininterrumpida.

b) El comienzo no se llevó a cabo hasta principios de abril, cuando el dactilo comenzaba a desarrollarse visiblemente.

Después, el pastoreo fué interrumpido.

c) Su comienzo tuvo lugar a principios de marzo [como en a)].

A continuación se detuvo el pastoreo hasta la mitad de mayo, momento en que el dactilo se había desarrollado perfectamente terminando su «crecimiento activo».

✓ Pero la detención del pasto impidió perjudiciar al dactilo en el momento de su crecimiento activo. De ello resulta que el dactilo dominó la flora. El trébol blanco, ahogado, retrocedió fuertemente.

Finalmente, como consecuencia solamente del empleo de métodos y de fechas diferentes en el comienzo del pastoreo, nos encontramos en presencia de tres asociaciones vegetales distintas:

- 1.° Predominio de trébol blanco.
- 2.° Equilibrio entre el dactilo y el ray-grass.
- 3.° El dactilo representa la mayor parte de la flora.

El comienzo del pastoreo en la rotación de los pastos.

Las fechas y sistemas de comienzo del pastoreo desempeñan un papel fundamental en la rotación de los pastos. Supongamos, por ejemplo, una rotación de veinte parcelas, y que los animales permanezcan dos días en cada una de ellas. Si los animales comienzan a pastar en la parcela 1 el 10 de marzo, entrarán en la parcela 20 el 18 de abril. Es evidente (*) que el ray-grass de las parcelas 1, 2, 3, etc., estará muy debilitado y que el dactilo se verá muy favorecido, en tanto que el ray-grass de las parcelas 18, 19 y 20, se habrá desarrollado a expensas del dactilo, que habrá retrocedido.

Finalmente, si repetimos cada año el comienzo del pastoreo de las parcelas por el mismo orden, obtendremos un ray-grass dominante en las parcelas 1, 2, 3, etc., y un dactilo dominante en las parcelas 18, 19, 20...

Por ello, en una rotación bien dirigida, se debe prestar siempre atención a que no sean siempre las mismas parcelas las que cada año se pasten las primeras. Procediendo de esta forma, se reducirán considerablemente las diferencias de flora de las parcelas ocasionadas por la fecha del comienzo del pastoreo.

(*) Admitiendo que se trata de las mismas variedades que en la experiencia de Martín JONES.

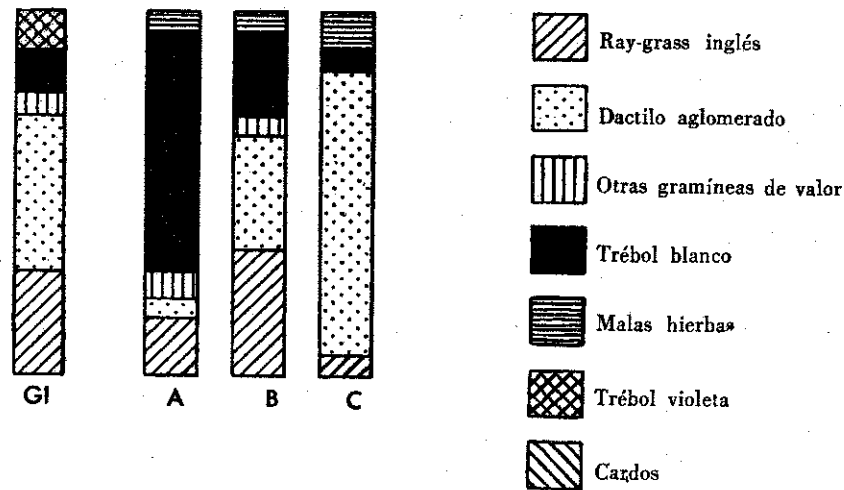


Fig. 2.—Influencia de tres sistemas diferentes de comienzo del pastoreo anual sobre la evolución de la flora de un pastizal joven

Según Martín JONES (130).

El aporte diferencial de nitrógeno sobre las parcelas al comenzar el año.

Gracias al aporte de abonos nitrogenados, se puede acelerar el crecimiento inicial de las parcelas que son pastadas en primer lugar (*).

Ello tiene las siguientes ventajas:

- permitir un comienzo del pastoreo algo más temprano;
- hacer pastar, tras la primer rotación, las parcelas cuya hierba tiene «edades fisiológicas» más parecidas y por consiguiente, valores nutritivos más iguales.

Desde el punto de vista de la evolución de la flora, sería interesante conocer la aceleración del crecimiento producida por el

(*) Véase *Productividad de la Hierba* (251, pp. 231-232).

nitrógeno en ciertas plantas, y en qué medida se acelera el período de «crecimiento activo». De esta forma se podría regular mejor la *primera* rotación en función de los aportes cualitativos y cuantitativos de abonos nitrogenados, para evitar que se parta a diente en el momento del «crecimiento activo» una especie de hierba que se estime interesante desarrollar, o, por el contrario, para «atacar» en su momento de pleno crecimiento a otra especie cuyo retroceso se desea.

EL PASTO MEJORA LOS PRADOS DE SIEGA

Ventajas del pastoreo a diente realizado en los prados de siega.

Como ya hemos visto, el pasto consumido a diente y la siega ejercen acciones diferentes sobre la flora de los pastizales. De ello resulta que, alternando ambos métodos de explotación, se pueden obtener, en ciertos casos, consecuencias favorables.

El polaco OSIECZANSKI (195, p. 82) estima que el pastoreo a diente de los prados que normalmente se siegan, presenta las siguientes ventajas:

- 1.º Favorece el desarrollo de las gramíneas de tallo corto más interesantes, así como del trébol blanco.
- 2.º El pisoteo de la hierba por el animal aplasta la capa vegetal, facilitando de esta forma el acceso a la luz de las plantas de escasa altura.
- 3.º Destruye gran parte de las malas hierbas de los prados de siega que no soportan el diente o la pata del animal. Especialmente, las umbelíferas y ciertos musgos.
- 4.º El césped se hace más elástico.
- 5.º El suelo es abonado con los excrementos del animal.

Ventajas de segar los pastizales con alguna frecuencia.

Inversamente, OSIECZANSKI estima que la siega relativamente frecuente de los pastizales proporciona las siguientes ventajas:

1.º Permite el mantenimiento de ciertas gramíneas de tallo alto (fleo de los prados, dactilo, cola de zorra o carricera, etc.), por el hecho de que se les permite alcanzar un estadio de evolución más avanzado.

2.º Ofrece a ciertas hierbas la posibilidad de alcanzar el momento de la floración, lo que les ayuda a desarrollar mejor sus raíces.

3.º Reduce el crecimiento de las malas hierbas de poca altura, en forma de manchas ávidas de la luz, dado que favorece el desarrollo de las gramíneas altas que ahogan estas malas hierbas.

Alternación de la siega y del pastoreo a diente.

Se comprende que esta alteración de dos efectos diferentes, en ciertos casos, haya de tener efectos beneficiosos sobre la composición de la flora, que logra así un mejor «equilibrio».

Muy acertadamente, OSIECZANSKI concluye diciendo:

«La utilización *alternada* del pastoreo a diente y de la siega, permite cerrar mejor la capa vegetal, haciendo más difícil el desarrollo de las malas hierbas. Si sabemos realizar convenientemente esta utilización alternada, y hacer suficientes aportes de abonos, podremos mantener mucho mejor el trébol blanco y las mejores gramíneas.»

Ello queda demostrado en el cuadro número 11 (p. 84), en el que se aprecia la influencia de la siega alternada con el pastoreo (46). El porcentaje total de gramíneas y leguminosas, que era del 70 por 100, pasó al 90 por 100.

Al mismo tiempo que se segaba el pasto, se hicieron aportes de purín, como es costumbre en los prados de siega de montaña. La acción combinada del purín y de la siega condujo a un retroceso del trébol blanco, por otra parte no excesivo. Pero es interesante observar que, gracias al pastoreo combinado con la siega, el purín no pudo contribuir al desarrollo de las umbelíferas, como desgraciadamente ocurre en general (*).

(*) Véase p. 334.

CUADRO N.º 11

INFLUENCIA DE LA ALTERNACIÓN DE LA SIEGA Y DEL PASTO SOBRE UNA FLORA
HASTA ENTONCES ÚNICAMENTE PASTADA

| Nombres comunes | Nombres latinos | Pasto primitivo | Alternativa de siega y pasto |
|-------------------------------|----------------------------------|---|------------------------------|
| | | Proporciones de la superficie cubierta (en %) | |
| Avena alta o elevada ... | <i>Arrhenatherum elatius</i> ... | — | 10 |
| Dactilo aglomerado ... | <i>Dactylis glomerata</i> ... | — | 5 |
| Festuca pratense o cañuela. | <i>Festuca pratensis</i> ... | 5 | 10 |
| Festuca roja ... | <i>Festuca rubra</i> ... | 5 | 5 |
| Vallico o ray-grass ... | <i>Lolium perenne</i> ... | 15 | 15 |
| Fleo pratense ... | <i>Phleum pratense</i> ... | 10 | 5 |
| Poa pratense ... | <i>Poa pratensis</i> ... | 5 | 10 |
| Avena amarilla ... | <i>Trisetum flavescens</i> ... | — | 10 |
| Total de gramíneas ... | | 40 | 70 |
| Almorta pratense ... | <i>Lathyrus pratensis</i> ... | — | 5 |
| Cuernecillo o loto pratense. | <i>Lotus corniculatus</i> ... | — | 5 |
| Trébol violeta ... | <i>Trifolium pratense</i> ... | — | 5 |
| Trébol blanco o rastrero ... | <i>Trifolium repens</i> ... | 30 | 5 |
| Total de leguminosas ... | | 30 | 20 |
| Margarita, bellorita ... | <i>Bellis perennis</i> ... | 20 | — |
| Chirivia ... | <i>Pastinaca sativa</i> ... | — | 5 |
| Llantén mayor ... | <i>Plantago major</i> ... | 10 | — |
| Acedera común ... | <i>Rumex Acetosa</i> ... | — | 5 |
| Total de hierbas diversas ... | | 30 | 10 |

Según CZERWINKA (46, p. 110).

El pastoreo reduce las calvas y las malas hierbas de los prados de siega.

El cuadro número 12 indica cómo tres años de pastoreo racional mejoraron un prado de siega de baja calidad. Se aprecia que las calvas existentes en el césped fueron reducidas del 22,5 al 5 por 100, y las malas hierbas, del 45 al 15 por 100. Durante este tiempo, las gramíneas pasaron del 22,5 al 57 por 100, y los tréboles, del 10 al 22,5 por 100, lo que constituye un excelente resultado.

CUADRO N.º 12

DISMINUCIÓN DE LAS CALVAS Y DE LAS MALAS HIERBAS DE UN PRADO DE SIEGA
SOMETIDO AL PASTOREO

| | PORCENTAJES DE | | | | Rendimientos en unidades almidón (1) (kg/ha) |
|--|----------------|---------------|-----------|--------|---|
| | Calvas | Malas hierbas | Gramíneas | Trébol | |
| Prado de siega inicial | 22,5 | 45,0 | 22,5 | 10,0 | 2.000 |
| El mismo prado de siega a los tres años de pastoreo racional ... | 5,0 | 15,0 | 57,5 | 22,5 | 3.500 |

(1) La unidad forrajera equivale a 1,43 unidades almidón.
Según GEITH y FUCHS (98, p. 36).

Una experiencia de KLAPP (cuadro número 13, p. 86) demuestra que, con sólo dos años de pastoreo racional, las malas hierbas, que representaban aproximadamente los dos tercios (65 por 100) de la flora del prado de siega, bajaron a solamente el 11 por 100 cuando fué sometido a pastoreo.

Combinación del pastoreo y de los aportes de abonos para mejorar la flora de un prado de siega.

No debemos olvidar nunca que el pastoreo bien dirigido es el instrumento más poderoso que poseemos para mejorar una flora degradada.

También es necesario saber que es preciso ayudar a este pastoreo con el drenaje, los abonos, etc., si los necesita.

CUADRO N.º 13

MEJORA DE LA FLORA DE LOS PRADOS DE SIEGA CON EL PASTOREO

| | Proporciones (en %) | | |
|--|---------------------|-----------|----------|
| | Malas hierbas | Gramíneas | Tréboles |
| Prado de siega | 65 | 28 | 7 |
| A los dos años de pastoreo racional de este mismo prado de siega | 11 | 69 | 20 |

Según KLAPP (152, p. 356).

Hemos visto en *Productividad de la Hierba* (251, pp. 368-375) en qué forma el pastoreo y los abonos mejoraron las arruinadas dehesas comunales de Rengen (Eifel, Alemania).

Los cuadros números 14 y 15 (pp. 87 y 88) demuestran cómo fueron mejorados por el pastoreo y los abonos (46) los prados de siega de las montañas de Carintia (Austria).

En el caso del cuadro número 14 (p. 87) se alternaron el pastoreo y la siega. Puede apreciarse que las umbelíferas, muy sensibles al diente y a la pata del animal (*), retrocedieron enormemente: el perifollo y el acanto, por ejemplo, desaparecieron totalmente. Durante este tiempo, el porcentaje de gramíneas pasó del 30 al 60 por 100, y el de las leguminosas, del 10 al 25 por 100.

(*) Véanse pp. 208-210.

CUADRO N.º 14

MEJORA DE LA FLORA DE UN PRADO DE SIEGA CUANDO SE LE PASTA Y SE LE SIEGA

| Nombres comunes | Nombres latinos | Prado de siega primitivo | El mismo después del pastoreo |
|--|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| | | | |
| Avena elevada o alta | <i>Arrhenatherum elatius</i> | 5 | 10 |
| Dactilo aglomerado | <i>Dactylis glomerata</i> | 10 | 10 |
| Festuca o cañuela pratense. | <i>Festuca pratensis</i> | 5 | 15 |
| Fleo pratense | <i>Phleum pratense</i> | — | 5 |
| Poa pratense | <i>Poa pratensis</i> | — | 5 |
| Poa común | <i>Poa trivialis</i> | 10 | 5 |
| Avena amarilla | <i>Trisetum flavescens</i> | — | 10 |
| Total de gramíneas | | 30 | 60 |
| Almorta pratense | <i>Lathyrus pratensis</i> | — | 10 |
| Trébol violeta | <i>Trifolium pratense</i> | 5 | 10 |
| Trébol blanco o rastrero | <i>Trifolium repens</i> | 5 | — |
| Veza de los setos | <i>Vicia sepium</i> | — | 5 |
| Total de leguminosas | | 10 | 25 |
| Perifollo silvestre | <i>Anthriscus silvestris</i> | 15 | — |
| Crepis pratense | <i>Crepis biennis</i> | 5 | 5 |
| Acanto | <i>Heracleum Sphondylium</i> | 20 | — |
| Llantén menor | <i>Plantage lanceolata</i> | 5 | — |
| Botón de oro, hierba ve- llida | <i>Ranunculus acris</i> | — | 5 |
| Ranúnculo rastrero | <i>Ranunculus repens</i> | 5 | — |
| Acedera común | <i>Rumex Acetosa</i> | 5 | 5 |
| Diente de león | <i>Taraxacum officinale</i> | 5 | — |
| Total de hierbas diversas | | 60 | 15 |

N. B.—1.º Al mismo tiempo que se hacía pastar, se incorporaron abonos completos.

2.º No ha sido indicada la duración del pastoreo que condujo a esta modificación de la flora.

Según CZERWINKA (46, p. 105).

CUADRO N.º 15

MEJORA DE LA FLORA DE UN PRADO DE SIEGA

| Nombres comunes | Nombres latinos | Prado de siega primitivo | El mismo, después del pastoreo |
|------------------------------|-------------------------------|--|--------------------------------|
| | | Superficies cubiertas por la planta (en %) | |
| Agróstide común | <i>Agrostis vulgaris</i> | 5 | — |
| Gramma de olor | <i>Anthoxanthum odoratum</i> | 5 | 5 |
| Cola de perro o cinosuro | <i>Cynosorus cristatus</i> | 5 | 15 |
| Dactilo aglomerado | <i>Dactylis glomerata</i> | — | 5 |
| Deschampsia flexuosa | <i>Deschampsia flexuosa</i> | 5 | — |
| Festuca o cañuela roja | <i>Festuca rubra</i> | 10 | 10 |
| Cervino | <i>Nardus stricta</i> | 30 | — |
| Vallico o ray-grass inglés. | <i>Lolium perenne</i> | — | 5 |
| Poa pratense | <i>Poa pratensis</i> | — | 10 |
| Espiguilla o hierba de punta | <i>Poa annua</i> | — | 10 |
| Fleo pratense | <i>Phleum pratense</i> | — | 10 |
| Total de gramíneas | | 60 | 70 |
| Cuernecillo o loto pratense. | <i>Lotus corniculatus</i> | — | 5 |
| Trébol blanco o rastrero | <i>Trifolium repens</i> | — | 10 |
| Total de leguminosas | | — | 15 |
| Pata o pie de león | <i>Alchemilla vulgaris</i> | — | 5 |
| Arnica | <i>Arnica montana</i> | 10 | — |
| Brezo común | <i>Calluna vulgaris</i> | 10 | — |
| Campánula de hojas redondas | <i>Campanula autumnalis</i> | 5 | — |
| Tormentilla | <i>Potentilla Tormentilla</i> | 5 | — |
| Silena | <i>Silene cucubalis</i> | — | 5 |
| Arándano o mirtillo | <i>Vaccinium Myrtillus</i> | 5 | — |
| Arándano rojo | <i>Vaccinium Vitis-ideae</i> | 5 | — |
| Total de hierbas diversas | | 40 | 15 |

N.B.—1.º Al mismo tiempo que se hacía pastar, se incorporaron margas, estiércol y abono completo.

2.º No ha sido indicada la duración del pasto que condujo a esta modificación de la flora.

3.º Se sabe únicamente que la hierba fué dividida en parcelas y pastada en rotación, sin detalles sobre esta última.

Según CZERWINKA (46, p. 107).

El cuadro número 15 (p. 88) indica la transformación de la flora de un prado de siega cuando se pasta a diente, recibiendo, además, margas, estiércol y abonos completos. Se observan los mismos fenómenos que hemos citado anteriormente, pero el aporte de estiércol favorece ligeramente más (*) a las gramíneas que a las leguminosas.

El pastoreo racional continúa siendo el medio más eficaz para mejorar la flora.

Sorprende apreciar la enorme mejora que representan para ciertos pastos muy empobrecidos los aportes de abono combinados con un pastoreo bien dirigido. Hemos visto muchos ejemplos de ello en *Productividad de la Hierba* (251, pp. 368-380).

Citaremos una última observación que ha podido leerse recientemente en la prensa inglesa:

En 1958, en el «Instituto de Investigaciones Forrajeras» (Grassland Research Institute) de Hurley, KYDD (12) mostró a sus visitantes un pasto del tipo agrostis-festuca, en el que la proporción de ray-grass inglés había pasado del 2 al 25 por 100 en seis años, gracias al pastoreo en rotación con ovejas y a las oportunas incorporaciones de abonos.

Repitamos nuevamente:

El sistema que se siga en el pastoreo es uno de los elementos fundamentales que determinan la asociación vegetal del pasto.

(*) Véanse pp. 330-332.

PARTE QUINTA

INFLUENCIA DE LA MEZCLA DE
SEMILLAS SOBRE LA FLORA DEL PASTO

CAPÍTULO PRIMERO

INFLUENCIA QUE EJERCEN LAS CANTIDADES
Y LAS VARIEDADES SEMBRADAS

**Profusión de estudios sobre la siembra
de pastizales.**

En la presente parte estudiaremos algunos aspectos de la influencia ejercida sobre la flora del pasto:

- a) Por la composición misma de la mezcla sembrada;
- b) por el método de siembra, según que se siembre o no bajo planta de cobertura.

Los estudios sobre la influencia de las cantidades relativas o absolutas sembradas, los métodos de siembra, las máquinas utilizadas para estos trabajos, etc., son numerosos. Ello se explica, de una parte, por los intereses comerciales en juego y, de otra, por la facilidad relativa con que estos estudios pueden emprenderse fácilmente en pequeños parques de ensayo, sin requerir experiencias de larga duración.

Como tales estudios no se refieren más que parcialmente a la «ecología dinámica», nos limitaremos a estudiar únicamente los dos factores que acabamos de indicar anteriormente.

Mejor establecimiento de las variedades indígenas de dactilo y de ray-grass.

Entre los múltiples estudios sobre el tema, elegiremos uno particularmente claro e interesante que HEDDLE y HERRIOT (III) llevaron a cabo en Escocia (*) con una mezcla muy sencilla compuesta únicamente por una sola gramínea y por trébol blanco.

Se sembraron en la primavera de 1959 distintas variedades de dactilo y de vallico o ray-grass en cantidades *variables*, con una constante de 3,3 kilogramos por hectárea de trébol blanco S. 100.

El cuadro número 16 indica la composición botánica (superficie cubierta) en noviembre de 1949 y en noviembre de 1950.

En el cuadro número 17 encontramos el porcentaje de materia seca, producida en 1950 por la gramínea sembrada.

Desde el punto de vista general, vemos que:

— el dactilo se desarrolla lentamente durante el *año de siembra*.

— no obstante, al final del año siguiente el dactilo ocupa una superficie igual a la del ray-grass.

— la variedad *seleccionada* (S. 143) de dactilo se establece con mayor rapidez que la variedad *indígena* (danesa); pero, a continuación, la diferencia es menor, tanto desde el punto de vista de la superficie cubierta, como del rendimiento en cosecha.

— en el caso del ray-grass, la variedad *indígena* (Ayrshire) se establece con mayor rapidez que la variedad *seleccionada* (S.23). La situación parece invertirse, desde el punto de vista de la superficie cubierta, al año siguiente; pero el porcentaje de co-

(*) J. B. D. HERRIOT es el esposo de Mrs. HERRIOT, que ha traducido ya varias de mis obras en un inglés de excelente estilo, a pesar de las dificultades inherentes a un texto técnico y científico frecuentemente arduo.

CUADRO N.º 16.

SUPERFICIE CUBIERTA POR LA GRAMÍNEA SEMBRADA, A LOS SEIS Y A LOS DIECIOCHO MESES DESPUÉS DE LA SIEMBRA, SEGÚN LAS CANTIDADES SEMBRADAS DE DICHA GRAMÍNEA

| Cantidad de gramínea sembrada (kg./ha.) | Ray-grass | | | | | | Dactilo | | | | | |
|--|-----------------------------------|-----|-----|----------|-----|-----|---------|-----|-----|-------|-----|-----|
| | S. 23 | | | Ayrshire | | | S. 143 | | | Danés | | |
| | 11 | 22 | 33 | 11 | 22 | 33 | 11 | 22 | 33 | 11 | 22 | 33 |
| | a) SITUACIÓN EN NOVIEMBRE DE 1949 | | | | | | | | | | | |
| Gramínea sembrada | 96 | 134 | 138 | 123 | 149 | 158 | 19 | 84 | 98 | 43 | 70 | 74 |
| Trébol blanco | 60 | 35 | 34 | 32 | 30 | 23 | 68 | 48 | 44 | 72 | 60 | 54 |
| Calvas | 27 | 20 | 23 | 28 | 19 | 16 | 47 | 38 | 20 | 48 | 40 | 40 |
| Especies no sembradas | 17 | 11 | 4 | 17 | 2 | 3 | 36 | 30 | 38 | 37 | 30 | 32 |
| | a) SITUACIÓN EN NOVIEMBRE DE 1950 | | | | | | | | | | | |
| Gramínea sembrada | 124 | 137 | 148 | 95 | 124 | 128 | 128 | 144 | 148 | 115 | 121 | 123 |
| Trébol blanco | 71 | 54 | 47 | 92 | 68 | 65 | 48 | 37 | 38 | 47 | 45 | 39 |
| Calvas | 3 | 7 | 4 | 8 | 4 | 3 | 20 | 17 | 18 | 33 | 29 | 32 |
| Especies no sembradas | 2 | 2 | 1 | 5 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 5 | 5 | 6 |

N. B.—1.º Las siembras se realizaron en la primavera de 1949.

2.º Las cifras fueron tomadas por el método del «cuadro con puntos», e indican las veces que la planta ha sido tocada en doscientos «tanteos» con los puntos (ver p. 46).

3.º Los «tanteos» con los puntos se hicieron con plantas previamente cortadas a la altura de 50 a 75 milímetros.

4.º Las especies presentes, no sembradas, eran sobre todo de forraje común y anual.

5.º La cantidad sembrada de trébol blanco S.100 permaneció constante (3,3 kg./ha.).

6.º La hierba no fué pastada, sino segada. En el transcurso del primer año, las malas hierbas fueron desmochadas (*topped*), haciéndose un primer corte en octubre de 1949. Al final del año siguiente se hizo un aporte de superfosfato y de cloruro potásico.

7.º En el transcurso del año de 1950, se hicieron cuatro cortes. Se aplicó «nitrammo» (*nitro-chalk*) en marzo y en julio.

8.º Compárese el cuadro 17 que indica, en porcentaje de peso, la composición de la misma flora en 1950.

Según HEDDLE y HERRIOT (111).

secha dado por la variedad indígena es superior al de la variedad *seleccionada*.

Los investigadores escoceses concluyen:

«Las dos variedades *indígenas* se establecieron, finalmente, mejor que las variedades *seleccionadas*» (*).

CUADRO N.º 17

PORCENTAJE DE MATERIA SECA DE LA FLORA PRODUCIDA POR LA GRAMÍNEA SEMBRADA, UN AÑO DESPUÉS DE LA SIEMBRA, SEGÚN LAS CANTIDADES SEMBRADAS DE DICHA GRAMÍNEA

| Cantidad de gramínea sembrada (kg./ha.) | Ray-Grass | | | | | | Dactilo | | | | | |
|--|---|------|------|----------|------|------|---------|------|------|-------|------|------|
| | S. 23 | | | Ayrshire | | | S. 143 | | | Danés | | |
| | 11 | 22 | 33 | 11 | 22 | 33 | 11 | 22 | 33 | 11 | 22 | 33 |
| | <i>Porcentaje de materia seca cosechada en 1950</i> | | | | | | | | | | | |
| Gramínea sembrada | 54,6 | 57,1 | 57,8 | 66,1 | 68,9 | 70,7 | 61,3 | 70,4 | 67,9 | 38,0 | 59,3 | 60,4 |
| Trébol blanco | 36,4 | 38,8 | 38,7 | 29,4 | 28,5 | 26,8 | 33,4 | 23,8 | 26,6 | 27,4 | 24,5 | 19,7 |
| Diversas | 9,0 | 4,1 | 5,5 | 4,5 | 2,6 | 2,5 | 5,3 | 5,8 | 5,5 | 14,6 | 16,2 | 16,3 |

N. B.—1.º La siembra fué realizada en la primavera de 1949.

2.º La cantidad sembrada de trébol blanco S. 100 fué constante (3,3 kg./ha.).

3.º Compárese el cuadro número 16 (p. 92) que indica la superficie cubierta por las plantas de esta flora en noviembre de 1949 y de 1950.

Según HEDDLE y HERRIOT (111).

Ahijamiento de las variedades indígenas y seleccionadas.

Resulta interesante relacionar estas experiencias de HEDDLE y HERRIOT con los trabajos de la Estación de Gales de Aberystwyth de hace unos treinta años (280).

(*) Más adelante veremos (pp. 157-158) que las variedades que llamamos mejoradas han sido seleccionadas, desgraciadamente, en condiciones muy distintas de las que están llamadas a vivir.

El cuadro número 18 nos indica el número de vástagos de cada una de las variedades indígenas y seleccionadas de cuatro especies de gramíneas, cinco años después de la siembra del pasto consumido por ovejas durante todo este tiempo.

Puede apreciarse cómo las variedades indígenas locales se mantienen en mejor forma. Los autores que en sus estudios dan otros cuadros análogos con respecto a este punto dicen (280, p. 184):

«Estas cifras, por expresivas que sean, no dan idea alguna sobre la notoria superioridad de las variedades indígenas en lo que respecta a una cuestión tan fundamental como la persistencia de las variedades de gramíneas. Ninguna descripción detallada o fotográfica permitirían lograrlo.»

CUADRO N.º 18

PERSISTENCIA DE LAS VARIEDADES LOCALES EN RELACIÓN CON LAS VARIEDADES SELECCIONADAS

| ESPECIE | VARIEDAD | Número de vástagos a los cinco años de pastoreo siguientes a la siembra (por m ²) |
|----------------------------------|-----------------------------------|---|
| Dactilo | Indígena local | 3.120 |
| | Selección de Nueva Zelanda | 1.143 |
| | Selección inglesa | 738 |
| Fleó | Indígena local | 1.090 |
| | Selección inglesa | 311 |
| Cola de zorra o carricera | Indígena local | 4.000 |
| | Selección inglesa | 703 |
| Festuca o cañuela | Indígena local | 15.750 |
| | Selección inglesa | 13.070 |

N. B.—Se trata de pasto para ovejas.

Según la *Welsh Plant Breeding Station* (280, p. 83).

CAPÍTULO II

**COMPETENCIA Y AYUDA MUTUA
ENTRE EL TREBOL BLANCO
Y LA GRAMINEA**

Óptimo de cantidad sembrada de gramínea.

En el transcurso de sus experiencias, HEDDLE y HERRIOT hicieron, en lo que respecta a la influencia de las cantidades sembradas, las siguientes observaciones:

— no se establece bien una cantidad sembrada de gramínea *algo escasa*; para el primer año entra en esta calificación la cantidad de 11 kilogramos por hectárea de siembra;

— *más allá de una cantidad suficiente* de granos de gramíneas (en el caso presente, 22 kg./ha.), el aumento de la cantidad sembrada no produce una sensible mejora, ya se trate de la superficie cubierta o del porcentaje de cosecha obtenida.

Estos dos investigadores escoceses dicen:

«En las condiciones del presente ensayo, con estas mezclas en extremo sencillas, una cantidad sembrada de 22 kilogramos de gramínea por hectárea, permitió obtener el mayor número de plantas por unidad de superficie, siendo además económica.»

En esta experiencia «ultra-sencilla», como la llaman sus autores, se ve aparecer claramente el *óptimo* de cantidad sembrada de una planta que permite obtener la *máxima* proporción de esta planta, en el total de la flora, durante el transcurso del período subsiguiente a la siembra (bien entendido, en determinadas condiciones de explotación).

**Influencia de la variación simultánea de la
cantidad sembrada de gramínea
y de trébol blanco.**

En su experiencia del capítulo precedente, HEDDLE y HERRIOT hicieron variar solamente la cantidad sembrada de la gramínea, dejando constante la cantidad sembrada de trébol blanco. En la experiencia que siguió, y que vamos a examinar ahora, estos dos investigadores hicieron variar *simultáneamente* las cantidades sembradas de gramíneas (*) y de trébol blanco (**).

La siembra se hizo el 7 de agosto de 1950.

CUADRO N.º 19

PORCENTAJE DE MATERIA SECA COSECHADA DURANTE LOS TRES AÑOS SIGUIENTES
A LA SIEMBRAS CUANDO LAS CANTIDADES SEMBRADAS DE GRAMÍNEA
Y DE TRÉBOL BLANCO VARÍAN

| Gramínea sembrada | Cantidad sembrada | | Cantidad total cosechada | | | Producción de la gramínea sembrada | | | Producción del trébol blanco sembrado | | |
|-------------------|-------------------|---------------|--------------------------|-------|-------|------------------------------------|-------|-------|---------------------------------------|-------|-------|
| | Gramínea | Trébol blanco | 1951 | 1952 | 1953 | 1951 | 1952 | 1953 | 1951 | 1952 | 1953 |
| Ray-grass: | 11 | 3,3 | 5.140 | 9.620 | 6.650 | 2.940 | 3.050 | 3.580 | 666 | 6.100 | 2.075 |
| | | 1,1 | 4.305 | 9.220 | 5.980 | 2.600 | 2.410 | 2.940 | 326 | 5.960 | 1.740 |
| Ray-grass: | 22 | 3,3 | 4.870 | 9.840 | 7.300 | 3.290 | 3.030 | 3.720 | 489 | 6.140 | 2.460 |
| | | 1,1 | 4.720 | 9.040 | 6.780 | 3.000 | 2.440 | 3.290 | 313 | 6.120 | 2.530 |
| Dactilo: | 11 | 3,3 | 5.190 | 9.640 | 7.270 | 2.120 | 6.360 | 4.980 | 764 | 3.030 | 1.990 |
| | | 1,1 | 4.900 | 9.460 | 6.880 | 2.190 | 5.890 | 4.560 | 350 | 3.250 | 2.020 |
| Dactilo: | 22 | 3,3 | 5.280 | 9.580 | 6.750 | 2.520 | 5.660 | 4.630 | 708 | 3.480 | 1.815 |
| | | 1,1 | 5.070 | 8.780 | 6.670 | 2.220 | 5.200 | 4.120 | 397 | 3.370 | 2.150 |

Según HEDDLE y HERRIOT (111).

(*) Ray-grass S. 23 o dactilo S. 143.

(**) Trébol blanco S. 100.

El invierno de 1950-1951, fué particularmente duro.

En 1951 y 1952 se hicieron *cuatro* cortes anuales. En 1953 se realizaron *cinco* cortes; después, la hierba que quedó, fué pastada por ovejas.

Los principales resultados de esta segunda experiencia se reflejan en los cuadros números 19, 20, 21 y 22.

El objeto de esta segunda e interesante experiencia consistía, sobre todo, en averiguar:

a) Si el aporte de abono al trébol blanco ayuda a aumentar el rendimiento de la gramínea;

b) en qué medida el aumento de la cantidad sembrada de trébol blanco podría contribuir a aumentar el rendimiento de la gramínea.

Los "años de miseria" comenzaron al tercer año siguiente a la siembra.

Antes de examinar brevemente estos dos puntos, debemos hacer constar (cuadro número 19) que después de la gran producción del segundo año, los rendimientos disminuyeron notablemente al tercer año siguiente a la siembra.

Ahora bien; según los autores, las condiciones climáticas no fueron más desfavorables en 1953 que en 1952. He aquí, pues, el fenómeno de los «años de miseria» (*), es decir, el descenso de producción en el transcurso de los años siguientes a los magníficos rendimientos obtenidos durante los primeros años de la siembra.

El fenómeno se aprecia con más claridad y es aún más marcado cuando se siega solamente el pasto, lo que ocurrió en el caso de esta experiencia.

Pero en este caso no se trata más que de un fenómeno secundario, y únicamente examinaremos los dos puntos que constituyen, como acabamos de decir, el objetivo principal de esta experiencia.

(*) Véanse pp. 141-153.

CUADRO N.º 20

RENDIMIENTOS TOTALES DE LA HIERBA DURANTE TRES AÑOS EN FUNCIÓN DE LAS CANTIDADES SEMBRADAS DE GRAMÍNEAS Y DE TRÉBOL BLANCO

| Cantidad sembrada de | | Rendimientos absolutos totales para los años 1951, 1952, 1953 | Rendimientos relativos en relación con la cantidad más débil sembrada de gramíneas y de trébol blanco |
|----------------------|------------------|---|---|
| Gramíneas | Trébol blanco | kg./ha. | |
| <i>Ray-grass:</i> | | | |
| 11 kg/ha | 3,3 kg/ha | 18.400 | 115 |
| | 1,1 kg/ha | 16.000 | 100 |
| 22 kg/ha | 3,3 kg/ha | 19.200 | 119 |
| | 1,1 kg/ha | 17.700 | 110 |
| <i>Dactyle:</i> | | | |
| 11 kg/ha | 3,3 kg/ha | 19.250 | 106 |
| | 1,1 kg/ha | 18.250 | 100 |
| 22 kg/ha | 3,3 kg/ha | 18.930 | 103 |
| | 1,1 kg/ha | 17.350 | 95 |

Según HEDDLE y HERRIOT (111).

Efecto del trébol en el crecimiento de la gramínea.

Los cuadros números 20 y 21 demuestran que el aumento de 2,2 kilogramos por hectárea de la cantidad sembrada de trébol aumenta el rendimiento de la gramínea. Este efecto es más marcado en el ray-grass que en el dactilo, especialmente cuando la cantidad sembrada de ray-grass es poca: 11 kilogramos por hectárea.

Estos autores concluyen:

«Parece estar claro que la siembra de una gran cantidad de trébol blanco es interesante para las mezclas simples de este

tipo, especialmente en las de ray-grass y cuando la cantidad total sembrada es escasa» (*).

CUADRO N.º 21

PORCENTAJE DE AUMENTO DEL RENDIMIENTO (EN MATERIA SECA) DE LA GRAMÍNEA DEBIDO AL AUMENTO DE LA CANTIDAD SEMBRADA DE GRAMÍNEA O DE TRÉBOL BLANCO

| | Porcentaje de aumento de rendimiento de la gramínea cosechada | | | |
|---|---|--------|--------|------------------------|
| | 1951 | 1952 | 1953 | Media de los tres años |
| Para 3,3 kg./ha. de trébol blanco, efecto del aumento cuando se siembra: | | | | |
| Ray-grass: 11 kg./ha. | + 13,5 | - 0,5 | + 7,4 | + 6,8 |
| Dactilo: 11 kg./ha. | + 10,9 | - 12,5 | - 8,5 | - 3,4 |
| Efecto del aumento de 2,2 kg./ha. de la cantidad de trébol sembrada, cuando se siembra: | | | | |
| Ray-grass: } 11 kg./ha. | + 13,1 | + 24,2 | + 21,7 | + 19,7 |
| } 22 kg./ha. | + 9,8 | + 24,3 | + 13,0 | + 15,7 |
| Dactilo } 11 kg./ha. | - 3,0 | + 8,0 | + 9,3 | + 4,8 |
| } 22 kg./ha. | + 11,6 | + 12,4 | + 12,5 | + 12,2 |

Según HEDDLE y HERRIOT (111).

La cantidad sembrada de gramínea o de trébol pierde rápidamente su influencia sobre la composición de la flora.

Lo más notable es que, por el contrario, cualquiera que sea la cantidad sembrada de trébol blanco o de gramínea, la proporción de trébol blanco sigue siendo aproximadamente la misma a partir del tercer año (cuadro núm. 22, p. 101).

Los investigadores escoceses señalan este hecho y dicen :

(*) Véanse pp. 303-315, los efectos comparados del trébol y de los abonos nitrogenados sobre las gramíneas e inversamente.

«Parece ser que, en tales mezclas simples, la cantidad sembrada, ya sea de gramínea, ya de trébol, no desempeña un importante papel en la determinación de la composición de la flora *excepto durante el período de comienzo en el que ésta se establece.*

En el caso presente, el método de explotación, a saber : cuatro cortes durante cada uno de los dos primeros años, y cinco cortes el tercer año, crean cierto equilibrio entre la gramínea y el trébol (aproximadamente un 70 por 100 de gramínea y un 30 por 100 de trébol) *cualquiera que sea la cantidad sembrada de gramínea o de trébol.*»

CUADRO N.º 22

INFLUENCIA DE LA CANTIDAD SEMBRADA DE TRÉBOL BLANCO SOBRE EL PORCENTAJE DE COSECHA (MATERIA SECA) PROPORCIONADO POR EL TRÉBOL SOLO

| Cantidad sembrada | | Porcentaje de la cosecha de materia seca dado por el trébol blanco solo | | | | | |
|-------------------|---------------|---|------|------|--|------|------|
| Gramíneas | Trébol blanco | Porcentaje absoluto | | | Variaciones relativas de estos porcentajes | | |
| | | 1951 | 1952 | 1953 | 1951 | 1952 | 1953 |
| <i>Ray-grass:</i> | | | | | | | |
| | 11 kg/ha ... | 3,3 kg/ha ... | 13,0 | 63,5 | 31,2 | 171 | 98 |
| | 1,1 kg/ha ... | 7,6 | 64,6 | 29,2 | 100 | 100 | 100 |
| 22 kg/ha ... | 3,3 kg/ha ... | 10,1 | 62,9 | 38,8 | 153 | 92,8 | 105 |
| | 1,1 kg/ha ... | 6,6 | 67,7 | 37,0 | 100 | 100 | 100 |
| <i>Dactyle:</i> | | | | | | | |
| | 11 kg/ha ... | 3,3 kg/ha ... | 14,7 | 31,6 | 27,4 | 204 | 82,4 |
| | 1,1 kg/ha ... | 7,2 | 38,3 | 29,4 | 100 | 100 | 100 |
| 22 kg/ha ... | 3,3 kg/ha ... | 13,4 | 36,3 | 26,8 | 172 | 94,4 | 83,0 |
| | 1,1 kg/ha ... | 7,8 | 38,5 | 32,3 | 100 | 100 | 100 |

N. B.—Calculado por el autor a partir del cuadro número 19, página 97. Según HEDDLE y HERRIOT (111).

Esta experiencia con una mezcla simple de HEDDLE y HERRIOT nos lleva, pues, a la misma conclusión que la experiencia de JOHNSTONE-WALLACE y de algunos otros, de las que ya hemos hablado anteriormente (*).

Finalmente, el método de explotación y no la cantidad sembrada es el que determina la composición de la flora.

(*) Compárense pp. 51-53.

INFLUENCIA DE UNA PLANTA DE COBERTURA SOBRE LA EVOLUCION DE LA FLORA DEL PASTIZAL SEMBRADO

Es tradición campesina sembrar la mezcla de prado temporal bajo una planta de cobertura.

Una cuestión muy discutida es la de saber si resulta interesante sembrar la semilla de la pradera temporal bajo una planta de cobertura (cereal de invierno o de primavera) o si es mejor sembrarla directamente, es decir, sobre el suelo desnudo.

En muchas regiones, el campesino es partidario de la siembra de su pradera temporal bajo planta de cobertura. Tal es el caso de las leguminosas de las praderas temporales que entran en la rotación de cultivos. En Francia, las transformaciones de la labor en pastizales (permanentes) se han multiplicado en el transcurso de los últimos años, a pesar de los esfuerzos realizados por los Servicios de Divulgación, que aconsejaban todo lo contrario. Frecuentemente, el campesino deja «invadir» el pasto por la hierba a medida que va desapareciendo la leguminosa sembrada bajo la planta de cobertura (*). Cuando el campesino siembra una verdadera mezcla de pastizal, tiene tendencia a hacerlo bajo planta de cobertura.

El rendimiento es a veces ligeramente menor en el transcurso del año siguiente a la siembra bajo planta de cobertura. Pero

(*) Véanse pp. 130-132.

muchos técnicos estiman que ello estaría ampliamente recompensado con el rendimiento de la cosecha de la planta de cobertura. Por otra parte, en caso de sequía, el «empirismo» campesino ha podido comprobar que la planta de cobertura, al proteger los sembrados de las radiaciones solares, permite tener menos semillas «fallidas». En resumen, el campesino está muy ligado a este método, a pesar de los inconvenientes que ofrece. Nos parece interesante, por tanto, estudiar aquí el único punto que entra en el marco de esta obra; es decir, la influencia de la planta de cobertura sobre la evolución de la flora, influencia que representa uno de los aspectos dinámicos de la ecología.

Por el contrario, dejaremos de lado el aspecto económico de la cuestión, que no es precisamente el propósito de este libro.

Siembra directa o bajo cebada de la mezcla de una gramínea con trébol blanco.

Las experiencias de HEDDLE y HERRIOT^(III) con mezclas en extremo sencillas (*una sola gramínea y trébol blanco*), de las que hemos hablado en los dos capítulos precedentes, proporcionan algunos elementos interesantes con referencia al efecto de la planta de cobertura sobre la composición de la pradera sembrada bajo esta planta.

Las diversas mezclas (*) fueron sembradas el 27 de abril de 1951.

— bien directamente sobre un suelo desnudo;

(*) Al igual que en la primera experiencia de los investigadores escoceses (caps. I y II de la presente parte), se utilizaron dos variedades de ray-grass vivaz:

— una seleccionada S. 23;

— una indígena (Ayrshire).

y dos variedades de dactilo:

— una seleccionada S. 143;

— una indígena (danesa).

Cada una de estas variedades de gramíneas fueron sembradas en la cantidad de 11 kilogramos por hectárea, de 22 kilogramos por hectárea, justo siempre con la misma cantidad (3,3 kgs. por hectárea) de trébol blanco S. 100.

— bien bajo cobertura de cebada, que fué sembrada el 21 de marzo de 1951 en cantidad de 100 kilogramos por hectárea.

A finales de junio se «desmochó» la siembra nacida directamente, cortándose la hierba en la primera semana de septiembre.

Se dejaron en reposo los nuevos sembrados de ambos tipos, y, después, a mediados de octubre, se les hizo pastar por ovejas. En 1952, se hicieron pastar intermitentemente también por ovejas.

Evolución de la flora procedente de siembra en tierra desnuda y bajo planta de cobertura.

El cuadro número 23 (p. 106) indica la superficie ocupada por la gramínea sembrada, el trébol blanco, las especies no sembradas y los espacios vacíos, según que se haya sembrado sobre tierra desnuda o bajo plantas de cobertura.

Puede apreciarse que, incluso ya en el año de la siembra, la superficie cubierta por la gramínea permaneció casi igual en ambos tipos de siembra.

Por el contrario, al final del año de la siembra (noviembre de 1951), la planta de cobertura perjudicó notablemente al trébol blanco. Pero *un año después* (noviembre de 1952), *este efecto desapareció*, volviéndose a encontrar la misma proporción de trébol en ambos tipos de siembra.

Los espacios vacíos, al final del año de siembra, fueron más elevados con la siembra de cobertura, pero, al año siguiente, casi se igualaron. Los autores estiman que, al final del primer año de cosecha (el siguiente a la siembra), no existió diferencia alguna entre ambos tipos de siembra:

«Al final del primer año de cosecha, la influencia ejercida por la planta de cobertura había desaparecido: las floras procedentes de una mezcla determinada de granos, utilizando uno u otro método de siembra, fueron análogas.»

Y añaden prudentemente:

«Es posible que otros métodos de explotación den resultados diferentes con la mezcla sembrada bajo planta de cobertura.»

CUADRO N.º 23

INFLUENCIA DE LA PLANTA DE COBERTURA SOBRE LA SUPERFICIE OCUPADA
POR LAS PLANTAS DEL PASTIZAL EN RELACIÓN CON LA VARIEDAD
Y LA CANTIDAD DE GRAMÍNEAS SEMBRADAS

| Cantidad y tipo de grano sembrado | Tipo de siembra | Gramínea sembrada | | Trébol blanco | | Espacios vacíos | | Especies no sembradas | | |
|--|-----------------|-------------------|------|---------------|------|-----------------|------|-----------------------|------|----|
| | | 1951 | 1952 | 1951 | 1952 | 1951 | 1952 | 1951 | 1952 | |
| Vallico o ray-grass seleccionado S. 23 | 11 kg/ha. | Directa | 24 | 76 | 42 | 14 | 14 | 5 | 20 | 5 |
| | | Cobertura | 29 | 81 | 27 | 13 | 24 | 3 | 20 | 3 |
| | 22 kg/ha. | Directa | 40 | 90 | 43 | 8 | 8 | 1 | 9 | 1 |
| | | Cobertura | 34 | 87 | 27 | 9 | 24 | 3 | 15 | 1 |
| Vallico o ray-gras indígena (Ayrshire) | 11 kg/ha. | Directa | 40 | 79 | 32 | 15 | 13 | 3 | 15 | 3 |
| | | Cobertura | 35 | 79 | 25 | 15 | 25 | 3 | 13 | 3 |
| | 22 kg/ha. | Directa | 43 | 82 | 39 | 14 | 11 | 1 | 7 | 3 |
| | | Cobertura | 42 | 79 | 25 | 14 | 20 | 4 | 13 | 3 |
| Dactilo seleccionado S. 143 | 11 kg/ha. | Directa | 27 | 64 | 37 | 17 | 14 | 13 | 22 | 6 |
| | | Cobertura | 25 | 71 | 31 | 16 | 20 | 9 | 24 | 4 |
| | 22 kg/ha. | Directa | 36 | 79 | 36 | 10 | 13 | 8 | 15 | 3 |
| | | Cobertura | 34 | 81 | 20 | 7 | 23 | 5 | 23 | 7 |
| Dactilo danés | 11 kg/ha. | Directa | 16 | 44 | 43 | 27 | 16 | 12 | 25 | 17 |
| | | Cobertura | 17 | 40 | 28 | 31 | 29 | 12 | 26 | 17 |
| | 22 kg/ha. | Directa | 24 | 46 | 37 | 22 | 19 | 9 | 20 | 23 |
| | | Cobertura | 28 | 51 | 23 | 25 | 26 | 9 | 23 | 15 |

N.B.—1.º Los datos fueron tomados en noviembre de 1951 y 1952. Las siembras fueron realizadas el 27 de abril de 1951.

2.º Las cifras fueron tomadas por el método del «cuadro con puntos» e indican cuántas veces ha sido tocada la planta con cien «tanteos» con los puntos (véase p. 47).

3.º Los tanteos con los puntos se efectuaron con plantas previamente segadas a una altura de 50 a 70 milímetros.

4.º La especies presentes no sembradas, fueron sobre todo poas.

5.º La cantidad sembrada de trébol blanco S.100 fué constante (3,3 kg./ha.)

6.º La cebada de cobertura fué segada el 15 de septiembre de 1951.

Según HEDDLE y HERRIOT (111).

Se trata, en el caso presente, de una experiencia cuyas condiciones particulares estaban muy lejanas de las condiciones reales. Por otra parte, se trata de una sola y única experiencia. Unamos a esta interesante investigación escocesa algunos resultados obtenidos «en el campo».

Veremos que los resultados están lejos de ser concordantes y homogéneos.

La planta de cobertura influye sobre el rendimiento del pastizal en forma muy variable.

VOLKART (269), en Suiza, realizó sus observaciones durante varios años, comparando los rendimientos del pastizal sembrado con o sin planta de cobertura. Como media, el cereal daba 68 quintales de grano y paja por hectárea; pero ya en el mismo año de la siembra se pudieron recoger 54 quintales de hierba verde por hectárea en el pastizal sembrado con dicho cereal.

Lo más interesante del ensayo de VOLKART es que:

— llevó a cabo sus determinaciones durante los cuatro años siguientes a la siembra.

— indicó no solamente los resultados medios, sino también los límites de variación de estos resultados (cuadro núm. 24).

Es evidente que los resultados pueden ser muy variables, incluso en el primer año siguiente a la siembra. Aunque por término medio la planta de cobertura disminuye el rendimiento en un 13 por 100, hay casos en que esta planta de cobertura puede aumentar el rendimiento en un 59 por 100 en relación con la siembra sobre tierra desnuda.

A partir del tercer año, la diferencia en uno y otro caso es mínima.

Es comprensible pues, que se puedan encontrar resultados muy contradictorios entre los diversos autores, cuyos ensayos, frecuentemente, no han sido realizados más que sobre un pequeño número de observaciones bajo condiciones especiales.

CUADRO N.º 24

VARIACIONES DEL RENDIMIENTO DEL PASTIZAL SEMBRADO CON O SIN PLANTA DE COBERTURA

| Número de años después de la siembra | Aumento o disminución (en porcentaje) del rendimiento, debido al efecto de la planta de cobertura | |
|--------------------------------------|---|-------------|
| | Media | Variaciones |
| 1 | - 12,6 | - 62 a + 59 |
| 2 | - 2,9 | - 28 a + 7 |
| 3 | - 2,0 | - 9 a + 3 |
| 4 | - 3,2 | - 7 a + 4 |

SEGÚN VOLKART (260).

Factores que influyen sobre la flora y sobre el rendimiento del pastizal sembrado bajo una planta de cobertura.

Mejor que referirnos a otros resultados contradictorios, lo que sería enojoso, indicaremos algunos de los factores que pueden influir sobre la evolución de la flora (y sobre sus rendimientos) del pastizal (*) sembrado bajo planta de cobertura:

1.º La tendencia de la planta de cobertura a tumbarse: con ello, el desarrollo de la siembra es muy deficiente.

2.º El empleo de abonos nitrogenados que puede:

— favorecer el tumbamiento;

— perjudicar a los brotes jóvenes de la planta pratense si fueron sembrados insuficientemente bastante tiempo antes o después de la siembra.

(*) Dejaremos a un lado el siguiente método, muy curioso, que nos ha sido descrito por su autor de esta manera: «Es preferible no dejar que madure el cereal de cobertura, pues siempre será en detrimento del pastizal joven. Siempre que sea posible, el cereal será pastado a diente en verde a los cuarenta días de la siembra» (73).

3.º El desarrollo del cereal de cobertura en el momento de la siembra de las semillas pratenses:

a) Si se siembra demasiado temprano, se corre el riesgo de que las hierbas estén muy desarrolladas en el momento de la cosecha del cereal, de forma que sean cortadas con el mismo, que entonces es más difícil de secar; por otra parte, este corte de la hierba, apenas nacida, puede debilitarla.

b) Si se siembra demasiado tarde, la planta joven está expuesta a ser ahogada.

4.º Los tratamientos químicos contra las malas hierbas pueden afectar más o menos a la hierba joven sembrada.

5.º El método de cosecha:

a) La cosechadora de paletas corre el riesgo de resembrar los granos de las malas hierbas en el pastizal joven.

b) Si las gavillas o las pacas permanecen demasiado tiempo en el campo antes de ser retiradas, las hierbas jóvenes están expuestas a perecer sobre el terreno, lo que dará lugar a la aparición de calvas más o menos difíciles de cubrir más tarde.

6.º Las especies sembradas en la mezcla de siembra para pastizal (132, p. 295):

a) Ciertas especies de tréboles son relativamente poco sensibles a la acción desfavorable del cereal de cobertura. El trébol violeta sería incluso favorecido, mientras que el blanco se ve algunas veces perjudicado (cuadro núm. 23, p. 106).

b) El dactilo, la festuca pratense y los vallicos o ray-grass, parecen sufrir poco bajo la acción de la planta de cobertura.

c) Por el contrario, la avena amarilla (*Trisetum flavescens*) y la avena alta o elevada (*Arrhenatherum elatius*) parecen sufrir mucho por la acción de la planta de cobertura.

7.º Las condiciones climáticas:

a) Puede ocurrir que, en tiempo húmedo, la planta de cobertura favorezca a una especie pratense determinada y que, en tiempo seco, perjudique a la misma especie, o a la inversa.

b) El tipo de suelo o altitud pueden modificar igualmente la influencia de la planta de cobertura en relación con las condiciones climáticas.

Reglas generales y condiciones particulares.

Hemos expuesto (no totalmente) los principales factores que determinan la influencia ejercida por la planta de cobertura sobre la evolución de la flora y sobre el rendimiento del pastizal de siembra.

Podemos comprender mejor ahora las amplias variaciones de los resultados de VOLKART (cuadro núm. 24, p. 108), así como que las opiniones sobre estos problemas sean muy contradictorias.

En ellos, como en otros muchos, es preciso recordar dos principios fundamentales:

- la agricultura es una ciencia de las condiciones locales;
- la ancestral experiencia campesina debe ser respetada; antes de condenarla, es preciso determinar cuidadosamente las razones que existen eventualmente para modificarla.

Deben realizarse experiencias que, por desgracia, serán siempre demasiado largas, que tengan en cuenta los diversos factores arriba indicados, así como la práctica normal campesina. Además de la evolución de la flora y de los rendimientos de los pastizales sembrados, debe tenerse en cuenta (desde un punto de vista económico) la cosecha dada por la planta de cobertura. Entonces podrán darse a los agricultores consejos más precisos y seguros sobre las ventajas e inconvenientes del empleo de una planta de cobertura para sembrar praderas temporales o permanentes.

CAPÍTULO IV

COMPETENCIA DEL VALLICO O RAY-GRASS ITALIANO CON LAS DEMAS PLANTAS DE LA MEZCLA SEMBRADA

Lucha de las plantas sembradas entre sí.

En el primer capítulo de esta primera parte, hemos visto la competencia de las gramíneas con el trébol blanco, en relación con las cantidades sembradas.

Como ya vimos anteriormente, disponemos de no pocos estudios acerca de la influencia de la mezcla sembrada sobre la evolución de la flora en el transcurso de los primeros años (obtenidos, en general, mediante la siega). No hablaremos más sobre ello, pero creemos oportuno, para terminar esta parte, citar un notable ejemplo de la competencia (*) entre las plantas de la mezcla sembrada.

El ray-grass italiano proporciona este ejemplo y, al mismo tiempo, algunas enseñanzas prácticas.

El ray-grass italiano.

El vallico italiano o ray-grass de Italia (*Lolium italicum*) es una gramínea anual o bisanual que puede dar rendimientos muy

(*) He dejado a un lado, en esta obra, la cuestión de las competencias entre plantas en aquello que se relaciona con:

- la lucha entre las raíces;
- las exudaciones de las raíces.

Estos temas pertenecen a la fisiología vegetal.

elevados en el transcurso de su año de existencia. Por ello, el ray-grass italiano se emplea para constituir diferentes mezclas de siembra pratense para consumo a diente o con siega, especialmente en Alemania [(mezcla de Landsberg *)].

Algunas veces, el ray-grass italiano se cultiva en prados temporales en siembra pura, pudiendo dársele varios cortes con un rendimiento enorme, sobre todo, en el primer corte.

Reacciona muy favorablemente con los abonos nitrogenados.

Rápido crecimiento del ray-grass italiano

El ray-grass italiano se emplea, sobre todo, en las mezclas que se siembran para constituir prados temporales o permanentes. En efecto, el desarrollo rápido de esta gramínea permite que el pasto tenga ya, en su primer año, un enorme rendimiento, mientras que las demás plantas de la mezcla, de más lento desarrollo, dan un rendimiento escaso. Además, en el segundo año, el ray-grass italiano desaparece casi por completo, cediendo su puesto a las otras plantas de la mezcla sembrada (**).

No obstante, el empleo del ray-grass italiano en las mezclas de siembra en prados, ha sido frecuentemente criticada e incluso desaconsejada (152, p. 267), ya que, como dice CAPUTA (37, p. 98):

«Esta planta (ray-grass italiano) con su desarrollo rápido y vigoroso, ahoga fácilmente a algunas de las buenas plantas que componen la mezcla, y, en general, desaparece al segundo año de vegetación, dejando el terreno lleno de calvas (***)».

(*) Esta mezcla está constituida generalmente, para una hectárea, por: 12 kilogramos de ray-grass italiano, 21 kilogramos de trébol encarnado y 30 kilogramos de veza de invierno.

Son igualmente posibles otras mezclas, bien suprimiendo una de las dos leguminosas de la mezcla de Landsberg, o reemplazando la veza por lupulina.

(**) Véase en *Productividad de la Hierba* (251, p. 58) cómo se puede utilizar el ray-grass italiano como planta vivaz en los prados de siega, dejándolo descansar.

(***) Calvas que, como veremos más adelante, contribuyen a acentuar los «años de miseria» (véanse pp. 156-157).

El gran «vigor de competencia» del ray-grass italiano.

El ray-grass italiano posee, pues, un «vigor de competencia» muy grande, que le permite destruir plantas rivales de la flora del pastizal. Sin embargo, parece que, agotado por el esfuerzo, el ray-grass italiano se debilita rápidamente, sucumbiendo a su vez. Pero las plantas en competencia también se debilitan, precisando mucho tiempo antes de poder desarrollarse vigorosamente.

Nos encontramos, pues, ante un caso muy marcado de lucha por la vida entre las plantas pratenses, del que estudiaremos algunos aspectos.

La flora que ofrece un aspecto más vigoroso es la que da rendimientos más escasos.

SACHS (205) sembró una mezcla (*) de gramíneas y leguminosas con o sin ray-grass italiano.

El cuadro número 25 indica los rendimientos en forraje y en proteína bruta durante el primer año de su utilización.

(*) Se sembró la siguiente mezcla por hectárea:

| | | | |
|------------------------|---|-------------------------|---------|
| Gramíneas altas | { | Dactilo | 3 kgs. |
| | | Avena alta | 4 » |
| | | Fleo pratense | 4 » |
| Gramíneas bajas | { | Poa pratense | 4 » |
| | | Cañuela roja | 4 » |
| | | Agróstide | 4 » |
| Leguminosas | { | Trébol violeta | 1 » |
| | | Trébol blanco | 2 » |
| | | Loto corniculado | 1 » |
| TOTAL | | | 27 kgs. |

La mezcla se sembró de acuerdo con cinco variantes:

- Sin ray-grass italiano.
- Con 1 kilo de ray-grass italiano.
- Con 3 kilos de ray-grass italiano.
- Con 6 kilos de ray-grass italiano.
- Con 0,5 kilos de ray-grass italiano.

CUADRO N.º 25

RENDIMIENTOS EN HENO Y EN PROTEÍNA DE UN PASTO SEMBRADO CON DIFERENTES CANTIDADES DE RAY-GRASS ITALIANO

| Letras indicativas de la mezcla | Cantidades de ray-grass italiano en la mezcla sembrada (kg/ha.) | Rendimientos totales de los tres cortes durante el primer año de su utilización (en kg./ha.) | |
|---------------------------------|---|--|----------------|
| | | Heno referido al 66.º de materia seca | Proteína bruta |
| a..... | 0 | 13.600 | 1.638 |
| b..... | 1 | 12.890 | 1.469 |
| c..... | 3 | 12.780 | 1.472 |
| d..... | 6 | 12.530 | 1.213 |

N. B.—Para la composición de la mezcla, véase la nota del pie de la página 113.

Según SACHS (205).

Puede verse que la mezcla sin ray-grass italiano es la que ha dado el rendimiento más elevado en heno y, sobre todo, en proteína bruta. Ahora bien: las parcelas sembradas con las mezclas que contenían ray-grass italiano daban la impresión de un brote mucho más vigoroso y más rico. El autor dice:

«No son la altura y el vigor del césped nuevo los que determinan su rendimiento, sino la densidad y la compacidad de este césped.»

Veamos ahora la composición de este pastizal en relación con las cantidades de ray-grass italiano añadidas a la mezcla base.

El ray-grass de Italia hace retroceder a las gramíneas.

El cuadro número 26 demuestra que, cuando no se siembra nada de ray-grass italiano, la flora está compuesta casi exclusivamente por gramíneas altas y por leguminosas. Las gramíneas bajas no logran todavía arraigar en el transcurso de este primer año. Podemos considerar, pues, que cuando se añade

ray-grass italiano, éste no tendrá que luchar realmente más que contra las gramíneas altas y las leguminosas.

Basta con incorporar 1 kilogramo de semillas de ray-grass italiano a esta mezcla de 27 kilogramos, para que de un solo golpe, el porcentaje de gramíneas altas se vea reducido a la mitad, pasando del 48,9 por 100 al 24,4 por 100. Si empleamos 6 kilogramos de semillas de ray-grass italiano, las gramíneas altas no representarán más que el 11,5 por 100 de la flora, en tanto que el ray-grass italiano representará el 44,7 por 100.

Es curioso advertir que, en este caso, la acción agresiva del ray-grass italiano no se ejerce contra las leguminosas, cuyo porcentaje prácticamente no varía.

CUADRO N.º 26

COMPOSICIONES MEDIA DE LA FLORA DE UN PASTIZAL SEMBRADO CON DISTINTAS CANTIDADES DE RAY-GRASS ITALIANO

| Letras indicativas de la mezcla | Cantidades de ray-grass italiano en la mezcla sembrada kg/ha. | Composiciones medias de la flora para los tres cortes del primer año (en %) | | | | |
|---------------------------------|---|---|--|--|--|------------------|
| | | Ray-grass italiano | Gramíneas altas: Dactilo Avena alta Fleo | Gramínea bajas: Poa pratense, Festuca roja, Agrostis | Leguminosas: Trébol violeta Trébol blanco Loto corniculado | Plantas diversas |
| a..... | 0 | — | 48,9 | 2,6 | 44,0 | 4,5 |
| b..... | 1 | 31,1 | 24,4 | 1,4 | 41,6 | 1,5 |
| c..... | 3 | 42,4 | 15,6 | 1,0 | 40,0 | 1,0 |
| d..... | 6 | 44,7 | 11,5 | 0,9 | 42,2 | 0,7 |

Según SACHS (205).

La desaparición del ray-grass italiano produce calvas en el césped, muy difíciles de llenar.

Ante este poder de competencia del ray-grass de Italia, se ha aconsejado frecuentemente no utilizar sino muy escasas cantidades de su semilla en la mezcla destinada a la siembra de pastizales.

El cuadro número 27 demuestra, no obstante, que incluso la incorporación en cantidades tan pequeñas como 0,5 kilogramos de ray-grass italiano a los 27 kilogramos de la mezcla base, permite a aquél integrar el 43,1 por 100 de la flora en el primer corte. SACHS hace notar que en ello estriba el peligro del ray-grass italiano, que incluso en cantidades tan «ridículas» es capaz de ocupar un puesto tan importante.

Estas cifras revelan la extraordinaria fuerza del ray-grass italiano, pero demuestran, sobre todo, su punto débil: después de su extraordinario esfuerzo al principio, se debilita rápidamente; al tercer corte de su primer año de utilización, incluso cuando se han sembrado 6 kilogramos por hectárea, ya no representa más que el 15,5 por 100 de la flora.

Desgraciadamente, cuando esta gramínea desaparece, los daños que ha producido son de lenta recuperación: las plantas, ahogadas, necesitan mucho tiempo para llenar las calvas que, como consecuencia de ello, se han producido en el césped.

El ray-grass italiano representa, pues, un clásico ejemplo de la lucha por la vida entre las plantas.

CUADRO N.º 27

PROPORCIONES DE RAY-GRASS ITALIANO EN CADA UNO DE LOS CORTES DE UN PASTIZAL SEMBRADO CON DIFERENTES CANTIDADES DE ESTA GRAMÍNEA

| Letras Indicativas de la mezcla | Cantidades de ray-grass italiano en la mezcla sembrada (kg/ha) | Proporciones de ray-grass italiano en cada uno de los tres cortes del primer año de su utilización (en %) | | |
|---------------------------------|--|---|---------------|--------------|
| | | Primer corte | Segundo corte | Tercer corte |
| x | 0,5 | 43,1 | 25,3 | 14,0 |
| b | 1,0 | 48,6 | 30,4 | 14,2 |
| c | 3,0 | 66,7 | 46,1 | 14,3 |
| d | 6,0 | 83,8 | 34,9 | 15,5 |

Según SACHS (205).

PARTE SEXTA

EVOLUCION DE LA FLORA EN LOS PASTIZALES DE SIEMBRA SEGUN EL SISTEMA DE EXPLOTACION

CAPÍTULO PRIMERO

CUATRO SISTEMAS DE PASTOREO (OVINO) CONDUCEN A CUATRO FLORAS MUY DIFERENTES

Una misma mezcla origina cuatro floras distintas.

Una experiencia de Martín JONES ⁽¹³⁰⁾, que supo hermanar su formación de botánico con la de praticanter, demuestra cómo cuatro sistemas de pastoreo (ovino), pueden dar lugar en el transcurso de un año, al desarrollo de floras diferentes, aunque la mezcla sembrada haya sido la misma (*).

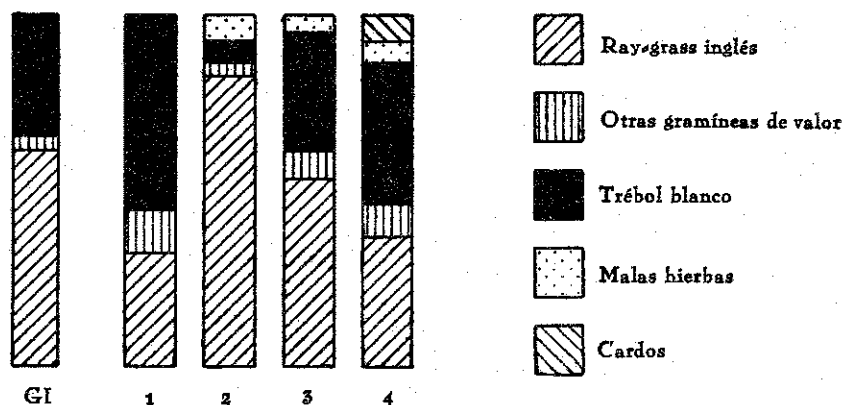
(*) La mezcla tenía la siguiente composición:

| | |
|------------------------|--------------|
| Ray-grass inglés | 26,5 kg./ha. |
| Poa común | 6,7 » |
| Trébol blanco | 2,2 » |

Los cuatro sistemas de pastoreo.

Dos años después de la siembra, el pasto se dividió, por medio de cercas, en cuatro parcelas haciéndose pastar por ovejas de acuerdo con cuatro sistemas diferentes (*).

Todas las parcelas recibieron fosfatos y nitrógeno. La flora inicial y la de las cuatro parcelas al cabo de un año de seguir cada uno de los cuatro sistemas, se indican en los diagramas de la figura número 3.



GI: Flora inicial; 1, 2, 3 y 4: números de las parcelas
Para el sistema de pasto de estas parcelas, véase la nota al pie de la página 105

Fig. 3.—Influencia de los sistemas de pastoreo, por ovejas, en la flora de un pastizal de tres años tras un año de explotación en cada uno de los sistemas considerados.

Según Martín JONES (130).

(*) Los sistemas seguidos fueron los siguientes:

Parcela 1.—Fue fuertemente cargada de ovejas durante toda la estación de pastoreo (pero durante el invierno).

Parcela 2.—No fue pastada antes de la primera quincena de abril, y después lo fue moderadamente.

Parcela 3.—Recibió un trato intermedio; no fue pastada antes de mediados de abril, pero se hizo pastar cada vez a fondo, dejándose después reposar la hierba durante un mes (puede decirse que se trataba de un principio de rotación).

Un pasto cerrado en el mes de marzo favorece el desarrollo del trébol blanco.

Puede verse que el sistema de la parcela 1 favoreció el desarrollo del trébol. El hecho de que el pasto fuese consumido en marzo, abril y mayo, debilitó enormemente al ray-grass en el momento de su período crítico de primavera. De ello resultó su débil desarrollo durante todo el resto de la estación. Por el contrario, el trébol blanco sufrió poco con este sistema de pasto recién brotado y, en cambio, se benefició de la supresión de la competencia con otras gramíneas, lo que le hizo llegar a ser la planta más importante del pastizal. En relación con la flora inicial, puede decirse que el porcentaje del trébol fue duplicado, mientras que el del ray-grass se redujo a la mitad.

Parcela 4.—Fue pastada según el método corriente de la región: el pasto recibió una cantidad de ovejas por hectárea que no varió nunca a pesar de las importantes fluctuaciones estacionales de la hierba. Aunque la producción de hierba en mayo fue probablemente veinte veces superior a la de enero, la carga por hectárea en primavera y en verano no fue mucho mayor del doble que la del invierno.

CAPÍTULO II

INFLUENCIA COMPARADA DE DIVERSOS SISTEMAS DE SIEGA Y DE PASTOREO SOBRE EL DESARROLLO PARALELO DE LA FLORA Y DE LAS RAICES

Doble interés de las experiencias de Poppelsdorf.

KLAPP (146-149), en Poppelsdorf, cerca de Bonn (Alemania), llevó a cabo una serie de experiencias que demuestran la forma en que varía la flora de un pastizal recientemente sembrado en relación con el número de siegas o de pastoreos a diente.

Esta experiencia ofrece el interés de haber sido realizada con una mezcla relativamente compleja. Además, se ha estudiado paralelamente el desarrollo de las raíces (*).

Cada una de las ocho plantas sembradas debe recubrir teóricamente la misma superficie del pastizal.

La mezcla estaba compuesta por ocho plantas (**).

(*) La competencia entre raíces representa uno de los aspectos más importantes, y casi desconocido, de la ecología dinámica de los pastos. Las excreciones de las raíces desempeñan igualmente un papel en la lucha entre las plantas.

Nos contentaremos aquí sólo con un ejemplo restringido del desarrollo de las raíces (véase nota p. III).

(**) A saber:

- avena alta o elevada
- dactilo
- festuca pratense
- vallico o ray-grass inglés
- poa pratense
- poa de los pantanos
- trébol blanco
- cuernecillo o loto pratense

La cantidad de las semillas de estas ocho plantas fué elegida de forma que cada una de ellas recubriese, una vez brotada, un 12,5 por 100 de superficie aproximadamente.

Se trataba de un suelo de buena calidad, que recibía anualmente abundantes aportes de abono.

La siembra fué realizada en mayo de 1938.

En la primavera de 1939, se dividió la superficie en treinta y dos parcelas.

Sistemas de pastoreo y de siega.

El cuadro número 28 indica el número de siegas o de pastoreos a diente (*).

Puede verse que el número de pastoreos a diente varió de ocho a veinte por año, y el de siegas, de tres a veinte.

CUADRO N.º 28

DIVERSAS FORMAS DE SIEGA Y DE PASTOREO EN UN PASTIZAL RECIENTEMENTE SEMBRADO

| Número de orden del sistema de explotación | Sistema de explotación | Número medio de siegas o de pastoreos a diente por año |
|--|-----------------------------------|--|
| | A) PASTOREO: | |
| 1 | Pastoreo semanal | 20 |
| 2 | Pastoreo cada dos semanas | 11 |
| 3 | Pastoreo cada tres semanas | 8 |
| | B) PASTOREOS Y SIEGAS COMBINADOS. | 6 |
| | C) SIEGA: | |
| 4 | Corte semanal | 20 |
| 5 | Cinco cortes | 5 |
| 6 | Cuatro cortes | 4 |
| 7 | Tres cortes | 3 |
| 8 | | |

Según KLAPP (146).

(*) Debe observarse el siguiente aspecto, muy particular: los excrementos de las ovejas fueron retirados inmediatamente para evitar que su influencia pudiese afectar al curso de este experimento.

Por otra parte, la hierba fué segada o consumida a diente, con un total de seis veces por año cuando se combinó el pastoreo con la siega (caso núm. 4).

Evolución de la flora.

Veamos la evolución de la flora en cada uno de estos sistemas de explotación (cuadro núm. 29).

a) Ciertas especies, como la avena y el loto corniculado, soportan mucho mejor la siega que el pastoreo. Son bien claramente plantas de prados de siega.

CUADRO N.º 29

COMPOSICIONES BOTÁNICAS MEDIAS EN LOS CUATRO PRIMEROS AÑOS SIGUIENTES A LA SIEMBRA

(Experiencia de Poppelsdorf)

(Proporciones por 100 de cada planta en la flora)

| PLANTA | Número anual de pastoreos | | | Seis pastoreos y siegas combinados | Número anual de cortes | | | |
|------------------------------------|---------------------------|------|------|------------------------------------|------------------------|------|------|------|
| | 20 | 11 | 8 | | 20 | 5 | 4 | 3 |
| Avena alta o elevada | 0,2 | 1,0 | 7,5 | 11,5 | + (1) | 11,0 | 17,0 | 26,5 |
| Dactilo | 12,8 | 22,2 | 25,2 | 38,0 | 11,2 | 41,0 | 40,0 | 55,8 |
| Festuca o cañuela pratense | 3,8 | 5,5 | 5,5 | 8,0 | 3,8 | 9,8 | 8,8 | 3,2 |
| Cuernecillo o loto pratense | 0,2 | 0,8 | 1,2 | 2,0 | 0,5 | 2,0 | 3,2 | 3,5 |
| Poa de los pantanos. | 0,8 | 1,0 | 1,8 | 1,0 | + (1) | 1,2 | 1,5 | 1,2 |
| Festuca o cañuela roja | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,2 | 0,5 | 0,5 | 0,2 |
| Vallico o ray-grass inglés | 20,8 | 19,8 | 16,2 | 8,8 | 13,8 | 10,8 | 12,0 | 3,5 |
| Poa pratense | 13,2 | 6,2 | 5,8 | 5,0 | 7,8 | 5,2 | 4,0 | 1,8 |
| Poa conuín | 8,5 | 9,2 | 8,8 | 7,8 | 9,8 | 5,0 | 5,5 | 2,2 |
| Poa anual | 9,0 | 4,8 | 3,8 | 1,5 | 4,0 | 0,5 | 0,2 | +(1) |
| Trébol blanco | 28,8 | 28,0 | 23,8 | 14,5 | 45,8 | 12,0 | 6,8 | 1,8 |
| Otras hierbas | 1,2 | 1,0 | 0,9 | 1,4 | 2,5 | 1,0 | 0,5 | 0,2 |

(1) En estado vestigial.

Según KLAPP (149).

b) Es de observar que el dactilo resistió bien el pastoreo, lo que no ocurre siempre con las ovejas (*).

c) La variación del número de cortes se hace sentir especialmente en el trébol blanco, que pasa de un 1,8 por 100 con tres cortes, a un 45,8 por 100 con veinte. Es un fenómeno frecuentemente observado: el sistema de cortes más frecuentes favorece el desarrollo del trébol blanco, permitiéndole un mejor acceso a la luz (**).

Evolución de la masa total y de la distribución de las raíces en profundidad.

En el cuadro número 30 (p. 124) se indica el peso de las raíces, y en el número 31 (p. 125), el porcentaje de distribución de estas últimas a diferentes profundidades, en relación con el número de cortes o de pastoreos. Puede verse que:

a) El peso total de las raíces *aumenta* cuando el número de cortes o de recortes *disminuye*. En efecto, el peso de las raíces varía más del doble cuando el número de cortes se reduce de veinte a tres.

b) La concentración de raíces en la capa superior de 0,5 centímetros es tanto más marcada cuanto mayor es el número de cortes o de pastoreos.

c) Para un mismo número de *veinte* cortes o pastoreos, el peso total de las raíces es igual; su concentración en la capa superior es análoga con ambos métodos de explotación.

Influencia paralela de la frecuencia del corte sobre los tallos y sobre las raíces.

Es interesante comparar estos resultados de KLAPP con algunas observaciones de la estación galesa de Aberystwyth (280, p. 76).

Estos investigadores observaron igualmente que el sistema ra-

(*) Compárese pp. 127-128.

(**) Véase p. 228.

dicular y los tallos son muy sensibles a la frecuencia del corte. Pero esta sensibilidad varía mucho según las especies.

En el caso de la festuca arundinácea, ocho cortes redujeron a solamente la mitad el peso de las raíces y el número de tallos en relación con las cifras observadas en el caso de dos cortes. En las mismas condiciones, el peso de las raíces y el número de tallos de la grama de olor se redujeron a una quinta parte. Se comprende, pues, que la festuca arundinácea soporte mejor un corte frecuente que la grama de olor.

CUADRO N.º 30

VARIACIONES DEL PESO TOTAL Y DE LA DISTRIBUCIÓN EN PROFUNDIDAD DEL PESO DE LAS RAÍCES SEGÚN EL SISTEMA Y LA FRECUENCIA DEL CORTE

(Experiencia de Poppelsdorf)

Pesos de la materia seca (en g.) para una superficie de 1/10 m² (0,1 m²). Resultados a los cuatro años de seguir el mismo sistema de explotación en un pastizal sembrado.

| Profundidades de la capa (en cm.) | Números anuales de pastoreos | | | Sels pastoreos y siegas combinados | Números anuales de cortes de siega | | | | |
|-----------------------------------|------------------------------|--------|--------|------------------------------------|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | 20 | 11 | 8 | | 20 | 5 | 4 | 3 | |
| 0-5 | 29,550 | 29,675 | 35,500 | 62,200 | 29,625 | 42,800 | 67,775 | 59,350 | |
| 5-10 | 0,782 | 1,298 | 2,095 | 3,415 | 0,925 | 3,545 | 4,742 | 6,488 | |
| 10-15 | 0,308 | 0,518 | 0,772 | 1,348 | 0,282 | 1,985 | 2,060 | 2,390 | |
| 15-20 | 0,148 | 0,182 | 0,392 | 0,695 | 0,270 | 0,932 | 0,972 | 1,190 | |
| 20-30 | 0,168 | 0,135 | 0,228 | 0,548 | 0,098 | 0,825 | 0,872 | 1,118 | |
| 30-40 | 0,055 | 0,015 | 0,040 | 0,180 | 0,028 | 0,268 | 0,442 | 0,592 | |
| 40-50 | 0,018 | 0,010 | 0,010 | 0,048 | 0,012 | 0,095 | 0,218 | 0,480 | |
| Total | Bruto | 31,029 | 31,833 | 39,037 | 68,434 | 31,240 | 50,450 | 77,081 | 71,608 |
| | Relativo | 40 | 41 | 50 | 39 | 40 | 66 | 100 | 93 |

N. B.—Compárese el cuadro número 31, a continuación

Según KLAPP (146).

La forma de explotación ejerce una profunda influencia sobre las raíces.

Nuestros conocimientos sobre las raíces, que constituyen el «cerebro» del pastizal, son todavía escasos. Ignoramos aún las condiciones prácticas que se podrán deducir de los dos cuadros que acabamos de exponer.

Pero nos parece fundamental indicar que los sistemas de explotación del pasto ejercen una influencia, no sólo sobre la flora, sino también sobre las raíces, pudiendo, por ejemplo, hacer doblar su peso total. Este es uno de los aspectos más importantes de la ecología dinámica.

CUADRO N.º 31

DISTRIBUCIÓN Y PROFUNDIDAD DE LA MASA TOTAL DE LAS RAÍCES SEGÚN LA FORMA Y LA FRECUENCIA DEL CORTE

| Profundidades de la capa (en cm.) | Número anual de pastoreos | | | Sels pastoreos y siegas combinados | Números anuales de cortes de siega | | | |
|-----------------------------------|---------------------------|-------|-------|------------------------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|
| | 20 | 11 | 8 | | 20 | 5 | 4 | 3 |
| 0-5 | 95,23 | 93,23 | 90,93 | 90,89 | 94,83 | 84,83 | 87,93 | 82,88 |
| 5-10 | 2,52 | 4,08 | 5,36 | 4,99 | 7,03 | 7,03 | 6,15 | 9,06 |
| 10-15 | 0,99 | 1,62 | 1,98 | 1,97 | 3,94 | 3,94 | 2,68 | 3,34 |
| 15-20 | 0,48 | 0,57 | 1,01 | 1,02 | 1,85 | 1,85 | 1,26 | 1,66 |
| 20-30 | 0,54 | 0,42 | 0,58 | 0,80 | 1,63 | 1,63 | 1,13 | 1,56 |
| 30-40 | 0,18 | 0,05 | 0,11 | 0,26 | 0,53 | 0,53 | 0,57 | 0,83 |
| 40-50 | 0,06 | 0,03 | 0,03 | 0,07 | 0,19 | 0,19 | 0,28 | 0,67 |

N. B.—Cuadro calculado por el autor, teniendo en cuenta el cuadro número 30 de KLAPP (146).

Podemos estar seguros de que futuros estudios nos harán conocer mejor las raíces de nuestros pastizales, permitiéndonos mejor el rendimiento de estos últimos y de los prados de siega.

CAPÍTULO III

PLASTICIDAD DE LA FLORA PRATENSE

Las parcelas previamente pastadas son luego segadas, y a la inversa, son pastoreadas.

Hablaremos ahora (*) de las experiencias de KÖNEKAMP y KÖNIG ⁽¹⁵⁶⁾ en Landsberg (Alemania).

En 1925 se sembró una mezcla de semillas (indicada en el cuadro núm. 76, p. 303. En el transcurso de los tres primeros años, algunas parcelas fueron pastadas y otras segadas.

Después, a los tres años, se invirtieron los sistemas de explotación de las parcelas:

— las parcelas que se *pastaron* de 1926 a 1928, fueron *segadas* de 1929 a 1931;

— las parcelas que se *segaron* de 1926 a 1928, fueron *pastadas* de 1929 a 1931.

Los demás elementos de la experiencia no sufrieron modificación alguna.

Tres años después de la siembra, el pasto y la siega crearon dos floras totalmente diferentes.

Indicamos en el cuadro número 32 (p. 128) los resultados medios de todas las parcelas para las tres gramíneas dominantes.

Vemos inmediatamente que en 1928, es decir, tres años des-

(*) Véase p. 303.

pués de la siembra con la misma mezcla, las parcelas sembradas y pastadas poseían una flora totalmente diferente.

La modificación del sistema de explotación actúa más rápidamente sobre la flora.

En las parcelas *pastoreadas* predominaba el vallico o ray-grass, y en las parcelas *segadas*, el dactilo, tanto en 1928 como en 1931. Dicho de otra forma:

— las parcelas *pastadas* (desde 1926 a 1928) en las que en 1928 predominaba el vallico o ray-grass, adquirieron una flora con predominio del dactilo en 1931, después de haber sido segadas durante tres años.

— las parcelas *segadas* (de 1926 a 1928) en las que en 1928 predominaba el dactilo, adquirieron una flora con predominio del vallico o ray-grass en 1931, después de haber sido pastoreadas durante tres años.

A pesar de todo, el dactilo y el vallico o ray-grass no ocuparon nunca en 1931 una posición tan importante como la que lograron en 1928 (en ambos sistemas de explotación). En efecto: en los dos, la *poa pratense*, que había arraigado lentamente durante los tres primeros años, continuó progresando, como consecuencia de las restantes condiciones de explotación.

En todo caso, esta inversión debida a los sistemas de explotación, demuestra claramente *la gran plasticidad de la flora pratense* y que un mismo sistema de explotación produce un tipo de flora determinado e «inevitable».

En la parte séptima (*) de esta obra veremos otro ejemplo del retorno de la flora pratense *sembrada* al tipo habitual del país, si el pastizal en cuestión es colocado en idénticas condiciones.

Para concluir, diremos con Martín JONES ⁽¹³¹⁾:

«La experiencia ha demostrado que el sistema con el que se explota un pasto, y especialmente la forma en que sea pas-

(*) Véase cuadro número 39, p. 159.

tado a diente, son los que determinan, antes que nada, el destino de cualquiera de las especies contenidas en la mezcla de semillas que se siembra.»

CUADRO N.º 32

INFLUENCIA DE LA INVERSIÓN DEL PASTOREO A DIENTE Y DE LA SIEGA
SOBRE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA FLORA
(Ensayos de LANDSBERG)

| | Parcelas | | Parcelas | |
|----------------------------|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| | Pastadas de 1926 a 1928 | Segadas de 1929 a 1931 | Pastadas de 1926 a 1928 | Segadas de 1929 a 1931 |
| | 1928 | 1931 | 1928 | 1931 |
| | (Porcentaje del peso total cosechado) | | | |
| Dactilo | 4,3 | 39,3 | 66,2 | 14,0 |
| Vallico o ray-grass inglés | 55,2 | 8,7 | 6,1 | 33,0 |
| Poa pratense | 15,1 | 29,4 | 10,4 | 32,7 |

Según SCHWARZ (215).

LA CREACION DE PASTIZALES POR ENCESPEDADO NATURAL

Cualquiera que sea la mezcla sembrada, la flora del pasto adquiere el tipo local.

La experiencia de SCHWARZ, que acabamos de ver (cuadro núm. 32, p. 128), está confirmada por la observación de KLAPP (*), que demuestra claramente que cualquiera que sea la mezcla sembrada, la flora adquiere más o menos rápidamente (según las circunstancias) el tipo del pastizal local, es decir, el ecotipo (**), tal y como viene determinado por el suelo, el clima y los sistemas de explotación.

El ecotipo de la Gran Pradera de los Estados Unidos.

Es muy interesante observar que el estadio final del ecotipo que los ecologistas ingleses llaman «*climax vegetation*» no se alcanza con frecuencia más que muy lentamente. Es el caso, por ejemplo, de la Gran Pradera de los Estados Unidos. Antes de la llegada de los *farmers* estaba recubierta por una vegetación cuyo principal elemento era la hierba de los bisontes (*buffalo grass* = *Buchloë dactyloides*), llamada así por constituir el pasto natural de estos animales. Se ha confirmado incluso (7) que dicha hierba era el sostén principal del vigor y la robustez de los bisontes, que en estado salvaje vivían en dicha región.

(*) Véase cuadro número 39, p. 159.

(**) El ecotipo vegetal, o biotipo vegetal, es la asociación de plantas que se establece por selección natural y corresponde a las condiciones particulares del medio.

Estas tierras se roturaron y explotaron como si se tratase de una mina; más tarde, las granjas fueron abandonadas y se volvieron a encespedar naturalmente, o fueron destinadas a pasto nuevamente por algunos *farmers* que, a pesar de todo, decidieron permanecer en ellas.

Los servicios del Ministerio Federal de Agricultura (Estados Unidos) dicen ⁽²⁰⁸⁾:

«Reconociendo el valor duradero de los pastos naturales y la falta cometida roturando muchos de ellos, los habitantes de estas regiones han abandonado el cultivo de muchos campos y *los han dejado encespedarse de nuevo.*»

Lento regreso de la "hierba de los bisontes".

Encontramos, pues, en Estados Unidos las mismas opiniones que sostienen algunos agricultores europeos, que vuelven al pasto permanente después de haberle roturado.

Pero lo que nos interesa aquí es la evolución de la flora en el transcurso de este nuevo encespedamiento natural de las grandes praderas.

Esta flora ha regresado al ecotipo, pero muy lentamente; ha sido preciso que transcurran de veinte a cincuenta años en las granjas abandonadas para que la hierba de los bisontes vuelva a ocupar el puesto que tenía en la vegetación natural ⁽²²²⁾.

Como sabemos (*), la vegetación no puede, naturalmente o por siembra, volver a adquirir el ecotipo local más que en el caso en que el suelo haya adquirido, a su vez, la estructura y la composición del suelo de los viejos pastos, en el presente caso, de las praderas.

Dos antiguos métodos campesinos.

Estas observaciones, así como las de KLAPP y otros autores, nos ayudan a comprender mejor el apego de los campesinos

(*) Véase pp. 160-169.

a dos sistemas ancestrales que, difícilmente o en absoluto, abandonan, a pesar de las censuras y consejos de los servicios de divulgación.

Estos dos sistemas para la creación de pastizales permanentes, o al menos de larga duración, son:

1.º La siembra con semillas cosechadas en pastizales vecinos, que, por consiguiente, están sometidos a condiciones semejantes a aquellas en las que ha de «vivir» la nueva flora.

En algunos casos se utilizan para estas siembras incluso las «fenasses», es decir, los restos de los granos de los graneros (*).

2.º Se deja el suelo cubrirse naturalmente de césped, sin siembra alguna.

El encespedamiento natural consecutivo a una leguminosa

En lo que respecta a este segundo sistema, es interesante señalar un método campesino que se emplea en muchas regiones de Francia, especialmente en el país de Caux.

Se siembra una leguminosa, generalmente un trébol violeta, bajo un cereal de cobertura (**). Se hace pastar a diente por primera vez al finalizar el año de la siembra, y, al año siguiente, se vuelve a hacer pastar o (y) se siega.

El trébol violeta, en el transcurso de los años siguientes, desaparece poco a poco (con bastante rapidez) para dejar paso a la hierba que brota *espontáneamente*.

Variaciones comparadas del rendimiento de los pastos obtenidos por encespedamiento natural y por siembra de variedades seleccionadas.

El cuadro número 33 indica los resultados medios de HUSEMAN sobre terrenos turbosos en el transcurso de los primeros años siguientes a la roturación de un pasto, según que se haya re-

(*) Este sistema tiene el inconveniente de introducir, a veces, muchas malas semillas: cardos, umbelíferas, etc.

(**) Véase parte quinta, capítulo III, p. 103.

sembrado o dejado encespedar por sí solo. En este caso, el cubrimiento de césped natural dió mejores resultados que la siembra.

CUADRO N.º 33

ENCESPEDADO NATURAL Y SIEMBRA DESPUÉS DE LA ROTURACIÓN

| | | Rendimiento con relación al pastizal antiguo |
|--------------------------|-------------------------|--|
| Antiguo pastizal | | 100 |
| Después de la roturación | Con siembra | 122 |
| | Con encespedado natural | 151 |

Según HUSEMAN, ver KLAPP (152, p. 260).

En el cuadro número 34 encontraremos, además, los rendimientos comparativos del pastizal sembrado y del logrado por encespedamiento natural.

Puede apreciarse que, a partir del segundo año, los rendimientos de ambos tipos de pasto son muy próximos. No existe realmente pérdida importante más que en el primer año.

Necesidad de estudiar los métodos empíricos campesinos.

Este último ejemplo nos demuestra, pues, que el encespedado natural produce un gran descenso del rendimiento en el primer año, pero que la diferencia retrocede fuertemente a partir de dicho momento.

No obstante, los agricultores que practican el método del encespedado natural con leguminosas (especialmente trébol violeta), han afirmado siempre que en el transcurso de este primer año obtienen excelentes rendimientos. Parece, pues, que este método particular evitaría dicha escasa producción durante el primer año de encespedado natural.

Desgraciadamente, no poseemos datos «científicos» sobre este método campesino, que debe tener, ciertamente, su justificación cuando se ha impuesto con tanta solidez.

Generalizando, añadiremos que debemos estudiar, mucho más de lo que lo hacemos, los métodos empíricos campesinos, que tienen siempre su razón de ser, lo que no quiere decir que no deban ser mejorados e incluso modificados.

Tropezaremos con muchas menos dificultades y accidentes si tomamos como base del «progreso agrícola» los métodos campesinos, en lugar de apoyarnos sobre teorías creadas en el laboratorio y con frecuencia muy alejadas de la realidad.

En el caso presente, el estudio de los métodos campesinos de creación del pastizal y de la siembra de variedades locales (que el campesino puede producir por sí mismo) podría permitir frecuentemente, en el caso de creación de pastos permanentes, economizar, al menos *parcialmente*, el gasto, a veces muy elevado, de las semillas seleccionadas, obteniendo resultados casi equivalentes.

CUADRO N.º 34

RENDIMIENTOS DE LOS PASTIZALES POR ENCESPEDADO NATURAL EN RELACIÓN CON LOS DE LOS OBTENIDOS POR SIEMBRA

| Edad del pastizal (años) | Rendimientos comparados del nuevo pastizal sembrado y del césped natural | |
|--------------------------|--|----------------|
| | Siembra | Césped natural |
| 1 | 100 | 49 |
| 2 | 100 | 93 |
| 3 | 100 | 85 |
| 4 | 100 | 84 |
| 5 | 100 | 80 |
| 6 | 100 | 91 |
| 7 | 100 | 94 |

Según BAUR (19).

Dos grandes botánicos aprecian las cualidades de las hierbas indígenas.

Uno de los más notables botánicos ingleses, Frank HORNE, director del *National Institute of Agricultural Botany* (Instituto

Nacional de Botánica Agrícola), de Cambridge, decía recientemente (*):

«Poseemos un gran recurso en las variedades de hierbas locales. Y me pregunto si no tendremos una base todavía mejor para nuestros pastos que esta pequeña variedad de hierbas que poseen una gran capacidad de adaptación a diferentes medios y a diferentes sistemas e explotación (**).

CZERWINKA (46, p. 97), del «Instituto Austríaco de Ecología», estima que a veces se obtienen mejores resultados al formar un pastizal permanente utilizando semillas recogidas en los pastizales de la región, que utilizando las semillas seleccionadas de elevado precio.

Es más o menos lo que opinan nuestros campesinos cuando prefieren sus especies indígenas locales, que brotan espontáneamente o proceden de los «fenasses».

Por otra parte, parece que las vacas opinan como el campesino.

La vaca prefiere las variedades de hierba indígena.

Aunque este tema entra sólo parcialmente en el marco de la presente obra, debo recordar lo que ya he dicho en *Productividad de la Hierba* (251, p. 140).

En el Centro de Investigaciones de Rengen (Alemania), del profesor KLAPP, fué formado un pastizal de acuerdo con dos sistemas:

- siembra con variedades seleccionadas de hierba;
- encespedado natural.

Con estos dos sistemas se formó una sola parcela, de manera que las vacas pudieran elegir. Su elección fué siempre la misma: diéron preferencia a la parte integrada por las hierbas indígenas.

Yo mismo tuve ocasión de visitar dicha parcela; la diferencia era notable: la parte integrada por variedades locales es-

(*) *Farmer and Stock Breeder*, 16 diciembre 1958.

(**) Véanse en el capítulo siguiente las condiciones en exceso artificiales por las que se seleccionan las nuevas variedades de plantas pratenses.

ta fuertemente cortada, en tanto que la otra, la de variedades seleccionadas, había sido apenas tocada por el diente del animal.

Debe existir una razón por la que la vaca prefiere las variedades locales; la elección responde, sin duda, a ciertas necesidades fisiológicas.

Una vez más vemos que nuestras consideraciones sobre la hierba llegan siempre a la conclusión de que el animal es el juez supremo de todo método de explotación de los pastos.

DIFICULTADES EN LA SELECCIÓN DE LAS PLANTAS PRATENSES

Considerables esfuerzos realizados para la selección de nuevas variedades de plantas pratenses.

Esta devoción de los agricultores hacia las variedades locales y el encespedado natural, es tanto más curiosa cuanto que se han realizado y se siguen realizando grandes esfuerzos para la selección de nuevas variedades de plantas pratenses.

Como decíamos recientemente ⁽²⁵⁸⁾ en *Agricultura*, revista del Ministerio de Agricultura de Gran Bretaña:

«Los centros de investigación pratense de todos los países no han estudiado en absoluto los métodos de pastoreo. Se habla mucho del «*Grassland management*» (*), pero muy poco del «*Grazing management*» (**).

«Se han consagrado grandes esfuerzos al *mejoramiento de las plantas de nuestros pastos*. No es exagerado decir que el 90 por 100 de los créditos para investigación de los estudios publicados y de los esfuerzos de divulgación, está consagrado a estas investigaciones y al empleo de nuevas variedades de plantas pratenses.»

No se han tenido suficientemente en cuenta los sistemas de explotación en la selección de las plantas pratenses.

Desgraciadamente, este esfuerzo de selección ha sido frecuen-

(*) *Grassland management*: explotación de los pastos.

(**) *Grazing management*: sistemas de pastoreo.

temente engañoso, no dando siempre los resultados que eran de esperar.

Ello es debido, sobre todo, a que las plantas pratenses han sido estudiadas casi siempre, si no de modo exclusivo, en condiciones artificiales, alejadas en extremo de la realidad. Generalmente se suele experimentar en pequeños cuadros, en donde la hierba es cortada con tijeras.

Ahora bien; las variedades seleccionadas de plantas pratenses no podrán progresar si no cumplen las tres condiciones siguientes:

- 1.º Convenir perfectamente al medio en que deberán vivir y especialmente:
 - soportar debidamente la pata y el diente del animal;
 - adaptarse a los sistemas de pastoreo empleados.
- 2.º Poseer una buena palatabilidad para el ganado.
- 3.º Ejercer una acción favorable sobre el rendimiento y la salud de los animales.

Consecuencias de la mala adaptación al medio de las nuevas variedades de hierbas.

Debido a que las condiciones que acabamos de señalar no han sido con frecuencia tenidas en cuenta, las plantas pratenses seleccionadas se han adaptado mal a los distintos sistemas de pastoreo (*), y, más generalmente, a los diversos sistemas de explotación.

Un experimentado ecologista como CZERWINKA ^(46, p. 97), duda incluso de que sea posible seleccionar alguna vez plantas que

(*) Y lo que es todavía peor: no se ha tenido en cuenta la influencia de estas plantas sobre el animal, especialmente sobre la salud del mismo. Señalamos este grave punto en *Suelo, Hierba, Cáncer*, (Edición española, Edit. Tecnos).

Parece ser que este punto de vista es cada vez más aproximado también al de los prácticos: en el *Farmers Weekly* del 28 de noviembre de 1958 puede leerse que, en el transcurso de una conferencia, un práctico «pidió a los investigadores que ensayasen sobre el animal sus nuevas variedades de plantas herbáceas».

En lo que se refiere a la mala palatabilidad del dactilo S.143, véase *Productividad de la Hierba*. (251, pp. 147-148)

realmente convengan para la creación de pastos permanentes.

De ello resulta que las plantas seleccionadas, mal adaptadas al medio en el que han de vivir, desaparecen rápidamente, dejando calvas en el césped, lo que contribuirá a acentuar los «años de miseria» (*), sin que, por otra parte, representen su causa principal.

Así se comprenderá mejor todavía el interés del campesino hacia el encespedado natural para crear los pastos permanentes (**).

(*) Véanse más adelante, pp. 154-159.

(**) Véanse pp. 54, 103, 129-135.

TRES OPINIONES SOBRE LA EVOLUCION DE LA FLORA DE UN PASTIZAL DE SIEMBRA

Mirada retrospectiva.

Las experiencias que hemos examinado en la presente parte, así como en las partes precedentes de esta obra, demuestran perfectamente que la flora de siembra no posee más que una duración pasajera; es su sistema de explotación, bueno o malo, el que determinará finalmente la asociación botánica del pastizal.

De estos resultados podemos deducir las dos conclusiones siguientes:

- 1.ª La flora sembrada tiene una existencia relativamente corta.
- 2.ª Una flora en extremo diferente de la sembrada se establece en pocos años.

Una opinión americana.

El americano AHLGREEN ⁽²⁾, en el VI Congreso Internacional de los Pastos, decía en 1952:

«Un pastizal que acaba de ser sembrado representa una asociación de plantas de carácter inestable y de tipo dinámico. Basta con recordar las recomendaciones que generalmente se hacen con respecto a los abonos, la siega y el pastoreo, si se quiere llegar a mantener una determinada planta o una determinada asociación de plantas. Entonces se comprenderá mejor que nuestro punto de vista es bien concreto. Los cambios que se producirán en la hierba recién sembrada tendrán más probabilidades de ser im-

portantes cuando los métodos de explotación sean más malos que buenos.»

Una opinión alemana.

KLAPP (147, p. 6), dice en su *Manual de Ecología*:

«La flora de un pastizal, un año después de sembrada, no representa todavía ninguna asociación vegetal determinada, sino todo lo más, un estadio preliminar. Esta flora sufrirá transformaciones más o menos profundas y más o menos rápidas. Muchas especies desaparecerán; otras, por el contrario, brotarán sin haber sido sembradas, e incluso, algunas veces, en contra de nuestros deseos. Más tarde, al cabo de algunos años de explotación, que siempre será la misma, se formará una flora estable correspondiente al medio adecuado. Esta estabilidad, en contra de las asociaciones naturales del clima, no se mantendrá, por otra parte, más que el tiempo que tardan en modificarse los sistemas de explotación.»

Una opinión inglesa.

Martín JONES (129) ha señalado que el punto de vista de los botánicos teóricos ha sido siempre confirmado por la realidad:

«Los botánicos pensaron que, cuando se trate de pastos degradados, un buen sistema de mejora sería el remover este césped miserable y volver a producir otro con lo que creían ser una mezcla óptima de semillas. Esperaban mantener el equilibrio entre estas diferentes especies, obteniendo un pasto permanente de calidad.

»Sin embargo, se dieron cuenta de que esta mezcla de granos se mantenía raramente dentro de las mismas proporciones en la flora finalmente obtenida. El nuevo césped sembrado no permanecía más que algunos años en un equilibrio adecuado.»

Vamos a comprender perfectamente lo fundamentado de estas opiniones, especialmente la de Martín JONES, estudiando en la siguiente parte los «años de miseria» de los pastos roturados y vueltos a sembrar.

PARTE SEPTIMA

LOS «AÑOS DE MISERIA» DE LOS PASTIZALES SEMBRADOS

CAPÍTULO PRIMERO

DESCENSO DEL RENDIMIENTO DE LOS PASTIZALES SEMBRADOS EN EL TRANCURSO DE LOS «AÑOS DE MISERIA»

Antigua experiencia campesina.

En todos los países, los campesinos, que son los mayores «sabios» de la Agricultura, nos dicen:

«Un pasto recién sembrado se ve desbordado de hierba en el transcurso de los dos primeros años. Pero, durante los cinco a nueve años siguientes, el rendimiento comienza a descender. La hierba «se ahueca» y se llena de calvas.»

¿Qué sucede después? En Normandía puede oírse con frecuencia la siguiente respuesta:

«Cuando la hierba parece estar muy enferma, vuelve a recuperarse lentamente. Pero es preciso casi una generación (no menos de veinte años) para que una hierba termine de «agarrar» y que los animales «repongan» verdaderamente bien.»

Esta es la antigua experiencia campesina, experiencia que yo mismo he podido comprobar y experimentar en mis propios pastos, en los de los vecinos «que habían transformado cultivos

en pastizales», o en el transcurso de mis viajes de estudio, a través de diversos países del mundo.

Un hecho que se ignora, pero que ha sido señalado con frecuencia.

Cuando en lugar de charlar con los «sabios» campesinos, me relacionaba con los «especialistas» de la botánica de los pastos o de las praderas temporales de varios países, el fenómeno de las «calvas» no parecía llamarles mucho la atención.

En la mayor parte del mundo ha reinado siempre una gran discreción sobre los «años de miseria», aunque hoy, casi siempre se aconseja roturar un pastizal temporal a los tres o cuatro años, *dada la disminución del rendimiento que se puede comprobar en él*. Por otra parte, cuando se llega a admitir con reticencia este descenso del rendimiento, se añade inmediatamente: «Es un problema de variedades de plantas. Cuando se emplean variedades seleccionadas de alta calidad, la flora sigue siendo la que se ha sembrado y no desaparece. Por tanto, no se crean calvas y no existen años de miseria.»

Veremos (*) que, desgraciadamente, las especies y variedades sembradas no modifican apenas los «años de miseria» y que incluso muchas veces no lo hacen en el sentido deseado.

Negación «a priori» de los «años de miseria».

Algunos técnicos han llegado incluso a negar, desgraciadamente, «a priori», y sin resultados experimentales, la existencia de los «años de miseria». En 1954 podía, por ejemplo, leerse (74 p. 107):

«Estamos todavía esperando la manifestación de los «años de miseria» en nuestros prados temporales.»

Se trata de una simple afirmación que, desgraciadamente, no se apoya en cifra ni observación alguna.

Escuchemos la opinión de otros investigadores.

(*) Véanse pp. 154-159, 180.

Voces inglesas.

El inglés BATES (18) nos dice en 1948:

«La enorme producción que sigue a la roturación y nueva siembra es tan espectacular, que el entusiasmo no conoce límites; y, sin embargo, no se han realizado trabajos de investigación referentes a las causas de este aumento de producción inicial en relación con la de los viejos pastos.

»Actualmente se tiene más consciencia de que *esta gran producción no dura mucho tiempo* y de que comienza a disminuir a partir del cuarto año. El descenso de producción puede ser tan espectacular como la gran producción.»

CURRIE (45), el experto economista, hace resaltar:

«El momento máximo de producción de los nuevos pastos se observa casi siempre al tercer año (*) de su existencia, colocándose el rendimiento del segundo año inmediatamente después. Pero *se produce una notable disminución al cuarto año*, disminución que continúa en todo el transcurso del *ley* (**), y que parece acentuarse hasta alcanzar el mismo nivel del pastizal permanente. Si tomamos la producción del tercer año como 100, la producción del segundo año será de 95; la del primero, de 90, y la del cuarto, de 80.»

Un agricultor inglés, M. JACKSON, señaló perfectamente en 1960 estos «años de miseria», y dice (40 bis):

«Hemos podido observar que, al cabo de pocos años, las praderas temporales, aun habiendo recibido los abonos necesarios, sufren un descenso en su rendimiento, y que se desarrollan las hierbas que existían anteriormente.»

(*) Parece ser, sin embargo, que, generalmente, es en el segundo año de su existencia (es decir, el año siguiente a la siembra) cuando los prados dan su máxima producción.

(**) *Ley*: prado temporal.

Voces alemanas.

Von BLEICHERT (27, p. 150) describe así este fenómeno :

«Después de una nueva siembra de pastizal se obtienen con frecuencia, durante algunos años, grandes rendimientos. Pero éstos *disminuyen progresivamente a partir del tercer año*, para alcanzar el *mínimum* cuatro a seis años después de la nueva siembra. A partir de este momento, los rendimientos aumentan progresivamente hasta alcanzar lentamente su valor normal.»

SACHS (2, 4-206) del Instituto Bávaro de Selección de Semillas (*Bayerische Landessaatzuchtanstalt*) de Weihestephan, nos dice :

«En la mayor parte de los casos, el notable rendimiento de los prados roturados y sembrados de nuevo, disminuye en algunos años de una manera acusada, alcanzando entonces valores más débiles que los producidos por los prados solamente roturados. Se llaman «años de hambre» (*Hungerjahre*) a los que corresponden a este período de escaso rendimiento.»

Estos años no pueden evitarse nunca; todo lo más pueden atenuarse ligeramente.

Veamos, pues, más cerca esta cuestión de los años de escaso rendimiento de los pastizales recientemente sembrados.

Los "Hungerjahre".

Los investigadores alemanes, como dice SACHS, han dado a estos años de «crisis», desde el tercero al séptimo, el nombre de «*Hungerjahre*», que literalmente puede traducirse por «años de hambre».

Cuando en 1953 publiqué mi estudio titulado «Grandeza y debilidad del *ley-farming*» (248), busqué en vano la designación de estos años en la literatura técnica, sin conseguir encontrarla.

Tuve, pues, que crear la expresión «años de miseria», considerando que la frase «años de hambre» podría prestarse a confusiones (*) al hacer creer que estos años de escasa producción

(*) Véase más adelante (p. 161) la nota de KLITSCH a este respecto.

serían debidos, solamente, a una falta de elementos nutritivos en el suelo de los pastos.

De esta forma se habría dejado creer, como ya he oído afirmar con frecuencia, y por añadidura sin pruebas, que bastaría con aportar las debidas cantidades de abonos minerales para evitar estos años de escasa producción de hierba. Ahora bien, como veremos más adelante, los fenómenos que ocasionan este descenso de producción son muy complejos, y la falta de elementos nutritivos asimilables, si es que desempeñan algún papel, no es más que un sólo factor entre otros muchos.

Así pues, la expresión «años de miseria» (*) evita suposiciones erróneas sobre las causas del fenómeno.

Los "años de miseria" de los prados únicamente segados.

Daremos como primer ejemplo los resultados obtenidos por KÖNING (159) en el sur de Baviera.

Se trataba de un prado de siega muy degenerado, invadido por malas hierbas, tales como la molinia azul (*Molinia caerulea*) y el cárice veloso (*Carex hirta*), lo que indica un suelo pobre en elementos nutritivos. El cuadro número 35 (p. 146) demuestra la evolución de la producción en el transcurso del año (1943) en que se roturó y se sembró, y después, en el transcurso de los ocho años siguientes. El examen del cuadro nos lleva a las siguientes observaciones :

1.ª La máxima producción fué alcanzada el primer año (1944) siguiente a la siembra; *a partir del segundo año, el prado roturado dió cada año un rendimiento inferior al del prado no roturado.*

En este caso, los «años de miseria» comenzaron a partir del segundo año después de la siembra; parece que el descenso no cesó de acentuarse hasta el octavo año.

2.ª En el conjunto de los nueve años, el rendimiento global

(*) Expresión que, por otra parte, ha sido después adoptada en la literatura agrícola francesa (véase, p. 142, la cita oportuna).

del prado roturado y resembrado fué inferior en un 11 por 100 al del prado no roturado.

KÖNING concluyó sus observaciones diciendo:

«La disminución del rendimiento de las superficies roturadas y resembradas, que tiene lugar tras los grandes rendimientos de los primeros años, debe ser considerada como un fenómeno inevitable que no puede soslayarse, aun cuando se utilicen semillas de alta calidad.»

Los ensayos de KÖNING se referían a un caso particular: prados únicamente segados. Es más interesante aún observar el caso de los pastos consumidos a diente.

CUADRO N.º 35

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN DOS PRADOS DE SIEGA, UNO ROTURADO Y EL OTRO NO

| Año | Prado no roturado | Prado roturado y resembrado |
|-----------------|--------------------------|-----------------------------|
| | (Quintales de heno seco) | |
| 1943 | 39,1 | 30,3 |
| 1944 | 45,3 | 66,3 |
| 1945 | 55,0 | 51,4 |
| 1946 | 58,9 | 32,2 |
| 1947 | 54,2 | 43,7 |
| 1948 | 47,7 | 54,6 |
| 1949 | 59,6 | 45,1 |
| 1950 | 28,6 | 20,4 |
| 1951 | 41,6 | 39,1 |
| Media | 47,8 | 42,6 |

Evolución comparada de los rendimientos de los pastizales mejorados, con y sin roturado.

En mi obra *Productividad de la Hierba* (251. pp. 342-345) hablo ampliamente de los interesantes ensayos del profesor KLAPP, de Rengen, en Eiffel (Alemania), sobre tierras muy pobres del tipo de los *leys*.

En el transcurso de estos ensayos, se roturaron y resembraron unos pastizales invadidos por el cervino y el brezo. El rendimiento de estos pastos era extremadamente bajo: 500 kilogramos de unidades almidón. Después de la rotura, resiembra y abonado, el rendimiento aumentó considerablemente hasta alcanzar valores cercanos a los 6.000 kilogramos de unidades almidón por hectárea durante el primer año.

Vemos, pues, que el rendimiento puede ser multiplicado considerablemente (*), roturando un pastizal muy viejo y ya agotado por métodos «mineros» de explotación (en el caso presente, un prado comunal) y haciéndole los debidos aportes de elementos fertilizantes. Es una observación hecha con gran frecuencia (40, p. 58-59); pero, desgraciadamente, nadie se ha preocupado de lo que ocurriría durante los años siguientes.

En el transcurso de las experiencias de Rengen, el rendimiento de los pastizales roturados descendió progresivamente hasta alcanzar, al cuarto año, los 2.600 kilogramos de unidades almidón por hectárea.

Paralelamente, otra parcela de estos pastizales recibió abono, lo que no había ocurrido nunca mientras fueron prados comunales. Además, fueron pastados de una forma mucho más racional. El cuadro número 36 indica los rendimientos medios de los pastizales roturados y no roturados que recibieron las mismas cantidades de abono.

Puede verse que, a partir del cuarto año, el rendimiento del pastizal resembrado descendió por debajo del correspondiente al prado no roturado, pero pudieron ser explotados convenientemente, amortizándose los elevados gastos de rotura y siembra.

(*) Este considerable aumento del rendimiento después de roturar y resembrar el prado procede de que, de un solo golpe, se quemaron las reservas de humus acumuladas. Cuando se abate un árbol y se le quema, se obtiene una hermosa llama. Pero para reconstruir el humus o el árbol, serán precisas decenas de años.

Durante períodos de guerra o de miseria, se abaten los bosques, se pide a los ciudadanos que entreguen sus reservas de oro, y se exigen a la tierra las reservas de humus de sus viejos pastos.

CUADRO N.º 36

EVOLUCIÓN DE LOS RENDIMIENTOS DE LOS PASTIZALES DE RENGEN CON Y SIN ROTURA

| Años | Pastizal roturado y resembrado | Pastizal sin roturar |
|-----------------|---------------------------------|----------------------|
| | <i>Unidades almidón (kg/ha)</i> | |
| 1937 | 2.735 | 1.350 |
| 1938 | 2.389 | 2.201 |
| 1939 | 2.555 | 2.559 |
| 1940 | 1.236 | 2.594 |
| 1941 | 2.316 | 2.878 |
| Total | 11.231 | 11.592 |

N. B.—1.º En ambos casos se utilizaron las mismas cantidades de margas y de abonos minerales.

2.º *El rendimiento primitivo del pastizal sin roturar y sin aporte de abonos fué de 500 unidades almidón por hectárea.*

3.º Para convertir en unidades forrajeras (U. F.), basta con multiplicar el número de unidades almidón por 1,43.

Según KLAPP (145).

¿Actúan los abonos sobre los pastizales degenerados?

Algunas veces se ha hecho la siguiente objeción (40, pp. 58-59): los abonos no actúan sobre los pastizales degenerados.

Es evidente que no era éste precisamente el caso de los pastizales arruinados de Rengen (*), en los que el aporte de abonos sin roturar duplicó, desde el primer año, el rendimiento, y que después lo continuó aumentando de un modo que, *en cinco años, el pastizal no roturado produjo más que el roturado y resembrado.*

Es preciso, pues, admitir (el ejemplo de los pastizales de Rengen es sólo uno de tantos), que los abonos de fondo pueden actuar favorablemente sobre la flora y sobre el rendimiento de

(*) Así como en otros muchos: véase, por ejemplo, en la presente obra, pp. 86, 275-76.

los pastos degenerados (*), sobre todo, si al mismo tiempo se remedian los defectos de los sistemas de pastoreo y de explotación que conducen a esta degeneración.

Descenso medio del rendimiento en el transcurso de los "años de miseria".

Antes de dejar las experiencias personales de KLAPP, indicaremos que en el transcurso de las experiencias de Poppelsdorf (cercano a Bonn, Renania), y de las que hemos hablado ya (**), se observaron las cifras siguientes en los pastizales roturados (152, p. 244):

Rendimientos relativos:

- primer año de utilización, 100;
- noveno año de utilización, 34.

SACHS (204), en Baviera, estimó que los rendimientos relativos de sus pastizales, nuevamente sembrados, variaron por término medio como sigue:

- primer año de utilización, 100.
- sexto y octavo años de utilización, 56.

KLAPP (152, p. 244), basándose en múltiples datos, estableció la estadística media del cuadro número 37. En él puede verse que, por término medio, a partir del cuarto año, el rendimiento llega a ser casi la mitad del rendimiento del primer año (siguiendo a la siembra).

Ahora comprenderemos mejor por qué se recomienda generalmente roturar los *leys* (pastizales temporales) después de su tercer año de utilización.

Las últimas cifras de KLAPP son, ciertamente, las de mayor valor, y, al propio tiempo, las más demostrativas, ya que representan los términos medios de numerosos datos, en tanto que las cifras dadas precedentemente se refieren a experiencias par-

(*) Véase igualmente en *Productividad de la Hierba* (251, pp. 370-371) la influencia de los abonos sobre la flora de los pastos de Rengen.

(**) Véanse pp. 120-125.

CUADRO N.º 37

DESCENSO PROGRESIVO DEL RENDIMIENTO DE LOS PASTOS RESEMBRADOS

| Año de utilización de los pastos resembrados | Rendimiento relativo |
|--|----------------------|
| 1. | 100,0 |
| 2. | 73,0 |
| 3. | 68,4 |
| 4. | 58,6 |
| 5. | 44,3 |

Según KLAPP (152, p. 244).

ticulares, pudiendo estar más o menos disimulada la evolución de sus rendimientos por las condiciones climáticas excepcionalmente favorables de un año determinado.

Lento ascenso del rendimiento de una pradera tras los "años de miseria".

En Holanda (251, p. 245), T'HART observó la siguiente evolución de los rendimientos, en quintales de sustancia seca, en unos pastizales situados en una misma zona:

- quinto a noveno año de utilización, 68;
- décimo a décimo noveno año de utilización, 84;
- pastos de utilización más antigua, 97.

Puede apreciarse que la escasa producción de los «años de miseria» (quinto al noveno año siguientes a la siembra) no ascendió lentamente hasta el décimo y el decimonoveno año, observación muy corriente entre nuestros «empíricos» campesinos. Incluso en el decimonoveno año, la producción está muy lejos de alcanzar el máximo.

De acuerdo con T'HART, KLAPP (251, pp. 244-245) dice:

«En el transcurso de los ensayos de Poppelsdorff, en los que

los pastos fueron únicamente segados, los rendimientos no aumentaron hasta el décimo año siguiente al de la siembra.»

La afirmación campesina de que, por término medio, es al noveno año siguiente al de la siembra cuando asciende la producción, parece estar, por tanto, muy cerca de la realidad.

Los "años de miseria" se acentúan al cabo de varias roturaciones sucesivas.

Más adelante (*) diremos que los «años de miseria» son más marcados cuando se intercalan uno o dos años de labor entre la rotura del pastizal viejo y la resiembra del mismo.

Existe un fenómeno aún más marcado: los «años de miseria» llegan mucho más de prisa al cabo de dos o tres roturaciones sucesivas.

He oído quejarse con frecuencia a los agricultores ingleses de que, al cabo de algunos años de *ley-farming*, el rendimiento de sus *leys* jóvenes (praderas temporales) se ha hecho más escaso.

Es lo que señala también TROW-SMITH (244): una encuesta realizada en el Herefordshire (Gran Bretaña) reveló que muchos agricultores se quejaban de que sus *leys* producen notablemente mucho menos que quince años antes.

Uno de estos agricultores, M. CHILMAN (**), al confirmar este hecho, se preguntaba cuántos otros agricultores, aparte de él, comprobarían el mismo fenómeno. Añadía que los neo-zelandeses lo habían observado igualmente (***)

(*) Véase pp. 165-166.

(**) Véase más adelante (p. 200) la respuesta de M. CHILMAN a una pregunta que le hice en 1956, en una visita a su granja.

(***) M. CHILMAN añadió, no sin valentía (244):

«Esta observación (sobre la disminución del rendimiento de los *leys* al cabo

Las inquietudes de dos agricultores ingleses.

En el transcurso de uno de los reportajes de la televisión inglesa, realizado en la granja de M. CHILMAN, éste decía a John CHERRINGTON, agricultor y periodista muy conocido por su espíritu mordaz (*):

«Los servicios de divulgación están dedicados al estudio de un problema aparecido en mi granja hace algunos años: la falta de vigor de los *leys* jóvenes. Estos se establecen perfectamente, pero las gramíneas parecen no dar más que un escaso crecimiento en el transcurso del primero y segundo años.»

John CHERRINGTON aprobó estas palabras y dijo con su acostumbrada ironía:

«He tenido muchos fracasos con este sistema del *ley-farming*. Y creo que es porque el *ley-farming* es realmente un buen método para agotar el suelo, sobre todo, haciéndolo como lo hacemos.»

Más adelante veremos (pp. 167-168) por qué, según el profesor KLAPP, el *ley-farming* agota la materia orgánica del suelo. M. CHILMAN se limitó a responder tristemente:

«John, me alegra mucho oírte decir eso, pues estoy convencido de que esta dificultad es mucho más corriente de lo que creemos.»

de algunos años) es un hecho muy molesto para la «Asociación de Granjeros» que tan ligada está a la política del *ley-farming*. Esta puede ser la razón de que no se oiga hablar para nada de esta cuestión en la radio ni en la prensa.»

Solamente en Inglaterra existen estos silencios en la radio y en la prensa sobre las observaciones que no estén de acuerdo con las doctrinas «científicas» oficiales o con ciertos intereses privados.

Pero la televisión inglesa, en aras del «fair play» británico y como consecuencia del artículo de TROW-SMITH, consagró una emisión especial a la visita de la granja de M. CHILMAN.

(*) De acuerdo con los datos estenográficos tomados en la emisión del 27 de septiembre de 1959 de la televisión inglesa.

Como resumen de la presente parte de este libro, la observación de M. CHILMAN puede y debe traducirse así:

«A los quince años de la roturación de los prados temporales, los «años de miseria» aparecen frecuentemente a partir del segundo año siguiente al de la siembra, tendiendo a ser cada vez más graves.»

Tratemos ahora de comprender mejor los diversos fenómenos que acompañan a estos «años de miseria».

CAPÍTULO II

EVOLUCION DE LA FLORA EN EL TRANCURSO
DE LOS "AÑOS DE MISERIA"**Extrema escasez de los datos sobre la flora comprobados durante numerosos años sucesivos.**

Poseemos pocos datos sobre la evolución de la flora después del tercer o cuarto año subsiguientes a la siembra. He consultado obras especiales sobre pastos temporales o *ley-farming*, y no he podido encontrar dato alguno referente a varios años. Los congresos sobre pastos no parecen tampoco darnos enseñanza alguna, ya sobre este punto o sobre los «años de miseria».

Veamos los escasos elementos que poseemos.

Modificación de la flora en el transcurso de los cuatro primeros años siguientes al de la siembra.

En el transcurso de sus ensayos en Poppelsdorff (*). KLAPP hizo múltiples observaciones sobre los «años de miseria», como ya hemos dicho anteriormente. Estudió, igualmente, la evolución de la flora de los pastizales resemebrados.

El cuadro número 38 indica la evolución media de la flora en el transcurso de los cuatro años siguientes al de la siembra. Pudo comprobarse lo siguiente:

— al principio, el vallico o ray-grass y la avena alta o ele-

(*) Compárense pp. 120, 150-51.

vada, ocupaban una importante posición, sufriendo un gran retroceso al cuarto año;

— el dactilo, el trébol blanco, la poa pratense (común y anual) progresaron notablemente;

— el loto de los prados desapareció por completo.

Paralelamente a esta evolución de la flora, disminuyó el rendimiento; en 1942, no llegó a representar, por término medio, más del 80 por 100 que el obtenido en el primer año (1939).

CUADRO N.º 38

EVOLUCIÓN DE LA FLORA EN EL TRANCURSO DE LOS CUATRO AÑOS SIGUIENTES A LA SIEMBRA DE UN PASTIZAL

| Nombres comunes | Nombres latinos | Año | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|------|------|------|------|
| | | 1939 | 1940 | 1941 | 1942 |
| (Porcentaje en la flora) | | | | | |
| Avena alta o elevada ... | <i>Arrhenatherum elatius</i> ... | 7,8 | 0,2 | 0,8 | — |
| Dactilo aglomerado ... | <i>Dactylis glomerata</i> ... | 11,8 | 21,0 | 22,0 | 17,5 |
| Festuca o cañuela pratense ... | <i>Festuca pratensis</i> ... | 5,0 | 7,0 | 4,7 | 1,8 |
| Loto de los prados ... | <i>Lotus corniculatus</i> ... | 1,5 | 1,2 | — | — |
| Poa de los pantanos ... | <i>Poa palustris</i> ... | — | 0,8 | 0,5 | 1,5 |
| Festuca o cañuela roja ... | <i>Festuca rubra</i> ... | — | 0,8 | 1,0 | — |
| Vallico o ray-grass inglés ... | <i>Lolium perenne</i> ... | 48,5 | 10,8 | 3,2 | 6,0 |
| Poa pratense ... | <i>Poa pratensis</i> ... | 2,5 | 10,8 | 8,7 | 11,0 |
| Poa común ... | <i>Poa trivialis</i> ... | — | 1,5 | 15,8 | 19,0 |
| Espiguilla o hierba de punta ... | <i>Poa annua</i> ... | — | 1,5 | 6,5 | 13,5 |
| Trébol blanco o rastre-ro ... | <i>Trifolium repens</i> ... | 23,0 | 44,0 | 31,8 | 27,5 |
| Diversos ... | | 0,7 | | 3,0 | 5,2 |

N. B.—1.º Las cifras representan la media de cuatro pastizales explotados según tres formas diferentes o segados.

2.º Estos pastizales fueron sembrados en 1938 con la misma mezcla, comprendiendo: avena, dactilo, poa pratense, poa de los pantanos, festuca o cañuela roja, trébol blanco y loto de los prados.

Según KLAPP (149, p. 279).

Las "manchas de miseria".

En el transcurso de los primeros años que siguen a la re-siembra, el análisis botánico permite al especialista seguir la evolución de la flora. Pero el práctico no puede apenas ver a simple vista estas lentas variaciones.

Por el contrario, a partir del quinto, y a veces del cuarto año, aparecen claramente las *calvas*, es decir, los sitios en los que el rebrote es miserable. Es lo que mi vaquero Pasqualotto FORTUNATO llama las «manchas de miseria». Abunda, sobre todo, la cañuela de ovejas (*festuca ovina*), el agróstide y algunas malas hierbas. La mayor parte del tiempo estas manchas se ven también invadidas por el musgo. No cesan de aumentar, de multiplicarse y de agravarse hasta casi el séptimo o noveno año.

En mi obra *Productividad de la Hierba* (251, p. 87), indico los datos botánicos tomados por la «Estación de Pastos de Rouen» en mis propios pastizales. En mis pastos permanentes, la vellorita, las calvas y el musgo, no representaban más que el 7 por 100 como término medio. En mis pastos nuevos, siete años después de la siembra, la vellorita, las calvas y el musgo, llegaron a representar el 26 por 100, es decir, cuatro veces más. Digamos de paso que la siembra realizada con semillas seleccionadas de Nueva Zelanda, fué perfectamente lograda, siendo floreciente en sus dos primeros años.

A partir del octavo año, estas manchas de miseria tendieron a reabsorberse, por desgracia, muy lentamente; incluso doce años después, se encontraban todavía muchas, sobre todo, en tiempo seco.

El pasto «se agarra» poco a poco y su flora, cualquiera que sea la mezcla sembrada, tiende hacia la asociación vegetal, que corresponde a las condiciones del medio y al sistema de explotación (*).

(*) Véanse pp. 129, 130, 139 y 140.

Mala adaptación al medio de las plantas sembradas.

Una de las causas de las «manchas de miseria» (*) es que las variedades sembradas están, a veces, mal adaptadas a las condiciones del medio, tendiendo a desaparecer. Como dice Von BLEICHERT (27, p. 148):

«Las variedades *seleccionadas* de las plantas pratenses dan al principio rendimientos más elevados, pero son menos persistentes que las formas indígenas. Esta puede ser, tal vez, una de las causas de los «años de miseria», por el hecho de que una parte solamente de las plantas sembradas logra sobrevivir en las condiciones locales.»

Este fenómeno puede contribuir a hacer más marcados los «años de miseria», pero veremos que las verdaderas causas son otras.

El investigador alemán, añade:

«Con mucha frecuencia, los botánicos o seleccionadores de plantas han creído que el empleo de nuevas variedades de semillas podría reducir la gravedad de los «años de miseria». Desgraciadamente, todas las experiencias realizadas hasta ahora han demostrado que la siembra de estas variedades diversas no modifica en absoluto los «años de miseria».

Dinámica de la asociación vegetal del pasto resemebrado.

Los aspectos de la evolución de la flora en el transcurso de los «años de miseria» han sido descritos como sigue, por KLAPP (145):

(a) Las plantas sembradas ejercen entre sí un enorme «ahogamiento recíproco» (*wechselseitige Unterdrückung*). Particularmente, las gramíneas altas, de crecimiento rápido, dominan en

(*) Más adelante veremos (pp. 176-177) que estas manchas corresponden a lugares en los que la vida del suelo ha desaparecido aún más que en el resto del pasto roturado, lo que origina un estado físico y químico del suelo particularmente desfavorable.

primer lugar al césped, lo que conduce a una disminución del número de plantas por metro cuadrado.

»b) Esta disminución del número individual de plantas por metro cuadrado se compensa, en los primeros años, por un entallado más vigoroso (*Bestockung*). Por el contrario, la densidad total de los pies de planta disminuye, y las calvas *aumentan*, de manera que la producción del pasto desciende enormemente.

»c) La mejora de la flora miserable, típica de los «años de miseria», se hace muy lentamente, al propio tiempo que se van llenando las calvas, es decir, las «manchas de miseria» (*fortschreitende Luckenberasung*), en las que brotan entonces el trébol blanco y diversas gramíneas bajas.»

Veamos ahora la evolución de la flora después de los «años de miseria».

La flora del pasto reseñado tiende hacia la forma local adaptada a las condiciones del medio.

Las experiencias de Rengen, de las que ya hemos hablado, presentan el gran interés de mostrarnos que la flora del pastizal reseñado tiende, al cabo de una veintena de años, a volver al tipo local, es decir, *al tipo más adaptado al medio*.

El cuadro número 39 muestra la flora del pasto reseñado dos y dieciocho años después de sembrado, así como la flora del pasto natural no roturado y no reseñado. Puede verse que estas dos últimas floras están muy cercanas.

Algunos casos son particularmente típicos:

— el vallico o ray-grass inglés, al segundo año representa el 57 por 100 de la flora, y desciende al 4,7 por 100 a los dieciocho años de la siembra;

— por el contrario, el agróstide, que al segundo año no daba más que el 1,7 por 100 de la flora, alcanza el 14 por 100 a los dieciocho años;

— esta misma evolución se observa en la poa pratense y en la festuca roja.

Finalmente, el pastizal reseñado, al cabo de dieciocho años adquiere una flora con dominancia de la festuca roja, la poa pratense y el agróstide, exactamente como en el pastizal primitivo (*).

CUADRO N.º 39

MODIFICACIÓN DE LA FLORA DE PASTOS ROTURADOS EN EL TRANCURSO DE LOS AÑOS SIGUIENTES A LA SIEMBRA

| Nombres comunes | Nombres latinos | Rendimiento en porcentaje | | |
|-------------------------------|---|---------------------------|--------------|-----------------------------------|
| | | El 2.º año | El 16.º-18.º | En el pasto primitivo no roturado |
| | | Después de la siembra | | |
| ESPECIES SEMBRADAS | | | | |
| Vallico o ray-grass inglés. | <i>Lolium perenne</i> | 57,1 | 4,7 | 1,9 |
| Trébol blanco o rastrero. | <i>Trifolium repens</i> | 22,4 | 8,2 | 3,3 |
| Poa pratense | <i>Poa pratensis</i> | 8,2 | 26,9 | 14,8 |
| Festuca o cañuela roja | <i>Festuca rubra</i> | 1,4 | 28,8 | 23,0 |
| ESPECIES NO SEMBRADAS | | | | |
| Poa pratense | <i>Poa pratensis</i> | 7,4 | 0,9 | 2,3 |
| Agrostis | <i>Agrostis vulgaris</i> (te- nuis) | 1,7 | 4,0 | 18,3 |
| Dactilo aglomerado | <i>Dactylis glomerata</i> | 0,1 | 0,3 | 1,6 |
| Fleo pratense | <i>Phleum pratense</i> | 0,1 | | 0,1 |
| Diversos | | 1,6 | 16,2 | 34,7 |
| Total | | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Según KLAPP (148, p. 440).

(*) Compárese la parte sexta, capítulo III (pp. 126-128), referente a la plasticidad de la flora y, especialmente, el cuadro número 32 (p. 128).

**LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
DURANTE LOS "AÑOS DE MISERIA" SON MUY
DIFERENTES DE LAS EXISTENTES
EN LOS VIEJOS PASTIZALES**

¿Debemos buscar en el suelo o en la planta la causa de los "años de miseria"?

Hemos visto que la elección de especies o variedades, así como su mezcla prudencial, puede atenuar, al menos ligeramente, los «años de miseria», pero no debemos esperar nada más.

A pesar de los esfuerzos realizados para crear variedades seleccionadas, más productivas o mejor adaptadas, los «años de miseria» no han podido reducirse. Algunas veces, incluso, como ya hemos dicho, estas variedades seleccionadas se han revelado como inferiores a las variedades indígenas, contribuyendo a acentuar los «años de miseria».

Asimismo, se ha concedido una atención especial a los métodos de siembra, ya que una siembra mediocrementemente conseguida, acentúa aún más los «años de miseria». No obstante, debemos hacer constar que, incluso con siembras *perfectamente logradas*, los «años de miseria» siguen siendo muy graves.

Se trata, pues, de otras causas. Como dice SACHS (204):

«Desde hace más de cien años, se han emprendido investigaciones para esclarecer las causas de los «años de miseria». Se ha podido ver que no se trata de errores técnicos tales como:

mezcla inadecuada de semillas, error en las cantidades sembradas, mal estado de las semillas, planta de cobertura inadecuada, medios de cultivos defectuosos, etc., aunque tales errores pueden acentuar el descenso de rendimiento de los «años de miseria». Se trata, pues, de causas más profundas.»

Así, pues, los investigadores dirigieron su atención hacia el suelo y trataron de observar las evoluciones de la estructura y de la vida del mismo durante los «años de miseria».

Estado físico defectuoso del suelo en el transcurso de los "años de miseria".

El investigador alemán KLITSCH (154) decía en 1932:

«Paralelamente a las disminuciones del rendimiento del pasto a los pocos años de la siembra, se observan modificaciones totalmente características del estado físico del suelo.

»Los años durante los cuales se comprueba simultáneamente esta disminución del rendimiento de la hierba y el *asentamiento* del suelo, han sido llamados injustamente *Hungerjahre*, es decir, «años de hambre». Pero este término es engañoso (*), ya que puede hacer creer que se trata de una insuficiencia de elementos nutritivos. No obstante, es bien sabido que los grandes aportes de abonos no evitan el descenso del rendimiento durante tales años.

»La causa básica de este descenso del rendimiento debe buscarse en los caracteres físicos desfavorables del suelo.»

Examinemos más de cerca estos caracteres físicos desfavorables.

El suelo de los nuevos sembrados tiene tendencia a endurecerse.

SCHUNEMANN (214), en Turingia (Alemania), en el transcurso de los años 1928-1930, estudió la evolución de las características físicas del suelo después de roturado y resembrado de un viejo pastizal de siega:

(*) Véase más arriba (p. 145) mi nota a este respecto.

- bien inmediatamente después de roturado;
- o bien uno o dos años después de roturado.

Comparó ciertas características físicas del suelo de un pastizal viejo con las del suelo de los pastos sembrados después de roturar este viejo prado.

Una de las conclusiones más importantes de estas experiencias fué la de que el volumen de los poros (*Porenvolumen*) (*) y el poder de retención del agua (*Wasserkapazität*) (**) eran al principio más elevados en el sembrado nuevo que en el viejo pastizal, pero pronto llegaron a ser inferiores en el transcurso de los «años de miseria».

Los pastizales viejos ofrecen una mayor resistencia a la sequía.

SCHÜNEMANN comprobó también un rápido empobrecimiento de los sembrados nuevos en agua del suelo con una *gran tendencia a endurecerse*.

KIRCHNER (140), en Rengen (Alemania), en 1938-39, observó también importantes pérdidas de agua en el suelo de los nuevos sembrados, pérdidas que fueron particularmente marcadas durante el primer año.

KLAPP (145) nos dice a este respecto:

«Las plantas de los pastizales resembrados, debido a sus elevados rendimientos, al comienzo, toman del suelo cantidades anormalmente elevadas de agua y de elementos fertilizantes. La competencia que ejercen entre sí las plantas jóvenes del nuevo sembrado y su adaptación a las condiciones del medio, conducen a la destrucción de una importante fracción de esta nueva flora, lo que pone al desnudo una parte del suelo.

»Las consecuencias son una evaporación improductiva de agua y la formación de grietas o el apelmazamiento (*Verschläm-mung*) del suelo. Desde el punto de vista de los caracteres fisi-

(*) *Porenvolumen*: volumen de los poros o porosidad, es decir, el volumen de los espacios lagunares en relación con el volumen total aparente del suelo.

(**) *Wasserkapazität*: capacidad de agua; en realidad se trata de la capacidad de retención en agua, es decir, de la cantidad de agua retenida por el suelo (tras el drenaje).

cos del suelo, se traduce por una disminución de la capacidad de almacenamiento de agua.

»Entonces se alcanza el nivel más bajo: *el suelo está «muerto»*, y ha perdido su estado muelle que caracteriza de una manera tan marcada el suelo de los pastizales viejos.»

En Inglaterra, LOW (167) observó que la humedad del suelo de los pastizales *permanentes* muy viejos, es un 50 por 100 mayor que la de una pradera joven *temporal* de cuatro años.

Estos resultados se corresponden perfectamente con la observación tantas veces hecha en tiempo de sequía: los pastizales viejos sufren mucho menos que los jóvenes pastos temporales con una flora análoga (*).

Los caracteres físicos de un pastizal viejo son mejores que los de un pasto recién sembrado.

Prosiguiendo sus estudios, SCHÜNEMANN llegó finalmente a las tres conclusiones siguientes:

1.ª El viejo prado de siega está más mullido y es más rico en agua que en la tierra de labor vecina, situada en el mismo suelo.

2.ª Cuando la edad del prado *resembrado* aumenta, al cabo de cierto tiempo (**) se produce un notable mullimiento progresivo, paralelo al aumento de la capacidad de retención de agua.

3.ª Los *pastizales* desarrollados a partir de prados de siega (haciéndolos pastar), tienen unas características del suelo (especialmente un volumen de poros y un poder de retención de agua) muy superiores a las de los pastos recién sembrados en tierra de labor.

El investigador alemán hace notar que sus observaciones no

(*) Es sabido que los pastos temporales *únicamente* integrados por alfalfa (a veces tan peligrosa de pastar) y por dactilo, pueden tener una resistencia particular de la sequía *motivada exclusivamente por los caracteres de la planta*.

Advertamos, por otra parte, que el tiempo seco actúa de forma más desfavorable sobre el pasto joven cuanto más recientemente haya sido sembrado. Un tiempo seco puede, incluso, aniquilar al joven sembrado, como ya ha ocurrido por desgracia en muchas praderas temporales en 1959.

(**) Es decir, después de los «años de miseria».

tienen nada de sorprendente, ya que es bien sabido que los suelos de labor, después de haber sido trabajados tienen una especial tendencia a hundirse y a comprimirse cuando reciben cereales, es decir, gramíneas.

Disminución del volumen de los poros cuando el pasto es roturado y resembrado.

KIRCHNER ⁽¹⁴⁸⁾ estudió los caracteres físicos de los suelos de los pastos de Rengen y de los pastos sembrados después de roturados. Pudo comprobar que todas las capas del suelo tenían en el nuevo sembrado un volumen de poros inferior al de las mismas capas del pastizal viejo. En el cuadro número 40 puede verse que el apisonado (*Verdichtung*) del suelo del nuevo pasto es importante en todas las capas, pero, sobre todo, en la superior de 0,10 centímetros.

CUADRO N.º 40

VOLUMEN DE POROS DEL SUELO DE UN PASTO MUY POBRE Y DE LA HIERBA SEMBRADA SOBRE ESTE PASTO ROTURADO

| Profundidad de la capa del suelo (cm.) | Pasto no roturado | Hierba sembrada sobre pasto roturado |
|--|-----------------------------|--------------------------------------|
| | (Volumen de poros (1) en %) | |
| 0-10..... | 50,29 | 46,67 |
| 10-20..... | 44,34 | 41,40 |
| 20-40..... | 39,58 | 37,46 |

(1) Para la definición del «volumen de los poros», véase la nota del pie de la página 162.

Según KIRCHNER (140).

KLITSCH ⁽¹⁵⁴⁾, estudió en la misma época, en Turingia, el estado físico del suelo de los pastos recién sembrados, una vez roturadas las viejas praderas.

Pudo ver que el viejo prado de siega no roturado poseía un volumen de poros y un poder de retención de agua notablemente más elevado que el prado de siega resembrado, *incluso al cabo*

de diecisiete años desde la resiembra. Estas diferencias fueron notables, no sólo en la capa superior del suelo, sino también en las inferiores.

Estado muelle del suelo de los pastizales viejos.

MORGENWECK ⁽¹⁵²⁾, a continuación, confirmaría los resultados de SCHÜNEMANN, KLITSCH y KIRCHNER. Resumió así sus observaciones:

1.ª Los pastizales permanentes poseen un suelo más mullido que los suelos de labor con cereales, e incluso que los suelos de alfalfa antigua.

2.ª El suelo de los pastizales permanentes es más mullido que el de los recién sembrados.

3.ª El suelo de los nuevos pastizales sembrados tiene tendencia a apisonarse rápidamente en la superficie, y su densidad se hace mucho más elevada que la de los pastizales permanentes.

4.ª Después del apisonamiento y del endurecimiento progresivos que se observan durante los «años de miseria», el pasto, al envejecer, tiende a mullirse cada vez más. Al propio tiempo, puede comprobarse un aumento progresivo y paralelo del poder de retención del agua y del contenido en humus.

Es el final de los «años de miseria».

Los años intermedios de labor acentúan las características físicas desfavorables del suelo del pastizal sembrado después de haber sido roturado.

Una interesante observación de KLITSCH ⁽¹⁵⁴⁾ se refiere a los años intermedios de labor entre la rotura del viejo pastizal y la siembra del nuevo.

Caso de que el viejo pastizal esté invadido por las malas hierbas, se recomienda con frecuencia, *antes de resembrar el nuevo*, realizar cultivos de labor durante uno o dos años (*).

(*) Naturalmente se trata del caso en que se roture un pasto viejo para resembrar y «recrear» un pasto nuevo, esperando obtener así una flora de mejor calidad. No se trata aquí de la cuestión de praderas temporales *en aislamiento*. Más adelante veremos que esta última cuestión ha sido confundida y mezclada con la primera (p. 184).

De esta forma se intenta que los métodos de cultivo destruyan las malas hierbas.

Ahora bien; el apisonamiento del suelo, que se produce durante los «años de miseria», es tanto más marcado cuanto más largo haya sido el período intermedio de labor.

Además, puede comprobarse que, sin excepción, las siembras de un pastizal nuevo para labor producen un suelo con unos caracteres físicos mucho más desfavorables que los pastos viejos e incluso que los sembrados nuevos hechos inmediatamente después que el pastizal fué roturado.

SACHS (206) dice a este respecto:

«Es cierto que después de roturar y sembrar de nuevo, la utilización intermedia en labor durante dos o tres años, permite, por el hecho de «quemar» las reservas acumuladas de sustancias orgánicas, obtener grandes rendimientos de cosecha, pero después, ello nos costará muy caro.»

Evolución de la materia orgánica del suelo durante los «años de miseria».

El «esplendor» inicial de producción del pastizal roturado y resembrado es probablemente debido a que, en un solo golpe, toda la masa orgánica acumulada se ha oxidado.

LEHMAN (165) encontró, por ejemplo, un 12,4 por 100 de materia orgánica en el suelo de pastizales muy viejos; un 7,6 por 100, en el de pastos permanentes bastante jóvenes, mientras que solamente pudo demostrar un 4,6 por 100 en el pastizal temporal joven.

Veremos (cuadro núm. 42, p. 169) que solamente a partir del noveno año, es decir, al final de los «años de miseria», es cuando el contenido en materia orgánica del suelo comienza a aumentar y a reconstituirse. Parece, pues, al menos en las condiciones de estas experiencias que los pastos temporales de tres o cuatro años (caso general de los *leys*) no bastan para reconstituir la materia «quemada» por los años intermedios de labor.

Consumo rápido de la materia orgánica en el transcurso de los años intermedios de labor.

KIRCHNER (140) ha seguido la evolución de la sustancia orgánica en los pastos viejos roturados y luego resembrados, con o sin período intermedio de labor. Algunos de estos resultados figuran en el cuadro número 41:

CUADRO N.º 41
VARIACIONES DEL CONTENIDO EN HÚMUS DEL SUELO DESPUÉS DE LA ROTURA DE UN PASTIZAL VIEJO

| | Proporción en peso de la materia orgánica (% de la materia seca del suelo) |
|---|--|
| Prado de siega viejo no roturado | 7,53 |
| Después de roturado y siembra inmediata. | 7,15 |
| Cultivado en labor después de la rotura y aporte de 30 toneladas de estiércol por hectárea | 7,16 |
| Un año después | |
| | 5,29 |
| Dos años después | |

Según KIRCHNER (140).

KLAPP (145), comentando estas cifras de KIRCHNER, dice:

«La siembra inmediata o casi inmediata (algunas semanas después de la rotura) ocasiona muy pocas pérdidas de sustancia orgánica.

»Caso de utilización intermedia en labor durante un año (patatas), el aporte de 30 toneladas de estiércol por hectárea permite, al menos, equilibrar el consumo de materia orgánica.

»Por el contrario, la utilización intermedia en labor durante dos años (patatas y luego avena) ocasiona una gran pérdida de sustancia orgánica que alcanza casi al tercio de la contenida en el prado viejo de siega (*).»

(*) Estas observaciones ayudan quizá a hacer comprender mejor la escéptica advertencia de John CHERRINGTON en la T. V. inglesa, que ya hemos referido anteriormente (p. 152).

«Este rápido consumo de humus que se realiza durante los años de utilización intermedia en labor, contribuye a acentuar los «años de miseria». En el ley-farming se aconseja una utilización intermedia de cinco a seis años de labor, lo que hace que la nueva siembra esté, por lo general, «en condiciones de roturación» al cabo de dos años de explotación.»

Evolución general del suelo en el transcurso de los «años de miseria».

KLAPP (145), al estudiar los diferentes trabajos alemanes, ha resumido de la siguiente forma los fenómenos que se desarrollan en el suelo en el transcurso de los «años de miseria»:

1.º La rotación de pastos viejos y, después, su siembra, conducen rápidamente a un apisonamiento del suelo más o menos marcado.

2.º Después de los «años de miseria», es decir, de muchos años (ocho a diez años) tras de la siembra, este apisonamiento disminuye y el suelo adquiere cierta tendencia a ablandarse progresivamente.

3.º Al mismo tiempo que se produce este apisonamiento en el transcurso de los «años de miseria», hay una disminución del contenido en humus del suelo. El progresivo ablandamiento que se produce tras de los «años de miseria» corresponde a un lento aumento de la riqueza en humus del suelo.

4.º El apisonamiento del suelo de los pastos, nuevamente sembrados, va acompañado de pérdidas de agua en el suelo, que son de una importancia insospechada en relación con la de los pastos viejos.

La evolución en el suelo de los agregados estables en agua en el transcurso de los «años de miseria».

Todos estos estudios alemanes datan de hace más de veinte años. No obstante, sólo hemos podido encontrar muy pocos estudios algo más recientes referentes a la evolución de los caracteres físicos del suelo en el transcurso de los «años de miseria».

Los estudios realizados en 1955 por LOW (167-69) en Lealott's Hill (Inglaterra), parecen confirmar las investigaciones alemanas. Ello es tanto más notable cuanto que LOW no menciona estas investigaciones. Por consiguiente, no debió tener conocimiento de su existencia y no se ha visto influenciado por ellas.

LOW tomó como criterio de la calidad física del suelo el porcentaje de agregados mayores de tres milímetros, estables en el agua (*).

CUADRO N.º 42

CARACTERES FÍSICOS DEL SUELO EN PASTIZALES DE EDADES DIFERENTES Y PROPORCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA

| Años transcurridos desde la siembra del pastizal | Proporción de agregados de más de 3 mm. estables en agua (en %) | Proporción de materia orgánica (en %) | Humedad del suelo (g. de agua en 100 g. de suelo desecado en estufa) |
|--|---|---------------------------------------|--|
| 4 | 18,3 | 4,0 | 24,6 |
| 9 | 17,8 | 4,8 | 27,3 |
| 10 | 16,2 | 4,6 | 26,9 |
| 15 | 27,0 | 5,7 | 30,8 |
| 100 | 47,8 | 11,0 | 37,6 |

N.B.—Estos pastizales estaban situados en la misma granja, en Inglaterra central. Se trataba de un terreno arcilloso.
Según Low (167).

Las cifras del cuadro número 42 parecen confirmar que las características físicas del suelo del pastizal sembrado estuvieron dañadas hasta el décimo año y que únicamente a partir de ese momento pudo comprobarse una mejoría, que corresponde al aumento de rendimiento del pasto (**), el cual se produce ge-

(*) Para más detalles sobre las condiciones de esta determinación, véase el trabajo especial de Low (168).

(**) Advertamos de paso que, a partir del noveno año, el contenido en materia orgánica y la humedad del suelo han mejorado en relación con el cuarto año. Desgraciadamente, no poseemos las características del suelo inicial.

neralmente a partir de dicho año, como han señalado KLAPP y nuestros empíricos campesinos.

LOW apreció que la mejora de las condiciones físicas del suelo de un pastizal joven se verificaba con gran lentitud: en *limos arcillosos*, se precisan cincuenta y aun más años para que el estado físico de una tierra de labor llegue a ser igual al de un pastizal viejo. En los *limos arenosos*, este plazo puede reducirse a cinco o diez años.

“Es preciso modificar lo menos posible la estructura del suelo de los pastos permanentes”.

Vemos, por tanto, que los bajos rendimientos de los pastos durante los «años de miseria» corresponden a una degeneración de la estructura física del suelo.

Los rendimientos no aumentan más que en el caso de que esta estructura física desfavorable del suelo llegue a mejorar y tienda a recuperar las características de los viejos pastos permanentes.

Todas estas consideraciones nos ayudarán a comprender mejor a KLITSCH ⁽¹⁵⁴⁾ cuando dice:

«La conclusión de nuestras observaciones es la de que es preciso modificar lo menos posible la estructura física específica del suelo de los pastos permanentes, y, por consiguiente, *debe evitarse el roturarlos.*»

Comprenderemos mejor aún esta afirmación estudiando la vida del suelo de los pastos, creada por la estructura física favorable de este suelo.

EVOLUCION DE LA VIDA DEL SUELO DURANTE LOS “AÑOS DE MISERIA”

La intensidad de la vida en el suelo determina la fertilidad del mismo.

La fertilidad del suelo depende, en gran parte, de su riqueza en humus y en elementos minerales *asimilables*, y que es debida a la actividad de los organismos vivos que se encuentran en él.

Estos organismos pueden ser vegetales o animales, es decir, pertenecer a la microflora o a la microfauna del suelo.

Los estudios más notables sobre esta vida del suelo se deben, principalmente, a la escuela austríaca con FRANZ, KÜHNELT y SEKERA; al Centro de Investigaciones de Rothamsted, de Inglaterra; al Instituto de Völkerode, de Alemania; y, por último, al Museo de Historia Natural y al Instituto Pasteur, de París.

A pesar de los inmensos trabajos de estos investigadores, nuestros conocimientos sobre la vida del suelo son aún muy escasos.

Gusanos de tierra y enquitreidos.

En el estado actual de nuestros conocimientos, se considera que los gusanos de tierra (*) y los enquitreidos desempeñan un papel preponderante en la microfauna del suelo.

(*) Para los gusanos de tierra, véase la parte décimosexta, p. 363.

Es inútil decir qué son los gusanos de tierra, que todos conocemos. Pero no estará de más recordar que los enquitreidos son vermes blancos muy pequeños y que pesan de tres a cuatrocientas veces menos que los gusanos de tierra.

Riqueza del suelo en microfauna de los pastos viejos.

En mi obra *Productividad de la Hierba* (251, pp. 79-81), indico algunas cifras referentes a la riqueza por metro cuadrado de gusanos de tierra y de enquitreidos en suelos labrados y en pastizales permanentes (*).

Puede observarse que el suelo de los pastos contiene un número de gusanos de tierra *tres a cuatro veces* más elevado que el de los suelos de labor. La diferencia es aún más marcada para los enquitreidos, puesto que exigen de *cinco a seis veces* más en los suelos de pastizales que en los de labor. Ahora bien; los enquitreidos, según los trabajos de Fraülein TRAPPMANN (243), parecen ser especiales y notables creadores de humus.

El peso de los excrementos de los gusanos de tierra es diez veces más elevado en un pastizal viejo que en otro joven.

El total de los excrementos producidos por los gusanos de tierra y por los enquitreidos representa *anualmente* 66 toneladas por hectárea en un pasto permanente, lo que corresponde aproximadamente a la cantidad de estiércol empleada durante seis años en nuestros cultivos.

Dicho de otra forma, los gusanos de tierra «renuevan» en un año 65 toneladas de tierra por hectárea. No podemos por menos de celebrar íntimamente el trabajo de estos excelentes obreros.

De acuerdo con los estudios del inglés EVANS (82), el peso de los excrementos producidos por los gusanos de tierra en un pas-

(*) Véanse especialmente, en *Productividad de la Hierba*, los cuadros números 16 a 19, pp. 80-81.

tizal de setenta años es *diez veces* más elevado que en un pastizal recientemente sembrado de un solo año de edad. Esta proporción llega a ser del *veinticinco* si el pastizal tiene trescientos años en lugar de setenta.

Viendo el colosal trabajo ejecutado por estos «labradores liputienses» comprenderemos mejor por qué, como ya hemos dicho antes (*), las características físicas del suelo de un pastizal viejo son superiores a las del suelo de labor.

El «arado de la Naturaleza».

El suelo de un pastizal viejo está mucho más trabajado que cualquier otro suelo labrado. El gusano de tierra es realmente el «arado de la Naturaleza» y el más eficaz de todos los arados (**). Este arado trabaja intensamente, sobre todo, en los pastizales viejos bien explotados.

Los gusanos de tierra no son solamente labradores, cuya mano de obra es gratuita, sino que son también notables químicos, que hacen asimilables a los elementos minerales del suelo (***).

SACHS (206) dice:

«Para ilustrar esta diferente intensidad de vida en el suelo de labor y el de pastos, basta con decir que, por término medio, encontramos 500 kilogramos de gusanos de tierra por hectárea en los suelos de labor y 2.000 kilogramos en los de pasto permanente.

»Ahora bien, los gusanos de tierra no representan más que una parte de los numerosos seres vivos que abundan en el suelo de los pastos: enquitreidos, ácaros, escolopendras, larvas, miriápodos, bacterias, hongos (microscópicos), etc.

»Todos estos organismos vivos contribuyen también, de una manera muy intensa, al intercambio de gases, al mullido del suelo y a la formación de sustancias nutritivas y de humus.»

(*) Véanse pp. 160-170.

(**) Compárese p. 407.

(***) Véase p. 365.

Acumulación de los organismos vivos en la capa superior del suelo de los pastizales viejos.

Es bien notable que los micro-organismos se concentran en la capa superior del suelo de los pastizales viejos (91, p. 235).

Este es el caso particular de los gusanos de tierra y de los enquitreidos, que son *tres a siete veces* más numerosos en la capa superior de 10 centímetros que en la capa del mismo espesor, situada por debajo (*).

Es característico que no solamente la vida, sino también el 80 por 200 del total de las raíces (**) se encuentran acumuladas en la capa superior del suelo de los pastizales viejos.

FRANZ (89) estima que el desarrollo de este número extremadamente elevado de organismos vivos en la capa superior es debido a la acumulación de raíces que se encuentran en ella, porque :

— esta masa de raíces posee un gran volumen de espacios vacíos, que proporciona a los organismos del suelo un espacio vital relativamente importante ;

— las raíces ponen a disposición de los organismos del suelo importantes cantidades de alimento bajo forma de sustancias orgánicas ;

— el espesor de la capa de hierba permite a la parte superior del suelo de los pastos permanentes poseer un micro-clima relativamente regular, especialmente favorable para el desarrollo de la microflora y de la microfauna.

Todas estas características nos hacen ver perfectamente los caracteres particulares del suelo de un pasto permanente, caracteres éstos muy diferentes a los de una tierra de labor.

Esto es lo que se ha olvidado en demasía, queriendo tratar a los pastizales como a tierras de labor y aplicándoles los mismos métodos de cultivo (***) .

(*) Véase *Productividad de la Hierba* (251) (cuadro núm. 16, p. 80).

(**) Véase *Productividad de la Hierba* (251) (cuadro núm. 14, p. 78).

(***) Véase más adelante (p. 196) la opinión del Instituto Austriaco de Ecología a este respecto.

La roturación de un pastizal permanente significa la muerte de los gusanos de tierra.

La roturación de un pastizal viejo altera por completo las condiciones que favorecen la vida de esta inmensa población de la capa superior del suelo. Conduce, por consiguiente, a la destrucción de la mayor parte de estos elementos vivos, especialmente de los gusanos de tierra, labradores gratuitos.

Un investigador alemán, SACHS (296), dice :

«Está claro que la roturación «despiadada» actúa de una manera profunda sobre todos los organismos vivos del suelo de los pastizales viejos. No solamente se trastorna así la vida tan característica del suelo de los pastos, sino que se descomponen todas las condiciones que favorecen esta vida ; condiciones que sólo muy lentamente pueden volver a crearse.»

En Inglaterra, A. L. EVANS (82) confirma este punto de vista haciendo las siguientes indicaciones :

«El pasto permanente contiene de 880 a 1.100 kilogramos de gusanos de tierra por hectárea, lo que corresponde a 1.500.000-1.900.000 gusanos por hectárea. En el transcurso del primer año siguiente a la roturación del pasto permanente, se verifican pocos cambios, por el hecho de que la hierba roturada proporciona a los gusanos de tierra un alimento adecuado suficiente. Sin embargo, pasado el primer año, se produce una rápida disminución del número de gusanos de tierra. Al quinto año, no se encuentran ya más que de 75 a 110 kilogramos por hectárea, lo que significa un número aproximado de 250.000 gusanos por hectárea, de pequeña talla, lo que es debido probablemente a la enorme disminución de la cantidad de sustancia orgánica del suelo que les suministra su alimento.»

A. C. EVANS, concluye con justa razón :

«Tenemos mucho que aprender acerca de las diversas formas en que los gusanos de tierra influyen sobre el suelo, gracias al cual vivimos. Parece, no obstante, que su valor es mucho mayor cuando el suelo no es roturado que cuando lo es.»

Los tipos de gusanos de tierra son diferentes en los pastizales viejos y en las tierras de labor.

La roturación produce asimismo otra modificación: las variedades de gusanos de tierra que viven en los pastos (81-82) permanentes, en los pastos temporales (*leys*) y en las tierras de labor, son distintas.

EVANS (82) dice a este respecto:

«No solamente es cierto que los pastos temporales (*leys*) no contienen más que un ligero peso de gusanos de tierra. Además, las proporciones relativas a las diferentes variedades de gusanos de tierra presentes en el suelo del *ley*, difieren mucho de las existentes en el suelo de los pastos permanentes o de las tierras de labor. Los pastos permanentes contienen una enorme producción de variedades grandes, mientras que las tierras de labor contienen, sobre todo, una gran proporción de variedades pequeñas. Los pastos temporales (*leys*) contienen proporciones intermedias.»

La alteración biológica del suelo es una de las causas principales de los «años de miseria».

Cinco años después de la siembra, es decir, cuando los «años de miseria», aunque graves, no han alcanzado todavía su máximo, vemos, conforme a las cifras de EVANS más arriba indicadas (*), que el número de gusanos de tierra es seis veces más pequeño y su peso doce veces menor que en los pastos permanentes.

Puede comprenderse que el reducido número de gusanos de tierra de un tipo menos activo, contribuye al apelmazamiento del suelo y a la reducción de volumen de los poros del mismo, que es frecuente observar en el suelo de los pastos sembrados durante los «años de miseria» (**).

(*) Véanse pp. 172-177.

(**) Véase capítulo precedente, pp. 160-164.

Esto es lo que explica perfectamente FRANZ (83), actualmente director del Instituto de Geología y de la Ciencia del Suelo (*Institut für Geologie und Bodenkunde*) de Viena (Austria).

«Toda labor en el suelo de un pasto permanente (que hasta entonces no haya sido resembrado) conducirá a una alteración del equilibrio existente entre los elementos vivos de este suelo. La destrucción de estos organismos tendrá como consecuencia una considerable reducción de su actividad disgregadora sobre el suelo. Las consecuencias de esta destrucción se harán sentir en el nuevo pasto sembrado después que el humus acumulado haya sido destruido en el transcurso de los dos primeros años. Estos son los «años de miseria.»

En el congreso sobre la «Zoología del Suelo», celebrado en Inglaterra en 1955, TISCHLER (241) comprobó que toda medida de cultivo del suelo tiende a reducir el número de animales que viven en el mismo. «Cuando se transforma una labor en pasto, dice, la actividad de la micro-fauna no basta para mantener la estructura del suelo. De ello resulta que, al cabo de algunos años, aparecen en el pastizal joven los «años de miseria» (*).

Destrucción de la vida en el suelo y aparición de caracteres físicos desfavorables en el mismo.

Vemos, pues, aparecer así una de las causas de los «años de miseria»: el desequilibrio producido en la vida del suelo por la roturación. Es probable que ésta no sea la única causa, pero, ciertamente, se trata de una de las principales.

A este respecto, nos parece interesante citar al profesor KLAPP (145), que tanto ha contribuido a mejorar nuestros conocimientos sobre los «años de miseria»:

«Sería ocioso tratar de conocer las causas principales de los

(*) La palabra alemana *Hungersjahre* ha sido traducida en el texto inglés por *Hunger years*, que es la traducción literal de «años de hambre».

«años de miseria». Lo que desgraciadamente es cierto, son las desfavorables consecuencias de la roturación:

»— destrucción mecánica de la especial y notable estructura del suelo del pasto viejo;

»— pérdidas de agua y de humus en relación con el pasto permanente primitivo;

»— *destrucción duradera de la micro-fauna del suelo*;

»— evolución desfavorable del nuevo sembrado, que tiende hacia el ecotipo local.»

Todos estos fenómenos son la consecuencia de la roturación, que coloca a toda la masa viva del suelo en un medio que le es extraño. La utilización intercalada (*) del suelo en forma de labor someterá a la masa orgánica a una fuerte aireación, y, si a ello añadimos los aportes de cal, esta masa se verá sometida a una rápida degeneración. *De esta forma se habrán suprimido todos los elementos que permiten a la microfauna, propia del suelo de los pastos permanentes continuar su existencia.*

Carácter muerto especialmente marcado de las "manchas de miseria".

Esta destrucción de la vida dará un carácter «muerto» al suelo del pasto roturado.

Entre las diversas partes «muertas» del suelo de los pastos que aparecen durante los «años de miseria», hay una que ofrece realmente el carácter de una muerte «total»: es el suelo que se encuentra bajo lo que hemos llamado «manchas de miseria» (**), en el que la vegetación, aparte de algún musgo y, eventualmente, algo de cañuela de ovejas o de agróstide, está muy debilitada.

Cuando se toma una muestra de un suelo dominado por estas «manchas», rara vez se encuentra un gusano de tierra o un enquitreido.

(*) Véase más arriba (p. 165-166) lo que hemos dicho con respecto a los años de labor intercalada.

(**) Véanse pp. 154-159.

Reactivación de la vida del suelo tras los "años de miseria".

Por otra parte, cuando estas manchas comienzan a desaparecer (hacia el décimotercero o decimonoveno años siguientes a la siembra), puede comprobarse un desarrollo progresivo de la vida y un mullimiento paralelo del suelo. La flora traduce la modificación de la vida en el suelo de estas «manchas de miseria»; los musgos y la escañuela desaparecen; el trébol blanco y el vallico o ray-grass hacen su aparición.

Asimismo, en el resto del pastizal se comprueban fenómenos análogos, pero menos marcados, cuando los «años de miseria» tienden a desaparecer.

En efecto, poco a poco se produce una transposición de las condiciones existentes en el suelo: la microfauna se reforma lentamente y las reservas de humus se reconstruyen. El suelo se hace progresivamente cada vez más muelle, sobre todo en la capa superior de ocho centímetros de espesor.

Los estadios de evolución de la vida en el suelo del pasto roturado.

Vemos así aparecer los siguientes estadios sucesivos en la evolución de la microfauna del pasto roturado y resembrado:

1.º Antes de la rotura, una abundante microfauna, concentrada, sobre todo en la capa superior de cinco centímetros, mantiene un estado muelle del suelo y alimenta al césped en elementos minerales asimilables.

2.º La roturación modifica enormemente las condiciones de vida de esta microfauna, que es parcialmente destruída. Va a aparecer un nuevo equilibrio entre los organismos vivos. Al principio, la destrucción no ejercerá acción alguna sobre el rendimiento, ya que el humus acumulado es «quemado» por los fenómenos de oxidación desencadenados por la rotura.

3.º El número de organismos vivos presentes en el suelo

no permite crear inmediatamente nuevas cantidades de humus y de elementos minerales *asimilables*; mientras tanto, las reservas acumuladas de éstos acaban por consumirse. De ello resulta un descenso del rendimiento.

4.º Paralelamente, el suelo, que ya no está «mullido» y enriquecido en humus por los «labradores liliputienses», tenderá a adquirir características desfavorables: endurecimiento, disminución del volumen de los poros, desecación, etc. Estos son los «años de miseria».

5.º Poco a poco, el suelo de los pastos se enriquecerá de nuevo en organismos vivos, que lo mullirán y enriquecerán. El rendimiento del pasto aumentará progresivamente, al propio tiempo que mejorará la estructura del suelo.

6.º Tras los «años de miseria», la vida del suelo tiende lentamente a volver a adquirir las mismas características que tenía antes de la roturación, exactamente como la flora del pasto tiende a volver a su tipo primitivo (cuadro núm. 39, p. 159), si las condiciones de explotación son las mismas. La flora del pasto y los elementos vivos vuelven a ser, entonces, los del ecotipo (*).

Quando el hombre ya no trabaja y los «labradores liliputienses» no han entrado todavía en acción.

Podemos enfocar todavía de otra manera el estado de la vida del suelo correspondiente a los «años de miseria».

Los primeros años de gran producción de hierba se obtienen sobre un suelo del tipo de los de labor, al cual no se le han hecho previamente grandes aportaciones de materia orgánica.

Después, el suelo ya no es trabajado por el hombre, pero, no obstante, los «labradores liliputienses» no existen aún en número suficiente para reemplazar el trabajo del hombre. Dicho de otra forma, nos encontramos en presencia de un suelo que ya no es tratado como tierra de labor y que, sin embargo, puede

(*) Para la definición de esta palabra, véase p. 129.

ser todavía aireado y mullido activamente por los organismos vivos que normalmente realizan este trabajo en los pastos viejos.

Únicamente cuando los «labradores liliputienses» se han desarrollado, es cuando desaparecerá el estado anormal de este suelo, de tipo intermedio, ni de pasto ni de labor.

La siembra de nuevas variedades no impide la degeneración del suelo.

Nos encontramos, pues, en mejores condiciones para responder a la cuestión examinada más arriba (*):

«El empleo de nuevas variedades seleccionadas de plantas pratenses, ¿puede permitir la reducción e, incluso, la supresión de los «años de miseria»?»

Sabemos ahora que las causas principales de los «años de miseria» deben buscarse en el suelo.

Los errores técnicos, tales como el empleo en la siembra de una mezcla de variedades mal adaptadas al medio o a las condiciones de explotación, pueden acentuar los «años de miseria». A la inversa, las mezclas de variedades bien adaptadas a estas condiciones del medio pueden reducir un tanto los «años de miseria».

Pero no es la debilidad o la falta de adaptación de las plantas al medio lo que causa los «años de miseria». Son las propias condiciones de la roturación las que, al trastornar las condiciones de vida del suelo, lo hacen improductivo.

Posibilidad de una ligera disminución de los «años de miseria».

Todo lo que contribuya al agotamiento del suelo, como por ejemplo, la siega, acentuará los «años de miseria». Los métodos de explotación, tales como el pastoreo, que requieren menos des-

(*) Véase pp. 141, 160.

gaste de elementos minerales y que, incluso, permiten aportaciones de excrementos, ayudarán a disminuir ligeramente los «años de miseria».

En principio, todo lo que contribuya a proteger las reservas de humus que se «queman» durante la gran llamarada de producción de los dos primeros años, reducirá la gravedad y la duración de los «años de miseria». Las aportaciones de estiércol ayudan algo (las de «compost» mucho más aún) a disminuir ligeramente los «años de miseria». De esta forma, aportaremos alimento para los elementos vivos del suelo, que recobrarán así su actividad con mayor rapidez. Especialmente, nuestros poderosos «labradores liliputienses», los gusanos de tierra y los enquitreidos, se desarrollarán con más rapidez y adquirirán mayor vigor.

Por el contrario, parece ser que el aporte de abonos minerales ayuda infinitamente menos que los abonos orgánicos a disminuir ligeramente los «años de miseria». No hay que olvidar, en efecto, que los abonos minerales contribuyen en medida mucho menor que los abonos orgánicos a recuperar la vida de los suelos «muertos» (*).

(*) Véase p. 372.

RESISTENCIA DE LOS CAMPESINOS FRENTE A LA ROTURACION DE LOS PASTOS

Dos cuestiones que deben separarse claramente.

Hay que distinguir dos motivos en la creación de los prados temporales (*):

1.º La introducción de praderas temporales en la rotación de cultivos, lo cual es indispensable.

2.º La roturación de los pastos permanentes para luego resembrarlos (ya sea inmediatamente, ya al cabo de varios años de labor), volviendo a crear así un nuevo pastizal que, como es de esperar, poseerá una flora mejorada y proporcionará mayores rendimientos.

Una grave confusión de ideas.

Recordaremos que lo que se llama la «revolución forrajera» consistió, desde principios del siglo XIX, en reemplazar el barbecho por una pradera temporal de leguminosas, segada o pastoreada (o ambas cosas a la vez). *Este fué uno de los grandes progresos de la agricultura.*

Ahora bien; como consecuencia de una grave confusión de ideas, se ha mezclado el sistema de la introducción de los prados temporales en la rotación de cultivos con la cuestión de la

(*) Véase *Productividad de la Hierba* (251, p. 357).

roturación y de la resiembra de los pastizales, a fin de mejorar su flora y su rendimiento (*).

La consigna de divulgación para prados temporales ha sido con frecuencia la siguiente, de modo casi exclusivo:

«Roturad vuestros pastos degenerados y volvedlos a resembrar con semillas de variedades seleccionadas. De esta forma, podréis crear nuevos pastizales con una flora mejorada y con un rendimiento acrecentado.»

El apego de los agricultores a los pastos viejos.

En muchos países se han empleado sumas considerables para convencer a los agricultores de la conveniencia de roturar sus viejos pastizales y de resembrarlos, afirmándoles que, al proceder así, no harían más que mejorarlos. No obstante, los agricultores permanecieron siempre muy reacios a ello.

Hace ya más de treinta años, KLITSCH⁽¹⁸⁴⁾ en Alemania, señaló esta resistencia, diciendo:

«Es absolutamente inexacto afirmar, como se hace con gran frecuencia, que la roturación y la resiembra de los pastizales viejos permiten obtener un rendimiento más elevado. Esto no es exacto más que durante los dos o, todo lo más, los tres primeros años. Esta afirmación está, por otra parte, en marcada contradicción con el apego de los agricultores experimentados hacia los pastizales viejos. Los pascicultores saben perfectamente que, si los pastos son explotados convenientemente, su rendimiento mejorará con la edad. Así lo han confirmado también nuestras propias observaciones. Los pascicultores mismos han observado también que los pastizales nuevos, después de haber proporcionado breves y brillantes rendimientos, no los dan después más que en muy escasa medida, con un césped lleno de calvas.

(*) Esta confusión es tanto más de lamentar cuanto que las praderas temporales y las permanentes no se oponen entre sí, pudiéndose mantener mutuamente. Véase a este respecto *La vaca y la hierba* (255, pp. 94-99).

El campesino paga más por una hectárea de pastizal viejo que por una hectárea contigua de labor.

El empirismo y el buen sentido del campesino se revelan, pues, inquebrantables, a pesar de la propaganda sostenida mediante importantes subvenciones.

En muchas regiones de Francia es corriente que un campesino compre en algunos millares de francos más una hectárea de viejos pastos que otra de labor situada junto a aquélla. Puede confiarse plenamente en el campesino cuando «cuenta sus céntimos». Si bastase con comprar la hectárea vecina de labor y sembrarla de hierba para obtener rendimientos superiores al pasto viejo, como se viene afirmando con toda seguridad, el paisano no gastaría su dinero pagando más cara la hectárea del pasto viejo.

Las subvenciones no modifican las leyes de la Naturaleza.

La sabiduría ancestral del campesino prático inglés se traduce con el siguiente proverbio:

*«To break a pasture makes a man
To make a pasture breaks a man.»*
«Roturar un pasto forma al hombre.
crear un pasto rompe al hombre.»

En otros términos:

«Roturar un pasto es un trabajo difícil,
crear un pasto es un trabajo de gigantes.»

El editorialista de una gran revista británica escribía recientemente a propósito de este proverbio:

«Si la subvención para la roturación de los pastos no ha logrado otra cosa, al menos ha demostrado que, aunque la primera línea de este proverbio es cierta, la segunda no lo es necesariamente.»

Parece, no obstante, que las subvenciones no son capaces de modificar las leyes de la Naturaleza, y, por consiguiente, de modificar la opinión del campesino, que vive en contacto diario con estas leyes y las observa continuamente.

La superficie de los pastos permanentes ingleses ha aumentado desde hace quince años, a pesar de los 10 millones de libras de subvenciones anuales.

En efecto, en Inglaterra las subvenciones (36, p. 32) para la roturación de los pastos fueron creadas en mayo de 1939, con un importe de 2 libras por acre. Estas libras estaban destinadas a aumentar la superficie de las tierras de labor. Las tarifas, después de la guerra, ascendieron en 1946 a 4 libras por acre. En 1952, fueron fijadas en 5 libras, y, más tarde en 7 libras, en 1955, para los pastizales de tres años, y hasta de 12 libras por hectárea, para la roturación de los pastos más viejos.

Actualmente, esta subvención representa un total *anual* de 10 millones de libras, es decir, 1.750 millones de pesetas aproximadamente.

A pesar de ello, la superficie de los pastos permanentes (cuadro núm. 43, p. 187) ha aumentado desde un mínimo observado en 1945 (*). Después de esta fecha, a pesar del aumento continuo de las subvenciones por acre, no se ha logrado reducir la superficie de los pastos permanentes.

(*) El viejo proverbio inglés: «*History repeats itself*» (La Historia se repite), sigue siendo exacto. En 1863, el gran agrónomo francés DE GASPARIN (95, bis, t. v., p. 168), escribía:

«Cuando PITT, queriendo hacer a Inglaterra más independiente del extranjero para sus abastecimientos de cereales, hizo aprobar la ley de los cerramientos, que no es otra cosa que el reparto de vastos terrenos comunales, muy extensos, tenía la esperanza de que la roturación de las tierras colmaría el déficit de dicho abastecimiento. La roturación se realizó, y las primeras cosechas fueron buenas: agotaban la riqueza acumulada en estas tierras tanto tiempo sometidas al pastoreo. Pero los productos comenzaron a disminuir rápidamente en tales suelos, faltos de fondo, y el descenso de precios, producido por la paz, al hacer oneroso el cultivo en gran parte de ellos, les reconvirtió en pastos con gran rapidez.»

La superficie de los pastos permanentes no disminuye en Europa.

En Francia, las estadísticas agrícolas engloban a todos los diversos tipos de pasto. Por ello, es difícil apreciar claramente su evolución. Lo que sí es cierto es que, cuando se atraviesa el norte de Francia, pueden verse muchos terrenos de pastos transformados en campos de labor (*) y muy raramente lo contrario.

En Alemania, KÖNIG (160, pp. 6-7), dijo en 1954:

CUADRO N.º 43

EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE LOS PASTOS PERMANENTES EN INGLATERRA Y PAÍS DE GALES

| AÑO | Superficie total de pastos permanentes (millares de hectáreas) |
|------------|--|
| 1939 | 6.350 |
| 1940 | 5.840 |
| 1941 | 5.190 |
| 1942 | 4.710 |
| 1943 | 4.190 |
| 1944 | 3.940 |
| 1945 | 3.960 |
| 1946 | 4.020 |
| 1947 | 4.140 |
| 1948 | 4.150 |
| 1949 | 4.230 |
| 1950 | 4.240 |
| 1951 | 4.360 |
| 1952 | 4.330 |
| 1953 | 4.270 |
| 1954 | 4.360 |
| 1955 | 4.460 |
| 1956 | 4.460 |
| 1957 | 4.460 |
| 1958 | 4.450 |

Según CAINE (36, p. 102).

(*) Estos terrenos vienen indicados en las estadísticas como prados temporales.

«Se han hecho enormes esfuerzos de propaganda con el fin de convencer a los cultivadores de que deben roturar sus pastos para mejorarlos. Esta propaganda comenzó antes de la segunda guerra mundial, bajo el gobierno nacionalsocialista; y no ha cesado por completo después de dicha guerra. Podría creerse, que, al cabo de veinte años de una propaganda tan intensa, la superficie de los pastos permanentes de Alemania y de Austria habría tenido que disminuir. Y, sin embargo, no ha sido así.

«Los pastos permanentes ocupan actualmente (en 1954) una superficie igual a la que existía a fines de la segunda guerra mundial, siendo tan elevada como no lo fué nunca antes de dicha guerra. Existen más pastos permanentes nuevos que pastos permanentes roturados y transformados en tierras de labor.»

¿DEBEMOS ROTURAR NUESTROS PASTIZALES VIEJOS PARA MEJORARLOS?

Razones de la resistencia de los campesinos.

En todos los países del mundo, los campesinos son muy aficionados a percibir subvenciones. Es, pues, de suponer que los *farmers* ingleses tienen sus razones para rehusar este regalo.

El informe ^(36, p. 33) de una Comisión oficial británica nos dice:

«Las subvenciones para la roturación de los pastos han ejercido, sin duda alguna, cierta influencia para alentar la interesante práctica de «mover el arado alrededor de la granja». No obstante, es posible que el importe de la subvención por hectárea sea un estímulo demasiado ligero para roturar con la frecuencia debida los pastos permanentes y semi-permanentes.»

Debo confesar que mis conocimientos personales de la psicología campesina me han llevado a la siguiente conclusión: si, tras muchos años de existencia de una subvención para un método agronómico cualquiera, el campesino no la emplea normal y voluntariamente, debemos llegar a la conclusión de que aquél ha podido comprobar que el método, aun con la subvención, no es ventajoso.

Se trata, pues, de estudiar por qué el método en cuestión no es conveniente. Estas son las razones que debemos buscar, si es que realmente deseamos progresar.

El cultivador no es un retrógado.

Contrariamente a lo que se cree, los cultivadores de Europa, salvo casos excepcionales, no son unos retrógrados insensibles al progreso. Por el contrario, frecuentemente, se precipitan hacia nuevas técnicas insuficientemente probadas, sobre todo, si se les atrae con una importante subvención o con una atinada propaganda.

Estoy, pues, persuadido de que si, al cabo de quince años, la superficie de los pastos permanentes ingleses ha aumentado, es porque los agricultores tienen sus razones. Antes de examinar las razones «vegetales», veamos primeramente las razones «animales».

Los agricultores temen por la salud de sus animales en las praderas temporales.

Un aspecto fundamental de la cuestión de la roturación de los pastos es la salud de los animales en las praderas temporales, «atiborradas» de golpe con cantidades poco prudentiales de abonos.

Aunque tal tema no entra en el marco de este libro (*), no creo que sea posible responder a la pregunta planteada en el título de este capítulo sin mencionar brevemente este punto tan importante.

Veamos, en primer lugar, lo que dice un informe oficial británico (36, pp. 28-47) recientemente publicado, con respecto a los temores de los agricultores:

«Los elementos que nos han sido proporcionados por investigadores veterinarios nos inducen a pensar que el parasitismo (que puede estar en relación con la excesiva densidad de ganado por unidad de superficie) y la hipomagnesiemia (que puede ser favorecida por las grandes aplicaciones de abonos potásicos

(*) Ha sido ampliamente estudiado en mis dos obras, *Productividad de la Hierba*, (251) y *Suelo, Hierba, Cáncer*, 1.ª ed. española.

y nitrogenados) son las principales enfermedades asociadas, en el espíritu del cultivador, con los pastos mejorados (*). Aunque no se ha demostrado que exista lazo alguno entre la timpanización (**), y la explotación intensiva de los pastos, el temor hacia una mayor frecuencia del meteorismo, ha impedido a los agricultores mejorar sus pastizales. Análogas consideraciones pueden aplicarse a las relaciones que muchos agricultores creen existir entre la explotación mejorada de los pastos y la esterilidad de los animales (***)

«Una importante influencia ejercida en contra de la explotación intensiva de los pastos, es el temor que muchos agricultores tienen a que los pastos mejorados (*) aumenten el riesgo de enfermedad en los animales.»

Debo confesar, desgraciadamente, que considero justificados los temores de los agricultores británicos, que son, por otra parte, los del resto de los agricultores de otros países.

Los temores de los campesinos alemanes.

En Alemania KÖNING (159, p. 10) dice:

«Las praderas temporales causan grandes preocupaciones al agricultor alemán en lo que se refiere a las dificultades para la cría del ganado, dados los defectos constitucionales y la disminución de la fertilidad observados en éste. Las condiciones de cría son mucho más favorables cuando los animales pastan en los prados permanentes.»

Opiniones de veterinarios británicos.

Algunas voces inglesas parecen confirmar estos temores de los campesinos.

Desde 1948, MUIR (185) escribía en el *Journal of the British Grassland Society*:

(*) O que se supone lo son.

(**) Véase *Suelo, Hierba, Cáncer*, 1.ª ed. española.

(***) Véase *Suelo, Hierba, Cáncer*, 1.ª ed. española.

«Está muy extendida la opinión, sobre todo en los medios veterinarios, pero también entre los agricultores, de que los meteorismos y las tetanias de la hierba son mucho más corrientes en los prados temporales que en los pastizales permanentes.»

Desde el punto de vista de la esterilidad, HIGNETT (114), del Centro de Investigaciones Veterinarias Wellcome, en Frant, señaló en 1950, que la fertilidad de los animales que pastan únicamente en prados temporales, es muy inferior a la de los animales que pastan sólo en pastizales permanentes (*).

En lo que se refiere a la tetania de la hierba, Mrs. ALLCROFT (8), del Centro de Investigaciones Veterinarias de Weybridge (Gran Bretaña), dice en 1955:

«El aumento de la frecuencia de la tetania de la hierba está asociado, en muchos casos, con la mejora de los pastos y (o) con la adopción de un sistema intensivo de *ley-farming*, cuando se emplean grandes cantidades de abonos minerales.»

En 1958, J. T. STAMP (228), director del *Animal Diseases Research Institute* (Instituto de Investigaciones sobre las Enfermedades de los Animales) de Edimburgo (Escocia), declaraba:

«La tetania» de la hierba se desarrolla cada vez más, apareciendo ya en granjas en las que nunca había existido. Puede observarse, sobre todo, en los pastos resemebrados que han recibido grandes cantidades de abonos (**).

(*) Como consecuencia de lo expuesto por HIGNETT en el Congreso de la Asociación Veterinaria Británica, M. DEAS, veterinario, declaró: «Es muy corriente hoy día oír a los agricultores que no pueden lograr que sus vacas queden preñadas más que cuando se las lleva a los pastos viejos.»

Esta afirmación no solamente se oye en Gran Bretaña. Repetidas veces la he oído en otras muchas partes.

(**) En Francia, a pesar del silencio impuesto sobre los accidentes ocurridos con los prados temporales, pudo leerse en la revista «La Potase», de mayo-junio de 1960 (con motivo del fomento de los prados temporales de la Vendée, que permiten mantener más ganado), lo siguiente:

Parece ser que cierto número de veterinarios y de ganaderos del Departamento creen que esta evolución de la forma de alimentación *corre pareja con un aumento de los trastornos nutritivos*. (Somos nosotros los que subrayamos.)

La ecología dinámica da la razón al buen sentido campesino.

Creo que nuestras concepciones sobre ecología dinámica no serían las mismas sin la enorme contribución del «Instituto de Sociología Vegetal Aplicada» (*Institut für angewandte Pflanzensoziologie*), de Austria, que, bajo la dirección del profesor ERWIN AICHINGER, tanto ha contribuido a proporcionarnos concepciones ecológicas originales y nuevas (*).

Como ya he dicho al principio de este libro (**), este Instituto austríaco se ha esforzado, ante todo, por dar a la Ecología un sentido dinámico, que ha denominado *Dynamische Richtung* (dirección dinámica).

Ahora bien, las conclusiones de este Instituto dan claramente la razón al buen sentido campesino en cuanto a la roturación y resiembra de los pastos. Es interesante, sobre todo, observar las razones científicas y técnicas de este Instituto que apoyan a las empíricas observaciones del campesino.

Los métodos favorables para los cultivos de labor rara vez son convenientes para los pastos.

La primera consideración general aportada por el Instituto es muy importante, ya que se refiere a un error de concepto básico, cuyas consecuencias han sido incalculables y lo seguirán siendo si persistimos en dichas ideas.

Se nos ha dicho (46, p. 93):

«Mientras que los rendimientos de los cultivos de labor han aumentado de una manera enorme en el transcurso de los últimos años, los rendimientos de los pastos apenas han sido mejorados. Solamente a principios de siglo se concedió una mayor atención a la mejora de los pastos. Renombrados investigadores

(*) La mayor parte de estos trabajos están publicados en la revista *Angewandte Pflanzensoziologie* (Sociología Vegetal Aplicada).

(**) Véase p. 41.

se han preguntado la forma en que la mejora de los pastos podría dar alcance al gran avance experimentado por los cultivos de labor. Por desgracia, la ecología vegetal no era entonces más que una ciencia puramente botánica (*rein botanische Wissenschaft*), de tal forma, que podía ayudar muy poco al agricultor práctico. Así, para mejorar los pastos, se preconizaron casi exclusivamente los métodos que se habían revelado como más eficaces sobre las labores, sin hacer demasiadas diferencias entre una tierra de labor y una pradera.»

Leyendo estas líneas, podemos comprender mejor el error de concepción cometido al hablar del «cultivo de la hierba».

Dos tipos de asociación vegetal.

El Instituto austríaco dice igualmente:

«Pudo comprobarse rápidamente que las exigencias de las asociaciones vegetales de los pastos permanentes diferían en sus puntos fundamentales de las existentes en los cultivos de labor. Con el tiempo se vió, sobre todo, que los conocimientos técnicos no bastaban para explotar debidamente un pasto permanente, sino que era necesario poseer también un cierto sentido de las leyes de la vida que reinan en la Naturaleza (*ein gewisses Mass an Verständnis für die Lebensgesetze der Natur*).»

Las reglas matemáticas no bastan para «comprender» a la hierba. Es precisa cierta capacidad de «sentir». No solamente «pastar es un arte»⁽²⁵⁸⁾, sino que, generalmente, todos los problemas práticos precisan menos de intelecto que de «olfato», ese olfato que tan marcadamente poseen los pastores.

La roturación y la resiembra, consideradas como únicos factores de mejora de los pastos.

La escuela de AICHINGER ve en la roturación de las praderas la consecuencia más grave de la aplicación sistemática de los métodos de cultivo de las tierras de labor a los pastizales.

CZERWINKA (46, pp. 94-95) dice a este respecto:

La falta más importante fué cometida cuando se pensó mejorar las praderas roturándolas y resembrándolas de nuevo. Se creyó que no era preciso conceder valor alguno más que a ciertas plantas dignas de ser sembradas, y que el resto debería considerarse como malas hierbas. De esta forma, se llegó a considerar erróneamente que el ideal sería un pastizal sin flor alguna. La roturación y la resiembra se estimaron, pues, como el único remedio universal que permitiría mejorar una pradera.

«Algunos prácticos y científicos reconocieron, ciertamente con gran rapidez, los fallos de este sistema; pero hubo de pasar mucho tiempo antes de que su punto de vista llegase a ser admitido.»

Creo preferible poner en tiempo futuro la frase de CZERWINKA, y decir:

«Pero hará falta mucho tiempo antes de que su punto de vista sea admitido.»

Y hará tanto más falta cuanto que, desgraciadamente, los intereses comerciales están ligados a este problema de la roturación de los pastos viejos, siendo así que solamente deberían intervenir consideraciones de carácter científico y técnico.

Los siete argumentos «vegetales» de la escuela austríaca contra la roturación de los pastos viejos.

Lo que nos interesa, sobre todo, es conocer el resumen de los argumentos del Instituto austríaco contra la roturación y la resiembra, como método de mejora, de los pastizales. Estos argumentos se resumen así (46, p. 95):

- 1.º Peligro de no lograr el sembrado (*).
- 2.º Los «años de miseria» de las praderas temporales pueden ser atenuados, pero nunca evitados. Estos años son debidos, en su mayor parte, a los daños sufridos por el suelo (*Bodener-*

(*) ¿Y el porcentaje de semillas fallidas como consecuencia de la sequía, o destruidas por las heladas?

kranlungen) como resultado del consumo acelerado del humus y de la destrucción parcial de la vida existente en el suelo de los prados viejos (*).

- 3.º Flora insuficientemente variada.
- 4.º Sensibilidad de la pradera temporal a la sequía.
- 5.º Corto ciclo de la vida de algunas de las plantas sembradas.
- 6.º Desarrollo de plantas no deseables en las calvas dejadas por la desaparición de ciertas plantas sembradas.
- 7.º Precio elevado de los granos sembrados.

Un pasto degenera cuando no está bien explotado.

La gran enseñanza de la ecología dinámica, tal como está concebida por la escuela austríaca, y como la veo personalmente, es que la flora de un pasto está bajo el control de los métodos de explotación (**).

Esto es lo que dice también William DAVIES (55, p. 93):

«Hay que señalar que el carácter local del clima cuando se comparan unas regiones con otras, ejerce, sobre el tipo y el carácter del pastizal viejo, una influencia mucho menor que la influencia combinada de los métodos de explotación y de los aportes de abono.»

Estas observaciones austríacas y la del director del Instituto de Investigaciones Forrajeras de Hurley, nos llevan a la doble conclusión siguiente:

— si un pastizal ha degenerado, es porque no fué explotado debidamente;

— la roturación de un pastizal y su resiembra no son capaces de compensar los efectos de un sistema defectuoso de explotación (***).

(*) Ver pp. 171-182.

(**) Véase pp. 126-128 y *Productividad de la Hierba* (211, pp. 317-379).

(***) El ejemplo siguiente aclara perfectamente este segundo punto: un prado está invadido por los juncos como consecuencia de un sistema de explotación imperfecto, esto es, un mal drenaje. La roturación del pasto no mejora este drenaje. Por ello, después de la resiembra, los juncos brotarán nuevamente como antes. Para suprimir los juncos será preciso modificar el sistema defectuoso de

La roturación de los pastos, desde el punto de vista de la "ecología dinámica"

La necesaria modificación de nuestras concepciones ecológicas ha sido muy bien expresada por WEISE (279) diciendo:

«De todos los conocimientos que nos ha proporcionado la ecología de los pastos, existe uno de una importancia fundamental: *gracias únicamente a los sistemas de explotación es posible modificar profundamente la flora de los pastos permanentes*, finalidad que durante mucho tiempo se creyó que no podía alcanzarse más que por medio de la rotura y de la resiembra de los pastizales viejos. La ecología aplicada ha contribuido enormemente a hacernos comprender mejor este problema.»

Yo diría: la ecología *dinámica* ha modificado profundamente la concepción de la ecología *estática*, según la cual, la flora es una asociación inmutable, solamente condicionada por las características del suelo y del clima, y cuya modificación no es posible más que a través de una nueva siembra.

Esta modificación de nuestros conceptos ecológicos parece haber conducido a muchos investigadores, prácticos y técnicos, a plantear también la siguiente pregunta:

¿Debemos roturar nuestros pastos para mejorarlos?

Vamos a dar brevemente algunas respuestas a esta cuestión.

Una opinión científica alemana.

Hemos citado con frecuencia al profesor KLAPP. Concedámosle una vez más la palabra.

explotación, es decir, el mal drenaje y remediar después su consecuencia indirecta, la acidez del suelo.

Los juncos desaparecerán entonces sin necesidad de roturación.

Pero esta última, sin rectificación de los sistemas defectuosos de explotación, no será capaz por sí sola de suprimir los juncos.

Lo mismo ocurrirá si se trata de un sistema defectuoso de pastoreo que ha hecho que la flora degenera. La roturación no mejorará el sistema erróneo de pastoreo. El pasto roturado y sembrado sufrirá los mismos daños que el anterior, los cuales conducirán a la degeneración de su flora. (Véanse pp. 245-250.)

En 1954 ⁽¹⁵³⁾, escribía:

«El *ley-farming* cuesta mucho dinero; sin hablar de los riesgos que no pueden evitarse cuando se hace una nueva siembra. Si la suma gastada en un *ley-farming* se utilizase en una superficie equivalente de pasto permanente, se obtendrían, en la inmensa mayoría de los casos, rendimientos medios más elevados (y, sobre todo, más regulares) con un pasto permanente que con un *ley* de tres años.»

La opinión olvidada de un investigador británico.

Hace casi veinticinco años que la voz solitaria de Martín JONES ⁽¹³⁰⁾ expresó en Inglaterra una opinión análoga a la de KLAPP, diciendo:

«La observación más sobresaliente nacida de nuestras experiencias es la extraordinaria rapidez con la que el césped cambia bajo la influencia de un método de pastoreo ligeramente mejorado. Ello nos hace pensar que es más económico invertir el capital, no sólo en trabajos de labor para roturar y sembrar el pasto, sino en mejorar los métodos de pastoreo.»

Algunas opiniones alentadoras y poco ortodoxas.

En el *Farmer and Stock Breeder*, del 24 de febrero de 1959, puede leerse que una salva de aplausos acogió las palabras de un agricultor, M. CARR, cuando declaró que sus pastos permanentes daban un nivel de producción casi igual al de sus *leys* (pastos temporales) de tres años.

Los miembros de la Yorkshire Grassland Society habían oído ya en 1958 algunas opiniones alentadoras análogas, cuando el profesor COOPER, director de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Durham, y presidente de la Sociedad Británica de los Forrajes (*British Grassland Society*) declaró (*):

«La comparación entre los *leys* (pastos temporales) y los pastos permanentes, en la Granja de Helmshore (Lancashire, Gran Bretaña), del Ministerio de Agricultura, no confirma la opinión

(*) Véase *Farmer's Weekly*, 21 nov. 1958.

del Dr. William DAVIES, según la cual, la transformación de los pastos permanentes en *leys* aumentaría su rendimiento en un 50 por 100. Una de las dificultades con que han tropezado los *leys* en estas condiciones, es la rapidez con la que degeneran.»

El profesor COOPER, añadió:

«Muy recientemente, en Cockle Park, se ha comparado un pasto viejo permanente con tres tipos diferentes de *leys*, en pastoreo muy intenso por ovejas y corderos. El pasto permanente demostró poseer mayor producción.»

CLARKE (*) en noviembre de 1959, examinando los resultados de Cockle Park y otros, dijo:

«Hace muchos años que la propaganda oficial intenta convencernos de que los pastos temporales son superiores a los permanentes, de que estos últimos no valen nada y de que son causa de muchas enfermedades. Los prácticos y los investigadores, exentos de prejuicios, descubren ahora que, realmente, bien podría tratarse de todo lo contrario.»

»Los resultados que confirman este último punto de vista nos han sido proporcionados, sobre todo, por la granja experimental de Cockle Park en la que, desde hace varios años, se vienen realizando ensayos comparativos entre los *leys* y los pastos permanentes.»

Respetemos la hierba.

Lady HOWARD, viuda del llorado sir Albert HOWARD, el apóstol del humus, dice en su excelente obra *La alfombra verde de la tierra* ^(120, pp. 111-106):

«Es un hecho bien conocido entre los practicultores que, con un poco de cuidado, un buen pasto lo seguirá siendo durante muchos años. Muchos de nuestros mejores pastos tienen una larga historia: son la consecuencia de una lenta formación; pero, una vez contituídos, son estables y representan un inmenso valor, lo que constituye una de las razones para evitar su sacrificio como consecuencia de la propaganda en pro de la roturación.»

(*) *Farmer and Stock Breeder*, del 17 de noviembre de 1959.

»Nos encontramos frente a un dilema :

»— o los pastos permanentes han sido convenientemente explotados, y, en este caso, tienen tan enorme valor que no debemos sacrificarlos, ya que han sido necesarios muchos años para que pudieran formarse,

»— o los pastos permanentes han sido descuidados y se han vuelto ácidos; en este caso, la ganancia de fertilidad que obtendremos roturándolos no es muy importante. Sería preferible mejorar estos pastos mediocres antes que roturarlos.

»La hierba es una cosa tan preciada, que se debe tratar con el mayor respeto.»

Las observaciones de un granjero del Lancashire.

H. G. CLARKE, en un reciente artículo ^(40 bis), nos informa de la experiencia de M. JACKSON, un granjero del Lancashire (Gran Bretaña) :

«En el transcurso de la última guerra me vi obligado a roturar la mitad de mis pastos y a sembrar en ellos diversas plantas. Los servicios oficiales me indicaron las semillas y los abonos que debía utilizar; me dieron una enormidad de consejos, y yo era el que pagaba...

»Las praderas temporales se desarrollaron en principio bastante bien y de una manera que estimamos satisfactoria, pero nunca tuvieron el aspecto de un pastizal viejo.

»Los prados temporales están muy bien cuando se desea una bella apariencia, pero no para ganar dinero. Su siembra cuesta muy cara y siempre se corre el riesgo de que esté más o menos lograda. Son riesgos que no se presentan con los pastos viejos.»

M. JACKSON resume su opinión de la siguiente forma :

«Antaño comenzamos con los pastos viejos; después nos vimos obligados a sembrar praderas temporales, conforme a los planes de roturación durante la guerra. Pero, hoy día, ¡qué felices somos al tener de nuevo nuestros viejos pastizales!»

En cuanto a CLARKE, corresponsal del *Farmer and Stock Breeder*, obtuvo las siguientes conclusiones de su entrevista con M. JACKSON :

«Sería totalmente inexacto suponer que esta granja es la única de la región en la que no existen más que pastos permanentes. En todos los condados del norte, y, especialmente en la zona oeste, existen muchos granjeros que han vuelto a los prados permanentes (*). El *ley-farming* podrá estar indicado alguna vez, pero la «fiebre» de los prados temporales puede curarse de un golpe si se hacen las debidas comparaciones (**).

Estas son las que podríamos llamar reservas «vegetales» de un granjero de Lancashire. Veamos ahora las reservas animales de un granjero inglés.

Por qué un gran ganadero de Hereford se mostró reservado ante la roturación de los pastos.

Para terminar este capítulo, me limitaré a referir lo que me dijo en 1956 un gran ganadero de Herefordshire, en presencia de muchas personalidades oficiales y de agricultores. Había yo preguntado a M. CHILMAN (***) por qué tenía tendencia a abandonar los prados temporales y a volver a los permanentes. Me respondió :

«He tenido cada vez mayores dificultades para formar mis *leys*. Parece como si, cuando han retoñado dos o tres veces sobre el mismo suelo, las semillas se obtienen cada vez con mayor dificultad y degeneran rápidamente. Por otra parte, mis animales son más vigorosos en los prados permanentes y, sobre todo, están mucho más sanos y menos sujetos a enfermedades graves o benignas.»

A reserva de las necesidades económicas o de tiempos de guerra, las observaciones de este gran ganadero engloban a la vez el aspecto vegetal y animal del problema. Las consideraciones de M. CHILMAN parecen responder perfectamente a la cuestión planteada al principio de este capítulo.

(*) Añadamos: a pesar de las subvenciones para roturarlos.

(**) Comparaciones a lo largo de un número de años suficiente para que permita apreciar los efectos acumulativos de un sistema sobre el suelo, la planta y el animal. Las comparaciones deben preceder siempre a la divulgación de un método.

(***) Véase más arriba (p. 151) otras opiniones de M. CHILMAN.

PARTE OCTAVA

EFFECTOS EJERCIDOS POR EL PIE
Y POR LOS EXCREMENTOS DEL ANIMAL

CAPÍTULO PRIMERO

INFLUENCIA DEL PISOTEO DEL ANIMAL
SOBRE LA FLORA

El fuerte pisoteo de los pastos.

ELLENBERG (152, p. 88) estima que a los tres días de pastoreo, en una rotación normal de pastos, no existe un solo rincón que no haya sido pisado por el ganado. Ello indica por sí solo la importancia de esta influencia particular ejercida por el animal que pastorea. El pisoteo ejerce una acción tan marcada, que el neo-zelandés SEARS (216) emplea la expresión *Hoof Cultivation*, que podríamos traducir con la más larga de: «influencias culturales ejercidas por el pie del animal.»

El pisoteo ejerce una influencia directa sobre las plantas, pero, a través del apisonamiento del suelo, ejerce asimismo otra acción directa sobre ellas.

Veamos, ante todo, el problema del apisonamiento del suelo.

Apisonamiento óptimo del suelo.

Es evidente que el apisonamiento de un suelo poroso es deseable, pero, en cambio, un apisonamiento excesivo es perjudicial. Además, hay que tener en cuenta las condiciones del suelo

en el momento en que se realiza el pisoteo. Todo el mundo sabe que el pisoteo del animal es muy perjudicial en un pasto cuyo suelo está empapado, y que conduce a su invasión por las malas hierbas.

Una estructura demasiado apisonada del suelo (es decir, un exagerado empobrecimiento del suelo en aire), significa que este suelo estará demasiado húmedo y se verá invadido por los juncos, los cárices y los ranúnculos. Un suelo de una estructura favorable (medianamente aireado), favorece el desarrollo de las gramíneas de valor, proporcionando los máximos rendimientos. Si, por el contrario, el suelo está insuficientemente apisonado, es decir, demasiado poroso, el pasto se verá invadido por hierbas altas groseras, tales como las ortigas y las umbelíferas.

Por otra parte, parece ser que el apisonamiento óptimo del suelo se traduce por un máximo de rendimiento en hierba. En efecto, según el cuadro número 44, un rendimiento máximo en heno fué obtenido en condiciones de capacidad media del suelo en aire, es decir, en suelo *ni muy apisonado ni muy poroso*.

CUADRO N.º 44

INFLUENCIA DEL APISONAMIENTO DEL SUELO SOBRE EL RENDIMIENTO DEL PASTO

| Capacidad de contenido en aire de un litro de tierra (en cm ³) | Rendimiento en heno (q./ha.) |
|--|------------------------------|
| 80-90 | 61 |
| 122 | 91 |
| 178 | 74 |

Según GAEDFCKE (94).

Flora de los caminos apisonados.

La vegetación de los bordes de los caminos, de las veredas del ganado, a través de los pastos, de las cercas, etc., puede considerarse como seminatural, y nos permite comprender mejor

cómo las plantas pratenses, buenas o malas, se adaptan a una compresión más o menos acentuada. Esta vegetación evoluciona, en general, según graduaciones progresivas, a partir de los lugares en los que la compresión es más marcada, hacia aquellos en donde es menos intensa. En las proximidades a setos o a lo largo de los taludes en declive, se agregan, evidentemente, los afectos de una luminosidad más o menos reducida (*).

Veamos, en primer lugar ⁽¹⁷⁾ la vegetación de los caminos por los que transitan vehículos. Las especies más corrientes de flora de estos caminos (por los que circula también el ganado) son la centinodia, la cervenilla, la potentilla plateada, el llantén mayor y la manzanilla común. Las gramíneas más corrientes son la poa anual, la poa pratense y el vallico o ray-grass inglés, a los que, algunas veces, se asocia el trébol blanco.

Si examinamos más de cerca esta vegetación, podremos apreciar que las partes del suelo más comprimidas están dominadas por las plantas anuales, mientras que las menos afectadas por la circulación poseen mucha mayor cantidad de plantas vivaces. Las porciones del camino más apisonadas, no tienen, por lo general, vegetación alguna.

Graduación de la flora existente junto a las cercas.

En las proximidades de las cercas se observa una flora que exhibe una graduación por zonas. Cuando la cerca o empalizada da acceso a un pastizal, puede seguirse esta graduación desde la parte carente de vegetación (en el sitio de mayor paso, es decir, en la puerta de la cerca), hasta llegar, finalmente, a la flora normal del pastizal en cuestión. Tras la parte de suelo desnudo, encontramos, sobre todo, centinodia y manzanilla común. Un poco más lejos, mezclado con las plantas, aparece el llantén mayor. Las gramíneas hacen su aparición un poco más allá: en general, encontramos primeramente hierbas anuales y, a conti-

(*) Véase el cuadro número 49 (p. 228) referente a las necesidades de luz en las plantas.

nuación, las gramíneas antes citadas, en asociación con el trébol blanco.

Es de señalar que los prados que han sido pastados en invierno (sobre todo en tiempo muy húmedo o tras el deshielo), tienen una flora que tiende hacia el tipo de estos caminos muy apisonados.

Flora de las vías de circulación de los animales

Otra zona muy interesante de examinar está constituida por los caminos que siguen los animales dentro de los mismos pastos. Es sabido que el ganado tiene tendencia en sus desplazamientos a seguir siempre los mismos trayectos para llegar a los abrevaderos, cancelas, cobertizos de ordeño, etc. Estos «senderos de circulación» de los animales, a través del pasto, sufren, pues, un apisonamiento mayor. Las gramíneas que brotan en ellos son, por lo general, una asociación de poa pratense, vallico o ray-grass inglés, cola de perro y dactilo. Las dos primeras especies existen siempre; igualmente puede observarse la presencia de trébol blanco, excepto si el sendero está en sombra.

También existe una graduación por zonas, aunque ésta no sea tan regular como a lo largo de los caminos. lo cual se debe, probablemente, a que los animales se alejan de vez en vez de los senderos de circulación. El eje central del sendero está más o menos desnudo y bordeado a ambos lados por una zona de poa pratense que se transforma un poco más lejos en una zona de vallico o ray-grass y de trébol blanco.

Tratemos ahora de clasificar las plantas pratenses según su reacción frente al pie del animal.

CAPÍTULO II

RESISTENCIA INDIVIDUAL DE LAS PLANTAS AL PISOTEO

Dificultades para determinar directamente la resistencia de una planta al pisoteo.

La determinación *directa* de la resistencia de una planta al pie del ganado es difícilmente realizable (*). Por tanto, ha habido que basarse en observaciones indirectas. Por ejemplo, como acabamos de ver, se han tomado casos extremos que no se producen normalmente en un pasto, tales como los bordes de los caminos, veredas, campos de deportes, etc., que son fuertemente pisoteados, observando las variaciones de la flora desde las partes más apisonadas hasta las menos.

Clasificación general.

Se ha intentado, pues, (80, p. 88) clasificar a las plantas en cinco clases, según su resistencia al pisoteo del animal, a saber:

- P. 1.—Que no resisten al pisoteo.
- P. 2.—Sensibles al pisoteo.

(*) Este estudio se ha hecho tanto más difícil cuanto que el pie del animal no solamente se limita a apisonar el suelo y a aplastar las plantas. En efecto, el pie no se posa de plano, de forma que sus bordes pueden lesionar más o menos la *planta*. Por ello ciertas plantas, ya a consecuencia del apisonamiento del suelo, que las perjudica, ya por aplastamiento y rotura directos por el pie del animal, no pueden soportar durante mucho tiempo la acción del pisoteo.

P. 3.—Bastante resistentes al pisoteo.

P. 4.—Muy resistentes al pisoteo.

P. 5.—Favorecidas por el pisoteo.

El cuadro número 46 (p. 210) indica la distribución de las plantas pratenses en estas cinco categorías.

Resistencia relativa al pisoteo de la planta como individuo aislado y como miembro de una asociación vegetal.

LIETH (166) estudió la influencia ejercida por el apisonamiento del suelo; primero, en una planta sembrada *ella sola*, y después, sembrada en *asociación* con otras. Es lo que demuestra el cuadro número 45.

Cuatro gramíneas y trébol blanco fueron sembrados *individualmente* en suelos con un grado de apisonamiento distinto (parte A superior del cuadro núm. 45).

En otra experiencia, las mismas cuatro gramíneas y el trébol blanco fueron sembradas *juntas* (parte B inferior del cuadro número 45).

Todas las plantas sembradas individualmente brotaron mejor en un suelo muy apisonado (extremo izquierda del cuadro número 45) que en un suelo mullido (extremo derecho del cuadro número 45). El autor atribuye este hecho a que la ascensión del agua por los capilares se hace mejor en el suelo apisonado que en el mullido.

Sin embargo, es de advertir que la menor producción relativa del suelo mullido, en relación con la del suelo muy apisonado, es mucho menos acusada en la avena que en el dactilo o en el trébol blanco.

Pero lo que nos interesa, sobre todo, es el comportamiento de cada una de estas cinco plantas cuando se siembran juntas, ya que así nos aproximamos a las condiciones observadas en las asociaciones naturales. Podemos apreciar entonces los puntos principales siguientes:

La avena cubre diez veces más superficie (55 por 100) sobre un suelo mullido que sobre un suelo apisonado (6,5 por 100). Es sabido que la avena predomina frecuentemente en los prados de siega, que tienen un suelo menos apisonado que los pastizales a diente. En cambio, está totalmente ausente en estos últimos.

CUADRO N.º 45

INFLUENCIA DEL APISONAMIENTO DEL SUELO EN LAS CINCO PLANTAS POR SEPARADO, Y EN ELLAS MISMAS CUANDO SE SIEMBRAN JUNTAS.

| | Suelo apisonado | | | Suelo normal | Suelo mullido |
|---|-----------------|---------|-------|--------------|---------------|
| | 3 veces | 2 veces | 1 vez | | |
| A) SIEMBRA PURA DE CADA PLANTA INDIVIDUAL | | | | | |
| Avena alta o elevada .. | 94,5 | 93,3 | 88,2 | 81,1 | 87,2 |
| Dactilo aglomerado ... | 88,5 | 99,7 | 87,5 | 62,3 | 51,2 |
| Festuca o cañuela roja. | 99,5 | 94,3 | 91,5 | 79,3 | 72,5 |
| Vallico o ray-grass inglés | 97,3 | 98,3 | 85,2 | 72,3 | 69,5 |
| Trébol blanco | 93,5 | 92,2 | 89,3 | 61,2 | 56,5 |
| B) SIEMBRA SIMULTÁNEA DE LAS CINCO PLANTAS ASOCIADAS | | | | | |
| Avena alta o elevada ... | 6,5 | 5,0 | 18,0 | 39,0 | 55,0 |
| Dactilo aglomerado .. | 9,5 | 9,0 | 7,2 | 6,0 | 2,6 |
| Festuca o cañuela roja. | 9,7 | 11,2 | 9,4 | 9,8 | 6,6 |
| Vallico o ray-grass inglés | 55,0 | 49,0 | 35,0 | 15,0 | 0,8 |
| Trébol blanco | 13,8 | 11,8 | 4,6 | 1,8 | indicios |

N. B.—1.º Las plantas individualmente o la mezcla fueron sembradas el 11 de mayo y las medias fueron obtenidas el 5 de julio.

2.º Las cifras indican el porcentaje de la superficie cubierta por la planta considerada.

Según LIETH (166).

CUADRO N.º 46

CLASIFICACIÓN DE LAS PLANTAS DE ACUERDO CON SU RESISTENCIA
AL PISOTEO POR EL GANADO

CATEGORÍA P. 1.—No resisten el pisoteo:

| | |
|-------------------------|--------------------------------|
| Poa de los pantanos | <i>Poa palustris</i> |
| Avena alta o elevada | <i>Arrhenatherum elatius</i> |
| Trébol de los campos | <i>Trifolium arvense</i> |
| Almorta de los pantanos | <i>Lathyrus palustris</i> |
| Alfalfa falcada | <i>Medicago falcata</i> |
| Hierba del maná | <i>Glyceria aquatica</i> |
| Molinia azul | <i>Molinia coerulea</i> |
| Alpiste de agua | <i>Phalaris arundinacea</i> |
| Estipe capilar | <i>Stipa capillaria</i> |
| Cárice enano | <i>Carex stricta</i> |
| Scirpe cespedosa | <i>Scirpus caespitosus</i> |
| Hiniesta inglesa | <i>Genista anglica</i> |
| Angélica silvestre | <i>Angelica sylvestris</i> |
| Centáurea mayor | <i>Centaurea Scabiosa</i> |
| Cirsio oleráceo | <i>Cirsium oleraceum</i> |
| Crépide pratense | <i>Crepis biennis</i> |
| Herácleo | <i>Heracleum Sphondylium</i> |
| Lirio amarillo | <i>Iris pseudacorus</i> |
| Chirivía | <i>Pastinaca sativa</i> |
| Peucedaneum palustre | <i>Peucedaneum palustre</i> |
| Senecio de los pantanos | <i>Senecio paludosus</i> |
| Valeriana | <i>Valeriana officinalis</i> |
| Campánula | <i>Campanula patula</i> |
| Geranio pratense | <i>Geranium pratense</i> |
| Pimpinela mayor | <i>Sanguisorba officinalis</i> |
| Barbón o barba cabruna | <i>Tragopogon pratensis</i> |

CATEGORÍA P. 2.—Sensibles al pisoteo:

| | |
|---|-----------------------------|
| Cola de zorra, carricera | <i>Alopecurus pratensis</i> |
| Avena vellosa | <i>Avena pubescens</i> |
| Bromo inerme o de Hungría | <i>Bromus inermis</i> |
| Bromo racimoso | <i>Bromus racemosus</i> |
| Holco blanco o blando | <i>Holcus mollis</i> |
| Vallico o ray-grass italiano | <i>Lolium italicum</i> |
| Avena amarilla o de oro | <i>Trisetum flavescens</i> |
| Cañuela o mescañuela de ovejas | <i>Festuca ovina</i> |
| Almorta pratense | <i>Lathyrus pratensis</i> |
| Trébol híbrido, bastardo, negro o sueco | <i>Trifolium hybridum</i> |
| Alverja de las majadas | <i>Vicia sepium</i> |
| Cárice de los pantanos | <i>Carex acutiformis</i> |
| Cárice agudo | <i>Carex acuta</i> |

| | |
|---------------------------|-------------------------------|
| Cárice de Davall | <i>Carex Davalliana</i> |
| Cárice mínimo | <i>Carex humilis</i> |
| Vulneraria | <i>Anthyllis vulneraria</i> |
| Perifollo silvestre | <i>Anthriscus silvestris</i> |
| Cardo palustre | <i>Cirsium palustre</i> |
| Reina de los prados | <i>Spirea Ulmaria</i> |
| Breco común | <i>Calluna vulgaris</i> |
| Carlina vulgar | <i>Carlina vulgaris</i> |
| Cuajaleche blanco | <i>Galium mollugo</i> |
| Bistorta | <i>Polygonum Bistorta</i> |
| Cólquico de otoño | <i>Colchicum autumnale</i> |
| Valeriana de los pantanos | <i>Valeriana dioica</i> |
| Perifollo hirsuto | <i>Choerophyllum hirsutum</i> |

CATEGORÍA P. 3.—Bastante resistentes al pisoteo:

| | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| Agróstide común | <i>Agrostis vulgaris</i> |
| Bromo erguido | <i>Bromus erectus</i> |
| Fleo pratense | <i>Phleum pratense</i> |
| Holco lanoso o veloso | <i>Holcus lanatus</i> |
| Gramma de olor | <i>Anthoxantum odoratum</i> |
| Festuca o cañuela roja | <i>Festuca rubra</i> |
| Cuernecillo o loto pratense | <i>Lotus corniculatus</i> |
| Loto de los pantanos | <i>Lotus uliginosus</i> |
| Trébol violeta | <i>Trifolium pratense</i> |
| Alverja craca | <i>Vicia Cracca</i> |
| Llantén menor | <i>Plantago lanceolata</i> |
| Ranúnculo recto | <i>Ranunculus Flammula</i> |
| Lastón, rompebarrigas | <i>Brachypodium pinnatum</i> |
| Desohampsia caespitosa | <i>Deschampsia caespitosa</i> |
| Cervuno | <i>Nardus stricta</i> |
| Cártamo silvestre | <i>Centaurea Jacea</i> |
| Senecio acuático | <i>Senecio aquaticus</i> |
| Zanahoria silvestre | <i>Daucus Carota</i> |
| Cardamina o mastuerzo | <i>Cardamine pratensis</i> |
| Margarita mayor | <i>Leucanthemum vulgare</i> |
| Sexatile de las montañas | <i>Galium saxatile</i> |
| Potentilla recta | <i>Potentilla recta</i> |
| Escabiosa | <i>Scabiosa Succisa</i> |
| Acedera común | <i>Rumex Acetosa</i> |

CATEGORÍA P. 4.—Muy resistentes al pisoteo.

| | |
|---------------------|----------------------------|
| Agróstide canino | <i>Agrostis canina</i> |
| Agróstide blanco | <i>Agrostis alba</i> |
| Poa pratense | <i>Poa pratensis</i> |
| Poa común | <i>Poa trivialis</i> |
| Dactilo aglomerado | <i>Dactylis glomerata</i> |
| Cañuela arundinacea | <i>Festuca arundinacea</i> |
| Cañuela pratense | <i>Festuca pratensis</i> |

| | |
|----------------------------|--------------------------------|
| Cola de perro, cinosuro | <i>Cynosorus cristatus</i> |
| Bromo dulce | <i>Bromus mollis</i> |
| Lupulina | <i>Medicago Lupulina</i> |
| Quinquefolio | <i>Potentilla reptans</i> |
| Llantén blanquecino | <i>Plantago media</i> |
| Diente de león | <i>Taraxacum officinale</i> |
| Diente de león de otoño | <i>Leontodon autumnalis</i> |
| Margarita, bellorita | <i>Bellis perennis</i> |
| Bolsa o zurrón de pastor | <i>Capsella Bursa-pastoris</i> |
| Botón de oro acre | <i>Ranunculus acris</i> |
| Ranúnculo rastrero | <i>Ranunculus repens</i> |
| Cejas de Venus | <i>Achillea Millefolium</i> |
| Gramma del Norte, Agropiro | <i>Agropyron repens</i> |
| Junco de esteras | <i>Juncus effusus</i> |
| Junco conglomerado | <i>Juncus conglomeratus</i> |
| Cárice glauco | <i>Carex glauca</i> |
| Cárice veloso | <i>Carex hirta</i> |

CATEGORÍA P. 5.— Favorecidas por el pisoteo:

| | |
|----------------------------|------------------------------|
| Poa anual | <i>Poa annua</i> |
| Vallico o ray-grass inglés | <i>Lolium perenne</i> |
| Trébol blanco o rastrero | <i>Trifolium repens</i> |
| Sanguinaria mayor o co- | |
| rrhuela de los caminos | <i>Polygonum aviculare</i> |
| Manzanilla de París | <i>Matricaria Chamomilla</i> |
| Llantén mayor | <i>Plantago major</i> |
| Cerveniilla | <i>Senebiera Coronopus</i> |
| Potentilla plateada | <i>Potentilla Anserina</i> |

Según ELLENBERG (80, pp 88-90).

Por el contrario, el vallico o ray-grass, cuya resistencia al pisoteo del ganado y al apisonamiento del suelo es bien conocida, es seis veces más abundante (55 por 100) en un suelo muy apisonado que en uno muy mullido (9,8 por 100).

Relatividad de la resistencia al pisoteo.

Este último estudio demuestra sólo la relatividad de las clasificaciones de la resistencia al pisoteo por las plantas. Tales clasificaciones no pueden ser consideradas más que como simples indicaciones.

Como veremos más adelante en el capítulo dedicado a la labor de rulo (p. 351), la sensibilidad de la planta frente a una determinada compresión varía según su estado de desarrollo (*). Por otra parte, la presión del pie se ejerce sobre el mismo suelo, y las plantas cuyos tallos u hojas soportan bien esta presión son, a veces, las que peor se desarrollan en un suelo demasiado apisonado.

Hay que recordar, por otra parte, que el punto que más nos interesa es la resistencia de la planta al pastoreo. Ahora bien, para que una planta resista al pastoreo no sólo debe soportar la acción del pie del animal, sino también la acción de corte y de arrancamiento que le hace sufrir el ganado cuando pasta. En otros términos: *para que una planta resista al pastoreo debe combinar en sí misma la resistencia al pisoteo con la resistencia a un corte frecuente y muy cercano al suelo.*

Hemos visto también que la palabra «pastoreo» comprende muchos «sistemas» de realizarlo (**) y que la misma planta soportará bien el «pie» y el «diente» del animal cuando actúen cada tres semanas, pero los soportará mal si esta acción es renovada semanalmente (***), o a la inversa.

Es, pues, muy difícil tener en cuenta todas las circunstancias que actúan al mismo tiempo que un sólo factor, aislado en este caso por nosotros de manera arbitraria (****): el pisoteo. Así puede demostrarse perfectamente lo complicadas que resultan todas las experiencias de pastoreo en comparación con las realizadas sobre prados únicamente de siega.

(*) Véase p. 356.

(**) Véase figura número 2, p. 180.

(***) Véase figura número 1, p. 73.

(****) Véanse pp. 42-43.

CAPÍTULO III

LOS EXCREMENTOS SON UN FACTOR IMPORTANTE PARA MEJORAR LA FLORA

Acciones generales ejercidas por los excrementos sobre la hierba.

Los excrementos del animal que pasta pueden actuar sobre la flora como consecuencia de las siguientes diversas acciones:

- 1.º Influencia directa sobre la parte verde de la planta; éste es el hecho, por ejemplo, de las quemaduras por la orina (67-68).
- 2.º Aporte al suelo de elementos fertilizantes minerales.
- 3.º Aporte al suelo de elementos orgánicos que favorecen el enriquecimiento en humus y la capacidad de acción de los elementos minerales, bien porque existan ya en el suelo, bien por ser aportados por el hombre en forma de abonos artificiales.
- 4.º Los excrementos modifican la vida de la microflora y de la microfauna, las que, a su vez, actúan sobre la composición de la flora. Los excrementos favorecen, especialmente, el desarrollo de los gusanos de tierra (221) (*).

Cantidades diarias excretadas.

El profesor JOHNSTONE-WALLACE (128) estima que en el transcurso de una jornada de pastoreo, un bovino de 500 kilogramos puede dar de 12 a 30 boñigas o bostas con un peso total de 25 kilogramos; es decir, durante una estación de pastoreo de ciento

(*) Véase cuadro número 96, p. 376.

veinticuatro días, 4.500 kilogramos de bostas son depositados en el pasto. Si tenemos en cuenta que cada boñiga tiene un diámetro de 25 centímetros, el conjunto de ellas alcanzará una superficie cubierta de 0,8 metros cuadrados por día y de 144 metros cuadrados en toda la estación de pastoreo. Otros muchos autores han dado cifras diversas (108). Creemos que, en conjunto, las cifras del profesor JOHNSTONE-WALLACE son correctas y que bastan para darnos una idea de la importancia de las cantidades de boñigas y de la superficie que éstas cubren.

Las cantidades de orina varían mucho en relación, sobre todo, con las cantidades de agua ingerida, la cual depende de numerosos factores: temperatura exterior, producción de leche, etcétera. Parece, pues, preferible no dar cifras sobre la producción de orina.

Variaciones en la cantidad y calidad de los excrementos.

Es preciso señalar un punto muy importante para la ecología dinámica: la calidad y la cantidad de estiércol o de orina dependen de la cantidad y de la calidad de la hierba. Hoy día sabemos que las cantidades de hierba «cosechadas» a diente por un bovino pueden variar fácilmente entre 70 y 30 kilogramos (manteniéndonos en límites razonables), según la altura de la hierba (*). Ahora bien, la cantidad de los excrementos está en relación con la cantidad de hierba ingerida.

Se han realizado numerosos estudios que demuestran que, en el establo, la cantidad y la composición del estiércol dependen de la naturaleza de la ración consumida. Evidentemente, lo mismo ocurre con la hierba pastada, pero, desgraciadamente, en esta cuestión, como en infinidad de otras, tenemos pocos datos referentes a las relaciones existentes entre la composición del estiércol y la de la hierba, en tanto que los estudios en el establo son numerosos.

(*) Véase *Productividad de la Hierba* (251, pp. 11, 31-24).

El pastoreo racional permite "fabricar" más excrementos.

Al mejorar los métodos de pastoreo, es decir, al satisfacer al máximo las exigencias del animal y de la hierba (*), aumentamos la cantidad y la calidad de esta última, que el animal ingerirá en mayores cantidades. De ello resultará, finalmente, un aporte al pasto de mayores cantidades de excrementos más ricos, los cuales, a su vez, darán una mayor producción de hierba de mejor calidad, y así sucesivamente. Nos encontramos, pues, en presencia de una «hélice orgánica» de la producción, que conduce progresivamente al enriquecimiento en humus del suelo y, por consiguiente, a un aumento lento de la producción de los pastos permanentes bien explotados.

Papel de los excrementos en la mejora de la flora.

Sir George STAPLEDON y William DAVIES señalaron perfectamente el papel desempeñado por los excrementos del ganado en la mejora de la flora de los pastos. Estos investigadores dicen (230, p. 38):

«La actuación favorable de los excrementos y de la orina es proporcional al rendimiento de la hierba que los animales ingieren y que convierten en abono orgánico. Esta acción es tanto más marcada cuanto mejor es la calidad de la hierba. Además, se trata de una acción acumulativa, por el hecho de que las plantas de pastoreo son particularmente sensibles al estado de fertilidad del suelo, fertilidad que asciende progresivamente con los aportes de excrementos. De ello resulta que los excrementos favorecen el desarrollo de las plantas que no pueden hacerlo más que sobre un suelo fértil, y que estas plantas llegarán a dominar a las que consiguieron mantenerse con anterioridad sobre el mismo suelo con un bajo nivel de fertilidad.»

(*) Véase *Productividad de la Hierba* (251, p. 35).

Los excrementos son el factor fundamental de la mejora de los pastos degenerados.

Estos dos investigadores ingleses han ilustrado perfectamente la influencia de los excrementos sobre el perfeccionamiento de la flora, informando acerca de una interesante experiencia que llevaron a cabo sobre pastos degenerados existentes en las colinas del País de Gales (230, p. 39):

«En 1930, comenzaron unas experiencias de abonos minerales en tres centros diferentes: dos de ellos en pastos de colinas, con festuca o cañuela, y el otro en pastos de molinia. En una de las series de parcelas, la hierba fué cortada anualmente dos veces, no siendo nunca pastada a diente por los animales; en otra serie, las parcelas fueron pastadas intensamente por ovejas a intervalos regulares. Todas las series recibieron grandes cantidades de abono completo, lo mismo las segadas que las pastadas a diente.

»A los nueve años de este tratamiento, el rendimiento de las series de parcelas segadas se había *duplicado*, mientras que el de las series que habían recibido el estiércol y la orina de las ovejas que pastaban en ellas, se había *quintuplicado*.

»Al final de estos nueve años, las series *pastadas* poseían una flora análoga a la de los pastos de escasa altura, consistente, sobre todo, en trébol blanco y salvaje y en gramíneas de valor, tales como el vallico o ray-grass y el dactilo; en tanto que las series únicamente *segadas* contenían tan sólo las especies salvajes que constituían su flora desde el principio del ensayo.»

Se ve, pues, claramente, cómo la influencia de los excrementos del animal (combinada con otras influencias ejercidas por éste) permiten hacer de un pasto degradado un pasto de calidad. Este resultado no hubiese sido alcanzado más que parcialmente con el aporte de abonos minerales.

Vamos a examinar ahora, un poco más de cerca, en qué forma actúan los excrementos sobre la evolución de la flora.

había cambiado apenas, mientras que el dactilo y el agróstide rastrero habían sido relativamente favorecidos.

Experiencia neozelandesa concerniente a la influencia de los excrementos sobre el conjunto del pastizal.

En Nueva Zelanda, SEARS y sus colaboradores emprendieron, en Palmerston y en Lincoln, una serie de ensayos referentes a la influencia de los abonos minerales y de los excrementos del animal que pasta sobre la composición de la flora, rendimientos de hierba, etc. Dichos ensayos duraron más de doce años y los autores, con un gran espíritu crítico, no dejaron de llamar la atención, en sus conclusiones, sobre las reservas que era necesario guardar ⁽²¹⁷⁻²²¹⁾ acerca de todo ello.

El método utilizado consistía en hacer pastar ovejas provistas de arneses que permitiesen recoger por separado la orina y el estiércol (*). Algunas parcelas recibieron estos excrementos, mientras que otras no los recibieron. Se compararon ambos grupos de parcelas desde el punto de vista perseguido por el estudio.

La acción ejercida por estos excrementos depende, naturalmente, de otros múltiples factores: terreno, clima, forma de pastoreo, etc. Pero estos ensayos permiten, sin embargo, percibir, al menos, los aspectos principales de la influencia ejercida sobre la flora por los excrementos del animal que pasta.

Señalemos que en estos ensayos se había realizado un aporte anual de 500 kilogramos de superfosfato por hectárea, y de 1.300 kilogramos de carbonato de cal por hectárea cada dos años.

(*) Es evidente, como ya han señalado los autores, que la orina o el estiércol, repartidos de una manera igual y regular por la superficie de un pasto, no ejercen la misma influencia que los que caen en grandes cantidades en ciertos lugares y nada en absoluto en otros. Además, para facilitar las experiencias y permitir su almacenamiento, el estiércol se desecó, depositando sobre el suelo, en un momento dado, las cantidades oportunas de este polvo. Se trata, pues, muy probablemente, de un estiércol bastante modificado.

CAPÍTULO IV

SENSIBILIDAD DE LAS PLANTAS INDIVIDUALES A LA ACCION DE LOS EXCREMENTOS

Acción localizada de los excrementos en los puntos en que son depositados.

En Inglaterra, NORMAN y GREEN ⁽¹⁹²⁾ estudiaron, siguiendo un método experimental particular, la influencia local que ejercen la orina y las heces de los bovinos sobre el punto mismo en que son depositados y en la superficie situada inmediatamente alrededor de este punto.

Se trataba de un pasto viejo permanente.

Pudieron comprobar que la orina no modifica en absoluto la composición botánica del punto afectado, lo que resulta bastante curioso (*).

Por el contrario, dos años después de depositada la *boñiga*, la proporción de festuca o cañuela roja y de llantén menor no

(*) Señalemos otra observación referente a la acción de la orina sobre el conjunto del pasto.

WHEELER (283), trabajando en un prado temporal, estimó que la orina por sí sola, con o sin excrementos, aumentaba la producción de gramíneas y disminuía la del trébol.

En la página 222 veremos una conclusión análoga de SEARS en el conjunto del pasto.

Los excrementos devueltos al pasto aumentan la relación entre las gramíneas y los tréboles.

En el cuadro número 47 (p. 221) hemos reproducido los resultados de los ensayos obtenidos en Palmerston North de 1941 a 1944, con un pasto sembrado en 1940. Se trataba de terrenos de alta calidad, muy ricos en potasa y que no precisaban en todo caso más que de algún aporte de margas y de superfosfato. El clima era muy húmedo (1.000 mm. de lluvia bien distribuída anualmente) y muy favorable al rendimiento de los pastos.

Las conclusiones de SEARS fueron las siguientes:

1.º La *orina sola* estimula el desarrollo de las gramíneas en el transcurso del primer año; pero, más tarde, este efecto se hace sentir con menos intensidad. Ello puede proceder de la falta de fosfato cuando no se estercolea, a pesar de la aplicación anual de 500 kilogramos de superfosfato por hectárea.

2.º El *estercolado por sí solo* no ejerce, en principio, una influencia sensible sobre la flora; pero después, la relación de las gramíneas al trébol aumenta, ascendiendo de 0,62 : 1 a 2,35 : 1 en cuatro años.

3.º El *estercolado con el total de los excrementos favorece notablemente* a las gramíneas en relación con las leguminosas, dando un cociente, desde el principio, de 2,46 : 1 (en lugar de 0,85 : 1 sin estercolado) y alcanzando al cuarto año una relación de 4,29 : 1.

4.º En las condiciones de la experiencia neozelandesa, el estercolado favoreció el desarrollo del vallico o ray-grass. Más adelante veremos (*) que ello puede, tal vez, ser debido a que los excrementos favorecen la aparición de los gusanos de tierra, que por sí mismos ayudarían al desarrollo del ray-grass (**).

(*) Véase cuadro número 96, p. 376.

(**) Véase p. 393.

CUADRO N.º 47

INFLUENCIA DEL ESTERCOLADO SOBRE LA COMPOSICIÓN DE LA FLORA

| Tratamiento | Años | Composición de la flora | | | | | Relación entre las gramíneas y los tréboles |
|---|-------------|-------------------------|-----------------|---------------|----------------|----------------|---|
| | | Ray-grass | Otras gramíneas | Trébol blanco | Trébol violeta | Otras especies | |
| Sin estercolado | 1941 | 38,0 | 5,9 | 32,5 | 18,5 | 6,1 | 0,85 |
| | 1942 | 37,4 | 8,1 | 48,2 | 6,1 | 0,2 | 0,84 |
| | 1943 | 38,7 | 12,7 | 43,8 | 3,2 | 1,6 | 1,09 |
| | 1944 | 48,5 | 18,4 | 35,9 | 4,7 | 0,5 | 1,45 |
| | Media | 38,6 | 11,2 | 39,9 | 8,4 | 1,0 | 1,00 |
| Con orina sola | 1941 | 60,4 | 5,8 | 22,4 | 8,3 | 3,1 | 2,16 |
| | 1942 | 51,1 | 6,2 | 37,9 | 3,9 | 0,9 | 1,37 |
| | 1943 | 56,6 | 10,2 | 31,9 | 0,9 | 0,4 | 2,04 |
| | 1944 | 48,7 | 19,8 | 29,1 | 1,6 | 0,8 | 2,23 |
| | Media | 54,5 | 10,4 | 30,2 | 3,7 | 1,2 | 1,90 |
| Con estiércol solo | 1941 | 32,6 | 4,6 | 33,7 | 26,4 | 2,7 | 0,62 |
| | 1942 | 41,2 | 14,3 | 39,6 | 4,5 | 0,4 | 1,28 |
| | 1943 | 43,6 | 22,2 | 30,3 | 2,8 | 1,2 | 1,98 |
| | 1944 | 43,8 | 26,8 | 26,7 | 2,9 | 0,8 | 2,35 |
| | Media | 40,0 | 17,0 | 32,6 | 9,1 | 1,3 | 1,40 |
| Con estercolado total (estiércol + orina) | 1941 | 65,9 | 4,7 | 19,3 | 9,1 | 1,7 | 2,46 |
| | 1942 | 60,1 | 6,6 | 30,2 | 1,5 | 1,6 | 2,10 |
| | 1943 | 62,6 | 11,7 | 22,5 | 0,5 | 2,7 | 3,23 |
| | 1944 | 60,7 | 18,3 | 17,6 | 0,8 | 2,6 | 4,29 |
| | Media | 62,1 | 10,1 | 22,7 | 2,9 | 2,2 | 2,80 |

N. B.—1.º Se trataba de un pasto sembrado en 1940.

2.º Los ensayos fueron realizados en Palmerston-North (Nueva Zelanda) de 1941 a 1944.

3.º Las cifras indican el porcentaje de materia seca dado por cada una de las plantas del total cosechado.

Según SEARS (217).

El estercolado hace retroceder al agróstide, gramínea muy mediocre.

Una cuestión que se planteaba era, evidentemente, la de saber en qué medida el aporte de los abonos minerales podía mo-

dificar estos resultados. Hemos indicado en el cuadro número 48 los resultados de SEARS (221), obtenidos en condiciones análogas a las de Palmerston North, en donde pastaron ovejas. En ambos casos, con o sin estercolado, se hicieron cuatro tratamientos diferentes (*).

CUADRO N.º 48

INFLUENCIA COMBINADA DEL APORTE DE ABONOS MINERALES Y DEL ESTERCOLADO SOBRE LA COMPOSICIÓN DE LA FLORA

| Excrementos | Abono mineral aportado | Composición botánica | | | | | | | |
|-----------------|---|----------------------|-----------|------|---------|----------|-----------------|--------|---------------|
| | | Ray-grass | Agróstide | Fleó | Dactilo | Cinosuro | Otras gramíneas | Trébol | Otras hierbas |
| Sin estercolado | a) Sin abono mineral. | 23 | 11 | 2 | 3 | 1 | 1 | 58 | 1 |
| | b) Carbonato de cal. | 21 | 9 | 3 | 4 | 1 | 1 | 60 | 1 |
| | c) Superfosfato | 24 | 7 | 2 | 4 | 2 | 1 | 59 | 1 |
| | d) Carbonato de cal y superfosfato | 27 | 4 | 3 | 7 | 1 | 1 | 56 | 1 |
| Estercolado | a) Sin abono mineral. | 49 | — | 2 | 2 | — | 2 | 42 | 3 |
| | b) Carbonato de cal. | 48 | 1 | 2 | 4 | — | 1 | 43 | 1 |
| | c) Superfosfato | 52 | 1 | 2 | 2 | — | 1 | 41 | 1 |
| | d) Carbonato de cal y superfosfato | 51 | — | 2 | 2 | — | 1 | 42 | 2 |

N. B.—1.º Las cifras indican el porcentaje de materia seca en cada una de las plantas en el total cosechado.

2.º Estos ensayos han sido realizados en Palmerston-North (Nueva Zelanda) de 1946 a 1950.

(Compárese el cuadro núm. 96, p. 376.)

Según SEARS (221).

(*) Estos cuatro tratamientos fueron: a) ningún aporte de abonos minerales, b) aporte de carbonato de cal solo; c) aporte de superfosfato solo; d) aporte combinado de carbonato de cal y de superfosfato.

No se hizo aporte de potasa, ya que el suelo era muy rico en ella como ya hemos dicho. Recordemos igualmente que, en los ensayos cuyos resultados figuran en el cuadro número 47, se hizo un aporte anual de 500 kilogramos de superfosfato por hectárea y cada dos años de 1.300 kilogramos de carbonato de cal por hectárea. Las cantidades aportadas en el presente ensayo fueron poco más o menos iguales, de tal forma que los ensayos del cuadro número 47 corresponden a los (d) del cuadro número 48.

El examen del cuadro número 48 muestra dos hechos salientes:

1.º El retroceso del *agróstide*, gramínea de poco valor, que representa el 11 por 100 de la flora cuando no hay estercolado o aporte de abonos minerales, *desaparece por completo simplemente con una aportación de estiércol*.

2.º La *progresión* del vallico o ray-grass, que casi duplica su proporción cuando se estercola.

Señalemos otros dos:

a) El estercolado hace desaparecer por completo la cola de perro o cinosuro, gramínea de baja calidad.

b) Los estiércoles hacen retroceder ligeramente la proporción de trébol blanco, de forma que, como ya hemos señalado anteriormente, existe un aumento de la relación entre las gramíneas y los tréboles.

La flora es muy diferente, según que haya o no estercolado.

Debemos señalar que no nos hemos ocupado aquí de la composición de la flora, pero que, en cambio, se sobreentiende que el estercolado o el aporte de abonos minerales aumentan los rendimientos del pasto. No siendo éste nuestro propósito directo, hemos dejado a un lado estas interesantes cuestiones remitiendo al lector a los trabajos de SEARS, en los que se tratan detalladamente.

Debemos recordar asimismo que se trata de pastoreo por ovejas y de estercolado a cargo de éstas. Ahora bien; como hemos dicho antes, la oveja pasta de una manera muy distinta al ganado vacuno, y sus excrementos tienen una composición muy diferente de los de vaca, caballo, etc. (18 bis).

Este ensayo, el único en su género que conocemos, tiene el gran mérito de demostrarnos lo distinta que puede ser la flora con o sin estercolado.

En el capítulo precedente hemos visto el papel fundamental que pueden desempeñar los excrementos en la mejora de la flora de los pastizales muy degenerados. Lo comprenderemos mejor todavía después de examinar los resultados de SEARS.

PARTE NOVENA

INFLUENCIA DE LA ILUMINACION SOBRE LAS ASOCIACIONES VEGETALES

CAPÍTULO PRIMERO

NECESIDADES LUMINICAS DE LAS DIFERENTES PLANTAS PRATENSES

Dinámica de las necesidades lumínicas en las plantas pratenses.

Podría pensarse que, en principio, el aporte de luz a las plantas pratenses es un factor estático, en el que el hombre no puede intervenir.

Ahora bien, existen dos procedimientos principales, según los cuales, el hombre puede modificar la iluminación de las plantas pratenses consideradas individualmente o de las diversas zonas; estos dos procedimientos son:

1. Modificar los sistemas de explotación;
2. La plantación de árboles, setos, etc.

Este último método será estudiado en el segundo capítulo de esta parte novena. Examinaremos, pues, en primer lugar, el primero de estos procedimientos.

El pastoreo racional y la iluminación de las plantas.

En el pastoreo racional o de rotación puede influir la iluminación de las plantas, debido, sobre todo, a dos factores:

1. La altura de la hierba al ser pastada.
2. La mayor o menor altura del corte de la hierba por el diente del animal.

Si, por ejemplo, se deja crecer bastante la hierba antes de que sea pastada, las gramíneas altas tenderán a privar de luz a las plantas bajas.

Si el pastoreo es muy a ras del suelo, facilitará el rebrote de las plantas necesitadas de luz en aquel estado vegetativo; éste es el caso particular del trébol blanco.

Estos fenómenos pueden hacerse sentir igualmente en el pastoreo *continuado*, pero entonces son relativamente mucho menos controlados y dirigidos por el hombre.

La siega perjudica a las plantas ávidas de luz.

En el caso de los prados de siega, encontramos los mismos factores:

- altura de la hierba en el momento del corte;
- distancia del suelo a la que es cortada.

Por término medio, estas dos alturas son mayores que las correspondientes al pastoreo. De ello resulta que la siega, en relación con este último, perjudica a las plantas necesitadas de luz.

Clasificación de las plantas de pastoreo según sus necesidades de iluminación.

La clasificación de las plantas, según sus necesidades de iluminación, es delicada como el resto de las clasificaciones de este libro, en las que se considera un solo factor, independiente de los demás.

A ello se añade, como veremos en el próximo capítulo, referente a los efectos sobre la flora de la sombra de los árboles, que un lugar privado de luz es también, con frecuencia, un lugar húmedo.

Teniendo en cuenta todas estas reservas, citaremos la clasificación de ELLENBERG (80, p. 76-77) quien, basándose en trabajos suizos y en sus propias observaciones, obtenidas en el transcurso de investigaciones ecológicas, clasificó las plantas pratenses en cinco categorías, con respecto a sus necesidades de iluminación (*Lichtbedürfnis*) (*).

En el cuadro número 49 citamos algunas plantas pratenses indicadas por ELLENBERG como pertenecientes a cada una de estas cinco categorías.

Es evidente que, en este caso, se trata de la influencia directa de la falta de luz; pero, como ya hemos dicho al principio, el árbol, que proyecta su sombra sobre la planta ejerce otras influencias indirectas.

Sensibilidad relativa de las plantas frente a la reducción de la iluminación.

Nos interesa, sobre todo, conocer la sensibilidad relativa de las plantas pratenses frente a la reducción de la iluminación. Desgraciadamente, conocemos pocos casos sobre ello.

El cuadro número 49 indica, por ejemplo, que la cañuela roja, el agróstide común y el trébol blanco necesitan una buena iluminación (categoría L. 5). Pero existen notables diferencias entre estas tres plantas en lo que se refiere a su sensibilidad ante la reducción de la iluminación, tal como lo demuestra el cuadro número 50.

(*) Estas cinco categorías son:

L. 2.—Plantas que soportan bien la sombra, pero que prosperan igualmente en lugares muy soleados.

L. 3.—Plantas que soportan medianamente la sombra, pero que prosperan igualmente en lugares medianamente soleados.

L. 4.—Plantas que no pueden soportar más que una sombra muy moderada.

L. 5.—Plantas con necesidad absoluta de una buena iluminación y que no soportan más que una ligera sombra.

L. 6.—Plantas indiferentes, en amplios límites, en relación con la iluminación.

CUADRO N.º 49

NECESIDADES DE ILUMINACIÓN DE LAS PLANTAS PRATENSES

| NOMBRES COMUNES | NOMBRES LATINOS |
|--|------------------------------|
| CATEGORÍA L. 2.—Plantas que soportan bien la sombra. | |
| Poa común | <i>Poa trivialis</i> |
| Bromo dulce | <i>Bromus mollis</i> |
| Holco blanco o blando | <i>Holcus mollis</i> |
| Molinia azul | <i>Molinia coerulea</i> |
| Carex paniculado | <i>Carex paniculata</i> |
| Angélica silvestre | <i>Angelica silvestris</i> |
| CATEGORÍA L. 3.—Plantas que soportan medianamente la sombra. | |
| Lastón, rompebarrigas | <i>Brachypodium pinnatum</i> |
| Carex veloso | <i>Carex hirta</i> |
| Flor del cuclillo | <i>Lychnis Flox-cuculi</i> |
| Almorta pratense | <i>Lathyrus pratensis</i> |
| Dactilo aglomerado | <i>Dactylis glomerata</i> |
| Holco lanoso o veloso | <i>Holcus lanatus</i> |
| CATEGORÍA L. 4.—Plantas que no soportan más que una sombra muy moderada. | |
| Carex falso-panizo | <i>Carex panica</i> |
| Campanula | <i>Campanula patula</i> |
| Cuernecillo o loto pratense | <i>Lotus corniculatus</i> |
| Trébol violeta | <i>Trifolium pratense</i> |
| Vallico o ray-grass inglés | <i>Lolium perenne</i> |
| Agróstide blanco | <i>Agrostis alba</i> |
| Cañuela pratense | <i>Festuca pratensis</i> |
| CATEGORÍA L. 5.—Plantas con necesidad absoluta de una buena iluminación. | |
| Carex de Davall | <i>Carex Davalliana</i> |
| Gatuña rastrera | <i>Ononis repens</i> |
| Carlina vulgar | <i>Carlina vulgaris</i> |
| Avena pratense | <i>Avena pratensis</i> |
| Avena alta o elevada | <i>Arrhenaterum elatius</i> |
| Trébol blanco o rastrero | <i>Trifolium repens</i> |
| Cañuela roja | <i>Festuca rubra</i> |
| Agróstide común | <i>Agrostis vulgaris</i> |
| CATEGORÍA L. 6.—Plantas indiferentes a la iluminación. | |
| Carex pilulífero | <i>Carex pilulifera</i> |
| Reina de los prados | <i>Spiraea Ulmaria</i> |
| Perifollo silvestre | <i>Anthriscus silvestris</i> |
| Botón de oro acre | <i>Ranunculus acris</i> |
| Herácleo | <i>Heracleum Sphondylium</i> |
| Alverja de las majadas | <i>Vicia sepium</i> |

Según ELLENBERG (80, p. 76).

Cuando la iluminación se reduce al 44 por 100 de su intensidad primitiva, la producción de cañuela roja sólo descende en un 19 por 100, y la del agróstide común, en un 27 por 100; en cambio, la del trébol blanco descende en un 50 por 100. Cualquier reducción de la iluminación afectará, pues, mucho más profundamente al trébol blanco que a la cañuela roja y al agróstide común.

CUADRO N.º 50

INFLUENCIA DE LA REDUCCIÓN DE LA ILUMINACIÓN SOBRE EL DESARROLLO DE TRES PLANTAS PRATENSES

| Nombres comunes | Nombres latinos | Iluminación relativa | | |
|----------------------------------|---------------------------------|----------------------|-------|-------|
| | | 100 % | 61 % | 44 % |
| Cañuela roja | <i>Festuca rubra</i> | 17,19 | 17,37 | 13,92 |
| Agróstide común | <i>Agrostis vulgaris</i> | 18,44 | 16,58 | 13,49 |
| Trébol blanco o rastre-ro | <i>Trifolium repens</i> | 24,32 | 15,80 | 12,51 |

N. B.—Las cifras se refieren a gramos recogidos por maceta de ensayo.

Según BLACKMAN (24).

Frecuencia de algunas plantas pratenses en lugares con sombra y sin sombra.

El suizo BÜRKI⁽³⁵⁾ ha comparado el porcentaje de las plantas pratenses en el césped de prados con buena iluminación o sombreados, obteniendo una medida del «apetito» mayor o menor de estas plantas por la luz, que él llama *Lichthunger* («hambre de luz»). Estos resultados figuran en el cuadro número 51 (página 230).

Vemos en él, como más tarde lo confirmaron los trabajos de STASSEN (*), que el dactilo y el holco lanoso o veloso son favorecidos por la sombra.

(*) Véase el cuadro número 52 (p. 232).

El trébol blanco, planta de luz.

Todas estas cifras concuerdan, desde el punto de vista de la ecología dinámica de los pastos, para demostrarnos que el trébol blanco no puede soportar más que una sombra moderada.

Esta necesidad lumínica del trébol blanco explica que se puede comprobar un retroceso de dicha planta cuando:

- a) se hacen pastar las hierbas altas sin recortarlas mucho;
- b) se siega;
- c) se favorece el crecimiento de gramíneas con aportes de nitrógenos (sin hablar de otras acciones directas entre el nitrógeno y el trébol) (*).

CUADRO N.º 51

PORCENTAJE RELATIVO MEDIO DE CIERTAS PLANTAS PRATENSES EN LUGARES SOMBREADOS Y NO SOMBREADOS

| Nombres comunes | Nombres latinos | Porcentaje relativo medio en los pastos | |
|------------------------------|-------------------------------------|---|---------------|
| | | Sombreados | No sombreados |
| Dactilo aglomerado | <i>Dactylis glomerata</i> | 16 | 7,5 |
| Holco lanoso o veloso .. | <i>Holcus lanatus</i> | 10 | 5,0 |
| Poa pratense | <i>Poa pratensis</i> | 16 | 10,0 |
| Avena alta o elevada | <i>Arrhenatherum elatius</i> | 2,5 | 6,5 |
| Vallico o ray-grass inglés. | <i>Lolium perenne</i> | 2,0 | 6,0 |
| Perifollo silvestre | <i>Anthriscus silvestris</i> | 11 | 1,5 |
| Botón de oro acre | <i>Ranunculus acris</i> | 5 | 1,5 |
| Herácleo | <i>Heracleum Sphondylium</i> | 3 | 6,5 |
| Trébol violeta | <i>Trifolium pratense</i> | 1 | 10,0 |
| Trébol blanco o rastrero ... | <i>Trifolium repens</i> | 1 | 13,0 |

Según BÜRKI (35).

(*) Véase pp. 291-319.

INFLUENCIA DE LA SOMBRA DE LOS ARBOLES SOBRE LA FLORA

Los árboles de los bosquetes.

El hombre, al plantar árboles o cercados en sus pastos, crea zonas sombreadas que van a modificar su flora. Esta intervención del hombre se hace sentir, sobre todo, en los prados-bosquetes, en los que han sido plantados árboles frutales.

Es difícil separar de una manera absoluta el factor «sombra del árbol» de las demás acciones ejercidas por los árboles. La caída de las hojas de los árboles en el prado proporciona, a la vez, una cobertura y un abono al suelo, cuya influencia puede ser muy importante. Las raíces de los árboles compiten con las de la hierba en relación con el agua del suelo. Por otra parte, si la sombra ejerce una acción directa sobre la planta, puede ejercer igualmente una influencia indirecta, originando ciertos cambios en el suelo, y modificando especialmente su estado de humedad, al crear eventualmente cierta acidez (*) más o menos marcada.

Relaciones entre la intensidad del pastoreo y la sombra de los árboles.

STASSEN (231-232), en la región de Aquisgrán (Alemania), estu-

(*) Véanse pp. 251-263.

dió la influencia de los árboles de los prados sobre la hierba. Quiso, sobre todo, saber si sería posible, con un pastoreo más intensivo y con aportes de abonos, compensar la desfavorable influencia causada por la sombra de los árboles frutales.

La parcela A recibió una fuerte cantidad de abono y fué pastoreada de manera *intensiva*.

La parcela B recibió la *misma cantidad* de abono que la A, pero fué pastoreada con *menor intensidad*.

La parcela C recibió *ligeras cantidades* de abono y fué pastoreada ligeramente, de forma *extensiva*.

CUADRO N.º 52

INFLUENCIA SOBRE LA FLORA DE LA ACCIÓN COMBINADA DE LA INTENSIDAD DEL PASTOREO, DE LOS APORTES DE ABONOS Y DE LA SOMBRA DE LOS ÁRBOLES FRUTALES

| Parcela | | A | | B | | C | |
|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|------|------------------------|------|-------|------|
| Intensidad del pastoreo | | Muy elevada | | Medía | | Débil | |
| Aporte de abonos | | Fuerte | | Fuerte | | Débil | |
| Sombra | | Sin | Con | Sin | Con | Sin | Con |
| Nombres comunes | Nombres latinos | Porcentaje en la flora | | | | | |
| Agróstide blanco ... | <i>Agrostis alba</i> ... | 3 | 5 | 4 | 7 | 1 | 8 |
| Agróstide común ... | <i>Agrostis vulgaris</i> ... | — | — | — | — | 14 | — |
| Dactilo aglomerado | <i>Dactylis glomerata</i> ... | — | 1 | 9 | 20 | 6 | 50 |
| Cañuela roja ... | <i>Festuca rubra</i> ... | — | — | 1 | — | 6 | — |
| Holco lanoso ... | <i>Holcus lanatus</i> ... | — | — | 1 | — | 7 | 15 |
| Vallico o ray-grass inglés ... | <i>Lolium perenne</i> ... | 45 | 58 | 45 | 50 | 14 | 5 |
| Poa común ... | <i>Poa trivialis</i> ... | 12 | 19 | 10 | 20 | 8 | 15 |
| Trébol blanco ... | <i>Trifolium repens</i> ... | 20 | 1 | 18 | — | 30 | — |
| pH del suelo | | 7,1 | 7,2 | 6,7 | 6,6 | 5,0 | 5,2 |
| Contenido del suelo en | | P ₂ O ₅ (mg.) | | K ₂ O (mg.) | | | |
| | | 8,0 | 13,0 | 15,5 | 19,0 | 5,0 | 11,0 |
| | | 50,0 | 50,0 | 32,0 | 44,0 | 24,0 | 50,0 |

Según STASSEN (232).

El cuadro número 52 indica los porcentajes de las principales gramíneas y de trébol blanco de cada una de las tres parcelas en dos zonas en cada una: sin árboles frutales (es decir, *sin sombra*) y con árboles frutales (es decir, *con sombra*).

El suelo de las partes sombreadas es más rico en elementos fertilizantes.

Salvo cuando el pastoreo es muy intensivo (parcela A), la riqueza en elementos fertilizantes es mayor en las partes sombreadas, lo que deriva de dos causas:

1.ª Los animales tienen tendencia a depositar sus excrementos en las partes sombreadas.

2.ª Los animales prefieren la hierba de las partes bien iluminadas (y menos ensuciadas por los excrementos), de forma que el gasto de elementos fertilizantes es menor en las partes sombreadas. Vemos aparecer así un fenómeno curioso e inesperado con respecto a la sombra.

La sombra favorece generalmente el dactilo y el holco lanoso.

Comprobamos que, en las tres parcelas, la sombra de los árboles rechaza casi por completo al trébol blanco, lo que confirma cuanto acabamos de decir en el capítulo precedente.

El agróstide común y la cañuela roja no pueden defenderse más que en los suelos pobres en abonos, pastoreados con poca intensidad y sin sombra.

Más interesante es observar cómo un pastoreo escaso y un leve aporte de abono modifican las influencias ejercidas por la sombra. En la parcela A, el dactilo y el holco lanoso son muy favorecidos por la sombra de los árboles, mientras que el vallico o ray-grass queda reducido a los dos tercios.

Ello corresponde a los resultados indicados en el capítulo anterior (*); pero más interesante aún es que, como veremos ahora.

(*) Véase cuadro número 51 (p. 230).

esta acción general de la sombra sobre las dos plantas citadas (y sobre otras) está modificada por los aportes de abono y por la intensidad del pastoreo.

Modificaciones de la acción de la sombra por los abonos y la intensidad del pastoreo.

Cuando el pasto es intenso y se mantiene la hierba con abonos minerales, puede comprobarse (parcela A) que el dactilo y el holco lanoso apenas existen en la parte sombreada.

Si con este mismo aporte de abonos se reduce la intensidad del pastoreo (parcela B), el dactilo se defiende bien, sobre todo en la parte sombreada.

Esta influencia del pastoreo es particularmente notable en el caso del holco lanoso.

En la parte sombreada de la parcela C encontramos una flora pobre, invadida por el holco lanoso. Es evidente que los animales en pastoreo permanente (extensivo) no gustan de estas partes sombreadas.

Pero el pastoreo intensivo, que limita las cantidades de hierba disponible para los animales, obliga a éstos a pastar también en las partes sombreadas, lo que en A produce una hierba en la zona bajo los árboles, en la que ha desaparecido el holco lanoso, y cuyo 50 por 100 está constituido por vallico o ray-grass. Podemos comprobar, por tanto, y una vez más, hasta qué punto los métodos de explotación determinan netamente la flora de un pasto.

El efecto de la sombra sobre el vallico o ray-grass puede invertirse con el método de explotación.

La poa común parece ser indiferente a la acción de la intensidad del pastoreo y al aporte de abono. Las diferencias entre las partes iluminadas y las partes sombreadas son casi las mismas en las tres parcelas. Pero puede observarse un caso muy curioso:

— con escaso aporte de abono y débil intensidad de pastoreo, existe menos vallico o ray-grass en la parte sombreada, lo que corresponde al hecho generalmente observado;

— pero cuando se pasta intensivamente y se hacen amplias aportaciones de abono, el fenómeno se invierte y el vallico o ray-grass es ligeramente más abundante.

Comprobamos, pues, una vez más, la plasticidad de la flora bajo el estricto control de los sistemas de explotación.

Mejora de la flora por el pastoreo intensivo.

STASSEN⁽²³²⁾ describe así los aspectos de las tres parcelas:

«Lo que no dicen las cifras es cómo varía el aspecto de las tres parcelas en las partes con y sin sombra.

»En la parcela A (intensivamente pastoreada), no se observaron diferencias en el aspecto de la hierba; la parte sombreada apenas parecía haber sido recortada a diente. Ahora bien, en la parcela B, la parte sombreada parecía estar ya menos consumida, lo que se tradujo por la presencia de cierta proporción de dactilo y de poa común en flor. Por el contrario, en la parcela C, la parte sombreada apenas había sido pastada y presentaba el aspecto de un buen prado de siega.»

Creemos que esta experiencia de STASSEN es particularmente interesante, ya que demuestra una vez más la dificultad que existe para separar totalmente los factores que actúan sobre la flora. Pero la enseñanza principal es la acción del pastoreo intensivo, con la ayuda de los aportes de abono necesarios en la mejora de la flora.

PARTE DECIMA

LA HUMEDAD DEL SUELO Y LA FLORA
DE LOS PASTOS

CAPÍTULO PRIMERO

FRECUENCIA DE LAS PLANTAS PRATENSES
EN RELACION CON LA HUMEDAD DEL SUELO

Clasificación de las plantas, según su comportamiento con respecto a las condiciones de humedad del suelo.

Las clasificaciones de las plantas según su sensibilidad a la humedad son numerosas. Citaremos, por ejemplo, la clasificación americana de BLANEY ⁽²⁵⁾.

Este autor clasifica a las plantas según su capacidad de adaptación a las distintas condiciones de humedad del suelo en:

a) *Xerofitas*.—Se adaptan a un fuerte grado de evaporación y soportan bien la falta de agua.

b) *Mesofitas*.—Se desarrollan en medios en los que no existe exceso ni escasez de agua.

c) *Hidrofitas*.—Viven en suelos parcial o totalmente sumergidos en agua, o cuyas raíces pueden vivir en un suelo saturado de agua, en la que se sumergen periódicamente.

d) *Freatofitas*.—Viven en lugares en que es posible enviar las raíces hasta las capas acuáticas subterráneas o, al menos,

hasta los conductos capilares que se encuentran por encima de dichas capas.

La "cifra de humedad" de Ellenberg.

Creemos preferible utilizar aquí la clasificación de ELLENBERG (80, p. 64) y caracterizar a las plantas pratenses por lo que el autor llama la «cifra de humedad» (*Feuchtezahl*), que designa con la letra F (*).

Esta clasificación podemos encontrarla en el cuadro número 53 (p. 239).

La capacidad de adaptación a la humedad y a la inmersión.

Como hace notar ELLENBERG, esta clasificación no tiene en cuenta (y no puede tenerlo) el hecho de que la humedad del suelo de los pastos varía de manera diferente en el transcurso de cada estación. Ahora bien, la importancia de estas fluctuaciones de humedad es, a veces, el factor que favorece o detiene el desarrollo de una especie. Por ejemplo, el silaus pratense (*Silauus pratensis*) parece no poder desarrollarse más que en terrenos ligeramente húmedos (F. 3); a su vez, la pimpinela mayor (*Sanguisorba officinalis*) y la molinia azul (*Molinia coerulea*).

(*) Esta clasificación es la siguiente:

F. 1.—Crecen sobre todo en lugares *muy secos*, soportando la fuerte desecación del suelo y no gustando de la humedad del mismo.

F. 2.—Se desarrollan preferentemente en terrenos *secos*, pero pueden encontrarse en suelos transitoriamente húmedos.

F. 3.—Crecen ante todo en terrenos *ligeramente húmedos* que no se desecan demasiado y que algunas veces están muy mojados.

F. 3, 5.—De terrenos *medianamente húmedos*.

F. 4.—Se encuentran sobre todo en los terrenos *húmedos* que no sufren nunca largos períodos de sequía, y no son sensibles a una humedad exagerada.

F. 5.—Se encuentran sobre todo en terrenos *muy húmedos*, pobres en aire. No pueden desarrollarse nunca en suelos secos, aunque sea pasajeramente.

F. 6.—Crecen en las *márgenes de los arroyos* y no se encuentran en el pasto más que en las zonas cercanas a los mismos.

F. 0.—Son bastante insensibles al contenido en agua y en aire del suelo, pero no soportan los *grandes extremos*.

no se desarrollan más que en terrenos húmedos (F. 4). Pero las tres especies poseen cierta capacidad de adaptación y pueden soportar perfectamente tanto una sequía pasajera del suelo como una fuerte humedad transitoria. Para tener en cuenta este hecho, a la «cifra de humedad» de estas plantas se le añade la letra A, que indica su capacidad de adaptación representada por la característica F. 3. A, por ejemplo.

Otra serie de especies puede soportar inundaciones pasajeras que las sumergen. Dicho de otra forma, son capaces de resistir durante cierto tiempo la privación parcial de aire. Cuando la inundación ha cesado, tienen tendencia a rebrotar más pronto que otras plantas. Para tenerlo en cuenta, se añade la letra S a la cifra de humedad, indicando que pueden estar pasajeramente sumergidas (por ejemplo, F. 5. S.).

Las letras A y S se indican junto a ciertas plantas del cuadro número 53.

CUADRO N.º 53

COMPORTAMIENTO DE LAS PLANTAS FRENTE A LA HUMEDAD DEL SUELO

A = Buena capacidad de adaptación de la planta a diferentes medios de humedad.
S = Planta que puede soportar una inmersión pasajera.

| NOMBRES COMUNES | NOMBRES LATINOS |
|---|------------------------------|
| Suelo muy seco.—Cifra de humedad = 1. | |
| Estipe capilar | <i>Stipa capillata</i> |
| Carex mínimo | <i>Carex humilis</i> |
| Anémoma | <i>Anémoma pulsatilla</i> |
| Siempreviva de las arenas | <i>Helichrysum arenarium</i> |
| Suelo seco.—Cifra de humedad = 2. | |
| Bromo erguido | <i>Bromus erectus</i> |
| Carex de los montes | <i>Carex montana</i> |
| Vulneraria | <i>Anthyllis vulneraria</i> |
| Carlina vulgar | <i>Carlina vulgaris</i> |
| Suelo ligeramente húmedo.—Cifra de humedad = 3. | |
| Silauus pratense (A) | <i>Silauus pratensis</i> |
| Dactilo aglomerado (A) | <i>Dactylis glomerata</i> |
| Carex pálido | <i>Carex pallescens</i> |
| Alverja de los setos | <i>Vicia sepium</i> |
| Verónica de camello | <i>Veronica Chamoedrys</i> |

| NOMBRES COMUNES | NOMBRES LATINOS |
|--|--------------------------------|
| Avena alta o elevada | <i>Arrhenatherum elatius</i> |
| Chirivía olearácea | <i>Pastinaca oleracea</i> |
| Crépide pratense | <i>Crepis biennis</i> |
| Barbón o barba cabruna | <i>Tragopodon pratensis</i> |
| Suelo medianamente húmedo.—Cifra de humedad = 3,5. | |
| Poa común | <i>Poa trivialis</i> |
| Cola de zorra, carricera | <i>Alopecurus pratensis</i> |
| Holco lanoso o veloso | <i>Holcus lanatus</i> |
| Cañuela pratense | <i>Festuca pratensis</i> |
| Ortiga mayor | <i>Urtica dioica</i> |
| Ranúnculo rastrero | <i>Ranunculus repens</i> |
| Suelo húmedo.—Cifra de humedad = 4. | |
| Bromo racimoso | <i>Bromus racemosus</i> |
| Junco silvático | <i>Scirpus sylvaticus</i> |
| Angélica silvestre | <i>Angelica silvestris</i> |
| Gallo de los pantanos | <i>Galium uliginosum</i> |
| Cañuela arundinácea (A) | <i>Festuca aundinqcea</i> |
| Deschampsia caespitosa (A) | <i>Deschampsia caespitosa</i> |
| Junco de esteras (A) | <i>Juncus effusus</i> |
| Junco conglomerado (A) | <i>Juncus conglomeratus</i> |
| Reina de los prados (A) | <i>Spirea ulmaria</i> |
| Hierba del toro o Salicaria (A) | <i>Lythrum salicaria</i> |
| Selino de hojas de alcaravea | <i>Selinum Carvijolia</i> |
| Senecio acuático | <i>Senecio aquaticus</i> |
| Cardo falustre (A) | <i>Cirsium palustre</i> |
| Bistorta | <i>Polygonum bistorta</i> |
| Escabiosa (A) | <i>Scabiosa succisa</i> |
| Equiseto, cola de caballo de los pantanos (A) | <i>Equisetum palustre</i> |
| Molinia azul (A) | <i>Molinia coerulea</i> |
| Pimpinela mayor (A) | <i>Sanguisorba officinalis</i> |
| Suelo muy húmedo.—Cifra de humedad = 5. | |
| Hierba del maná (S) | <i>Glyceria aquatica</i> |
| Carex gracilis | <i>Carex gracilis</i> |
| Almorta de los pantanos | <i>Lathyrus palustris</i> |
| Valeriana de los pantanos | <i>Valeriana dioica</i> |
| Poa de los pantanos (S) | <i>Poa palustris</i> |
| Alpiste de agua (S) | <i>Phalaris arundinacea</i> |
| Carex de los pantanos (A) | <i>Carex acutiformis</i> |
| Peucedaneum palustre | <i>Peucedaneum palustre</i> |
| Lirio amarillo (S) | <i>Iris Pseudacorus</i> |
| Ranúnculo recto | <i>Ranunculus Flammula</i> |
| Menta acuática | <i>Mentha aquatica</i> |

| NOMBRES COMUNES | NOMBRES LATINOS |
|--|-----------------------------------|
| Hierba certella (S) | <i>Caltha palustris</i> |
| Gallo de los pantanos | <i>Galium palustre</i> |
| Scirpe cespitosa | <i>Scirpus caespitosus</i> |
| Carex de lana | <i>Eriophorum angustifolium</i> |
| Pimentilla | <i>Polygonum Persicaria</i> |
| Carex de Davall (A) | <i>Carex Devalliana</i> |
| Carex zorrano (S) | <i>Carex vulpina</i> |
| Esqueno ferrugíneo (A) | <i>Schoenus ferrugineus</i> |
| Suelo de las márgenes de los arroyos.—Cifra de humedad = 6. | |
| Carrizo | <i>Phragmites communis</i> |
| Equiseto de los fangales | <i>Equisetum limosum</i> |
| Suelo de humedad media sin grandes extremos.—Cifra de humedad = 0. | |
| Avena vellosa | <i>Avena pubescens</i> |
| Trébol violeta | <i>Trifolium pratense</i> |
| Llantén menor | <i>Plantago lanceolata</i> |
| Agróstide común | <i>Agrostis vulgaris</i> |
| Gramma de olor | <i>Anthoxanthum odoratum</i> |
| Cañuela roja var. rastrera | <i>Festuca rubra var. genuina</i> |
| Poa pratense | <i>Poa pratensis</i> |
| Avena amarilla o de oro | <i>Trisetum flavescens</i> |
| Acederilla | <i>Rumex crispus</i> |
| Cejas de Venus | <i>Achillea Millefolium</i> |
| Perifollo silvestre (A) | <i>Anthriscus silvestris</i> |
| Margarita mayor (A) | <i>Leucanthemum vulgare</i> |
| Cuajaleche blanco | <i>Galium Mollugo</i> |
| Herácleo | <i>Heracleum Sphondylium</i> |
| Zanahoria silvestre | <i>Daucus Carota</i> |
| Botón de oro acre | <i>Ranunculus acris</i> |

Según ELLENBERG (80, pp. 63-64).

CAPÍTULO II

LA FLORA DE LOS PASTOS INDICA EL REGIMEN DE LAS AGUAS DEL SUELO

Preferencia relativa de las plantas por un suelo húmedo o seco.

Las cifras que hemos dado en el capítulo precedente no ofrecen más que un carácter relativo.

Ello nos lo muestra el cuadro número 54, en el que se indican las frecuencias relativas de umbelíferas, según la humedad del suelo de los pastos de siega.

Las especies que figuran en la parte superior del cuadro exhiben su mayor frecuencia en los terrenos secos, y las de la inferior, en los terrenos húmedos. Es preciso tener en cuenta la forma de variación de esta frecuencia en relación con la mayor o menor humedad del suelo.

Vemos, por ejemplo, que el perifollo y la angélica ofrecen su frecuencia máxima (100) en suelos muy húmedos; pero la misma se reduce en los suelos secos a 16, para el perifollo, y a 3, para la angélica. De ello resulta que esta última es un *indicador mucho más seguro de terrenos húmedos que el perifollo*.

Modificaciones de la capa freática como consecuencia de la construcción de presas.

Es muy difícil, mediante sondeos, toma de muestras, análisis, etc., conocer con exactitud la humedad del suelo a diferen-

tes profundidades, el nivel variable de la capa freática, y su evolución en el transcurso de los distintos períodos del año, en relación con las variedades climáticas, etc. Se ha pensado que la flora pratense (o la vegetación natural) podrían proporcionar-nos valiosas indicaciones.

Esta clasificación ha presentado, incluso recientemente, un aspecto curioso: como consecuencia de la construcción de presas hidroeléctricas, descendió el nivel de la capa freática en ciertas regiones de la margen izquierda del bajo Rhin (278). Ello acarrió graves consecuencias para la vegetación. El proceso fué estudiado considerando las modificaciones de la flora pratense, resultantes de este descenso de la capa freática.

Las asociaciones vegetales de las superficies verdes naturales o de los pastos tienen una importancia singular para el conocimiento de la humedad del suelo y de las condiciones de régimen de las aguas que en él existen (véase LUTZ (171) y FRECKMANN (93)).

CUADRO N.º 54

FRECUENCIA RELATIVA DE CIERTAS UMBELÍFERAS SEGÚN LA HUMEDAD DE LOS PRADOS DE SIEGA

| Nombres comunes | Nombres latinos | Suelo | | | |
|----------------------|-----------------------------|-------|-----------------|--------|------------|
| | | Seco | Muy poco húmedo | Húmedo | Muy húmedo |
| Saxifraga menor | <i>Pimpinella saxifraga</i> | 100 | 36 | 22 | 4 |
| pimpinela blanca | | 100 | 30 | 15 | 10 |
| Meo | <i>Meum</i> | 84 | 100 | 76 | 29 |
| Zanahoria silvestre | <i>Daucus</i> | 65 | 100 | 70 | 43 |
| Herácleo | <i>Heracleum</i> | 55 | 100 | 60 | 7 |
| Perifollo | <i>Anthriscus</i> | 25 | 100 | 75 | — |
| Egopodio | <i>Egopodium</i> | 45 | 100 | 81 | 58 |
| Comino de los prados | <i>Carum</i> | 75 | 100 | 67 | 26 |
| Chirivía | <i>Pastinaca</i> | 27 | 100 | 98 | 64 |
| Pimpinela mayor | <i>Pimpinella magna</i> | 45 | 67 | 100 | 87 |
| Silau | <i>Silaus</i> | 16 | 33 | 33 | 100 |
| Perifollo | <i>Choerophyllum</i> | 3 | 32 | 81 | 100 |
| Angélica | <i>Angelica</i> | | | | |

N. B.—Compárese el cuadro número 60 (p. 257), en el que se indica la frecuencia de las umbelíferas según la acidez del suelo. Según STARLING (227).

Mejora del régimen de las aguas gracias a las variaciones de la flora pratense.

Pero existe aún otro aspecto de la cuestión.

KLAPP (147, p. 48) cita el ejemplo de prados de valle, en los que las capas de agua subterráneas son en extremo irregulares. Para poner en orden estas aguas se tomó como base la vegetación, que revelaba los lugares secos y los muy húmedos, aunque los unos estuvieran muy cercanos de los otros. Ello lo demuestra el cuadro número 55.

De esta forma, sin gastos considerables de sondeos y de análisis, se logró rectificar el régimen de las aguas, guiándose por la vegetación de los pastos de la zona considerada.

CUADRO N.º 55

VARIACIONES EN EL TIPO DE FLORA, INDICADORAS DE LOS DIFERENTES RÉGIMENES DE AGUA SUBTERRÁNEA. EN UN PRADO DE 100 HECTÁREAS

| Zonas | Plantas particularmente frecuentes | | Estado indicado por la flora | Porcentaje de la superficie ocupada por el tipo considerado |
|-------|---|---|---------------------------------------|---|
| | Nombres comunes | Nombres latinos | | |
| 1 | Avena alta o elevada y cedacillo | <i>Arrhenatherum elatius</i> y <i>Briza media</i> ... | Muy seco . . . | 3 % |
| 2 | Pimpinela mayor y silaus pratense con carex gracilis | <i>Sanguisorba officinalis</i> y <i>Silaus pratensis</i> con <i>Carex gracilis</i> | Alternativa de sequía y humedad . . . | 39 % |
| 3 | Cirsio oleráceo y bistorta | <i>Cirsium oleraceum</i> y <i>Polygonum Bistorta</i> | Frecuentemente húmedo . . . | 26 % |
| 4 | Molinia azul | <i>Molinia coerulea</i> ... | Muy frecuentemente húmedo | 19 % |
| 5 | Carex zorruno y hierba del maná | <i>Carex vulpina</i> y <i>Glyceria aquatica</i> ... | Frecuentemente demasiado húmedo . . . | 8 % |
| 6 | Carex gracilis | <i>Carex gracilis</i> | Siempre demasiado húmedo. | 5 % |

Según KLAPP (147, p. 48).

CAPÍTULO III

INFLUENCIA DEL DRENAJE SOBRE LA FLORA DE LAS PRADERAS HUMEDAS

El drenaje debe completarse con aporte de elementos fertilizantes.

Siempre que un prado sea húmedo y abunden los juncos (*) y los cañaverales, la primera medida que debe tomarse para mejorar la flora consiste en facilitar la salida de las aguas empleando diferentes sistemas, de los cuales el más corriente es el drenaje.

Debe señalarse que cuando una humedad exagerada reina en los pastos durante más o menos tiempo, llega a despojarlos de muchos elementos fertilizantes, haciendo que el suelo sea particularmente ácido. El drenaje, por tanto, es en sí mismo un gran mejorador de la flora, pero para que pueda ejercer su pleno efecto es indispensable margar o encalar. Evidentemente, el aporte de abonos fosfo-potásicos y, en algunos casos de oligo-elementos, ayudará igualmente a esta mejora.

Mejora de los prados de siega de fondo turboso por medio del drenaje.

El cuadro número 56 (p. 246) se refiere a un prado de siega asentado sobre un terreno turboso muy húmedo. La flora poseía

(*) Compárese p. 196.

CUADRO N.º 56

MODIFICACIÓN DE LA FLORA DE UN PRADO DE SIEGA ASENTADO SOBRE TURBA
CON DRENAJE Y OTRAS MEDIDAS

| Nombres comunes | Nombres latinos | Antes de saneamiento | Después de saneamiento |
|--|--|----------------------|------------------------|
| Agróstide blanco o rastrero | <i>Agrostis alba prorepens.</i> | 10 | 0 |
| Cola de zorra, carice- ra | <i>Alopecurus pratensis</i> ... | — | 5 |
| Avena alta o elevada ... | <i>Arrhenatherum elatius.</i> | — | 20 |
| Festuca o cañuela pra- tense | <i>Festuca pratensis</i> | — | 15 |
| Fleo pratense | <i>Phleum pratense</i> | — | 10 |
| Avena amarilla o de oro | <i>Trisetum flavescens</i> ... | — | 5 |
| TOTAL DE BUENAS GRAMINEAS | | 10 | 55 |
| Almorta pratense | <i>Lathyrus pratensis</i> ... | 5 | 10 |
| Trébol híbrido, bastar- do, negro o sueco ... | <i>Trifolium hybridum</i> ... | — | 5 |
| Trébol violeta | <i>Trifolium pratense</i> ... | — | 10 |
| TOTAL DE LECUMINOSAS | | 5 | 25 |
| Carex elevado | <i>Carex elata</i> | 20 | 5 |
| Carex amarillo | <i>Carex flava</i> | 5 | — |
| Deschampsia caespitosa. | <i>Deschampsia caespitosa.</i> | 5 | — |
| Carex de lana | <i>Eriophorum angustifo- lium</i> | 15 | — |
| Junco articulado | <i>Juncus lamprocarpus</i> ... | 10 | — |
| Molinia azul | <i>Molinia coerulea</i> | 15 | — |
| Cirsio oleráceo | <i>Cirsium oleraceum</i> ... | — | 5 |
| Crépide pratense | <i>Crepis biennis</i> | — | 5 |
| Equiseto, cola de caba- llo, de los pantanos. | <i>Equisetum palustre</i> ... | 5 | — |
| Flor del cuclillo | <i>Lychnis flox-cuculi</i> ... | — | 5 |
| Gallarito palustre | <i>Pedicularis palustris</i> ... | 5 | — |
| Escabiosa | <i>Scabiosa succisa</i> | 5 | — |
| TOTAL DE MALAS HIERBAS | | 85 | 20 |
| TOTAL | | 100 | 100 |

N.B.—1.º Las cifras representan el porcentaje de superficie ocupada por cada especie.

2.º Para las medidas de saneamiento véase el texto pp. 245-247.

Según CZERWINKA (46).

un 85 por 100 de malas hierbas; las únicas gramíneas convenientes estaban constituidas por el agróstide blanco rastrero. esto es, por una gramínea bastante mediocre.

Se comenzó por *drenar* y luego se encaló, haciéndose el abono de fondo. A los cuatro años, el prado de siega contenía un 55 por 100 de buenas gramíneas, un 25 por 100 de leguminosas y solamente un 20 por 100 de malas hierbas. Los *Carex*, las *Deschampsia*, los juncos, las molinias, etc., desaparecieron poco a poco. Por el contrario, aparecieron pequeñas cantidades de *Cirsium*, de *Crepis* y de *Lychnis* (flor de cuco o cuclillo).

El drenaje, sostenido con aportaciones de abono de fondo, permitió una considerable mejora de esta flora degenerada.

Mejora de un prado de siega pantanoso mediante el drenaje y un conjunto de medidas diversas.

El cuadro número 57 (p. 248) se refiere a un prado de siega en terreno pantanoso que contenía igualmente un 85 por 100 de malas hierbas. Como en el caso precedente, se *drenó*, se encaló y se hizo el aporte de abono de fondo. Pero todas estas medidas se llevaron mucho más adelante. Se pasó el rulo con el fin de destruir los equisetos o colas de caballo (*). Se utilizaron abonos nitrogenados, estiércol y, sobre todo, se hizo *pastar* al ganado. A los cuatro años de este tratamiento se obtuvo un pasto cuya flora ya no contenía más que un 10 por 100 de malas hierbas.

El total de buenas gramíneas pasó del 5 al 80 por 100. mientras que el porcentaje de malas hierbas descendió del 85 al 10 por 100.

Mejora de la flora mediante la supresión de las causas de su degeneración.

Estos dos ejemplos de mejora de la flora por el drenaje, completado con las medidas deseadas, confirman que se puede me-

(*) Véanse pp. 356-357.

mejorar considerablemente, sin necesidad de roturar, la flora defectuosa de un prado viejo, a condición de suprimir las causas de degeneración de dicha flora.

CUADRO N.º 57

MEJORA DE LA FLORA DE UN PRADO DE SIEGA PANTANOSO, MEDIANTE EL DRENAJE Y OTRAS MEDIDAS, ENTRE ELLAS EL PASTOREO

| Nombres comunes | Nombres latinos | Proporción de superficie % ocupada por cada especie | |
|---|---------------------------------------|---|-------------------------|
| | | Antes del saneamiento | Después del saneamiento |
| Festuca o cañuela pratense | <i>Festuca pratensis</i> | — | 20 |
| Festuca o cañuela roja | <i>Festuca rubra</i> | — | 10 |
| Holco lanoso o veloso | <i>Holcus lanatus</i> | 5 | — |
| Vallico o ray-grass inglés | <i>Lolium perenne</i> | — | 10 |
| Fleco pratense | <i>Phleum pratense</i> | — | 10 |
| Poa pratense | <i>Poa pratensis</i> | — | 30 |
| TOTAL DE BUENAS GRAMINEAS | | 5 | 80 |
| Guernecillo o loto de los pantanos | <i>Lotus uliginosus</i> | 5 | — |
| Trébol blanco o rastro | <i>Trifolium repens</i> | 5 | 10 |
| TOTAL DE LECUMINOSAS | | 10 | 10 |
| Carex elevado | <i>Carex elata</i> | 15 | — |
| Deschampsia caespitosa | <i>Deschampsia caespitosa</i> | 5 | — |
| Molinia azul | <i>Molinia coerulea</i> | 20 | — |
| Angélica silvestre | <i>Angelica silvestris</i> | 5 | — |
| Equiseto, cola de caballo, de los pantanos | <i>Equisetum palustre</i> | 15 | — |
| Escabiosa silvestre | <i>Knautia arvensis</i> | — | 5 |
| Bistorta | <i>Polygonum bistorta</i> | 5 | — |
| Ranúnculo rastro | <i>Ranunculus repens</i> | 5 | 5 |
| Pimpinela mayor | <i>Sanguisorba officinalis</i> | 10 | — |
| Escabiosa | <i>Scabiosa succisa</i> | 5 | — |
| TOTAL DE MALAS HIERBAS | | 85 | 10 |

N. B.—Para las medidas de saneamiento, véase el texto, pp. 245-247. Según CZERWINKA (46).

Como ya hemos dicho en este mismo libro (*), la roturación de un pasto degenerado no suprime las causas de las imperfecciones de la flora. Habrían podido roturarse los dos prados en cuestión, pero los *Carex* y los equisetos o colas de caballo, favorecidos por la excesiva humedad del suelo, habrían rebrotado como antes.

Suprimiendo las causas hemos obtenido una mejora duradera y económica de la flora.

Ascenso estacional del nivel de la capa freática del agua.

En las praderas de regiones drenadas es posible remontar el nivel de la capa freática maniobrando convenientemente las compuertas en tiempo de sequía. De esta forma, y merced al nivel del agua, se proporciona a las plantas pratenses el agua que las lluvias les niegan. Podríamos decir que se trata de un riego subterráneo que los ingleses llaman «sub-irrigation». Es evidente que este riego subterráneo ayuda en gran manera a evitar los daños causados a la flora por la sequía, especialmente en los terrenos arenosos.

KALISVAART (135) señala que en las praderas que se encuentran en terrenos arenosos, la elevación artificial y regular de la capa freática durante el verano permitió mejorar la flora y, sobre todo, disminuir las calvas del césped, las cuales se redujeron de un 25 a un 5 por 100 de la superficie total.

Influencia del riego sobre la flora de los pastos.

Es evidente que la flora de un pasto depende mucho de las condiciones climáticas, y éste es uno de los temas estudiados por la ecología llamada estática. En efecto, el riego viene a crear un clima artificial y a modificar la humedad del suelo.

Bien entendido, se puede igualmente regar con purines y abo-

(*) Véanse pp. 194-197.

nos semi-líquidos más o menos diluïdos en agua; en este caso. las influencias ejercidas sobre la flora son las que hemos señalado en la parte que dedicamos a los abonos orgánicos (*).

Otro método de riego consiste en utilizar sobre ciertas praderas cercanas a las grandes ciudades o fábricas, las aguas de los sumideros procedentes de la depuración. Es evidente que estas aguas, aparte de su acción sobre la humedad del suelo, pueden ejercer igualmente otras influencias que dependerán de los diversos productos que puedan contener: materias orgánicas, productos químicos, etc. En general, las aguas de depuración de las ciudades producen efectos análogos a las de abono semilíquido diluido (134).

(*) Véanse pp. 326-342.

PARTE UNDECIMA

INFLUENCIA DE LA ACIDEZ DEL SUELO SOBRE LAS PLANTAS PRATENSES

CAPÍTULO PRIMERO

FRECUENCIA DE CADA UNA DE LAS PLANTAS PRATENSES DE ACUERDO CON EL pH DEL SUELO

Dificultades para determinar el pH del suelo en un pasto.

Es muy delicado aplicar la composición de la flora del pasto al pH del suelo, ya que es difícil determinar este pH de una manera exacta.

En efecto, los pH de las diferentes capas del suelo de un pasto son muy diferentes; el pH de una capa media de tierra se determina en unos 20 a 25 centímetros de espesor. Y lo que es peor: cuando se analiza el suelo de un pasto viejo permanente se le despoja con frecuencia del césped antes de realizar la toma de muestras de tierra.

Ahora bien, en *Productividad de la Hierba* hemos visto (251, p. 78) que más del 85 por 100 de las raíces se encuentran en la capa superior, de pocos centímetros de espesor. Es, pues, esta capa del suelo la que desempeña un papel determinante en la nutrición de la planta y, por consiguiente, en la de la flora.

El pH de la capa superior del suelo del pasto es más elevado.

El cuadro número 58 nos demuestra que el pH de la capa superior de 3-4 centímetros de espesor del suelo de pasto tiene un pH:

— superior al de la capa de 10 centímetros de espesor situada por debajo;

— casi igual al de los excrementos de los gusanos de tierra. Por otra parte, es bien sabido que los gusanos de tierra:

a) merced a sus glándulas calcíferas (*), aumentan el pH de sus excrementos en relación con el absorbido del suelo;

b) depositan la mayor parte de sus excrementos en la capa superior del suelo o en su superficie (lo que finalmente viene a ser lo mismo).

CUADRO N.º 58

pH DE LOS EXCREMENTOS DE LOS GUSANOS DE TIERRA Y DEL SUELO, A DIFERENTES PROFUNDIDADES, EN UN PASTO PERMANENTE

| | Espesor de la capa superior del suelo | | Excrementos de gusanos de tierra pH. |
|--------------------------|---------------------------------------|---------------|--------------------------------------|
| | 10 cm. pH. | 3 a 4 cm. pH. | |
| Pastizal | 6,9 | 7,2 | 7,2 |
| Pastizal | 6,85 | 7,2 | 7,2 |
| Prado de bosque | 7,05 | 7,2 | 7,2 |
| Prado con frutales | 7,05 | 7,4 | 7,4 |
| Césped de golf | 6,03 | 6,5 | 6,8 |

N. B.—El autor no indica el método de medida del pH.

Según STÖCKLI (235).

(*) Glándulas situadas en la pared del esófago del gusano de tierra que vierten un líquido rico en calcio en el tubo digestivo de los mismos. Se cree que el líquido de las glándulas calcíferas ayuda, en el transcurso de la digestión, a neutralizar los ácidos de la masa orgánica y mineral de la tierra, que pasa diariamente a través del tubo digestivo del gusano.

Influencia recíproca de los gusanos de tierra y de la acidez del suelo.

Los gusanos de tierra actúan, pues, sobre la acidez de la capa «vital» del pasto. Pero la acidez actúa igualmente sobre los gusanos de tierra (*).

Como dice sir JOHN RUSSELL (203, p. 478):

«El efecto de una fuerte acidez (en los pastos) puede ser indirecto, ya que cuando el suelo se hace demasiado ácido, las especies de gusanos de tierra y otros insectos, se nutren en la superficie y mueren, de forma que no existe ya el mecanismo que permite la mezcla de las partes muertas de la hierba con el suelo. En la superficie se forma entonces un tapiz apisonado (**).

La acidez no puede separarse en absoluto de la acción de otros factores.

Diremos de la acidez lo que ya hemos mencionado para otros factores que actúan sobre la flora de los pastos: es muy difícil separar la influencia de un factor de la de los demás.

En efecto: es imposible separar la acidez del suelo de los cuatro factores siguientes (79):

- a) el grado de apisonamiento del suelo;
- b) su humedad (nivel de la capa freática, grietas del terreno en las que se acumula el agua, etc.);
- c) las plantas con las que están asociadas aquellas que son objeto de estudio: en un terreno de un pH determinado, y en idénticas condiciones, las malas hierbas no son las mismas en un campo de trigo que en uno de lino;

(*) Véase pp. 370.

(**) Este tapiz apisonado y muerto (lo que se llama *mat* en inglés) ha sido confundido frecuentemente con la acumulación de raíces en medios mullidos y aireados de la capa superior del suelo de los viejos pastos permanentes, siendo el primer signo de degeneración y el segundo de riqueza.

d) la presencia simultánea de otros iones: calcio, magnesio, amoníaco, nitratos, sulfatos, etc.

Diremos unas breves palabras sobre el problema del calcio.

Contenido en calcio y acidez del suelo.

El contenido en calcio y el pH no varían forzosamente paralelos (72, p. 213). Ahora bien, la cal es indispensable para la vegetación de ciertas plantas y perjudicial para la de otras. Las primeras son las especies *calcícolas*, las últimas son *calcifugas*.

Esta división ha reinado durante mucho tiempo en botánica, aunque se haya observado frecuentemente una flora calcícola en terrenos muy pobres en calizos, o a la inversa, A. P. de CANDOLLE advirtió igualmente hace ya cerca de cien años, que «casi todas las plantas eran capaces de nacer espontáneamente en casi todos los tipos de terrenos mineralógicos».

Recientemente, el inglés STEELE (233) intentó determinar las exigencias de las plantas frente al pH, así como el contenido en calcio del suelo. Llegó a las dos conclusiones siguientes:

1.^a Las plantas calcícolas verdaderas no se desarrollan bien más que en un suelo rico en calcio y con un pH neutro; pero los dos son complementarios, de forma que la alcalinidad del suelo puede compensar en parte la pobreza de éste en calcio; un elevado contenido del suelo en calcio puede contrabalancear su acidez.

2.^a Existen grandes diferencias en las exigencias de las plantas calcícolas en lo que se refiere al pH y al contenido en calcio del suelo, de forma que los límites aceptables para estas plantas son de amplitud variable.

Frecuencia de algunas plantas pratenses en relación con el pH del suelo.

Tras estas consideraciones preliminares, se comprenden mejor las contradicciones de ciertas observaciones referentes a la influencia del pH del suelo sobre la flora de los pastos.

Se admitirá también más fácilmente que la clasificación de las plantas, en relación con sus exigencias con respecto a la acidez del suelo, no puede ser más que relativa.

CUADRO N.º 59

FRECUENCIA MEDIA DE ALGUNAS PLANTAS DE PRADOS DE SIEGA EN RELACIÓN CON EL pH DEL SUELO

| Nombres comunes | Nombres latinos | pH DEL SUELO | | | | | | | | | |
|--|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|
| | | 3,5 a 3,9 | 4,0 a 4,4 | 4,5 a 4,9 | 5,0 a 5,4 | 5,5 a 5,9 | 6,0 a 6,4 | 6,5 a 6,9 | 7,0 a 7,4 | 7,5 a 7,9 | |
| Deschampsia flexuosa . . . | <i>Deschampsia flexuosa</i> . . . | 86 | 68 | 40 | — | — | — | — | — | — | |
| Carlina vulgar . | <i>Carlina vulgaris</i> . | 20 | 47 | 10 | 20 | — | — | — | — | — | |
| Saxatilis de las montañas . . . | <i>Galium saxatile</i> . . . | 94 | 77 | 40 | 20 | 15 | — | — | — | — | |
| Potentilla recta . | <i>Potentilla recta</i> . | 67 | 99 | 63 | 73 | 48 | 45 | 10 | 20 | — | |
| Agróstide canino | <i>Agrostis canina</i> . | — | 100 | 100 | 73 | 63 | 100 | — | — | — | |
| Festuca o escabiuela de ovejas | <i>Festuca ovina</i> | — | 100 | 47 | 35 | 20 | 20 | 10 | — | — | |
| Gramma de olor | <i>Anthoxanthum odoratum</i> | 33 | 47 | 79 | 80 | 83 | 76 | 27 | 30 | 30 | |
| Deschampsia caespitosa | <i>Deschampsia caespitosa</i> | — | — | — | 40 | 67 | 62 | 33 | 52 | 23 | |
| Cirsio oleráceo | <i>Cirsium oleraceum</i> | — | — | — | — | — | — | 50 | 100 | 80 | |
| Angélica silvestre | <i>Angelica silvestris</i> | — | — | — | — | — | 35 | 33 | 48 | 30 | |
| Tusilago | <i>Tussilago farfara</i> | — | — | — | — | — | 10 | 10 | 55 | 80 | |
| Agróstide blanco | <i>Agrostis alba</i> | — | — | — | — | — | — | 30 | 65 | 60 | |

N. B.—Se trata de variaciones relativas.

Según OLSEN (203, p. 478).

Haciendo una clasificación semejante, indicamos, sobre todo, que la frecuencia de una planta dada es mayor o menor para una

determinada categoría de acidez y que no se trata de grados relativos de resistencia a esta última.

En el cuadro número 59 (p. 255) se clasifican algunas plantas de pasto según su frecuencia en relación con la acidez: las plantas situadas en la parte superior del cuadro tienen su mayor frecuencia en pH bajos y las situadas en la parte inferior, en pH elevados.

Es interesante señalar que las dos *Deschampsia* (flexuosa y caespitosa) tienen su frecuencia máxima separada por dos unidades de pH.

En el caso de los dos agróstidos (canino y blanco) existe nada menos que una desviación de 2,5 unidades que separa sus frecuencias máximas respectivas.

Sensibilidad relativa de las umbelíferas a la acidez del suelo.

Nos parece asimismo muy interesante indicar la variación de frecuencia de diversas umbelíferas, las cuales, por otra parte, son utilizadas muchas veces como indicadoras de la acidez del suelo de los prados de siega.

En el cuadro número 60 (p. 257), las especies de la parte superior del mismo tienen su mayor frecuencia en las acideces más fuertes (pH más bajos) y las de la parte inferior, en las acideces menores (pH más elevados).

Vemos, por ejemplo, que el meo y la saxifraga menor o pimpinela blanca tienen su frecuencia máxima en la zona más ácida (pH 3,4-4,4); cuando la acidez disminuye ligeramente el meo se hace en extremo raro y llega incluso a desaparecer totalmente. Por el contrario, las saxifraga menor o pimpinela blanca continúa siendo abundante con acideces menos fuertes e incluso en zonas alcalinas.

Tenemos, pues, que admitir que estas dos plantas, que se clasifican en la misma categoría de terrenos ácidos, poseen, sin embargo, una notable diferencia de sensibilidad frente a la acidez del suelo. El meo es, por consiguiente, un indicador mucho

más seguro de la acidez del suelo que la saxifraga menor o pimpinela blanca.

En otros términos, una planta, para ser buena indicadora de la acidez del suelo debe poseer, en relación con esta acidez, una frecuencia que varíe rápidamente, lo que traduce su sensibilidad con respecto a la acidez o pH del suelo.

CUADRO N.º 60

FRECUENCIA RELATIVA DE CIERTAS UMBELÍFERAS, SEGÚN LA ACIDEZ DEL SUELO

| Nombres comunes | Nombres latinos | pH. (medido en KCl) | | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | 3,4 a 4,4 | 4,5 a 5,4 | 5,5 a 6,6 | 6,7 a 7,2 | 7,3 a 8,2 |
| Meo | <i>Meum</i> | 100 | 3 | 3 | — | — |
| Perifollo | <i>Choerophyllum</i> | 100 | 56 | 22 | 22 | 33 |
| Saxifraga menor o pimpinela blanca | <i>Pimpinella saxifraga</i> | 100 | 80 | 41 | 31 | 31 |
| Angélica | <i>Angelica</i> | 62 | 100 | 68 | 73 | 65 |
| Comino | <i>Carum</i> | 33 | 57 | 67 | 100 | 76 |
| Pimpinela mayor | <i>Pimpinella magna</i> | 17 | 81 | 81 | 100 | 99 |
| Herácleo | <i>Heracleum</i> | 40 | 68 | 68 | 79 | 100 |
| Perifollo | <i>Anthriscus</i> | 31 | 51 | 64 | 68 | 100 |
| Egopodio | <i>Aegopodium</i> | 27 | — | 64 | 55 | 100 |
| Zanahoria | <i>Daucus</i> | 16 | 39 | 56 | 86 | 100 |
| Silau | <i>Silau</i> | 10 | 51 | 73 | 83 | 100 |
| Chirivía | <i>Pastinaca</i> | 6 | 16 | 18 | 73 | 100 |

Compárese con el cuadro número 54 (p. 243), en el que se indica la frecuencia de las umbelíferas según la humedad.

Según STARLING (227).

CAPÍTULO II

EXIGENCIAS DE LAS PLANTAS PRATENSES
INDIVIDUALES FRENTE A LA ACIDEZ
DEL SUELO

Clasificación de las plantas pratenses.

Recordaremos, en primer lugar, lo que ya hemos dicho anteriormente: es imposible separar la influencia del pH del suelo de otros factores determinados. La clasificación que haremos a continuación debe, pues, examinarse teniendo siempre en cuenta este hecho.

Seguiremos a ELLENBERG (80, p. 68), que ha clasificado las plantas de pastoreo en seis categorías, de acuerdo con su sensibilidad a la acidez el suelo (*).

El cuadro número 61 (p. 259) indica en qué forma, de acuerdo con esta clasificación, se distribuyen nuestras principales plantas pratenses.

(*) Estas clases son las siguientes:

- 1.º Carácter R. 0. Especies casi indiferentes al grado de acidez.
- 2.º Carácter R. 5.—Especies distribuidas sobre todo en terrenos alcalinos (pH de más de 7.4).
- 3.º Carácter R. 4.—Especies de terrenos neutros (pH 6, 5-7, 4).
- 4.º Carácter R. 3.—Especies que prosperan en casi todos los pH, pero que prefieren tierras ligeramente ácidas (pH de 5,3 a 6,4).
- 5.º Carácter R. 2.—Especies que se desarrollan sobre todo en terrenos ácidos (pH de 4,6 a 5,2), pero que pueden vivir también en terrenos neutros.
- 6.º Carácter R. 1.—Especies distribuidas sobre todo en terrenos fuertemente ácidos.

Indiferencia relativa de las plantas pratenses corrientes
a la acidez del suelo.

Lo que llama inmediatamente la atención en el primer examen del cuadro número 61 es que casi todas nuestras «buenas» plantas de pastoreo se colocan en la categoría R. 0. (excepto el dactilo y algunas otras de menor importancia); es decir, se clasifican entre las especies casi indiferentes al grado de acidez del suelo (entre límites generalmente corrientes). Ocurre lo mismo cuando vemos que ELLENBERG clasifica en esta misma categoría R. 0. a la acedera y al ranúnculo, los cuales, por lo general, son considerados como plantas características de suelos ácidos.

Incluso el dactilo, que ELLENBERG clasifica en la categoría R. 4, es decir, como especie propia de terrenos neutros, se considera frecuentemente como de desarrollo factible también en terrenos ácidos.

CUADRO N.º 61

EXIGENCIAS DE LAS PLANTAS PRATENSES FRENTE A LA ACIDEZ DEL SUELO

CATEGORÍA R. 0.—Especies casi indiferentes al grado de acidez del terreno.

| | |
|---|-------------------------------|
| Carex glauco | <i>Carex glauca</i> |
| Equiseto, cola de caballo, de los pantanos | <i>Equisetum palustre</i> |
| Molinia azul | <i>Molinia coerulea</i> |
| Gramma del norte, agropiro | <i>Agropyron repens</i> |
| Deschampsia caespitosa | <i>Deschampsia caespitosa</i> |
| Acedera común | <i>Rumex acetosa</i> |
| Ranúnculo rastrero | <i>Ranunculus repens</i> |
| Llantén menor | <i>Plantago lanceolata</i> |
| Cola de zorra, carricera | <i>Alopecurus pratensis</i> |
| Festuca o cañuela pratense | <i>Festuca pratensis</i> |
| Fleo pratense | <i>Phleum pratense</i> |
| Avena amarilla o de oro | <i>Holcus lanatus</i> |
| Holco lanoso o veloso | <i>Trisetum flavescens</i> |
| Agróstide blanco | <i>Agrostis alba</i> |
| Festuca o cañuela de ovejas | <i>Festuca ovina</i> |
| Festuca o cañuela roja | <i>Festuca rubra</i> |
| Vallico o ray-grass inglés | <i>Lolium perenne</i> |

| | |
|-----------------------------|---------------------------|
| Poa anual | <i>Poa annua</i> |
| Poa pratense | <i>Poa pratensis</i> |
| Poa común | <i>Poa trivialis</i> |
| Trébol blanco o rastrero | <i>Trifolium repens</i> |
| Cuernecillo o loto pratense | <i>Lotus corniculatus</i> |

CATEGORÍA R. 5.—Especies distribuidas sobre todo en terrenos alcalinos.

| | |
|-----------------------|--------------------------|
| Carex de Davall | <i>Carex Davalliana</i> |
| Esparceta | <i>Onobrychis sativa</i> |
| Hierba de la perlesia | <i>Stachys recta</i> |
| Bromo erguido | <i>Bromus erectus</i> |

CATEGORÍA R. 4.—Especies de terrenos neutros.

| | |
|------------------------------|------------------------------|
| Carex gracilis | <i>Carex gracilis</i> |
| Crépide pratense | <i>Crepis biennis</i> |
| Alpiste de agua | <i>Phalaris arundinacea</i> |
| Lupulina | <i>Medicago lupulina</i> |
| Avena alta o elevada | <i>Arrhenatherum elatius</i> |
| Bromo inerme o de Hungría | <i>Bromus inermis</i> |
| Dactilo aglomerado | <i>Dactylis glomerata</i> |
| Vallico o ray-grass italiano | <i>Lolium italicum</i> |

CATEGORÍA R. 3.—Especies que prefieren tierras ligeramente ácidas.

| | |
|------------------------------------|----------------------------|
| Carex pálido | <i>Carex pallescens</i> |
| Cuernecillo o loto de los pantanos | <i>Lotus uliginosus</i> |
| Cardo palustre | <i>Cirsium palustre</i> |
| Bistorta | <i>Polygonum bistorta</i> |
| Cola de perro, cinosuro | <i>Cynosorus cristatus</i> |

CATEGORÍA R. 2.—Especies que prefieren tierras ácidas.

| | |
|------------------|-------------------------|
| Carex pilulífero | <i>Carex pilulifera</i> |
| Hiniesta inglesa | <i>Genista anglica</i> |
| Arnica | <i>Arnica montana</i> |
| Agrostide canino | <i>Agrostis canina</i> |

CATEGORÍA R. 1.—Especies que prefieren tierras fuertemente ácidas.

| | |
|----------------------|--------------------------|
| Carex estrellado | <i>Carex echinata</i> |
| Cervuno | <i>Nardus stricta</i> |
| Breca | <i>Erica</i> |
| Trébol de los campos | <i>Trifolium arvense</i> |

Según ELLENBERG (80, pp. 68 y 132-143).

Por último, debemos recordar que las distintas variedades de una misma especie pueden tener diferente sensibilidad frente a la acidez del suelo, como ya hemos visto en el capítulo precedente.

La influencia de la acidez del suelo sobre las leguminosas está en relación con ciertos elementos minerales del suelo.

Puede parecer sorprendente que el trébol blanco, entre otros, esté clasificado entre las plantas indiferentes a la acidez del suelo. No obstante, se trata de un hecho confirmado por los botánicos. HEDIN (112) dice:

«No debe perderse de vista que para definir el óptimo ecológico hay que tener en cuenta el conjunto de factores del medio: el trébol blanco puede prosperar a un pH = 4,6 en prados que contengan algo de P₂O₅ y de K₂O. Buenas vacadas se mantienen en el país de Bray (*) con pH = 5,1 sobre suelos muy ricos en P₂O₅.»

Por otra parte, sabemos hoy día que, en los suelos ácidos, el molibdeno presenta cierta tendencia a volverse inasimilable, lo que tiende a hacer desaparecer la mayor parte de las leguminosas. El molibdeno es, en efecto, indispensable para el funcionamiento de los nódulos de estas últimas (**). Por otra parte, se ha podido comprobar que el aporte de molibdeno (bajo la forma de molibdato) a suelos ácidos, aumenta frecuentemente de una forma muy marcada el rendimiento de ciertas leguminosas.

Así, pues, comprenderemos que en suelos ácidos muy ricos en molibdeno total, el trébol blanco pueda continuar viviendo, mientras que con esta misma acidez desaparecería en un suelo pobre en molibdeno.

(*) Región del Sena-Marítimo con suelos arcillosos muy pesados, en los que la totalidad de su superficie está ocupada únicamente por pastos permanentes.

(**) Véanse pp. 287, 380.

Influencia atenuada de la acidez del suelo sobre los pastos.

La acidez del suelo desempeña, pues, una influencia menos marcada sobre la flora de los pastos que sobre los cultivos de labor. Como señala KLAPP (1904, p. 151).

«Un buen desarrollo de la hierba no está forzosamente ligado a un elevado contenido de cal del suelo y a una reacción neutra de este mismo suelo. Es notable incluso que *los pastos, cuando reciben cantidades de abono, son perfectamente capaces de adaptarse a amplios límites de pH sin sufrir un sensible descenso de su rendimiento.*

»La micro-flora y la micro-fauna del suelo de los pastos son menos exigentes en cal que las de las tierras de labor. Las acciones físicas ejercidas sobre el suelo por la caliza son asimismo menos marcadas en los pastos que en las tierras de labor.»

CAPÍTULO III

PELIGROS Y VENTAJAS DEL ENMARGADO DE LOS PASTOS

Un pH demasiado elevado es mucho más perjudicial para la hierba que un pH demasiado bajo.

Por otra parte, parece ser que, en conjunto, sería mucho más de temer para los pastos una alcalinidad demasiado fuerte que una acidez demasiado elevada. KLAPP señaló los estragos causados en ciertas plantas por los enmargados excesivos. Yo mismo he podido comprobar en las granjas próximas a las fábricas azucareras hasta qué punto la flora de los pastos es dañada por excesivos aportes de residuos alcalinos de defecación.

ELLENBERG (80, p. 68) recuerda que algunas gramíneas, tales como la carricera o cola de zorra, la poa pratense y la festuca o cañuela roja son muy poco sensibles a la acidez del suelo, pudiendo dar rendimientos convenientes entre límites muy separados desde el pH 4,5 a 7,3; pero tienden a disminuirlos en suelos demasiado ricos en caliza *durante los períodos de sequía.*

Se puede comprobar fácilmente que en tiempo seco la hierba de los pastos que han recibido cantidades muy elevadas de caliza está completamente «quemada».

Debemos añadir que muchas gramíneas pratenses son sensibles a un exceso de calcio en el suelo, que provoca una carencia de manganeso. En esto se parecen a otra gramínea, la

avena, que, en un suelo muy enmargado, se ve atacada por la enfermedad de las manchas grises, debida a una carencia de manganeso.

El enmargado y la salud de los animales.

Con frecuencia nos limitamos a hablar solamente de los inconvenientes (innegables, por otra parte) de la *falta* de cal en el suelo. Ahora bien, un exceso de cal en el suelo no solamente es muy perjudicial para las gramíneas (como acabamos de decir), sino también para la salud del animal en pastoreo.

Es bien sabido que el exceso de calcio en la hierba con relación al ácido fosfórico es peligroso para el animal.

Pero el pH muy elevado del suelo causa además carencias en oligoelementos, particularmente en manganeso. En *Suelo, Hierba. Cáncer* hemos estudiado las esterilidades de los animales ocasionadas por la carencia de manganeso, viendo que no puede excluirse ^(257, pp. 97-99) la posibilidad de que dicha carencia pueda contribuir a la frecuencia del aborto epizoótico.

¿Cuándo se debe enmargar?

Hemos dicho anteriormente que:

1.º La determinación del pH del suelo de un pasto es difícil y no siempre corresponde a la realidad.

2.º Ciertas plantas de pastoreo son particularmente «sensibles» a las variaciones del pH del suelo.

Por tanto, para decidir cuándo se debe enmargar un pasto, creo preferible, aun para los químicos, regirse por la flora y no por el análisis químico del suelo.

Si hubiese mucha acedera menor en un pasto, no hay lugar a dudas: es preciso enmargar.

La evolución de la flora indica la eficacia del enmargado.

Creo preferible, desde el punto de vista de la salud de la hierba y del animal, evitar la aportación de grandes cantidades de marga de una sola vez: 5 toneladas por hectárea de marga molida me parece una cantidad razonable.

Cuatro o cinco años más tarde podrá verse el efecto ejercido sobre la flora (y sobre el animal) y decidirse entonces si es oportuno o no realizar un nuevo aporte de marga.

Es por tanto la evolución de la flora, como consecuencia de un primer enmargado, quien ha de guiarnos. Muy importante es, por ello, conocer hasta qué punto el enmargado (o el encalado) modifican la flora de los pastos asentados sobre suelos más o menos ácidos.

Los estudios que permiten responder a esta cuestión son por desgracia muy raros. El profesor KLAPP dice:

«Dada la enorme importancia de la cal en la alimentación de los animales e igualmente el escaso valor de la hierba pobre en cal, nos sorprende que la cuestión del enmargado y del encalado de los pastos planteen todavía tantas cuestiones sin resolver.»

Vamos, no obstante, a examinar algunos estudios que demuestran perfectamente la influencia del enmargado sobre la evolución de la flora.

Modificaciones de la flora de un prado de siega como consecuencia del enmargado.

El cuadro número 62 (p. 266) demuestra las modificaciones de la flora de un prado de siega como consecuencia de la incorporación de diversas cantidades de marga.

Puede apreciarse que el enmargado reduce considerablemente el porcentaje de gramíneas de poco valor como la *deschampsia flexuosa*, la grama de olor y el *holco lanoso*. El *agróstide* incluso desaparece por completo después de los fuertes enmargados.

El enmargado, por el contrario, favorece el desarrollo de la cañuela o festuca roja, de las poas y de la cañuela o festuca pratense.

El porcentaje de leguminosas se duplica y el de las malas hierbas disminuye en un tercio.

En los suelos semiturbosos, el enmargado produce una notable mejoría de la flora en los prados de siega.

CUADRO N.º 62

INFLUENCIA DEL APORTE DE DISTINTAS CANTIDADES DE MARGA EN LA FLORA DE UN PRADO DE SIEGA

| Plantas | Enmargado (en toneladas por ha.) | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|------|------|------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 |
| | (Porcentaje en peso en la flora) | | | |
| Deschampsia flexuosa | 35,0 | 20,5 | 14,5 | 12,0 |
| Agróstide blanco | 1,0 | 4,0 | — | — |
| Gramma de olor | 11,0 | 10,0 | 4,0 | 3,0 |
| Holco lanoso o veloso | 15,0 | 12,5 | 5,0 | 3,5 |
| Cañuela o festuca roja | 6,0 | 13,0 | 22,0 | 26,0 |
| Cola de perro o cinosuro | 1,0 | 1,5 | 1,0 | 1,0 |
| Poa común | 2,5 | 4,5 | 8,0 | 7,5 |
| Poa pratense | 2,5 | 5,0 | 14,0 | 12,0 |
| Cañuela o festuca pratense | 1,0 | 4,5 | 9,0 | 12,5 |
| TOTAL DE GRAMÍNEAS | 75,0 | 75,5 | 77,5 | 77,5 |
| TOTAL DE LEGUMINOSAS | 3,0 | 5,0 | 6,5 | 6,0 |
| TOTAL DE MALAS HIERBAS | 22,0 | 19,0 | 16,0 | 16,0 |

N. B.—1.º Este prado de siega se encontraba sobre un suelo semi-turboso del que no poseemos otras características.

2.º Las observaciones se realizaron a los seis años del abono con marga. Según MÜCKENBERGER (184).

La cal hace retroceder al agróstide y a la acedera.

HEDDLE y OGG (119) realizaron ensayos de semillas pratenses (*), sobre terrenos fuertemente ácidos a una altitud de 300 metros en Escocia. Los autores indican un pH 4,6 sin decir el

(*) La mezcla no ha sido indicada.

método de medida. Estas tierras estaban bien provistas de ácido fosfórico y potasa y, no obstante, se vieron rápidamente invadidas por el agróstide después de haber sido sembradas como pasto.

En una de las experiencias se abonaron todas las parcelas con las mismas cantidades de nitrógeno, de ácido fosfórico y de potasa (*).

En las parcelas testigo no se hizo aporte de cal, y en las demás se incorporaron 2.275 kilogramos por hectárea (CaO).

CUADRO N.º 63

MODIFICACIONES DE LA FLORA RESEMBRADA OCASIONADAS POR EL APORTE DE CAL EN UN TERRENO FUERTEMENTE ÁCIDO, BIEN PROVISTO DE ÁCIDO FOSFÓRICO Y POTASA

| Nombres comunes | Nombres latinos | Porcentaje de la especie en la flora (1) | | | |
|----------------------------------|-------------------------------|--|----------------------|---------------------|---------------------|
| | | Parcelas testigos | | Parcelas con cal | |
| | | Parcelas primer año | Testigos segundo año | Parcelas primer año | Con cal segundo año |
| Vallico o ray-grass inglés | <i>Lolium perenne</i> ... | 21,2 | 14,8 | 35,5 | 32,5 |
| Dactilo aglomerado. | <i>Dactylis glomerata</i> ... | 9,2 | 5,0 | 10,5 | 9,5 |
| Fleo pratense ... | <i>Phleum pratense</i> ... | 8,2 | 4,0 | 18,0 | 13,5 |
| Agróstide ... | <i>Agrostis</i> ... | 17,2 | 46,3 | 3,3 | 9,2 |
| Acedera menor .. | <i>Rumex acetohella</i> ... | 6,3 | 5,3 | 2,8 | 1,7 |

N. B.—1.º Primero y segundo años se refieren al primero y segundo años siguientes a la siembra.

2.º Se trata de parcelas segadas dos veces al año.

3.º Las parcelas testigo y las parcelas encaladas recibieron todas ellas nitrógeno, ácido fosfórico y potasa en cantidades iguales.

4.º El porcentaje fué valorado por el método de los «puntos» (véanse pp. 12, 13).

Según HEDDLE y OGG (110).

(*) Las cantidades aportadas fueron:
Superfosfato al 18 por 100. 508 kg./ha.
Cloruro potásico ... 190 kg./ha.
Sulfato amónico ... 127 kg./ha.

El cuadro número 63 (p. 267) demuestra que, sin el aporte de cal, el agróstide se mantiene abundante durante el primer año, desarrollándose de nuevo con mayor vigor exactamente en el segundo año, como en un prado antiguo no roturado. Por otra parte, la acedera menor, tan característica de los suelos ácidos, se mantiene igualmente.

Pero cuando el abono total (N, P_2O_5 , K_2O) se completa con cal, ocurre lo siguiente:

- un neto desarrollo del vallico o ray-grass, del dactilo y del fleo;
- un marcado retroceso del agróstide y de la acedera.

El vallico o ray-grass puede "sobrevivir" en un suelo ácido, pero no puede "prosperar" en él.

Esta experiencia demuestra perfectamente que el vallico o ray-grass puede «sobrevivir» en un suelo fuertemente ácido (pH = 4,6), pero que puede no «prosperar» en él por el hecho de la existencia de una gran cantidad de agróstide, que brota con particular vigor en tal clase de suelos. No es suficiente, pues, conocer las aptitudes de una planta individual para que pueda vivir en ciertas condiciones de acidez: es preciso tener en cuenta las competencias que puede sufrir por parte de las demás plantas.

Ello lo señala perfectamente HEDIN (112), cuando dice:

«La pradera de agróstide es casi exclusiva de otras especies. Un escaso contenido en humus y en CaO soluble del suelo permite al agróstide, en competencia con el vallico o ray-grass, avanzar sobre este último.»

Acabamos de ver una confirmación exacta de esta observación.

La mejora de los métodos de pastoreo debe ir necesariamente acompañada del enmargado.

En todos los pastizales ácidos, el enmargado representa una de las medidas fundamentales de mejora. Como lo demuestran

las experiencias de R. O. DAVIES (51-52), realizadas en las colinas del País de Gales, la puesta en marcha de estos pastizales no puede efectuarse si la mejora de los sistemas de pastoreo no va acompañada de enmargado.

En efecto, casi siempre los métodos abusivos de pastoreo representaban en dichas colinas galesas una de las principales causas de degeneración de la flora. Esta causa, como las demás, no se pudo suprimir con la roturación y la siembra.

Fué preciso, al mismo tiempo que se realizaban los aportes de marga, mejorar los sistemas de pastoreo para obtener una mejora sensible y, sobre todo, *duradera* de la flora.

MILTON (130), hablando de estas experiencias realizadas en las colinas galesas, dice:

«Los resultados obtenidos demuestran claramente que, en estos pastos tan ácidos, los grandes enmargados representan el factor principal que permite el establecimiento y el desarrollo de una flora mejorada.

»El resultado más insospechado fué el de que, aun sin aporte de abono completo, el sólo aporte de marga, *combinado con un buen pastoreo*, permitió la aparición espontánea de gramíneas de calidad del tipo de las de pastos de llanura, así como de trébol blanco.»

El pastoreo racional es el más eficaz instrumento para la mejora de la flora.

G. STAPLEDON y W. DAVIES (230, pp. 104-105) han expresado por su parte, muy justamente, las conclusiones de estas experiencias sobre las colinas galesas, diciendo:

«Casi todos los tipos de *pastizales* pueden ser mejorados merced a un fuerte enmargado combinado con una siembra de trébol blanco y un pastoreo intensivo.

»Hemos referido estas experiencias del País de Gales (*) porque arrojan luz de manera convincente sobre *la importancia del*

(*) Las de R. O. DAVIES, de que acabamos de hablar.

pastoreo animal en la mejora de los pastos. Una fuerte proporción de animales por hectárea es condición esencial para la mejora de todos los pastizales y tal vez, sobre todo, de aquellos que se encuentran en suelos netamente deficientes en cal.»

Esta conclusión es totalmente exacta. Puede incluso ampliarse: reemplazar la palabra pastizales por la de prados, y decir:

«Casi todos los tipos de prados pueden ser mejorados merced a un pastoreo intensivo.»

Bien entendido, este pastoreo intensivo debe ser racional y tener en cuenta tanto las exigencias de la hierba como las del animal.

PARTE DUODECIMA

PAPEL DEL ACIDO FOSFORICO, DE LA POTASA Y LOS OLIGOELEMENTOS EN LA EVOLUCION DE LA FLORA

CAPÍTULO PRIMERO

ACCION DEL ACIDO FOSFORICO Y DE LA POTASA SOBRE EL DESARROLLO INDIVIDUAL DE LAS PLANTAS PRATENSES

Visible influencia del ácido fosfórico y de la potasa sobre la flora.

Todos los praticultores lo han comprobado, y todos los investigadores lo han confirmado: los abonos llamados «de fondo», ácido fosfórico y (o) potasa ejercen una modificación en extremo visible de la flora pratense, esto es, el desarrollo del trébol blanco. Puede incluso decirse que este desarrollo es en algunos casos espectacular, y que se ve *aparecer* y prosperar al trébol blanco en pastos en los que no había ni una sola planta, después de dos o tres años de la aplicación de fosfato, con o sin potasa.

Un agricultor que había abonado con escorias sus pastos, al ver desarrollarse el trébol blanco, me dijo:

«Deben poner granos de trébol blanco en los sacos de escorias.»

Desde el comienzo del empleo de los abonos minerales, fué observada la favorable influencia del abono fosfo-potásico sobre la flora. Conozco un informe inglés de 1872 ⁽²³⁸⁾ que ya indicaba las mejoras obtenidas en la flora de los pastos con el aporte de abonos de fondo.

El efecto de los abonos sobre una planta depende también del sistema de explotación.

Desde el punto de vista de la ecología dinámica, la cuestión que nos interesa, ante todo, es la siguiente:

¿En qué medida el ácido fosfórico (o la potasa) favorece el desarrollo de tal o cual planta pratense, considerada individualmente?

Como en otros problemas análogos de la ecología dinámica, es difícil seguir por separado la acción de un elemento fertilizante individual sobre una planta pratense determinada.

A ello hemos de añadir también el efecto del factor individual «abono», que está relacionado con el sistema de explotación.

Supongamos que una planta cultivada en macetas o en pequeños cuadros haya sido beneficiada por un abono potásico antes de ser cortada.

Si tal planta es de las que no soportan la pata y el diente del animal, aunque se empleen abonos potásicos en el suelo que la mantiene, al ser pastada, lo mismo habrá dado que se abone con potasa o no; el provecho del abono potásico será nulo.

Por otra parte, la potasa actúa favorablemente sobre la planta cuando el suelo es neutro (o casi neutro). Su efecto será frecuentemente nulo o perjudicial si el pH del suelo es muy bajo.

Resultados estadísticos relacionados con la influencia de los elementos fertilizantes sobre las plantas individuales en los prados de siega.

Poseemos escasos resultados, por otra parte muy variables, referentes a la acción del ácido fosfórico y de la potasa sobre las plantas pratenses consideradas individualmente. Además, nunca se ha indicado el sistema exacto de pastoreo.

Los únicos resultados continuados disponibles se refieren a prados de siega; también resulta evidente en ellos que tales resultados están en relación con la naturaleza del suelo, con las condiciones climáticas y con los sistemas de siega.

Para estudiar las acciones de los abonos fosfo-potásicos sobre una planta individual de prado de siega, creo por tanto preferible no tomar en consideración las experiencias aisladas realizadas en condiciones especiales, sino los datos estadísticos referentes a un gran número de años y de terrenos diferentes.

Así ha procedido el Instituto de Investigaciones sobre Pastos (*Forschungsinstitut für Grünlandwirtschaft*) de Steinach, Baviera, trabajando sobre datos de veintidós años consecutivos en veinte lugares diferentes, y concernientes dichos datos a la influencia de los elementos fertilizantes sobre el desarrollo de las plantas individuales en los prados de siega.

El ácido fosfórico favorece, en general, a las buenas gramíneas.

Los cuadros números 64 y 65 (pp. 274 y 275) indican la influencia del ácido fosfórico sobre distintas plantas de prados de siega, según los datos estadísticos bávaros.

La última columna de la derecha, referente a las variaciones relativas, permite ver claramente cuáles han sido las plantas favorecidas o perjudicadas por el ácido fosfórico.

Es evidente que las leguminosas y ciertas gramíneas fueron notablemente favorecidas.

Y lo curioso es que (a excepción del dactilo) todas las gra-

CUADRO N.º 64

INFLUENCIA DEL ÁCIDO FOSFÓRICO SOBRE EL DESARROLLO DE DIFERENTES GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS DE PRADOS DE SIEGA

| Nombres comunes | Nombres latinos | Porcentaje del rendimiento total de la flora | | Variaciones relativas |
|---|---|--|-------------------------------|-----------------------|
| | | Sin aporte de ácido fosfórico | Con aporte de ácido fosfórico | |
| I.—GRAMÍNEAS | | | | |
| <i>Fueron favorecidas</i> | | | | |
| Poa pratense | <i>Poa pratensis</i> | 5,5 | 24,5 | 442 |
| Avena amarilla o de oro. | <i>Trisetum flavescens</i> ... | 7,5 | 19,4 | 259 |
| Cola de zorra, carricera. | <i>Alopecurus pratensis</i> ... | 0,7 | 5,2 | 743 |
| Poa trivial | <i>Poa trivialis</i> | 0,7 | 2,4 | 343 |
| Festuca o cañuela pratense | <i>Festuca pratensis</i> | 2,5 | 4,2 | 168 |
| <i>Se comportaron indiferentemente</i> | | | | |
| Fleco pratense | <i>Phleum pratense</i> | 2,5 | 2,6 | 104 |
| Holco lanoso o veloso. | <i>Holcus lanatus</i> | 3,2 | 3,1 | 97 |
| <i>Fueron perjudicadas</i> | | | | |
| Cervuno | <i>Nardus stricta</i> | 5,7 | 0 | 0 |
| Festuca o cañuela roja y festuca o cañuela de ovejas | <i>Festuca rubra y festuca ovina</i> | 8,9 | 5,1 | 57 |
| Deschampsia caespitosa. | <i>Deschampsia caespitosa</i> . | 5,0 | 1,5 | 30 |
| Gramma de olor | <i>Anthoxanthum odoratum</i> | 4,1 | 1,1 | 27 |
| Dactilo aglomerado | <i>Dactylis glomerata</i> | 6,4 | 3,9 | 61 |
| Agróstide común | <i>Agrostis vulgaris</i> | 3,8 | 1,8 | 47 |
| Cola de perro, cinosura. | <i>Cynosurus cristatus</i> ... | 3,3 | 1,7 | 52 |
| Cedacillo | <i>Briza media</i> | 1,5 | 0 | 0 |
| Molinia azul | <i>Molinia coerulea</i> | 0,9 | 0 | 0 |
| II.—LEGUMINOSAS | | | | |
| Trébol híbrido, bastardo, negro o sueco ... | <i>Trifolium hybridum</i> ... | 0,2 | 1,3 | 650 |
| Almorta pratense | <i>Lathyrus pratensis</i> | 1,3 | 2,4 | 185 |
| Trébol blanco o rastreiro | <i>Trifolium repens</i> | 1,9 | 2,6 | 137 |
| Trébol violeta | <i>Trifolium pratense</i> | 2,5 | 2,4 | 96 |
| Cuernecillo o loto pratense | <i>Lotus corniculatus</i> | 0,8 | 0,5 | 63 |

N. B.—1.º Las cifras representan la media de veintidós años de observaciones en distintos lugares y diversos suelos de Baviera.

2.º Las variaciones relativas están calculadas tomando como base 100 el porcentaje de la planta sin aporte de ácido fosfórico.
Según SIEBOLD (223).

CUADRO N.º 65

INFLUENCIA DEL ÁCIDO FOSFÓRICO SOBRE EL DESARROLLO DE DIVERSAS PLANTAS DE PRADOS DE SIEGA

| Nombres comunes | Nombres latinos | Porcentaje del rendimiento total de la flora | | Variaciones relativas |
|---|-----------------------------------|--|-------------------------------|-----------------------|
| | | Sin aporte de ácido fosfórico | Con aporte de ácido fosfórico | |
| <i>Fueron notablemente favorecidas</i> | | | | |
| Cirsio oleráceo | <i>Cirsium oleraceum</i> | 2,0 | 10,3 | 515 |
| Herácleo | <i>Heracleum Sphondylium</i> . | 1,0 | 6,4 | 640 |
| Botón de oro acre | <i>Ranunculus acris</i> | 2,6 | 4,0 | 154 |
| Verónica | <i>Veronica sp</i> | 1,1 | 2,1 | 191 |
| <i>Fueron moderadamente favorecidas</i> | | | | |
| Diente de león | <i>Taraxacum officinale</i> ... | 1,4 | 1,7 | 121 |
| Galio de los pantanos ... | <i>Galium uliginosum</i> ... | 0,2 | 0,3 | 150 |
| <i>Disminuyeron notablemente</i> | | | | |
| Pimpinela mayor | <i>Sanguisorba officinalis</i> . | 13,0 | 6,6 | 51 |
| | <i>Leontodon hispidus</i> ... | 4,3 | 0,7 | 16 |
| | <i>Geum rivale</i> | 3,5 | 0 | 0 |
| Llantén menor | <i>Plantago lanceolata</i> ... | 4,0 | 1,0 | 25 |
| | <i>Luzula campestris</i> | 3,1 | 0,5 | 16 |
| Margarita mayor | <i>Leucanthemum vulgare</i> . | 2,1 | 0,3 | 14 |
| Reina de los prados | <i>Spiraea ulmaria</i> | 12,2 | 10,5 | 84 |
| Angélica silvestre | <i>Angelica silvestris</i> | 2,7 | 1,7 | 63 |
| Cardamina o mastuerzo pratense | <i>Cardamine pratensis</i> ... | 0,7 | 0 | 0 |
| | <i>Hieracium sp.</i> | 0,8 | 0,1 | 13 |
| | <i>Carex sp.</i> | 0,9 | 0,2 | 22 |
| Cártamo silvestre | <i>Centaurea jacca</i> | 0,7 | 0,1 | 14 |
| <i>Disminuyeron moderadamente</i> | | | | |
| Pimpinela mayor | <i>Pimpinella magna</i> | 6,8 | 4,6 | 68 |
| <i>Se comportaron indiferentemente</i> | | | | |
| Valeriana | <i>Valeriana officinalis</i> ... | 3,2 | 2,8 | 88 |
| Cejas de Venus | <i>Achillea millefolium</i> ... | 1,9 | 1,7 | 89 |
| Acedera común | <i>Rumex acetosa</i> | 1,7 | 1,6 | 94 |

N. B.—1.º Las cifras representan la media de veintidós años de observaciones en distintos lugares y diversos suelos de Baviera.

2. Las variaciones relativas están calculadas tomando como base 100 el porcentaje de la planta sin aporte de ácido fosfórico.

Según SIEBOLD (223).

CUADRO N.º 66

INFLUENCIA DE LA POTASA SOBRE EL DESARROLLO DE DIVERSAS GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS DE LOS PRADOS DE SIEGA

| Nombres comunes | Nombres latinos | Porcentaje del rendimiento total de la flora | | Variaciones relativas |
|--|--|--|------|-----------------------|
| | | Sin | Con | |
| potasa | | | | |
| I.—GRAMÍNEAS | | | | |
| <i>Fueron favorecidas</i> | | | | |
| Avena amarilla, o de oro | <i>Trisetum flavescens</i> | 10,4 | 19,4 | 187 |
| Cola de zorra, carricera | <i>Alopecurus pratensis</i> | 1,3 | 5,4 | 400 |
| Dactilo aglomerado | <i>Dactylis glomerata</i> | 0,7 | 3,9 | 557 |
| Poa pratense | <i>Poa pratensis</i> | 21,5 | 24,3 | 113 |
| Festuca o cañuela pratense | <i>Festuca pratensis</i> | 1,7 | 4,2 | 247 |
| Fleo pratense | <i>Phleum pratense</i> | 0,2 | 2,6 | 1.300 |
| Poa trivial | <i>Poa trivialis</i> | 1,7 | 2,4 | 141 |
| Holco lanoso o veloso | <i>Holcus lanatus</i> | 2,5 | 3,1 | 124 |
| Cola de perro, cinosuro | <i>Cynosurus cristatus</i> | 1,3 | 1,7 | 131 |
| <i>Fueron perjudicadas</i> | | | | |
| Festuca o cañuela roja | <i>Festuca rubra</i> y <i>Festuca ovina</i> | 17,7 | 5,1 | 32 |
| Deschampsia caespitosa | <i>Deschampsia caespitosa</i> | 7,1 | 1,5 | 21 |
| Molinia azul | <i>Molinia coerulea</i> | 2,8 | 0 | 0 |
| Agróstide común | <i>Agrostis vulgaris</i> | 3,8 | 1,8 | 47 |
| Cervuno | <i>Nardus stricta</i> | 0,9 | 0 | 0 |
| Cedacillo | <i>Briza media</i> | 0,8 | 0 | 0 |
| Gramma de olor | <i>Anthoxanthum odoratum</i> | 1,5 | 1,1 | 73 |
| II.—LEGUMINOSAS | | | | |
| Trébol blanco o rastre-ro | <i>Trifolium repens</i> | 0,8 | 2,6 | 325 |
| Trébol violeta | <i>Trifolium pratense</i> | 1,3 | 2,9 | 223 |
| Trébol híbrido, bastardo, negro o sueco | <i>Trifolium hybridum</i> | 0 | 1,3 | — |
| Almorta pratense | <i>Lathyrus pratensis</i> | 1,6 | 2,4 | 150 |
| Cuernecillo o loto pratense | <i>Lotus corniculatus</i> | 0 | 0,5 | — |

N. B.—1.º Las cifras representan la media de veintidós años de observaciones en diferentes lugares y diversos suelos de Baviera.

2.º Las variaciones relativas están calculadas tomando como base 100 el porcentaje de la planta sin aporte de potasa.

Según SIEBOLD (223).

CUADRO N.º 67

INFLUENCIA DE LA POTASA SOBRE EL DESARROLLO DE DIVERSAS PLANTAS DE PRADOS DE SIEGA

| Nombres comunes | Nombres latinos | Porcentaje de rendimiento total de la flora | | Variaciones relativas |
|---|---------------------------------------|---|------|-----------------------|
| | | Sin | Con | |
| potasa | | | | |
| <i>Fueron notablemente favorecidas</i> | | | | |
| Cirsio oleráceo | <i>Zizium oleraceum</i> | 0,9 | 10,3 | 1.144 |
| Herácleo | <i>Heracleum sphondylium</i> | 0,7 | 6,4 | 914 |
| Pimpinela mayor | <i>Sanguisorba officinalis</i> | 2,3 | 6,6 | 287 |
| Pimpinela mayor | <i>Pimpinella magna</i> | 0,9 | 4,6 | 511 |
| Valeriana | <i>Symphytum officinale</i> | 0,9 | 3,9 | 433 |
| Valeriana | <i>Valeriana officinalis</i> | 1,0 | 2,8 | 280 |
| Angélica silvestre | <i>Angelica silvestris</i> | 1,1 | 2,7 | 155 |
| <i>Fueron moderadamente favorecidas</i> | | | | |
| Diente de león | <i>Taraxacum officinale</i> | 0,9 | 1,7 | 189 |
| Cejas de Venus | <i>Achillea millefolium</i> | 1,0 | 1,7 | 183 |
| <i>Disminuyeron notablemente</i> | | | | |
| Verónica | <i>Geum rivale</i> | 6,1 | 0 | 0 |
| Verónica | <i>Veronica sp.</i> | 3,4 | 0,2 | 6 |
| Verónica | <i>Veronica sp.</i> | 4,1 | 1,1 | 27 |
| Verónica | <i>Leontodon hispidus</i> | 2,2 | 0,7 | 32 |
| Cardamina o mastuerzo pratense | <i>Cardamine pratensis</i> | 1,0 | 0 | 0 |
| Cardamina o mastuerzo pratense | <i>Luzula campestris</i> | 1,3 | 0,5 | 38 |
| Llantén menor | <i>Luzula campestris</i> | 1,8 | 1,0 | 56 |
| Gallo de los pantanos | <i>Plantago lanceolata</i> | 0,8 | 0,3 | 38 |
| Cártamo silvestre | <i>Galium uliginosum</i> | 0,2 | 0,1 | 50 |
| Cártamo silvestre | <i>Centaurea jacea</i> | 0,2 | 0,1 | 50 |
| Cártamo silvestre | <i>Hieraceum sp.</i> | | | |
| <i>Disminuyeron moderadamente</i> | | | | |
| Acedera común | <i>Rumex acetosa</i> | 2,6 | 1,6 | 62 |
| Margarita mayor | <i>Leucanthemum vulgare</i> | 1,0 | 0,3 | 30 |
| <i>Se comportaron indiferentemente</i> | | | | |
| Botón de oro acre | <i>Ranunculus acris</i> | 4,5 | 4,0 | 89 |

N. B.—1.º Las cifras representan la media de veintidós años de observaciones en diferentes lugares y diversos suelos de Baviera.

2.º Las variaciones están calculadas tomando como base 100 el porcentaje de la planta sin aporte de potasa.

Según SIEBOLD (223).

míneas (cervuno, molinia, etc.), consideradas como malas hierbas, retroceden cuando se abona con ácido fosfórico.

Entre las malas hierbas, dos de ellas, el diente de león (*) y el llantén (**), son particularmente buscadas por las vacas, que las comen con verdadera fruición. Desgraciadamente, la primera de ellas no está nada influenciada y la segunda se ve perjudicada por el ácido fosfórico.

La potasa es perjudicial para muchas "malas" gramíneas.

Los resultados del Instituto de Steinach referentes a la potasa figuran en los cuadros números 66 y 67 (pp. 276, 277).

Como es sabido, la potasa favorece el desarrollo de las leguminosas.

Lo mismo que el ácido fosfórico, la potasa perjudica a gran número de gramíneas (molinia, agróstide, cervuno, etc). Desgraciadamente, no sólo favorece a las buenas gramíneas, sino también a las de poco valor, como el holco lanoso.

Hecho interesante: el dactilo, que parecía perjudicado por el ácido fosfórico está favorecido por la potasa.

En lo que se refiere al diente de león y al llantén, el efecto de la potasa es casi análogo al del ácido fosfórico: nulo sobre el diente de león, haciendo retroceder al llantén.

(*) Véase *Suelo, Hierba, Cáncer*, I ed. española.

(**) Véase *Suelo, Hierba, Cáncer*, I ed. española.

EVOLUCION DE LA FLORA DESPUES DEL APORTE DE ABONOS FOSFOPOTASICOS

Los abonos fosfopotásicos mejoran la flora degenerada.

El aporte combinado de ácido fosfórico y de potasa es un importante factor para la mejora de la flora y de los pastos degenerados como consecuencia del empobrecimiento del suelo en elementos fertilizantes asimilables.

Los abonos fosfopotásicos favorecen sobre todo a las leguminosas, haciendo retroceder a muchas malas hierbas.

Ello nos demuestra el cuadro número 68, de la Sociedad de Potasas de Alsacia (197) y el cuadro número 69, de KLAPP (152).

CUADRO N.º 68

EL APORTE DE ABONOS FOSFOPOTÁSICOS MEJORA LA FLORA

| | Sin estercolado | Con estercolado |
|---------------------|-----------------|-----------------|
| Gramíneas | 36,6 | 44,0 |
| Tréboles | 7,1 | 28,0 |
| Otras hierbas | 56,2 | 28,0 |

N. B.—Las cifras indican el porcentaje del peso total de la cosecha de cada grupo.

Según *Potasas de Alsacia* (197, p. 9).

Puede verse que, en ambos casos, el porcentaje de trébol ha aumentado enormemente. El porcentaje de gramíneas no ha va-

riado en absoluto, en tanto que las otras hierbas retroceden notablemente.

En nuestro libro *Productividad de la Hierba* (251), hemos demostrado (cuadro núms. 63 y 65, pp. 370-371) que el aporte de abonos fosfopotásicos hace retroceder a ciertas malas hierbas como el cervuno, la hiniesta, la calluna, etc.

CUADRO N.º 69

INFLUENCIA DEL ÁCIDO FOSFÓRICO Y DE LA POTASA SOBRE LA COMPOSICIÓN DE LA FLORA

| | Sin abono | Abono | | |
|---------------------|-----------|-------|-----|-----|
| | | P | K | PK |
| Gramíneas | 46 | 44 | 46 | 47 |
| Tréboles | 15 | 24 | 21 | 33 |
| Otras hierbas | 39 | 32 | 31 | 20 |
| | 100 | 100 | 100 | 100 |

N. B.—1.º Las cifras indican el porcentaje de participación de las tres clases de plantas según su rendimiento en materia seca.

2.º No se ha dado indicación alguna sobre el sistema de explotación del pasto.

Según KLAPP (152, p. 158).

Mejora de la flora degenerada de un prado de siega mediante el aporte de ácido fosfórico y de potasa.

Veamos ahora la acción de los abonos fosfopotásicos sobre un prado de siega permanente que continúa explotándose siempre de la misma forma.

ZÜRN (286) estudió prados viejos que no se habían abonado nunca y que se encontraban en los mismos terrenos pobres que los prados de la experiencia precedente.

El cuadro número 70 indica la evolución global de la flora. Al principio se trataba de prados degenerados con una proporción de más del 50 por 100 de malas hierbas. Puede verse que cuando no se hizo aporte alguno de abono, la composición de la flora siguió siendo aproximadamente la misma durante los

diez años de experiencias, esto es: muchas malas hierbas (55 por 100), pocas gramíneas (38 por 100) y muy pocas leguminosas (7 por 100). El aporte de abonos fosfopotásicos aumentó a la vez la proporción de gramíneas (que pasó de 37 a 48 por 100) y de leguminosas (de 10 a 17 por 100); por el contrario, hizo retroceder a las malas hierbas (que pasaron del 53 al 35 por 100).

CUADRO N.º 70

EVOLUCIÓN DE LA FLORA DE UN PRADO VIEJO DE SIEGA PERMANENTE EN EL TRANCURSO DE DIEZ AÑOS DE APLICACIÓN DE ABONOS FOSFOPOTÁSICOS

| Número de años de aplicación de abonos | Gramíneas | | Leguminosas | | Malas hierbas | |
|--|------------|-----|-------------|-----|---------------|-----|
| | Sin abonos | PK. | Sin abonos | PK. | Sin abonos | PK. |
| 1 | 37 | 35 | 10 | 15 | 53 | 50 |
| 2 | 41 | 39 | 8 | 18 | 51 | 43 |
| 3 | 35 | 45 | 8 | 19 | 57 | 36 |
| 4 | 36 | 41 | 10 | 16 | 54 | 43 |
| 5 | 34 | 41 | 8 | 18 | 58 | 41 |
| 6 | 27 | 45 | 8 | 22 | 65 | 33 |
| 7 | 27 | 42 | 8 | 24 | 65 | 34 |
| 8 | 38 | 43 | 9 | 17 | 53 | 35 |
| 9 | 32 | 45 | 8 | 20 | 60 | 35 |
| 10 | 38 | 48 | 7 | 17 | 55 | 35 |

N. B. 1.º Las cifras indican los porcentajes de la superficie total que cubría cada grupo.

2.º Las cantidades anuales aportadas fueron de unos 60 kg./ha. de P_2O_5 y 90 kg./ha. de K_2O .

Según ZÜRN (286, p. 77).

CAPÍTULO III

INFLUENCIA DE LOS OLIGOELEMENTOS
DEL SUELO SOBRE LA FLORA PRATENSEDos aspectos de la carencia en oligoelementos desde
el punto de vista de la ecología dinámica.

Como consecuencia de los hallazgos de Gabriel BERTRAND, nuestro eminente colega de la Academia de Agricultura, los conocimientos sobre oligoelementos no han cesado de progresar.

De esta forma se ha llegado a saber que muchas enfermedades de las plantas podían ser debidas a la falta directa o indirecta de un oligoelemento *asimilable* del suelo.

Por ejemplo, en un suelo deficiente en manganeso, una graminea como la avena se ve atacada de la enfermedad de las manchas grises y, en un suelo carente de cobre (*), sufrirá la enfermedad de los puntos blancos (*wither tip*).

Si una planta (buena o mala) de pastizal es fácilmente atacada por una enfermedad producida por carencia de un oligoelemento dado, desde el punto de vista de la ecología dinámica, debemos tener en cuenta los dos principales aspectos siguientes:

1.º Cuando el suelo es deficiente en dicho elemento *asimilable*, la planta considerada se desarrollará débilmente, o no se desarrollará en absoluto en el pastizal.

(*) Bien entendido que se trata de manganeso y de cobre *asimilables*. Ello no significa forzosamente que el contenido del suelo en dichos elementos minerales *totales* sea anormalmente bajo.

2.º El aporte del mismo oligoelemento al suelo permitirá a dicha planta, ausente más o menos totalmente, adquirir predominio en la composición botánica del pastizal. Dicho de otra forma: el enriquecimiento del suelo en este oligoelemento modificará la flora.

Escasez de estudios sobre la influencia
de los oligoelementos en las plantas pratenses.

Los estudios referentes a las enfermedades por carencia de oligoelementos en las plantas de labor, árboles frutales, plantas de huerta, etc., se han multiplicado en el transcurso de los últimos quince años. Desgraciadamente, como en otros muchos casos, los estudios referentes a la influencia de los oligoelementos sobre las plantas pratenses son todavía muy escasos.

Como dice un investigador inglés (71):

«En conjunto, las hierbas pratenses han sido más bien des-cuidadas en lo que se refiere a las investigaciones sobre los oligoelementos, aunque no existe razón alguna para suponer que, desde un punto de vista cualitativo, tales plantas difieran de las demás plantas superiores en cuanto a sus necesidades en oligoelementos.»

Veamos algunos de los escasos datos (71, 83, y 152; pp. 183-185) que poseemos sobre la sensibilidad de las distintas plantas pratenses frente a las carencias de oligoelementos (*).

El cino y el equilibrio entre la *phalaris* (**)
y la alfalfa.

Veamos, en primer lugar, un ejemplo muy sencillo sobre el equilibrio de una asociación vegetal mantenida bajo el control estricto de un oligoelemento del suelo.

(*) No abordaremos aquí la cuestión de las enfermedades carenciales de las plantas ni las consecuencias de las carencias de oligoelementos en el suelo y en las plantas pratenses sobre la salud de los animales (este problema ha sido ampliamente tratado en *Suelo, Hierba, Cáncer*, I edición española).

(**) *Phalaris* = alpiste de apra

En los pastos de Australia se ha desarrollado abundantemente una gramínea llamada *phalaris*, que es frecuentemente cultivada en asociación con la alfalfa.

Como es sabido, la alfalfa es muy sensible a la carencia de cinc en el suelo, mientras que la *phalaris* no lo es (70). De ello resulta que en los suelos con carencia de cinc, que no faltan en Australia, la *phalaris* acaba por dominar y la alfalfa, por la misma causa, escasea. Por el contrario, si se hacen aportes de cinc al suelo, la alfalfa tiende a dominar, haciendo retroceder a la *phalaris*.

Sensibilidad de algunas plantas pratenses a la carencia de oligoelementos.

a) COBRE.—El fleo y el vallico o ray-grass parecen ser especialmente sensibles a la carencia de cobre.

Como lo han demostrado los estudios de KANNENBERG (136-137), la falta de cobre hace muy flácidas a ciertas gramíneas, tales como el vallico o ray-grass y el fleo, cuyas hojas caen péndulas hacia el suelo. Ello produce podredumbre en la base de los tallos.

Desde hace tiempo se sabe que el cobre es necesario para el buen desarrollo de las leguminosas. En el transcurso de los últimos años se ha descubierto la presencia de hemoglobina en las nudosidades radiculares (*) de dichas plantas, observándose que la hemoglobina está estrechamente ligada con el proceso de fijación del nitrógeno.

Ahora bien, el cobre es un elemento indispensable para la síntesis del radical hem de la hemoglobina (**); podría pensarse que el mecanismo vital de fijación del nitrógeno en las leguminosas no podría funcionar más que en presencia de cantidades suficientes de cobre asimilable en el suelo. Es lo que HALLSWORT (106) logró demostrar con gran brillantez en 1958.

(*) Los nódulos o nudosidades radiculares de las leguminosas son pequeñas protuberancias presentes en las raíces de dichas plantas. Sus células contienen bacterias (*Rhizobium*), que tienen la propiedad de fijar el nitrógeno atmosférico.

(**) Ver *Suelo, Hierba, Cáncer*, I edición española.

Estas experiencias nos ayudan a comprender mejor que las leguminosas corrientes, cómo la alfalfa (113) y diversos tréboles son particularmente sensibles a las carencias de cobre en el suelo.

Entre los tréboles, parece ser que el trébol violeta es el más sensible. Puede, pues, deducirse que regiones tales como el País de Caux (*), en donde el cultivo del trébol violeta prospera perfectamente, poseen un suelo con un excelente contenido en cobre asimilable.

b) BORO.—La leguminosa más sensible a la carencia de boro es la alfalfa; pero el trébol violeta, el trébol encarnado y el trébol blanco son igualmente sensibles, aunque en mucha menor cuantía.

c) MANGANESO.—Las gramíneas son en extremo sensibles a la carencia de manganeso asimilable, que generalmente es causada por un pH muy elevado, es decir, por un enmargado o por un encalado excesivos (**). Hemos recordado anteriormente la sensibilidad de la avena (gramínea) ante la carencia de manganeso. Lo mismo sucede con la mayor parte de las gramíneas de nuestros pastos.

Es cierto, por otra parte, como recuerdan STENUIT y CORDIER (234), que algunas gramíneas, como la cebada, son muy sensibles al exceso de manganeso que se observa algunas veces en los terrenos ácidos.

No poseemos, empero, estudios precisos (***) sobre las sensibilidades relativas de las plantas pratenses frente a la carencia de manganeso.

Pero es bien sabido que la cifra de manganeso en las gramíneas es, entre los contenidos en elementos minerales de estas plantas, el que más varía, como lo demuestra el cuadro núme-

(*) Región del Sena Marítimo en donde vive el autor. Por otra parte, es en extremo notable que, durante decenas de años, los agricultores de esta región vuelven a utilizar la semilla de su trébol, sin que pueda observarse ninguna de generación en el mismo.

(**) Véanse pp. 264, 265.

(***) Al menos que el autor de estas líneas sepa.

ro 71. Por término medio, el dactilo contiene casi tres veces más manganeso que la poa pratense.

Estos contenidos de manganeso tan distintos en nuestras gramíneas indican una capacidad diferente de la planta para absorber el manganeso del suelo. Sería muy interesante conocer la correlación que tales contenidos pueden presentar con la sensibilidad de la planta ante una carencia o un exceso de manganeso.

El único estudio ⁽⁷¹⁾ que poseemos (*) indica una notable sensibilidad del fleo ante la carencia de manganeso.

En Australia se ha comprobado que el trébol blanco puede sufrir igualmente una carencia de manganeso.

CUADRO N.º 71

CONTENIDO EN MANGANESO DE OCHO GRAMÍNEAS Y DE LA ALFALFA EN SUPERFICIES PASTADAS

| Fecha de la toma de muestras | Dactilo | Centeno | Avena elevada o alta | Cañuela o festuca pratense | Fleo | Poa pratense | Bromo | Agrostide | Alfalfa |
|------------------------------|---------|---------|----------------------|----------------------------|-------|--------------|-------|-----------|---------|
| 6 junio | 268 | 197 | 105 | 174 | 86 | 69 | 172 | 188 | 81 |
| 20 junio | 240 | 130 | 81 | 127 | 86 | 77 | 172 | 161 | 41 |
| 4 julio | 292 | 145 | 91 | 160 | 97 | 70 | 166 | 161 | 39 |
| 18 julio | 240 | 120 | 90 | 149 | 97 | 75 | 166 | 214 | 49 |
| 1 agosto | 204 | 85 | 90 | 154 | 106 | 107 | 172 | 214 | 40 |
| 15 agosto | 170 | 97 | 82 | 184 | 150 | 83 | 134 | 161 | 47 |
| 29 agosto | 214 | 97 | 105 | 176 | 130 | 73 | 134 | 177 | 47 |
| 11 septiembre | 158 | 90 | 121 | 154 | 130 | 75 | 134 | 161 | 47 |
| 26 septiembre | 165 | 123 | 126 | 110 | 142 | 80 | 107 | 244 | 48 |
| 11 octubre | 114 | 135 | 113 | 124 | 120 | 72 | 152 | 240 | 47 |
| Media | 207,5 | 121,9 | 100,4 | 151,2 | 114,4 | 78,1 | 154,6 | 192,1 | 46,6 |

N. B.—1.º Las parcelas fueron regadas, pero no recibieron ningún abono.

2.º Cada parcela fué pastada uno o dos días cada dos semanas.

3.º Las cifras indican miligramos por kilogramos de hierba desecada en la estufa.

Según D. W. BOLIN (31).

(*) Al menos, conocido por el autor.

COPPENET ⁽⁴⁴⁾, en Francia, ha observado que el trébol encarnado y la alfalfa son sensibles a la carencia de manganeso, y que los aportes de manganeso al suelo carenciado hacen pasar el color de las hojas del amarillo verdoso al verde oscuro.

Es interesante relacionar esta observación con el hecho de que la alfalfa es una de las plantas forrajeras más pobres en manganeso (cuadro núm. 71, p. 286).

d) MOLIBDENO.—Los tréboles son sensibles a las carencias de molibdeno en los suelos ácidos. Frecuentemente se ha podido aumentar el rendimiento de muchas leguminosas que crecen en estos suelos ácidos incorporando molibdeno al suelo. Como ya hemos dicho (*), esta presencia de molibdeno en el suelo modifica la sensibilidad de la leguminosa frente a un pH determinado de este último.

e) CINCO.—Ya hemos dicho que ciertas leguminosas, como la alfalfa, son particularmente sensibles a la carencia de cinc. Lo mismo sucede con el trébol subterráneo, que se cultiva en ciertas regiones de Australia.

Entre las gramíneas, el fleo parece ser particularmente sensible a la carencia de cinc ⁽⁷¹⁾.

f) HIERRO.—En Noruega se ha observado que el fleo y la cañuela o festuca pratense sufren notablemente las carencias de hierro (**).

g) AZUFRE.—Entre los oligoelementos incluimos también al azufre (***). Parece que el trébol blanco es particularmente sensible a la carencia de azufre. En Florida pudo comprobarse, en terrenos arenosos ^(189 bis), que el aporte de azufre favorece mucho el desarrollo del trébol blanco, pudiendo multiplicar por

(*) Véase p. 261 y compárese con la p. 380.

(**) En lo que se refiere al contenido de hierro en las plantas pratenses, véanse los excelentes trabajos de DE VUYST (60) y sus colaboradores, de la Universidad de Lovaina (Bélgica).

(***) En relación con la influencia del azufre sobre la composición de las plantas pratenses, véase *Suelo, Hierba, Cáncer*, ed. española.

ocho su masa verde en algunos casos. Más adelante veremos (p. 300) algunos estudios interesantes sobre este importante punto.

Plantas indicadoras de carencias del suelo en un oligoelemento.

La determinación de la cantidad asimilable de un oligoelemento en el suelo es en extremo difícil de obtener mediante el análisis químico. Puede incluso decirse que es casi siempre imposible (*) y que únicamente el ensayo biológico (por ejemplo, el cultivo de *Aspergillus niger*) permite obtener un resultado que con frecuencia es sólo aproximado.

Sería, pues, interesante conocer la existencia de plantas «indicadoras», capaces de prosperar en un suelo que carece de un oligoelemento determinado; esta capacidad es debida a que:

— no tienen más que necesidades limitadas de tal elemento o (y)

— poseen una especial aptitud para acumular los pocos vestigios asimilables del mismo presentes en el suelo.

Veamos algunos ejemplos característicos:

La hierba de San Agustín (**) (*Stenotaphrum secundatum*), tiene muy escasas necesidades de cobre. Es, por tanto, una planta que se desarrolla muy bien en terrenos humíferos (*muck*) como los de Florida (***) , que son muy pobres en cobre asimilable.

El quenopodio blanco y la mostaza silvestre tienen muy po-

(*) Sobre los límites del análisis químico, véase *Suelo, Hierba, Cáncer* edición española.

(**) «St. Augustine Grass», llamada también «Buffalo grass» en Australia. Muy buena gramínea; se trata de una planta pratense interesante y productiva, propia de las tierras bajas, medianamente húmeda, de las regiones tropicales y subtropicales. Muy extendida por las regiones costeras del continente americano; se explota igualmente en el África tropical occidental y en África del Sur, Australia y sudeste asiático.

(***) En lo que se refiere a las fracturas de huesos de los animales en pastoreo sobre estos suelos carentes de cobre, véase *Suelo, Hierba, Cáncer*, I ed. española

cas necesidades en boro y en manganeso. Por ello, en los suelos con carencias de estos dos oligoelementos, dichas plantas son muy abundantes; un campo de trébol en el que se desarrolla abundantemente el quenopodio blanco representa en general una carencia de uno de dichos dos oligoelementos (o de ambos).

La anserina o quenopodio silvestre y la pamplina o hierba pajarera están conceptuados (29, pp. 5-7) como capaces de desarrollarse en terrenos carentes de manganeso.

PARTE DECIMOTERCERA

INFLUENCIA
DE LOS ABONOS NITROGENADOS
SOBRE LA FLORA PRATENSE

CAPÍTULO PRIMERO

**IRREGULARIDADES Y CONTRADICCIONES
DE LOS RESULTADOS REFERENTES
A LA INFLUENCIA DE LOS ABONOS
NITROGENADOS SOBRE
LA FLORA PRATENSE**

Los abonos nitrogenados y el rendimiento de los pastos.

La acción de los abonos nitrogenados sobre los pastos ha sido estudiada sobre todo desde el punto de vista del *rendimiento*. Este es el caso de la mayor parte de los problemas referentes a los pastos; lo que no deja de ser normal, ya que finalmente se trata siempre de obtener de los mismos un rendimiento óptimo (*).

(*) No olvidando que estos rendimientos deben ser valorados a través de los resultados observados en los animales sobre el pasto y no computando los rendimientos en materia seca y de las pretendidas proteínas.

Pero lo que más sorprende es la irregularidad de los resultados obtenidos con la aplicación de los abonos nitrogenados a los pastos. A decir verdad, esta irregularidad se traduce frecuentemente por notables contradicciones.

WILLIAMS ⁽²⁸³⁾ refiere los resultados de WOODMAN y UNDERWOOD quienes, mediante aplicaciones anuales de 210 kilogramos de nitrógeno por hectárea (bajo forma de sulfato amónico), obtuvieron un aumento de rendimiento (media de dos años) poco mayor del 10 por 100. Por el contrario. WATSON, con abonos anuales de 70 y 77 kilogramos de nitrógeno por hectárea (no se indica la forma nitrogenada) obtuvo respectivamente en dos años, unas cifras medias de aumento en el rendimiento del 41 y del 60 por 100.

Contradicciones relativas a la influencia de los abonos nitrogenados sobre el trébol blanco.

Estos resultados se referían al rendimiento. Pero encontramos contradicciones aún más marcadas en lo que respecta a la influencia de los abonos nitrogenados sobre la flora. El trébol blanco nos proporciona un sorprendente ejemplo.

MULDER ⁽¹⁸⁷⁾ estima que «una de las desventajas del empleo de los abonos nitrogenados en los pastos consiste en que conduce a la supresión del trébol por las gramíneas».

Pero en el transcurso de la discusión que siguió a su conferencia, añadió prudentemente:

«Haciendo pastar convenientemente puede remediarse este inconveniente.»

En el transcurso del IV Congreso Internacional de los Pastos, GIÖBEL ⁽⁸⁹⁾ declaró:

«Para resumir los resultados de nuestros ensayos, diremos que el empleo de fuertes cantidades de nitrógeno, combinadas con la rotación de los pastos y con unos buenos sistemas de explotación se ha revelado, en conjunto, como un método interesante que puede permitir la obtención de un césped denso de alta calidad. De esta manera se estimula el crecimiento de las gra-

míneas de valor y, especialmente, de la poa pratense. Pero al mismo tiempo se reduce el porcentaje del trébol blanco sin suprimirlo, no obstante, del todo.»

FRANKENA ⁽⁸⁷⁾, tomando la palabra en el mismo Congreso, dijo a continuación:

«El porcentaje de trébol blanco aumenta en el transcurso del verano en los pastos consumidos a diente cuando se tiene cuidado de hacer pastar convenientemente. La acción de los abonos nitrogenados, haciendo retroceder al trébol blanco, puede impedirse probablemente utilizando métodos convenientes de pastoreo.»

En cuanto a WILLIAMS ⁽²⁸⁴⁾ es categórico:

«Los abonos nitrogenados minerales disminuyen en todo caso e inevitablemente la proporción de trébol y de leguminosas en los pastos.»

WAGNER y SHEPHERD ^(265, p. 133), dicen igualmente:

«La competencia entre las plantas está influenciada por los abonos artificiales. Las grandes aportaciones de abonos nitrogenados favorecen el desarrollo de las gramíneas a expensas de las leguminosas en los pastos.»

El abono nitrogenado hace retroceder generalmente al trébol blanco.

En conjunto, parece que la mayor parte de los autores (*), como los dos últimos citados, estiman que el aporte de abonos nitrogenados tiende a hacer retroceder al trébol blanco en los pastos, aunque no faltan observaciones y afirmaciones en contrario.

El problema no consiste, por otra parte, tan sólo en el porcentaje máximo de trébol blanco, fuente de nitrógeno (**).

Se trata de producir económicamente la mayor cantidad posible de masa verde con un elevado valor nutritivo y que permita obtener animales sanos. Pero esto solo no basta: hay que es-

(*) Véase entre otros BERGÍN (21) y McCONAGUY (275) y WALKER (270).

(**) En lo que se refiere a la influencia del trébol blanco sobre las gramíneas, véanse pp. 96-102, 302.

forzarse en regularizar la producción de hierba en el transcurso del año (*) y prolongarla al máximo posible.

Finalmente se trata, como dice WALSH (274), de combinar el empleo de los abonos nitrogenados con el mantenimiento de una cierta cantidad de tréboles, de tal forma, que se pueda obtener el mejor rendimiento.

Vamos a intentar el estudio de algunos aspectos de este problema, desde el punto de vista de la ecología dinámica.

CAPÍTULO II

LOS ABONOS DE FONDO MODIFICAN EL EFECTO DE LOS ABONOS NITROGENADOS SOBRE LA FLORA

**El abono nitrogenado debe ser reforzado
con el abono de fondo.**

El nitrógeno puede compararse con la llama de una lámpara, que no arde más que cuando contiene aceite (abono de fondo). En los pastos de fondo empobrecido, la aplicación de nitrógeno hará más daño que beneficio a la composición botánica de la flora, acentuando sus defectos. En un suelo miserable no servirá de nada utilizar el abono sin antes haber hecho los debidos aportes de abono de fondo: ácido fosfórico, potasa, cal, oligoelementos (*), etc.

Este abono de fondo modificará, por otra parte, el efecto ejercido por el abono nitrogenado sobre el trébol blanco de la flora.

Algunos investigadores, como ANNETT (270), afirman incluso que no se observa ningún retroceso del trébol en los pastos cuando se distribuyen abonos nitrogenados, a condición de hacer los debidos aportes de cal (**).

(*) Recordemos a este efecto, que los abonos nitrogenados causan, por una parte, carencias en cobre al aumentar las cantidades asimiladas por las fuertes cosechas (257, p. 37-42) y, por otra parte, por un bloqueo del mismo cobre (186). Sería, pues, interesante saber en qué medida el aporte de cobre al suelo ayuda al trébol blanco a mantenerse en el pasto, a pesar de los fuertes abonos nitrogenados (véanse pp. 284, 285).

(**) Véase el estudio de BERGIN (21), que demuestra la influencia del enmargado sobre la evolución de la asociación (gramíneas + trébol) con o sin abonos nitrogenados.

(*) Véase *Productividad de la Hierba* (251, pp. 212-217).

La potasa mantiene al trébol blanco.

Es bien sabido que la potasa hace desarrollarse al trébol blanco. Ello se hace sentir igualmente cuando se incorporan abonos nitrogenados al pasto.

En un suelo pobre en potasa, BLAZER (26) ha demostrado, por ejemplo, que el aporte de abonos potásicos reduce el retroceso del trébol blanco (*) que se produce en la flora del pasto como consecuencia de los abonos nitrogenados. Generalizando más, estima que el retroceso del trébol bajo la influencia de los abonos nitrogenados es muy débil si se hacen los debidos aportes de potasa.

Numerosas observaciones análogas (175) han demostrado que el efecto «de retroceso» del nitrógeno sobre el trébol es mucho menos marcado cuando se utiliza simultáneamente un abono potásico.

Pero, en general, la acción del nitrógeno debe estar sostenida a la vez por el ácido fosfórico y por la potasa. Veamos algunas consecuencias.

El abono de fondo permite la influencia del abono nitrogenado sobre el trébol blanco en los prados de siega.

El cuadro número 72 (p. 297) demuestra que la acción del abono nitrogenado sobre el trébol blanco del *prado de siega* está claramente relacionada con los abonos de fondo (fosfato y potasa).

Vemos que, a los cuatro años de la siembra, el trébol blanco no retrocedió apenas en un prado de siega que recibía anualmente 50 kilogramos de nitrógeno por hectárea al mismo tiempo que escorias y potasa: el porcentaje de trébol blanco descende solamente del 10 al 8 por 100. Por el contrario, el conjunto de leguminosas retrocede, cediendo su puesto a diversas hierbas.

(*) Compárense cuadros números 67, 68, 69, pp. 277-279-280.

CUADRO N.º 72

MANTENIMIENTO DEL TRÉBOL BLANCO EN UN PRADO DE SIEGA
A PESAR DEL APORTE DE NITRÓGENO

| Nombres comunes | Nombres latinos | Proporción de superficie cubierta (en porcentaje) | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|---|---------------------------------|
| | | Año de la siembra | A los cuatro años de la siembra |
| Avena alta o elevada. | <i>Arrhenatherum elatius</i> . | 15 | 4 |
| Festuca o cañuela praterense | <i>Festuca pratensis</i> | 20 | 1 |
| Fleco praterense | <i>Phleum pratense</i> | 10 | — |
| Avena amarilla, o de oro | <i>Trisetum flavescens</i> | 15 | 60 |
| TOTAL DE GRAMÍNEAS | | 60 | 65 |
| Trébol violeta | <i>Trifolium pratense</i> | 20 | — |
| Trébol blanco o rastrojero | | 10 | 8 |
| Caernecillo o loto praterense | <i>Lotus corniculatus</i> | 10 | 4 |
| TOTAL DE LEGUMINOSAS | | 40 | 12 |
| Pea trivial | <i>Poa trivialis</i> | — | 2 |
| Diente de león | <i>Taraxacum officinale</i> .. | — | 8 |
| | <i>Sagina procumbens</i> .. | — | 7 |
| Diversas no sembradas. | | — | 6 |
| TOTAL DE HIERBAS NO SEMBRADAS ... | | — | 23 |

N. B.—1.º Las cifras para el año de la siembra se han calculado a partir de las cantidades sembradas.

2.º Las cifras para el cuarto año corresponden al tercer corte de septiembre

3.º Las cantidades anuales de abono fueron (kg./ha.): 500 de escorias, 500 de una sal con un 40 por 100 de potasa y 150 de nitrato amónico (unos 50 de N).

Según SCHECHTNER (209).

En dos pastos diferentes, un mismo aporte de abono nitrogenado, puede disminuir o aumentar el trébol blanco

La influencia del abono nitrogenado sobre la flora de los pastos está también relacionada con los abonos fosfopotásicos de fondo, pero la cuestión está infinitamente menos estudiada que en el caso de los prados de siega. BOEKER (30) ha seguido la

evolución de la flora de pastos que no habían recibido abono alguno durante largos años. En 1949 se hicieron fuertes aportaciones de nitrógeno, ácido fosfórico y potasa.

CUADRO N.º 73

EL ABONO COMPLETO PUEDE HACER AUMENTAR O DISMINUIR EL PORCENTAJE DE TRÉBOL BLANCO DE UN PASTO

| Nombres comunes | Nombres latinos | Porcentaje del peso total dado por la hierba | | | | | |
|---------------------------------|------------------------------------|--|------|------------|----------|------|------------|
| | | Granja B | | | Granja C | | |
| | | 1949 | 1953 | Diferencia | 1949 | 1953 | Diferencia |
| Agróstide común | <i>Agrostis vulgaris</i> | 0,7 | 1,2 | + 0,5 | 16,5 | 9,7 | - 6,8 |
| Dactilo aglomerado | <i>Dactylis glomerata</i> | 3,7 | 3,6 | - 0,1 | 5,0 | 6,2 | + 1,2 |
| Festuca o cañuela pratense ... | <i>Festuca pratensis</i> | 15,8 | 16,0 | + 0,2 | 0,3 | 0,5 | + 0,2 |
| Festuca o cañuela roja | <i>Festuca rubra</i> | 18,9 | 15,4 | + 3,5 | 32,8 | 10,3 | - 22,5 |
| Holco lanoso o veloso | <i>Holcus lanatus</i> | 0,2 | 0,2 | - | 4,7 | 2,0 | - 2,7 |
| Vallico o raygrass inglés ... | <i>Lolium perenne</i> | 22,0 | 17,0 | - 5,0 | 9,3 | 35,5 | + 26,5 |
| Fleo pratense | <i>Phleum pratense</i> | 2,7 | 0,6 | - 2,1 | - | - | - |
| Poa pratense | <i>Poa pratensis</i> | 2,8 | 2,1 | - 0,7 | 3,0 | 6,2 | + 3,2 |
| Poa trivial | <i>Poa trivialis</i> | 1,4 | 8,8 | + 7,4 | - | 6,7 | + 6,7 |
| Trébol blanco o rastrero | <i>Trifolium repens</i> | 6,9 | 18,2 | + 11,3 | 13,8 | 11,7 | - 2,1 |
| Diente de león. | <i>Taraxacum officinale</i> | 20,4 | 13,8 | - 6,5 | 4,7 | 5,0 | + 0,3 |

N.B.—1.º A partir de 1949, ambos pastos recibieron los siguientes abonos (kg./ha.):

| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|-----------------|-----|-------------------------------|------------------|
| Granja B | 120 | 130 | 160 |
| Granja C | 120 | 80 | 140 |

2.º Los rendimientos en unidades almidón, en kilogramos por hectárea, variaron como sigue:

| | 1949 | 1953 | AUMENTO |
|-----------------|-------|-------|---------|
| Granja B | 3.594 | 4.016 | 422 |
| Granja C | 3.157 | 4.191 | 1.034 |

Para convertir las unidades almidón en unidades forrajeras (U. F., debe multiplicarse el número de unidades almidón por 1,43.

3.º Las granjas B y C se encontraban en dos regiones diferentes.

Según BOEKER (30).

En estos pastos, la cantidad anual de nitrógeno fué de 120 kilogramos por hectárea, cifra elevada. El pastoreo se hizo por rotación. Se valoraron las modificaciones de la flora causadas por cuatro años consecutivos de aplicación de este abono nitrogenado.

El cuadro número 73 demuestra que, incluso en el caso más desfavorable (pasto C), el trébol blanco retrocedió muy poco (del 13,8 al 11,7 por 100). Pero lo notable es que en el pasto B, el porcentaje de trébol se triplicó, pasando del 6,9 al 18,2 por 100.

Puede decirse, pues, que si en la mayor parte de los casos el abono nitrogenado hace retroceder al trébol blanco, también intervienen otros factores que modifican esta regla. Veremos otro ejemplo en el capítulo siguiente.

CAPÍTULO III

AZUFRE, ABONOS NITROGENADOS
Y TREBOL BLANCO

El papel del azufre en el metabolismo del nitrógeno.

El azufre desempeña un importante papel en el metabolismo del nitrógeno, ya que se trata de un elemento que puede formar parte de ciertas proteínas (*). Las carencias de azufre retrasan la síntesis de dichas proteínas, produciéndose en la planta un acúmulo de cuerpos nitrogenados, minerales u orgánicos (42).

Esta carencia en azufre se hace sentir especialmente en las leguminosas; existen numerosas observaciones (43-212) sobre ciertos suelos, referentes al efecto favorable que ejerce la aportación de azufre a las mismas (**).

El azufre y los nódulos radiculares de las leguminosas.

Se ha observado que las leguminosas que reciben azufre tienen los nódulos radiculares (***) rosados, en tanto que las deficientes en azufre sólo tienen pequeños nódulos dispersos y de un color verdusco.

Hasta ahora no existe la prueba de que el azufre desempeñe un papel determinado en el proceso de fijación simbiótica del nitrógeno (212), pero dicho papel parece probable.

Sin embargo, se ha podido demostrar (10) que, en muchos suelos, la adición de azufre bajo forma de sulfato de manganeso o de sodio aumenta el peso o (y) el número de los nódulos.

(*) Véase *Suelo, Hierba, Cáncer* (I ed. española).

(**) Véase más arriba pág. 287.

(***) Para la definición de los nódulos, véase p. 284.

Azufre y molibdeno.

Por otra parte, el molibdeno desempeña un papel cierto en la fijación del nitrógeno (*) llevada a cabo por algunas bacterias del suelo, especialmente las de los nódulos de las leguminosas. Ahora bien, existe una interrelación entre el efecto del azufre y el del molibdeno sobre los nódulos de las leguminosas. En efecto, las aportaciones de molibdeno no aumentan el número de nódulos gruesos más que en presencia de azufre (113, p. 39).

Los aportes de azufre favorecen el desarrollo del trébol en los pastos.

Los estudios realizados en Nueva-Zelanda han demostrado el extraordinario papel desempeñado por el azufre en la competencia existente entre las gramíneas y los tréboles.

En 1953, SEARS (221) observó que los superfosfatos ejercen un marcado efecto sobre la flora pratense desarrollada sobre suelos que, no obstante, son muy ricos en fosfatos asimilables. Atribuyó este efecto al sulfato cálcico contenido en los superfosfatos. En 1955, WALKER (268), que a continuación consagraría un importante esfuerzo a esta cuestión, comprobó que el aporte de yeso favorece el crecimiento del trébol sembrado en cobertura sobre pastizales de colinas.

Por otra parte, en la mayoría de los casos, si no siempre, los aportes de azufre ejercían una acción favorable sobre las leguminosas pratenses.

WALKER (267) estimó, incluso, que si la mayor parte de los pastos naturales de Nueva-Zelanda contienen pocas o casi ninguna leguminosa, es probable que fuese con frecuencia debido a la falta de azufre del suelo.

Este mismo investigador cree que se ha atribuido en demasía al fosfato de los superfosfatos la causa del efecto favorable ejercido por este abono sobre el crecimiento del trébol blanco en los

(*) Véase p. 380.

pastos, mientras que sobre otros muchos suelos este efecto puede ser debido al sulfato cálcico (*).

Competencia entre las gramíneas y los tréboles del pasto frente al azufre del suelo.

Los investigadores neozelandeses han explicado esta acción favorable del azufre sobre las leguminosas en la siguiente forma:

En los suelos de pastoreo bien secos, la mayor parte del azufre se encuentra bajo forma de combinación orgánica (270 bis). En el estrato A (**), la relación media C/N/S es probablemente con frecuencia de 10/8/1. La relación N/S es bastante constante y las gramíneas utilizarán virtualmente todo el nitrógeno y el azufre minerales asimilables por el hecho de la descomposición microbiana de la materia orgánica. Los tréboles recibirán entonces el azufre de una fuente exterior (atmosférica o abono) y fijarán el nitrógeno mediante simbiosis (10).

De ello resulta que, en ausencia de aportes exteriores de cantidades suficientes de azufre, las gramíneas, en una asociación de gramíneas y de leguminosas, llegarán a dominar casi por completo la flora.

Influencia de los aportes del sulfato cálcico sobre la asociación vegetal de gramíneas y tréboles.

WALKER (269-272) ha estudiado en suelos neozelandeses particularmente pobres en azufre la influencia del aporte de azufre bajo la forma de sulfato cálcico.

El cuadro número 74 demuestra que basta con un aporte de 28 kilogramos de yeso (sulfato cálcico) por hectárea para que la proporción de tréboles pase un año más tarde del 5 al 21,7

(*) Advertimos que en suelos ligeramente ácidos, pero ricos en manganeso asimilable, pueden obtenerse malos resultados con los superfosfatos (268) por el hecho de que el yeso aumenta la absorción del manganeso, creando un antagonismo manganeso-molibdeno.

(**) Estrato o capa superficial, principalmente orgánico.

por 100, es decir, se *cuadruplica*, mientras que el rendimiento total (gramíneas + tréboles) aumenta solamente en un 30 por 100 (1.242 contra 944 kg./ha.).

Si se duplica la cantidad de yeso hasta 56 kilogramos por hectárea, la proporción de trébol será de 49,5 por 100, es decir, diez veces la de la flora primitiva, mientras que el rendimiento (gramíneas + tréboles) apenas ha sido más que doblado.

Estas *escasísimas* aplicaciones de yeso han bastado, pues, para alterar la flora por completo. Por otra parte, aplicaciones más fuertes de yeso continúan aumentando el rendimiento, pero sin modificar ya la proporción de trébol.

CUADRO N.º 74

INFLUENCIA DE CANTIDADES VARIABLES DE YESO EN EL PORCENTAJE DE TRÉBOL DE LA FLORA

| YESO (kg./ha.) | RENDIMIENTO ANUAL EN MATERIA SECA DE GRAMINEAS Y DE TREBOLES (kg./ha.) | | | | | | Porcentaje de trébol en el total (gramíneas + trébol) | |
|-------------------|---|---------------|--|----------------|---------------|--|--|---------------|
| | Primer año | | | Cuarto año | | | Primer año | Cuarto año |
| | Gramí- neas | Tré- boles | Total (gramí- neas + trébo- les) | Gramí- neas | Tré- boles | Total (gramí- neas + trébo- les) | | |
| 0 | 900 | 44 | 944 | 2265 | 222 | 2487 | 5,0 | 9,8 |
| 28 | 1020 | 222 | 1242 | 2875 | 344 | 3219 | 21,7 | 12,0 |
| 56 | 1365 | 678 | 2045 | 3120 | 355 | 3475 | 49,5 | 11,4 |
| 111 | 1565 | 744 | 2209 | 3940 | 388 | 4328 | 47,5 | 9,9 |
| 222 | 1763 | 788 | 2553 | 3340 | 588 | 3928 | 49,6 | 17,6 |

N.B.—1.º La aplicación de yeso (sulfato cálcico) fué hecha de una sola vez. Las medidas se hicieron al año y a los cuatro años de esta aplicación única.

2.º Se trataba de un suelo ácido por pH = 5,9 y un contenido en azufre del 0,019 por 100, con los cocientes C/S = 105 y N/S = 7,4.

Según WALKER (272 y 279).

WALKER estima que este desarrollo del trébol se debe, sobre todo, a la acción del azufre y no a la del calcio (*), lo que parecen demostrar perfectamente los resultados a los cuatro años

CUADRO N.º 75

INFLUENCIA COMBINADA DEL AZUFRE Y DEL NITRATO SOBRE EL PORCENTAJE DE TRÉBOL BLANCO DE LA FLORA

| APORTES | 0 | | | 5,5 | | | 16,6 | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | 0 | 22 | 66 | 0 | 22 | 66 | 0 | 22 | 66 |
| de azufre (kg/ha) | | | | | | | | | |
| de nitrógeno (kg/ha) | | | | | | | | | |
| <i>Rendimiento en materia seca de las gramíneas y de los tréboles (kg/ha)</i> | | | | | | | | | |
| Gramíneas ... | 6 380 | 6 400 | 6 740 | 6 650 | 6 780 | 7 800 | 6 900 | 6 890 | 7 630 |
| Tréboles ... | 266 | 89 | 89 | 3 170 | 1 820 | 1 355 | 3 230 | 4 090 | 2 960 |
| Total de las gramíneas y de los tréboles ... | 6 646 | 6 489 | 6 829 | 9 820 | 8 600 | 9 155 | 10 130 | 10 980 | 10 590 |
| Porcentaje de tréboles en el total (gramíneas + trébol) ... | 38,3 | 13,9 | 13,2 | 47,5 | 26,8 | 17,3 | 46,8 | 59,4 | 44,6 |

N. B.—1.º Los datos de la flora han sido tomados un año después de la aplicación de los abonos.

2.º El azufre fué aplicado bajo forma de yeso, y el nitrógeno bajo forma de nitrato amónico (nitrolina).

3.º Se trata de un suelo ácido con pH = 5,7 conteniendo 0,033 por 100 de azufre.

Según WALKER (271).

(*) No se han hecho ensayos comparativos referentes a la influencia del sulfato cálcico y del carbonato cálcico. Con motivo del *Symposium de los Pastos*

de esta aplicación única de yeso. La proporción de trébol es, en efecto, prácticamente, la misma con o sin aporte de yeso, y se precisa un aporte máximo de este último (222 kg./ha.) para que pueda producirse un efecto residual sobre el trébol. Por el contrario, el efecto favorable del calcio sobre este suelo ácido parece haber actuado en ese momento plenamente, aumentando de una manera considerable el rendimiento en gramíneas con respecto al primer año.

Cantidades suficientes de azufre en el suelo impiden que el trébol retroceda como consecuencia del abono nitrogenado.

El resultado más interesante de las investigaciones neozelandesas se refiere al efecto ejercido por el aporte de azufre sobre el abono nitrogenado en su acción referente al trébol de la flora. Ello nos lo demuestra claramente el cuadro número 75 (p. 300):

1.º Con un aporte nulo de nitrógeno, el porcentaje de tréboles es del 38,3 por 100 cuando no se hace aporte alguno de azufre (bajo forma de yeso). Los aportes de azufre aumentan muy ligeramente este porcentaje, llevándolo a un 47,5 y a un 46,8 por 100.

celebrado en Dublín (Irlanda), en 1953, el profesor WALKER me escribió amablemente a este respecto:

«No he comparado directamente los efectos del yeso y de la cal; pero en cada una de nuestras experiencias, en las que los suelos eran ligeramente ácidos, hemos hecho siempre aportes de cal a fin de neutralizar la acidez y prevenir la objeción de que el efecto del yeso sería debido a su calcio más bien que a su sulfato. En la mayor parte de nuestras experiencias, el carbonato cálcico no ejerció, por otra parte, ningún efecto sobre la producción.

»Pueden encontrarse solamente uno o dos casos en la literatura en los que el aporte de cal haya mejorado la nutrición de azufre en las plantas. Ello puede ser debido a dos causas:

»1.ª El pH del suelo ácido ha aumentado, lo que acelera la descomposición micropilológica de la materia orgánica.

»2.ª El ion sulfato es absorbido por los coloides del suelo, igual que los fosfatos, pero menos fuertemente. El ion bicarbonato o el ion hidróxido pueden desplazar el ion sulfato y, por consiguiente, aumentar los aportes de azufre a la planta.

»Además, de acuerdo con la literatura, el ion fosfato puede desplazar al sulfato absorbido.»

2.° Cuando no se hace aporte alguno de azufre, el abono nitrogenado disminuye el porcentaje de tréboles que de 38,3 por 100 desciende a 13,9 y 13,2 por 100.

3.° Con un importante aporte de azufre (16,6 kg/ha), resulta notable que el abono nitrogenado no hace retroceder ya más el porcentaje de tréboles y que incluso una dosis media de nitrógeno aumenta este porcentaje (que pasa entonces del 46,8 al 59,4 por 100).

Estos estudios neozelandeses son todavía muy recientes y no están terminados aún. Pero, en este momento ya se ve aparecer un hecho análogo al observado con el abono de fondo fosfotásico: en ciertas condiciones, el efecto de «retroceso» ejercido por los abonos nitrogenados sobre el trébol blanco puede ser frenado e incluso anulado si se hacen abonos (*) azufrados.

LAS LLUVIAS MODIFICAN LA ACCION EJERCIDA POR LOS ABONOS NITROGENADOS SOBRE EL TREBOL BLANCO

Las experiencias de Landsberg.

La acción de los abonos nitrogenados sobre la flora está igualmente relacionada con la importancia de las lluvias (naturales o artificiales).

KÖNEKAMP y KÖNIG ⁽¹⁵⁶⁾, en el transcurso de sus experiencias en Landsberg, sembraron, el 28 de abril de 1925, la mezcla indicada en el cuadro número 76.

CUADRO N.º 76

PESO DE LOS GRANOS SEMBRADOS POR HECTÁREA EN 1925
PARA LAS EXPERIENCIAS DE LANSBERG

| NOMBRES COMUNES | NOMBRES LATINOS | Peso de granos (kg./ha.) |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Festuca o cañuela pratense ... | <i>Festuca pratensis</i> ... | 6,0 |
| Dactilo aglomerado ... | <i>Dactylis glomerata</i> ... | 3,0 |
| Fleco pratense ... | <i>Phleum pratense</i> ... | 4,0 |
| Vallico o ray-grass inglés ... | <i>Lolium perenne</i> ... | 5,0 |
| Poa pratense ... | <i>Poa pratensis</i> ... | 4,0 |
| Trébol blanco o rastrero ... | <i>Trifolium repens</i> ... | 2,0 |
| Lupulina ... | <i>Medicago lupulina</i> ... | 1,5 |
| Cuernecillo o loto pratense ... | <i>Lotus corniculatus</i> ... | 0,75 |
| | TOTAL ... | 26,25 |

N. B.—La mezcla fué sembrada el 28 de abril de 1925 detrás de patatas.
Según KÖNEKAMP y KÖNIG (156).

(*) Y con oligoelementos, como el cobre (véase primera nota al pie de la p. 295).

Las cantidades de abonos nitrogenados fueron divididas en tres categorías: N. O, N. 1 y N. 2, y son las que figuran en el cuadro número 77 (*).

CUADRO N.º 77

APORTES DE NITRÓGENO EN EL TRANSCURSO DE LAS EXPERIENCIAS DE LANDSBERG

| Años | APORTES DE NITRÓGENO (en kg. / ha.) | | |
|------------|-------------------------------------|-----|------|
| | N.º | N I | N II |
| 1926 | 40 | 80 | 160 |
| 1927 | — | 60 | 120 |
| 1928 | — | 80 | 160 |

N.B.—1.º En 1926, todas las parcelas recibieron nitrógeno, incluso aquellas que en 1927 y en 1928 no recibieron nada.

2.º Se hizo aporte de nitrógeno dos veces por año.

El primer aporte fué hecho en:

— 1926, bajo la forma de sulfato amónico.

— 1927, bajo la forma de cianamida.

— 1928, bajo la forma de urca.

El segundo aporte fué hecho una vez al año, siempre bajo la forma de sulfato amónico.

3.º Los pastos recibieron en primavera 30 kg./ha. de P_2O_5 (escorias) y 50 kg./ha. de K_2O (cloruro).

Además, en otoño, cada año se hizo un aporte de compost bien hecho.

Según KÖNEKAMP y KÖNIC (156).

El cuadro número 78 (p. 309) indica el total de lluvias naturales o completadas con riego. Están igualmente clasificadas en tres categorías: débiles, medianas y fuertes.

Se hizo pastar a ovejas en rotación. El número de pases por el pasto fué de:

—cuatro (en caso de escasez de lluvias) y cinco en los demás casos en 1926.

(*) Advirtamos que, por desgracia, la *naturaleza* de los abonos nitrogenados varió en el transcurso de los tres años de ensayo.

- cuatro en 1927 (en todos los casos),
- cuatro en 1928 (*) (en todos los casos).

CUADRO N.º 78

CANTIDADES TOTALES DE AGUA EN EL TRANSCURSO DE LAS EXPERIENCIAS DE LANDSBERG

| | ALTURA DEL AGUA (en mm) | | |
|------------|-------------------------|---------|--------|
| | Débil | Mediana | Fuerte |
| 1926 | 438 | 543 | 758 |
| 1927 | 507 | 597 | 877 |
| 1928 | 205 | 505 | 845 |

N.B.—1.º La cifra menor representa la cantidad natural de lluvia.

2.º Las cifras medias y fuertes han sido obtenidas completando la lluvia mediante riego artificial

Según KÖNEKAMP y KÖNIC (156)

Acción combinada de diferentes aportes de abonos nitrogenados y de cantidades variables de lluvia sobre el trébol blanco.

En el cuadro número 79 (p. 310) indicamos la evolución del trébol blanco:

- en el transcurso del año (1926) subsiguiente al de la siembra;
- dos años después (1928).

Con débiles cantidades de lluvia, el trébol fué poco abundante en 1926, desapareciendo en 1928.

(*) No tenemos detalles más precisos sobre los métodos de pastoreo, en especial la altura a la que se comenzó, el grado de agotamiento de las parcelas y los tiempos de reposo.

CUADRO N.º 79

EVOLUCIÓN DEL TRÉBOL BLANCO EN EL TRÁNSCURSO DE LAS EXPERIENCIAS DE LANDSBERG

| CANTIDAD TOTAL DE LLUVIA | | CANTIDADES DE NITRÓGENO APORTADAS | | | | | | | | |
|--------------------------|------|-----------------------------------|------|------|------|------|-----------------------------------|------|------|------|
| | | En 1926 (Lote de pastoreo n.º) | | | | | En 1928 (Lote de pastoreo n.º) | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Débil | N.º | 28,9 | 5,0 | 29,5 | 7,6 | | 2,0 | 13,9 | 0 | |
| | N I | 18,1 | 5,1 | 32,4 | 12,7 | | 0 | 0, | 0 | |
| | N II | 19,0 | 1,4 | 33,0 | 5,1 | | 0 | 0, | 0 | |
| Mediana | N.º | 11,5 | 27,6 | 41,2 | 49,4 | 25,0 | 2,1 | 22,1 | 55,9 | 14,5 |
| | N I | 28,1 | 21,1 | 11,3 | 57,1 | 54,3 | 0,8 | 0,1 | 8,0 | 1,7 |
| | N II | 7,4 | 3,4 | 23,8 | 17,2 | 10,8 | 0 | 0, | 0 | 1,2 |
| Fuerte | N.º | 25,4 | 6,7 | 7,9 | 39,5 | 65,0 | 0,4 | 17,2 | 36,9 | 46,9 |
| | N I | 9,2 | 11,3 | 0 | 12,6 | 50,1 | 0 | 4,3 | 38,0 | 48,3 |
| | N II | 13,4 | 12,2 | 0 | 5,1 | 54,3 | 0 | 1,6 | 1,3 | 6,6 |

N. B.—1.º Las cifras indican el porcentaje del peso total cosechado de trébol blanco.

2.º Para las cantidades de nitrógeno correspondientes a N. O., N. I y N. 2, vease cuadro número 77.

3.º Para 1926 y 1928 las cifras indican el orden de la rotación de las ovejas sobre el pasto como indica el texto (p. 308).

Según KÖNEKAMP y KÖNIC (156).

Por el contrario, el trébol, a fines de 1926, se mantenía perfectamente bajo lluvias medianas y fuertes.

Al terminar el año 1928, el trébol blanco, bajo lluvias de intensidad media, sólo pudo mantenerse a condición de recibir un ligero aporte de nitrógeno (N. O.).

En la misma época, y bajo fuertes cantidades de lluvia, el trébol blanco llegó a representar casi la mitad de la flora, con aportes de nitrógeno poco elevados. Solamente con aportes excesivos de nitrógeno se observó retroceso del trébol blanco.

Por el contrario, ocurrió el hecho sorprendente de que en caso

de ligeras lluvias el trébol blanco había desaparecido prácticamente en 1938.

La modificación de un solo factor de los que actúan sobre la flora, altera la acción de los demás.

Si dejamos a un lado las cifras y contemplamos el conjunto, recogeremos una importante enseñanza bajo las condiciones de este experimento (*):

1.º Bajo *dos* cantidades *diferentes* de lluvia (mediana y fuerte), y con la misma cantidad de nitrógeno (N. 2), se obtuvieron, un año después de la siembra, un 10,8 o un 54,3 por 100 de trébol blanco en la flora total.

2.º Bajo una misma cantidad de lluvia (mediana), el aumento de la cantidad de abono nitrogenado (N. 2 en lugar de N. 1) redujo, un año después de la siembra, la proporción de trébol blanco de un 54,3 a un 10,8 por 100, o sea, a una quinta parte.

3.º Pero, una *fuerte* cantidad de lluvia, con el *mismo* aumento de aporte de abono nitrogenado (N. 2 en vez de N. 1) no disminuyó (un año después de la siembra) el porcentaje de trébol blanco en la flora, que tuvo incluso cierta tendencia a aumentar (54,3 contra 50,1 por 100).

4.º Pudo comprobarse, a los cuatro años de la siembra, que el aumento del aporte de nitrógeno de N. O. a N. I disminuyó de 14,5 a 1,7 por 100 la proporción de trébol con lluvias *medianas*, pero no existió modificación alguna (46,9 y 48,3 por 100) con cantidades *fuertes* de lluvia.

Podríamos hacer más observaciones sobre este cuadro. Creemos que basta con las citadas para demostrar una vez más la «dinámica» y la «plasticidad» de la flora de los pastos (**): la modificación de un *solo* factor basta para cambiar la acción ejercida sobre la flora por el *conjunto* de los demás factores.

(*) Las cifras indicadas se refieren al porcentaje de trébol al final de la estación de pastoreo.

(**) Véase igualmente el estudio de MUNRO (188), relativo a la acción combinada del riego y de los abonos nitrogenados sobre la flora.

CAPÍTULO V

**LA INFLUENCIA DE LOS ABONOS NITROGENADOS
SOBRE EL TREBOL BLANCO ESTA EN RELACION
CON EL SISTEMA DE EXPLOTACION**

El empleo del nitrógeno en los pastizales no puede desligarse de los sistemas de explotación.

El ejemplo del capítulo precedente no hace más que confirmar lo que tantas veces hemos repetido en este libro: es *difícil* separar la acción de un factor aislado de la ejercida por los demás factores sobre la flora.

Hemos visto, en capítulos precedentes de esta misma parte, que es particularmente imposible separar el empleo del nitrógeno de la aplicación de los demás *abonos*.

Pero aún es más imposible separar la aplicación de los abonos nitrogenados de los *sistemas de utilización del pasto*.

Hemos visto, en la novena parte de esta obra (*), que el trébol blanco es una planta «ávida» de luz. Veamos las consecuencias de los sistemas de explotación sobre la relación existente entre los abonos nitrogenados y el trébol blanco.

El nitrógeno no ejerce la misma influencia sobre la flora del prado de siega que sobre la de los pastizales.

La mayor parte de los ensayos referentes a la influencia de los aportes de abonos nitrogenados sobre la asociación «gramínea-trébol» han sido realizados:

(*) Véase p. 230.

—segundo,

—utilizando mezclas de semillas relativamente simples.

La influencia de los abonos nitrogenados sobre la flora es, no obstante, muy diferente, según que se siegue o se paste la hierba.

El ecólogo KNAPP (155 p. 118) recuerda a este respecto:

«En los pastos permanentes utilizados intensamente por el ganado, la sombra es relativamente débil. Por este motivo se puede llegar a mantener una proporción de trébol mucho más elevada en un pastizal a diente (aunque reciba importantes aportes de nitrógeno) que en un prado de siega (*), en el que no se hagan más que dos o tres cortes anuales. En este último caso, las plantas que poseen una escasa altura están relativamente mal iluminadas como consecuencia de la sombra de las plantas altas.»

Por otra parte, hemos visto (**), que el trébol blanco se desarrolla mucho peor en los suelos no apisonados de los prados de siega.

Se comprende, por tanto, que el aporte de abono nitrogenado hará retroceder mucho menos al trébol blanco sobre un pastizal a diente que sobre un prado de siega, sin hablar de la sombra.

El número de cortes modifica los efectos del abono nitrogenado sobre el trébol en los prados de siega

Hemos visto anteriormente que, incluso en los prados de siega, el aporte de diversos abonos de fondo disminuye y a veces impide el «retroceso» del trébol blanco motivado por el abono nitrogenado.

Pero no basta con hablar solamente de prados de siega; es preciso concretar el número de cortes que se le dan.

El cuadro número 7 (p. 61) demuestra que el aumento de cortes que se le dan a un prado de siega favorece el desarrollo del trébol blanco.

Asimismo, un autor como JÖRISEN (132), cree que es interesan-

(*) Véanse pp. 296-297.

(**) Véase cuadro número 45 (p. 209).

te utilizar el abono nitrogenado (hasta 80 kg./ha. de nitrógeno) en los prados de siega, pero a condición de elevar el número de cortes de tres a cuatro. La hierba, en el momento del corte, tiene de esta forma una altura relativamente menor, y las gramíneas altas tienden menos marcadamente a ahogar al trébol blanco.

Hay que tener también en cuenta la altura del corte. Cuanto más cerca del suelo se siega más se favorecerá el rebrote del trébol blanco. Pero esto último podremos apreciarlo con mucha más claridad en el pastoreo.

La acción de los abonos nitrogenados sobre la flora pratense está en relación con el sistema de pastoreo.

Un aspecto muy olvidado, y que rara vez se ha tenido en cuenta en las experiencias, es el empleo del abono nitrogenado en los pastos; va estrechamente unido al sistema de pastoreo.

Desde el punto de vista general, es preciso no olvidar lo siguiente (258):

«Tanto si se siega el trigo con una hoz o con una cosechadora, o si se arrancan las zanahorias a mano o a máquina, en ningún caso el sistema de recolección modifica en modo alguno la aplicación del abono nitrogenado.»

«Con los pastos no sucede lo mismo: el sistema de pastoreo condiciona y regula el empleo del abono nitrogenado.»

Desgraciadamente no se ha estudiado, por así decirlo, esta estrecha relación existente entre el empleo de los abonos nitrogenados y el sistema de pastoreo, ya se trate de la salud de los animales o de la flora. Por lo tanto, es muy difícil, si no imposible, determinar los efectos reales de los abonos nitrogenados sobre los pastos en las verdaderas condiciones de explotación, especialmente en el pastoreo racional.

Dos factores del sistema de pastoreo controlan especialmente la acción de los abonos nitrogenados sobre el trébol blanco.

Una misma cantidad de abonos nitrogenados ejerce diferente acción sobre el trébol blanco de un pasto según que varíen los dos factores siguientes:

1.º La altura alcanzada por la hierba cuando se la hace pacer;

2.º El grado de agotamiento más o menos intenso de la hierba al terminar el pastoreo.

Cuanto más alta sea la hierba al principio del pastoreo, más tendencia tendrá para ahogar al trébol.

Pero, cuanto más intenso sea el «agotamiento» de una parcela, más fácil será el rebrote del trébol blanco, que es una «planta de luz» (*) y precisa estar libre para reemprender su crecimiento.

De ello resultará lo siguiente:

1.º Una gran altura de la hierba al comienzo del pastoreo y un agotamiento poco intenso tienden a hacer desaparecer el trébol blanco.

2.º Una escasa altura de la hierba en el comienzo del pastoreo y un agotamiento muy intenso tienden a incrementar el desarrollo del trébol.

3.º Una altura media de la hierba al comenzar el pastoreo y un agotamiento medianamente intenso hacen desarrollarse medianamente al trébol.

Este último caso es el que se intenta alcanzar en el pastoreo racional.

Así comprendemos mejor cómo una misma dosis de abono nitrogenado puede, según los sistemas de explotación, actuar distintamente sobre la flora, ya se trate de trébol blanco, de gramíneas o de malas hierbas.

(*) Véase p. 230.

Los aportes de abonos nitrogenados deben distribuirse regularmente a lo largo de todo el año.

Una fuerte dosis de abono nitrogenado, aplicada de una sola vez, aparte de los peligros que presenta para la salud de los animales, acarreará profundas modificaciones en la flora, favoreciendo, por ejemplo, a las gramíneas altas, a expensas de las bajas y del trébol blanco.

Una de las ventajas de la explotación racional de los pastos es la de permitir *una distribución prudential de los abonos nitrogenados* en el transcurso de la estación, sin riesgo de deteriorar la flora (*) y permitiendo una producción de hierba más regular.

Hemos dicho anteriormente que la mayor parte de las experiencias referentes a la influencia de los abonos nitrogenados sobre el trébol blanco habían sido realizados en prados de siega. En las escasas experiencias hechas sobre pastizales a diente no se ha indicado, desgraciadamente, si el abono nitrogenado había sido incorporado en una o en varias veces.

Los abonos nitrogenados ayudan a regularizar la producción de hierba.

La rentabilidad de un pasto depende mucho de las posibilidades de reducir las fluctuaciones estacionales en la producción de hierba. En *Productividad de la Hierba* (251, pp. 213-217) hemos visto cómo los aportes prudentiales de abonos nitrogenados permiten obtener una producción de hierba mucho más regular.

Desgraciadamente, el nitrógeno aportado por el trébol blanco no parece permitir la compensación del descenso de producción de verano, como lo permite sin embargo el empleo prudential de los abonos nitrogenados.

(*) Véase *Productividad de la Hierba* (251, p. 217).

La prolongación de la estación de pastoreo depende sobre todo de las gramíneas.

Los abonos nitrogenados presentan una ventaja aún mayor desde el punto de vista de la distribución de la producción de hierba: permiten el pastoreo un poco más temprano al comienzo de la estación. Pero su efecto es todavía más marcado al final de la misma; si se han sabido dirigir, merced al pastoreo racional de las fuerzas de la hierba, será posible mediante aportes prudentiales de nitrógeno prolongar mucho (a veces varias semanas) la estación de pastoreo.

Ahora bien, la producción pratense, al principio y al final de la estación, *está casi exclusivamente integrada por gramíneas*, siendo la contribución de trébol blanco extremadamente débil en dichos momentos.

El abono nitrogenado, así como el trébol blanco, puede presentar inconvenientes para el animal.

En todas estas consideraciones de ecología dinámica hemos separado los problemas de índole animal, que han sido estudiados en dos volúmenes aparte (*). Debemos repetir hasta la saciedad que el animal es el juez supremo de todos los sistemas de explotación de los pastos.

Los rendimientos de los pastos deben ser valorados de acuerdo con las producciones de los animales que pastan en ellos y no sobre la base, por ejemplo, de los contenidos en materia seca o en las cifras de las pretendidas «proteínas».

Es particularmente importante en el problema de los abonos nitrogenados y el trébol:

— el abono nitrogenado, mal utilizado, puede tener un efecto nefasto sobre la salud de los animales (**):

(*) *Productividad de la Hierba y Suelo, Hierba, Cáncer*, del mismo autor.

(**) Véase *Productividad de la Hierba* (251, pp. 158-174 y *Suelo, Hierba, Cáncer* (1 ed. española), así como mis dos conferencias:

— «El pasto, fuente de salud para los animales» (254).

— un exceso de trébol blanco, sobre todo de algunas nuevas variedades peligrosas, puede ser causa de meteorismo, sin hablar de otros inconvenientes (*).

Las exigencias de la hierba y del animal.

Debemos preguntarnos ahora si son las gramíneas o el trébol blanco los que permiten al animal obtener los mayores rendimientos, manteniéndose al mismo tiempo en un excelente estado de salud.

Desde el punto de vista práctico, que consiste en armonizar al máximo las exigencias de la hierba y del animal (**), se trata de determinar el porcentaje de trébol blanco (***):

— que permite obtener lo más económicamente posible una producción máxima de hierba, distribuida de la manera más regular y lo más prolongada posible en el transcurso del año;

— que, al mismo tiempo que favorece los rendimientos máximos del animal, no perjudican a su salud.

Nadie quiere ni desea que nuestros pastos estén integrados por un 100 por 100 de trébol blanco. Pero no hemos podido conseguir jamás que se nos diga el porcentaje que satisface de manera óptima ambos requisitos.

En la práctica tenemos, no obstante, la impresión de que un exceso de trébol blanco no es favorable al animal. Por tanto, creemos que una sabia medida sería la de no sobrepasar la proporción de un 15-20 por 100 de trébol blanco en el momento de su mayor crecimiento hacia julio-agosto.

Se trata, en este caso, de la impresión personal de un práctico, siendo de desear que todas las experiencias que se emprendan sobre el equilibrio que debe existir entre las gramíneas y el

— «Conditions for using nitrogen on pastures without danger for animal health» («Condiciones de utilización de los abonos nitrogenados en los pastos sin peligro para la salud de los animales») (259).

(*) Véase *Suelo, Hierba, Cance* (I ed. española).

(**) Véase *Productividad de la Hierba* (251, p. 35).

(***) El porcentaje de trébol varía con el transcurso de la estación; deberíamos, pues, para ser precisos, preguntarnos, por ejemplo, cuál debe ser el porcentaje óptimo de trébol blanco en el mes de agosto.

trébol se basen en los rendimientos animales. Entonces es cuando nos encontraremos en las mejores condiciones para utilizar con la eficacia máxima los abonos nitrogenados sobre los pastos.

En tanto no sean tenidas en cuenta las condiciones de explotación práctica (distribución de la producción de hierba) y que el animal no haya sido tomado como juez supremo, toda discusión corre el riesgo de prolongarse sin lograr llegar a conclusión práctica alguna.

CAPÍTULO VI

**INFLUENCIA DE LOS ABONOS NITROGENADOS
SOBRE DIVERSAS PLANTAS PRATENSES**

Acción del nitrógeno sobre las plantas individuales.

RÉMY y VASTERS (200) realizaron ensayos en macetas para estudiar la influencia del abono nitrogenado sobre el rendimiento de cada planta *por separado*, es decir, en condiciones estrictamente individuales, que desgraciadamente suprimen los efectos de la competencia (*).

Estos dos investigadores comprobaron que los abonos nitrogenados favorecen el desarrollo de todas las plantas pratenses, mejorando su contenido en sustancia seca y en proteína; no obstante, ciertas especies son mucho más favorecidas que otras por la acción de los abonos nitrogenados. Por ello, las clasificaron en cinco grupos, asignándoles lo que ellos llaman «cifra de nitrógeno» (N-Zahl): las plantas calificadas como N. 5 y N. 4 utilizan muy bien el nitrógeno; las designadas con N. 3 y N. 2 lo aprovechan menos.

El cuadro número 80 (p. 321) indica los aumentos de rendimiento, es decir, el mejor desarrollo relativo de la planta cuando se hacen aportaciones crecientes de nitrógeno. La última columna de la derecha indica el «número de nitrógeno» de la categoría que corresponde a cada planta. La parte superior de la lista comprende las plantas de las categorías N. 2 y N. 3, que aprovechan menos el nitrógeno.

Se tomó como base 100 la serie de ensayos en la que el apor-

(*) Sin hablar de la supresión de otros factores *reales*.

te de nitrógeno fué *nulo*. Se trata, pues, de rendimientos *relativos*, los únicos que, por otra parte, interesan aquí.

Debe recordarse que la competencia entre especies no entra en juego.

En estas condiciones tan particulares, el nitrógeno contribuyó al desarrollo de todas las plantas, siendo esta acción menos marcada para las leguminosas que, por consiguiente tienen un «número de nitrógeno» más débil.

CUADRO N.º 80
INFLUENCIA DEL NITRÓGENO SOBRE EL DESARROLLO DE LAS PLANTAS PRATENSES INDIVIDUALES

| NOMBRES COMUNES | NOMBRES LATINOS | Aporte de nitrógeno en cada maceta | | | | Número de nitrógeno |
|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|-----|-----|-----|---------------------|
| | | 0 | 2 | 4 | 6 | |
| | | Rendimientos relativos | | | | |
| Poa trivial | <i>Poa trivialis</i> | 100 | 399 | 622 | 818 | 5 |
| Dactilo aglomerado .. | <i>Dactylis glomerata</i> .. | 100 | 349 | 590 | 764 | 4 |
| Cola de zorra, carricera | <i>Alopecurus pratensis</i> . | 100 | 379 | 618 | 690 | 4 |
| Gramma de olor | <i>Anthoxanthum odoratum</i> | 100 | 362 | 551 | 732 | 4 |
| Avena alta o elevada. | <i>Arrhenatherum elatius</i> | 100 | 378 | 567 | 681 | 4 |
| Vallico o ray-grass inglés | <i>Lolium perenne</i> | 100 | 299 | 441 | 624 | 4 |
| Festuca o cañuela pratense | <i>Festuca pratensis</i> ... | 100 | 271 | 445 | 565 | 4 |
| Fleó pratense | <i>Phleum pratense</i> ... | 100 | 358 | 447 | 468 | 4 |
| Holco lanoso o velloso | <i>Holcus lanatus</i> | 100 | 279 | 394 | 495 | 4 |
| Poa pratense | <i>Poa pratensis</i> | 100 | 267 | 400 | 482 | 4 |
| Bromo dulce | <i>Bromus mollis</i> | 100 | 243 | 399 | 451 | 3 |
| Avena amarilla o de oro | <i>Trisetum flavescens</i> .. | 100 | 250 | 324 | 367 | 3 |
| Deschampsia caespitosa | <i>Deschampsia caespitosa</i> | 100 | 216 | 297 | 345 | 2 |
| Llantén blanquecino. | <i>Plantago media</i> | 100 | 189 | 218 | 235 | 2 |
| Trébol blanco o rastrero | <i>Trifolium repens</i> ... | 100 | 170 | 193 | 198 | 2 |
| Trébol violeta | <i>Trifolium pratense</i> ... | 100 | 144 | 166 | 152 | 2 |

N. B.—Para el significado de la cifra de nitrógeno, véase el texto, p. 320. Según REMY, VASTERS (200) y ELLENBERG (80), p. 74).

Resultados estadísticos referentes a la influencia de los abonos nitrogenados sobre la flora de los prados de siega.

Hemos hablado anteriormente (*) de los ensayos estadísticos referentes a veintidós años y distintos suelos, emprendidos por SIEBOLD (223), del Instituto de Investigaciones Forrajeras de Steinach (Baviera).

Este mismo investigador demostró igualmente la modificación de la flora de los prados de siega como resultado del aporte de abonos nitrogenados.

El cuadro número 81 (p. 323) recoge los resultados estadísticos correspondientes a gramíneas y leguminosas.

Todas las leguminosas habían sido perjudicadas por el abono nitrogenado. Volvemos a encontrarnos con este conocido hecho (**): *dadas las condiciones de los prados de siega*, las gramíneas altas, «empujadas» por el nitrógeno, ahogan a las leguminosas.

Es notable que muchas malas gramíneas (canche, cervuno, molinia, etc.) son perjudicadas por el abono nitrogenado; ello ofrece un enorme interés desde el punto de vista práctico.

Examinaremos otro enfoque del problema.

Reacción de las plantas frente al contenido de nitrógeno en el suelo.

ELLENBERG (80, p. 71) clasificó a las plantas de pastoreo en seis categorías, según su reacción frente al contenido en nitrógeno del suelo. Se basó para ello en numerosas observaciones hechas por él mismo o por otros investigadores sobre la flora pratense, es decir, en condiciones reales.

(*) Véanse cuadros números 61, 65, 66 y 67 (pp. 259, 275-277).

(**) Ver más arriba, p. 50.

CUADRO N.º 81

INFLUENCIA DE LOS ABONOS NITROGENADOS SOBRE EL DESARROLLO DE DIVERSAS GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS DE LOS PRADOS DE SIEGA

| NOMBRES COMUNES | NOMBRES LATINOS | PORCENTAJE DE RENDIMIENTO TOTAL DE LA FLORA | | VARIACIONES RELATIVAS |
|---|---|---|------|-----------------------|
| | | Sin | Con | |
| | | Abono nitrogenado | | |
| I.—GRAMÍNEAS | | | | |
| <i>Fueron favorecidas</i> | | | | |
| Poa pratense | <i>Poa pratensis</i> | 18,9 | 22,7 | 120 |
| Avena amarilla, o de oro. | <i>Trisetum flavescens</i> ... | 9,7 | 12,7 | 130 |
| Cola de zorra, carricera. | <i>Alopecurus pratensis</i> ... | 8,1 | 9,7 | 120 |
| Dactilo aglomerado | <i>Dactylis glomerata</i> | 3,5 | 4,3 | 124 |
| Fleo pratense | <i>Phleum pratense</i> | 1,5 | 2,1 | 143 |
| Poa trivial | <i>Poa trivialis</i> | 1,1 | 1,6 | 144 |
| Agróstide común | <i>Agrostis vulgaris</i> | 1,0 | 1,5 | 144 |
| <i>Se comportaron indiferentemente</i> | | | | |
| Festuca o cañuela roja y festuca o cañuela de ovejas | <i>Festuca rubra y festuca ovina</i> | 4,5 | 4,8 | 107 |
| Holco lanoso o veloso .. | <i>Holcus lanatus</i> | 2,7 | 2,9 | 108 |
| Festuca o cañuela pratense | <i>Festuca pratensis</i> | 4,7 | 4,5 | 96 |
| Cola de perro, cinosuro. | <i>Cynosorus cristatus</i> ... | 1,5 | 1,3 | 84 |
| <i>Fueron perjudicadas</i> | | | | |
| Deschampsia caespitosa. | <i>Deschampsia caespitosa</i> . | 2,5 | 1,6 | 65 |
| Cervuno | <i>Nardus stricta</i> | 0,8 | — | — |
| Avena vellosa | <i>Avena pubescens</i> | 1,7 | 1,2 | 70 |
| Cedacillo | <i>Briza media</i> | 0,4 | — | — |
| Molinia azul | <i>Molinia coerulea</i> | 0,4 | — | — |
| Gramma de olor | <i>Anthoxanthum odoratum</i> . | 1,3 | 0,9 | 77 |
| II.—LEGUMINOSAS | | | | |
| Trébol violeta | <i>Trifolium pratense</i> | 9,6 | 3,9 | 40 |
| Almorta pratense | <i>Lathyrus pratensis</i> | 6,8 | 3,3 | 48 |
| Trébol blanco o rasihero. | <i>Trifolium repens</i> | 5,5 | 2,7 | 50 |
| Trébol híbrido, bastardo, negro o sueco | <i>Trifolium hybridum</i> ... | 1,9 | 0,9 | 46 |
| Cuernecillo o loto pratense | <i>Lotus corniculatus</i> | 1,0 | 0,9 | 94 |

N. B.—1.º Las cifras representan la media de veintidós años de observaciones en distintos lugares y diversos suelos de Baviera.

2.º Las variaciones relativas están calculadas tomando como base 100 el porcentaje de la planta sin abono nitrogenado.

Según SIEBOLD (223).

Clasifico a las plantas en cinco categorías (*).

El cuadro número 82 indica algunas de las plantas que entran en cada una de estas categorías. Como dice su autor, no

CUADRO N.º 82

REACCIÓN DE LA FLORA PRATENSE FRENTE A LA RIQUEZA DEL SUELO EN NITRÓGENO

CATEGORÍA N 1.—Terrenos pobres en nitrógeno

| | |
|------------------|--------------------------|
| Molinia azul | <i>Molinia coerulea</i> |
| Carex blandistre | <i>Carex canescens</i> |
| | <i>Trifolium montana</i> |
| | <i>Silybum Marianum</i> |

CATEGORÍA N 2.—Terrenos frecuentemente pobres en nitrógeno

| | |
|------------------------------------|------------------------------|
| Lastón, rompebarrigas | <i>Brachypodium pinnatum</i> |
| Carex enano | <i>Carex stricta</i> |
| Cuernecillo o loto pratense | <i>Lotus corniculatus</i> |
| Cuernecillo o loto de los pantanos | <i>Lotus uliginosus</i> |
| | <i>Trollius europeus</i> |

CATEGORÍA N 3.—Terrenos medianamente ricos en nitrógeno

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| Avena vellosa | <i>Avena pubescens</i> |
| Carex de los pantanos | <i>Carex acutiformis</i> |
| Trébol blanco o rastrero | <i>Trifolium repens</i> |
| Comino de los prados | <i>Carum carvi</i> |

CATEGORÍA N 4.—Terrenos ricos en nitrógeno

| | |
|--------------------------|-----------------------------|
| Cola de zorra, carricera | <i>Alopecurus pratensis</i> |
| Carex zorruno | <i>Carex vulpina</i> |
| Arveja de las majadas | <i>Vicia sepium</i> |
| | <i>Polygonum amphibium</i> |

CATEGORÍA N 5.—Terrenos extremadamente ricos en nitrógeno

| | |
|---------------------|------------------------------|
| Alpiste de agua | <i>Phalaris arundinacea</i> |
| Perifollo silvestre | <i>Anthriscus sylvestris</i> |
| Herácleo | <i>Heracleum Sphondylium</i> |

CATEGORÍA N 0.—Plantas indiferentes a la riqueza del terreno en nitrógeno

| | |
|----------------|-----------------------------|
| Arveja eraca | <i>Vicia cracca</i> |
| Cejas de Venus | <i>Achillea millefolium</i> |

Según ELLENBERG (80, p. 71).

(*) N 1.—Especies que se encuentran casi únicamente en terrenos pobres en nitrógeno y que no han recibido abonos nitrogenados.

N 2.—Especies que se encuentran frecuentemente en terrenos pobres en ni-

se trata de una lista completa. Solamente figuran las plantas que se han podido observar de una manera suficientemente constante en esta clase de terrenos. Desgraciadamente, no existe conclusión alguna sobre las buenas gramíneas.

La nota más curiosa es probablemente la de que cuatro variedades de carex: canescens, enano de los pantanos y zorruno, prosperan en suelos con cuatro características diferentes de contenido en nitrógeno. Es muy probable que ello ocurra también con otras muchas variedades de plantas pratenses.

trógeno, pero que no han recibido más que escasas o nulas cantidades de abonos nitrogenados.

N 3.—Especies que se encuentran en terrenos medianamente ricos en nitrógeno, pero que pueden encontrarse ocasionalmente en otros terrenos.

N 4.—Especies que se encuentran sobre todo en terrenos ricos en nitrógeno, habiendo recibido ciertas cantidades de nitrógeno.

N 5.—Especies que aparecen en terrenos extremadamente ricos en nitrógeno, habiendo recibido especialmente fuertes cantidades de purín.

N 6.—Especies casi indiferentes frente al contenido en nitrógeno del suelo.

CUADRO N.º 83

INFLUENCIA DE LAS DISTINTAS FORMAS DE NITRÓGENO SOBRE EL RENDIMIENTO DE LOS PASTOS

| Naturaleza del abono nitrogenado | Resultados de | |
|----------------------------------|---------------|-------------|
| | Kiepe (1) | Weigert (2) |
| Nitrato sódico | 125,4 | 107,5 |
| Sulfato amónico | 117,5 | 103,5 |
| Cianamida | 115,6 | 87,5 |

(1) Ref. bibliográf. número 139.

(2) Ref. bibliográf. número 277.

N. B.—Se ha tomado como base 100 la producción de un pasto que no recibió abono nitrogenado.

Según KLAPP (152, p. 174).

CAPÍTULO VII

LA NATURALEZA DEL ABONO NITROGENADO Y LA FLORA PRATENSE

Cuestión discutida.

Una cuestión muy discutida es la de saber si la naturaleza del abono nitrogenado desempeña algún papel en la influencia ejercida por el nitrógeno sobre la flora del pasto.

La cuestión es tanto más difícil de resolver desde el punto de vista de la ecología dinámica cuanto que la mayor parte de los estudios referentes a la comparación de las distintas formas de nitrógeno han tratado, de modo casi exclusivo, de reflejarse en los rendimientos obtenidos con el pasto.

KLAPP (152, p. 174) compara, por ejemplo, los resultados logrados por KIEPE (139) y por WEIGERT (277) y obtiene el cuadro número 83 (p. 327), que demuestra perfectamente las diferencias obtenidas por distintos observadores. Hemos indicado anteriormente (p. 291) las múltiples razones de estos resultados irregulares y hasta contradictorios.

Asimismo, no hay que olvidar que el abono nitrogenado puede convertir a ciertas gramíneas en altamente sensibles frente al ataque de enfermedades criptogámicas, lo que contribuirá evidentemente a la desaparición de estas gramíneas modificando la flora. Esta sensibilidad puede ser distinta según la naturaleza del abono nitrogenado.

Veamos ahora cómo han actuado en la experiencia centenaria de Rothamsted las distintas formas de nitrógeno.

Una experiencia de cien años en Rothamsted.

En 1856, en la estación de investigaciones de Rothamsted (Gran Bretaña), se emprendió una experiencia excepcional, que continúa todavía después de cerca de cien años. Se tomó una superficie de pastos permanentes que se dividió en veinte parcelas. Dos de ellas fueron reservadas como testigos. Las otras dieciocho recibieron distintas combinaciones de abonos minerales. Estos pastos fueron en principio segados y pastados a la vez, y, a continuación, fueron *únicamente segados*, con dos cortes anuales por lo general. Se hizo un análisis completo de la flora cada cinco años.

Un primer estudio detallado de estos resultados (y otros) fue publicado en 1882 (162). Las conclusiones no eran muy concluyentes, aunque ciertos fenómenos resultaban ya bastante aparentes. Creo, pues, preferible no considerar más que los resultados más recientes y estudiar los aspectos más interesantes desde el punto de vista de la ecología dinámica.

Aspectos muy diferentes de la flora según el tipo de abono nitrogenado.

FREAM (92, p. 299), examinando los resultados de las experiencias de Rothamsted, dice claramente que el aporte de diversas combinaciones de abonos durante una centena de años ha diferenciado claramente el aspecto de las distintas parcelas del prado de siega:

«El primer efecto de la aplicación a un pasto de un abono cualquiera, capaz de servir de material nutritivo para las hierbas, es el de alterar el equilibrio al que habían llegado las plantas hasta ese momento. Incluso si únicamente es influenciada por el abono la rapidez de crecimiento, existen forzosamente hierbas que brotan entonces con mayor vigor que otras, tendiendo a dominar. Es de esperar, pues, que el resultado de la aplicación continua de abonos minerales ocasione un cambio radical en la composición de la flora. Estos cambios han sido particularmente sorprendentes en las parcelas de Rothamsted. Cada abono mineral (y cada combinación de estos abonos) ha dado lugar a una flora bien distinta, y el carácter del césped es tan diferente, que no es exagerado decir que, cerrando los ojos, se pueden distinguir con el pie las distintas parcelas. Es cierto que el gran número de años de duración de la experiencia ha contribuído a acentuar esta diferenciación.»

FREAM subraya, con justa razón, el importante papel desempeñado por el sistema de explotación. Se trata, desgraciadamente en esta experiencia centenaria, como en casi todos los demás experimentos de prados únicamente de siega y no de pastoreo, lo que hubiera sido mucho más interesante para nosotros.

Acción acumulativa comparada del sulfato amónico y del nitrato sódico sobre la flora de los prados de siega.

Los dos abonos utilizados en esta experiencia de Rothamsted fueron el sulfato amónico y el nitrato sódico. Ambos ejercieron

una acción estimulante sobre la hierba, y, como es bien sabido, aumentaron el rendimiento en heno, pero poseen influencias totalmente distintas sobre la flora del pasto cuando son utilizados durante varios años seguidos. Ambos eliminan los tréboles y, en general, las leguminosas, y esta eliminación se realiza mucho más rápidamente con el sulfato amónico que con el nitrato sódico. Frecuentemente, esta diferente acción es aprovechada para eliminar los tréboles en los céspedes de «golf» o de «tennis».

La utilización continua de sulfato amónico favoreció el desarrollo del agróstide blanco rastrero (*Agrostis alba*, var. *stolonifera*) y de la cañuela o festuca ovina (*Festuca ovina*). El nitrato sódico aumentó el porcentaje de la cola de zorra o carricera (*Alopecurus pratensis*) y de avena vellosa (*Avena pubescens*).

El sulfato amónico acidifica el suelo.

Como es bien sabido, la aplicación continua de sulfato amónico tiende a acidificar el suelo. Así, pues, las parcelas de Rothamsted, que recibieron este abono nitrogenado, se cubrieron de una vegetación característica de los suelos ácidos, estando, como hemos dicho, las gramíneas representadas en gran parte por el agróstide blanco rastrero y la festuca ovina, que llegaron a representar respectivamente el 30 y el 55 por 100 de la flora. Las malas hierbas estaban constituídas, sobre todo, por la acedera menor (*Rumex acetosella*). En cuanto a los tréboles, incapaces de hacer penetrar sus raíces en la capa turbosa formada en la superficie, desaparecieron por completo. El sulfato amónico, que finalmente conduce a la ruina de los pastos, se utiliza mucho en los céspedes de «golf» con el fin de crear en ellos la asociación agróstide-cañuela (*).

El nitrato sódico favorece el desarrollo del bromo en el prado de siega.

Por el contrario, en estas experiencias de Rothamsted, el nitrato sódico no suprimió tan completamente a las leguminosas

(*) Véase p. 372.

como el sulfato amónico, encontrándose aún algo de trébol blanco en las parcelas que recibieron nitrato sódico, incluso en fuertes cantidades. De esta forma se encontró asimismo cierta cantidad de almorta pratense (*Lathyrus pratensis*). El número de especies de gramíneas no se vió tan reducido aunque la frecuencia de su aparición fué muy distinta. Lo más sorprendente de estos cambios fué el aumento considerable de bromo dulce (*Bromus mollis*), que llegó a representar casi una cuarta parte del peso de la hierba cosechada, mientras que en las demás parcelas no se encontraron más que algunos vestigios. Las otras especies dominantes fueron la cola de zorra o carricera (*Alopecurus pratensis*), la avena alta o elevada (*Arrhenatherum elatius*) y la poa pratense (*Poa pratensis*). También se encontró gran abundancia de perifollo silvestre (*Anthriscus sylvestris*), que raramente se vió en las demás parcelas.

Dos formas de nitrógeno han creado a la larga dos floras muy distintas.

Es, pues, indiscutible que dos formas de abonos nitrogenados, el sulfato amónico y el nitrato sódico, han ejercido una influencia completamente distinta sobre la flora de los prados de siega. Con el sulfato amónico se produjo la total desaparición de las leguminosas y la aparición de una flora de tipo agróstide-cañuela. En el caso del nitrato sódico, hubo dominio del bromo con una importante participación de la cola de zorra o carricera, avena elevada y poa de los prados. Es evidente que estas conclusiones son valederas solamente bajo las condiciones en que han sido obtenidas, siendo de desear que se emprendan estudios sistemáticos precisos en distintas condiciones, en particular, con el pastoreo racional.

PARTE DECIMOCUARTA

LOS ABONOS ORGANICOS Y LA FLORA PRATENSE

CAPÍTULO PRIMERO

LOS DIVERSOS ABONOS ORGANICOS UTILIZADOS EN LOS PASTOS

Cuatro tipos corrientes de abonos orgánicos.

Dividimos a los abonos orgánicos que pueden ser utilizados en los pastos en cuatro categorías (*):

1.^a *Estiércol*.—Más o menos deshecho. Este estiércol puede obtenerse utilizando como cama algunos residuos vegetales distintos a la paja: serrín de madera, helechos, hojas, etc.

En esta categoría incluiremos algunos residuos vegetales (paja, hojas de patata, etc.) con los que se abonan directamente los pastos en ciertos países.

2.^a *Compost*.—Mezcla de excrementos o de estiércol con tierra y diversos residuos animales o vegetales más o menos trabajados y mezclados.

(*) Debemos aclarar que no clasificamos como abono orgánico, en el estricto sentido de la palabra, a los excrementos del animal que pasta y que vuelven directamente al pasto sin manipulación e intervención del hombre. En lo que respecta al efecto de estos excrementos sobre la flora, remitimos al lector al capítulo III de la octava parte (p. 214).

3.^a *Purin* (*).—Orina más o menos fermentada.

4.^a *Abono semilíquido* (*).—Mezcla de orinas y de excrementos con cantidades (siempre escasas) de residuos vegetales y de otra clase en distintos grados de fermentación.

En esta categoría podemos incluir las aguas de los sumideros de las ciudades.

Las categorías (1) y (2) representan los abonos orgánicos sólidos. Las categorías (3) y (4) son los abonos orgánicos líquidos.

¿Deben utilizarse en los pastos los abonos orgánicos?

La utilización de los abonos orgánicos en los pastos ha suscitado muchas controversias que no podemos examinar aquí.

En general, en las fincas de explotación mixta, de labor y de pasto, parece que existe gran preferencia por reservar el estiércol para las tierras de labor, mezclándose normalmente los abonos líquidos con el estiércol, sin que ello signifique una regla general (véase Jouis ⁽¹³³⁾).

En todo caso, parece admitirse que es preferible aplicar los abonos orgánicos líquidos en los pastos que en las tierras de labor. Se aconseja, sobre todo, utilizarlos en los prados de siega y no en los pastos, sobre los que los animales hacen un aporte directo de excrementos.

Lógicamente se ha intentado conocer las acciones ejercidas sobre el rendimiento mediante los aportes de abonos orgánicos. Pero este rendimiento está evidentemente influenciado por las modificaciones de la flora, causadas precisamente por el abono orgánico.

Causas de las acciones ejercidas por los abonos orgánicos sobre la flora pratense.

Estos abonos, como los demás, ejercen una acción determinada, debido a los elementos fertilizantes que contienen. Como

(*) No debemos olvidar que, en ciertas regiones montañosas, ha sido instalado todo un sistema de canalización que permite el riego de los pastos de montaña con abonos orgánicos líquidos.

son relativamente pobres en ácido fosfórico (pobreza extrema en el caso del purín), se ha estimado con frecuencia que podían modificar la flora por exceso de potasio (desequilibrio).

No obstante, los abonos orgánicos actúan a través de otros muchos elementos, conocidos o desconocidos. Particularmente, modifican toda la vida de la microflora y de la microfauna del suelo, que ejerce una enorme influencia sobre la vegetación.

No entra en el propósito de esta obra investigar las causas de la influencia de los abonos orgánicos sobre la flora; nos limitaremos a recordar su acción de conjunto.

Debemos recordar, además, que esta acción depende de otros factores, en particular del suelo. Es evidente que el exceso de potasa en el purín ejercerá una acción menos desfavorable en suelos muy ricos en ácido fosfórico y pobres en potasa.

CAPÍTULO II

**EVOLUCION DE LA FLORA PRATENSE
TRAS LA APLICACION DE ABONOS
ORGANICOS SOLIDOS**

Los abonos orgánicos sólidos ejercen, en ciertos casos, una débil acción sobre la flora.

Como en otros muchos problemas referentes a los pastos, existen resultados bastante variables en lo que se refiere a la influencia de los abonos orgánicos sólidos sobre la flora pratense.

El estiércol y el *compost* parecen, en general, modificar poco la flora. Por ejemplo, KLAPP (152, pp. 186-191) menciona los resultados del cuadro número 84.

Puede apreciarse que el estiércol no ejerce más que una escasa influencia y que la del *compost* es casi nula. Parece que el estiércol tiene tendencia a aumentar ligeramente los tréboles y a disminuir ligeramente las «demás hierbas».

CUADRO N.º 84

INFLUENCIA DEL ESTIÉRCOL O DEL COMPOST SOBRE LA COMPOSICIÓN DE LA FLORA
(En porcentaje)

| | ESTIÉRCOL | | COMPOST | |
|----------------------|-----------|-----|---------|-----|
| | Sin | Con | Sin | Con |
| Gramíneas | 57 | 58 | 54 | 54 |
| Tréboles | 17 | 24 | 16 | 17 |
| Otras hierbas | 26 | 18 | 30 | 29 |

Según KLAPP (152, pp. 186 y 191).

**La influencia del estiércol sobre la flora
está en relación con las aplicaciones
de abono de fondo.**

El estiércol aumenta, sobre todo, el porcentaje de leguminosas en la flora cuando el suelo está empobrecido en fosfatos y potasa.

Observemos cómo (213), en las condiciones de la experiencia del cuadro número 85, el estiércol hizo pasar el porcentaje de leguminosas del 14,9 al 27,7 por 100 cuando no hubo abono de fondo. Por el contrario, cuando éste tuvo lugar, el estiércol no modificó en absoluto el porcentaje de leguminosas (31,8 contra 30,7 por 100).

En el primer caso parecería, por tanto, como si la acción favorable del estiércol sobre las leguminosas fuera debida al aporte de elementos minerales (probablemente, sobre todo, potasa) que faltaban en el suelo. Pero, cuando ésta recibió dichos elementos bajo la forma de abonos minerales, el estiércol no ejerció ya influencia alguna sobre las leguminosas.

Señalemos que se trata de resultados obtenidos en prados de siega sin recuperación normal de excrementos como ocurre, en los pastos.

CUADRO N.º 85

INFLUENCIA DEL ESTIÉRCOL SOBRE LA FLORA DE UN PRADO DE SIEGA,
SEGÚN QUE SE APORTEN O NO ABONOS FOSFOTÁSICOS

| | Sin aporte de abonos fosfotásicos | | Con aporte de abonos fosfotásicos | |
|-------------------------|---|---------------|-----------------------------------|---------------|
| | Sin estiércol | Con estiércol | Sin estiércol | Con estiércol |
| | (Porcentajes de peso del rendimiento total) | | | |
| Gramíneas | 52,4 | 48,1 | 46,3 | 51,9 |
| Leguminosas | 14,9 | 27,7 | 30,7 | 31,8 |
| Hierbas diversas | 32,7 | 24,2 | 23,0 | 16,3 |

N.B.—1.º Se trata de resultados medios de seis años de observaciones.

2.º Estos datos se refieren a un prado permanente de siega.

Según SCHULZE (213).

El estiércol hace retroceder al cervuno en las praderas fuertemente degeneradas.

Algunos autores, en el caso de pastos degenerados, han comprobado una acción mucho más marcada del estiércol. Es lo que, por ejemplo, ha observado ZÜRN ⁽²⁸⁶⁾ en los pastos alpinos de Australia. El cuadro número 86 recoge resumidamente la mejora de la flora debida al estiércol.

Puede verse que la influencia del estiércol sobre estos pastos alpinos degenerados ha sido particularmente notable. El cervuno, plaga de ellos, retrocedió marcadamente, en tanto que las leguminosas progresaban.

Es probable que la acción del estiércol sobre la flora sea tanto más acusada cuanto peor sea el estado del suelo, lo que podría explicar, en este caso, la marcada acción del estiércol sobre la flora; en el ejemplo precedente, esta influencia fué casi nula.

CUADRO N.º 86

MEJORA DE LA FLORA DEGENERADA DE PASTOS ALPINOS, MERCED AL APORTE DE ESTIÉRCOL

| | PORCENTAJE DE: | | | |
|--|----------------|------------------|-------------|---------------|
| | Cervuno | Buenas gramíneas | Leguminosas | Malas hierbas |
| Antes de la estercoladora | 65 | cifras | 2 | 33 |
| Después del aporte de estiércol | 10 | 40 | 15 | 35 |

Según Zürn (286).

CAPÍTULO III

LOS ABONOS ORGANICOS LIQUIDOS MODIFICAN PROFUNDAMENTE LA FLORA PRATENSE

Escasa riqueza del purín en ácido fosfórico.

El purín es extremadamente pobre en ácido fosfórico y en cal. Diez mil litros de purín contienen (por término medio):

- 20 a 30 kilogramos de nitrógeno;
- 60 kilogramos de potasa;
- 1 kilogramo de ácido fosfórico.

Semejante riqueza en potasa y en nitrógeno, junto con una pobreza casi total en ácido fosfórico y en cal, no pueden conducir más que a desequilibrios, tanto del suelo como de la flora, si no se toman las medidas necesarias para completar la estercoladura con aportes de dichos elementos deficitarios.

Algunos observadores ^(27, p. 108) han comprobado que el aporte de purín a los pastos (sin abono complementario) reduce en un 90 por 100 el número de bacterias (*Azotobacter*) fijadoras del nitrógeno del aire. Es evidente que semejante perturbación de la vida microbiana del suelo no puede quedar sin efectos en la flora.

El purín y el abono semilíquido favorecen el desarrollo de las umbelíferas.

El purín, en los prados de siega, favorece especialmente el desarrollo de las umbelíferas, tales como el acanto, el perejil silvestre y el perifollo, como lo demuestra el cuadro número 87. Lo mismo ocurre con el abono semilíquido (cuadro núm. 88 (p. 339).

BOAS (28, p. 73) estima que el purín y el abono semilíquido fomentan el desarrollo de las umbelíferas como consecuencia de aportar al suelo ciertas hormonas y una importante cantidad de iones cloro.

Es evidente, además, que los abonos líquidos orgánicos intervienen, como los nitrogenados, en la lucha por la vida entre las plantas pratenses. El nitrógeno del purín (o del abono semilíquido) favorece en este caso también a las gramíneas y a las malas hierbas *altas*, que sofocan a las gramíneas y a las leguminosas *bajas*, incluso si se hace una aplicación de fosfatos.

Por otra parte, el abono semilíquido, debido a los excrementos que contiene, es ligeramente menos pobre en ácido fosfórico.

CUADRO N.º 87

DESARROLLO DE CIERTAS UMBELÍFERAS, BAJO LA INFLUENCIA DEL PURÍN

| APLICACIÓN DEL PURÍN | Proporción de acanto y perejil silvestre (%) |
|----------------------------------|--|
| Antes de la aplicación | 10,8 |
| Al año de la aplicación | 21,1 |
| A los dos años de la aplicación. | 40,5 |

Según BLEICHERT (27, p. 106).

CUADRO N.º 88

INFLUENCIA DEL ABONO SEMILÍQUIDO SOBRE EL DESARROLLO DE LAS UMBELÍFERAS PRATENSES

| APLICACIÓN DE ABONO SEMILÍQUIDO | Proporción de umbelíferas en el pasto (%) |
|-----------------------------------|---|
| Antes de la aplicación | 6,5 |
| Después de una fuerte aplicación. | 58,3 |

Según WAGENER (264).

Empleo combinado del abono semilíquido y de los abonos fosfopotásicos.

Si al mismo tiempo que se riega con el abono semilíquido, se hacen aplicaciones de abonos fosfopotásicos, los estragos causados en la flora serán mucho menores, con excepción del retroceso de los tréboles, que parece muy difícil de evitar.

Esto nos lo demuestra el cuadro número 89 :

CUADRO N.º 89

INFLUENCIA DEL ABONO SEMILÍQUIDO ADICIONADO DE ABONO FOSFOPOTÁSICO SOBRE LA COMPOSICIÓN DE LA FLORA

| | Sin abono | Con abono Fosfopotásico | Con abono fosfopotásico y abono semilíquido |
|----------------------|--|-------------------------|---|
| | (Proporciones de las plantas por grupo en %) | | |
| Gramíneas | 64 | 50 | 80 |
| Tréboles | 6 | 26 | 1 |
| Otras hierbas | 30 | 24 | 19 |

Según THOMANN (236).

El abono semilíquido fresco perjudicaría menos a la flora.

Algunos autores creen igualmente que se pueden evitar los daños causados en la flora por el abono semilíquido utilizándolo fresco (*) en lugar de *más o menos fermentado*. Es lo que ha sido expuesto en el transcurso de las «jornadas del abono semilíquido», celebradas en 1951 en Traunstein (Baviera). Dejemos hablar al agricultor Léo AMSCHLER, especialista y entusiasta del abono semilíquido (240):

«Los prados regados con abono semilíquido son invadidos por las acederas, los acantos y las reinas de los prados, debido a que se utiliza continuamente un abono semilíquido espeso *fermentado*, que queda adherido a las plantas como una capa de chocolate. Además, el abono semilíquido encostra y descalcifica el suelo, que se hace demasiado rico en potasa. No obstante, desde hace más de treinta años se viene comprobando que el abono semilíquido *fresco no fermentado* no acarrea esas desdichadas consecuencias sobre la flora, sobre todo si se tiene cuidado de diluirlo con agua.»

La flora mejora rápidamente cuando se interrumpen las aplicaciones de abono semilíquido.

El método más sencillo para remediar las degeneraciones de la flora ocasionadas por el abono semilíquido, es evidentemente el de interrumpir su aplicación. Es notable observar entonces con qué rapidez mejora la flora, como lo demuestra el cuadro número 90 (p. 341).

(*) Más semejante a los excrementos depositados directamente sobre el pasto, como es el caso del pastoreo animal directo.

CUADRO N.º 90

MEJORA DE LA FLORA PRATENSE COMO CONSECUENCIA DE LA CESACIÓN DEL RIEGO CON ABONO SEMILÍQUIDO

| | Proporción de plantas (en %) | |
|----------------------|---|--|
| | A los tres años consecutivos de riego y con abono semilíquido | A los tres años de haberse interrumpido el riego con abono semilíquido |
| Gramíneas | 5 | 43 |
| Tréboles | 0,5 | 13 |
| Otras hierbas | 94,5 | 44 |

Según WERNER (282).

A los tres años de cesar el riego con abono semilíquido, el porcentaje de gramíneas se había multiplicado por ocho (43 por 100 contra 5 por 100), y el de tréboles por veintiséis (13 por 100 contra 0,5 por 100), mientras que las malas hierbas retrocedieron a la mitad (44 por 100 contra 94,5 por 100).

Para mejorar un pasto es preciso, ante todo, suprimir las causas de degeneración de la flora.

Este último ejemplo es, en su extrema sencillez, muy instructivo.

Demuestra la importancia que tienen cuando nos encontramos ante un pasto degenerado, el conocimiento y precisión de las causas de ello. El asesor agrícola desempeña, en cierto modo, el papel del médico que busca la causa de la enfermedad para remediarla. En el caso presente nos encontramos ante un pasto que, a consecuencia de una aplicación abusiva (durante tres años) de abono semilíquido, contenía un 95 por 100 de malas hierbas. La simple supresión de la causa, es decir, del riego con abono semilíquido, permitió a los tres años de aplicación

de este «remedio», sin otra modificación de los métodos de explotación, obtener un pasto con un 43 por 100 de gramíneas y un 13 por 100 de tréboles.

Aunque el pasto hubiese sido roturado y vuelto a sembrar, si hubieran continuado los aportes de abono semilíquido, la flora habría vuelto a degenerar rápidamente como antes. Una vez más, lo repetimos: la rotura y la resiembra de un pasto degenerado no suprimen las causas de la degeneración de la flora.

El pie del animal hace retroceder a las umbelíferas.

Existe aún otro método para hacer retroceder a las umbelíferas favorecidas por las aportaciones de purín y de abono semilíquido: hacer pastar. En efecto, las umbelíferas soportan mal la pata del animal (*). Así pues, cada vez que podamos debemos hacer pastar los pastos que han recibido purín y abono semilíquido, poniendo de esta forma un freno al desarrollo de los acantos, los perejiles, etc. Desgraciadamente, los animales experimentan algunas veces gran repugnancia al pastar en prados que han recibido abonos líquidos, a menos que hayan sido distribuidos tempranamente, en el invierno, y en cantidades razonables (**).

El mejor sistema parece el de alternar la siega y el pastoreo, haciendo los aportes de purín sobre la hierba que va a ser segada. Nosotros hemos comprobado personalmente (***) que, procediendo así, el purín no contribuye al desarrollo de las umbelíferas. Una vez más, el sistema de explotación desempeña un papel determinante que favorece o impide la degeneración de la flora.

(*) Véase cuadro número 46, p. 210.

(**) No debemos olvidar los peligros de la hierba pastada después de haber recibido abonos líquidos. (Véase *Suelo, Hierba, Cáncer*, I ed. española).

PARTE DECIMOQUINTA

RASTRILLO RULADO Y HERBICIDAS

CAPÍTULO PRIMERO

¿MEJORA LOS PASTOS EL RASTRILLADO?

Discusiones sin fin.

Entre todas las cuestiones discutidas referentes a los pastos, la del rastrillado es la que ha suscitado las más vivas polémicas. Se escuchan las afirmaciones más contradictorias, lanzadas con tanta seguridad en un sentido como en otro. La única forma de conciliar ambos criterios sería la de obtener resultados precisos.

No obstante, éstos escasean. Mejor dicho, puede decirse que no existe resultado alguno, ya que las cifras dadas por los diversos autores parecen haber sido establecidas teóricamente y no como consecuencia de experiencias prolongadas y precisas. Algunas veces, incluso se tiene la impresión de que se trata de juicios establecidos *a priori*.

El rastrillado de las praderas hace ochenta años.

La historia técnica de la agricultura es, desgraciadamente, muy poco conocida; no obstante, resulta muy instructivo repasar viejos libros y antiguas revistas agrícolas. Por ello, me ha parecido interesante echar una mirada retrospectiva sobre la pequeña historia del rastrillado de las praderas.

En 1879, ANDEREGG ⁽⁹⁾ publicó en Stuttgart un tratado sobre *La explotación racional de los prados de siega en las regiones montañosas*. En él indicaba que el rastrillado de los prados permitía *duplicar* su rendimiento. Esta afirmación llevó al entusiasmo general, aunque, preciso es decirlo, ANDEREGG no lo apoyaba en ninguna cifra concreta.

Únicamente trece años después de la aparición de la obra de ANDEREGG, HANSEN ⁽¹⁰⁹⁾ emprendió ensayos y valoraciones con un rastrillo para prados que estaba entonces en boga como consecuencia de las afirmaciones de ANDEREGG y que se llamaba «*rastrillo de Laack*» para prados de siega (*Laackesche Wiesenegge*). Se trataba de un rastrillo bastante ligero que no cortaba el césped. Ahora bien, HANSEN pudo comprobar que, en todos los prados rastrillados de esta forma, el rendimiento había *disminuído* de un 5 a un 25 por 100.

Por el contrario, en Francia, en la misma época (1890), BERTHAULT ^(22, p. 192) recomendó un rastrillado enérgico, diciendo:

«Si la pradera es antigua, deberá intentarse la movilización de las reservas de nitrógeno recurriendo a los *trabajos mecánicos* y al encalado.

»Los trabajos mecánicos airearán el suelo. Para ello deberán utilizarse trillos y escarificadores. Los rastrillos utilizados serán tanto más potentes y el rastrillado tanto más enérgico cuanto más viejo sea el prado.»

Después de esta época, las discusiones sobre el rastrillado continuaron en la prensa técnica de todos los países sin que, desgraciadamente, se dieran resultados de experiencias concretas. Unos afirmaban que el rastrillado destruye las malas hier-

bas, mientras que otros consideraban que éstas adquirirían mayor vigor después de aquél.

Veamos algunas opiniones contradictorias modernas.

Las opiniones de los agrónomos franceses son, en general, favorables al rastrillado.

En general, la literatura técnica francesa es más bien favorable al rastrillado.

MALPEAUX ^(173, p. 52) dice: «Los rastrillados airean el suelo: deben ser enérgicos, sobre todo en los prados viejos.»

DELPECH ⁽⁵⁹⁾ escribe: «Los suelos muy apisonados presentan, no obstante, algunos inconvenientes, especialmente en los prados viejos. La nitrificación por falta de aireación se hace mal y el suelo se vuelve ácido. Los rastrillados enérgicos, incluso el paso del canodien ejercen una acción muy útil.»

DAUVRAY ^(49, pp. 127-128) es categórico: «El rastrillado es ciertamente la práctica más provechosa que puede realizarse en los prados. El suelo de éstos tiene tendencia, en efecto, a apisonarse cada vez más. El rastrillado, que además tiene la virtud de contribuir a destruir los musgos, las malas hierbas y las toperas, abre el césped, facilitando la infiltración de las lluvias y del aire, factor indispensable para la nitrificación.»

Opiniones inglesas en favor del rastrillado.

En Inglaterra, MYRDDIN ^(189, p. 25) explica las razones por las que estima que deben rastrillarse (incluso enérgicamente) los pastos:

«Es indispensable dar a los pastos los medios culturales enérgicos de superficie debidos, utilizando, por ejemplo, rastrillos especiales, arados de discos, etc., cada vez que la capa de césped se haya apisonado y afieltrado. En un pasto viejo que no ha sido cultivado durante años y que tal vez esté demasiado cargado, se forma una masa compacta de materia orgánica muerta

que necesita aireación. Además, esta capa impide la fácil penetración de las aguas de lluvia.»

FREAM (92, p. 296) insiste en la necesidad de la aireación del césped, añadiendo que el rastrillo facilita al mismo tiempo la penetración en el suelo de los excrementos animales.

Condenaciones alemanas del rastrillado.

Por el contrario, en Alemania encontramos muchos técnicos que condenan el rastrillado.

KLAPP (141) asegura: «Todos los ensayos serios emprendidos desde 1890 demuestran que el rastrillado de las hierbas es perjudicial o sin acción interesante alguna.»

GEITH (97, p. 63) dice: «El cultivo de los pastos con útiles de partes cortantes, tales como los rastrillos o aparatos análogos, no ha demostrado ser interesante más que en contados casos. Los rastrillos no son convenientes para airear el suelo ni para destruir las malas hierbas y los musgos.»

Los cinco argumentos de un adversario del rastrillado.

BLEICHERT (27, p. 120) ha explicado de una manera rotunda las razones por las que es opuesto al rastrillado. Creemos interesante reproducir su argumentación:

«Es una opinión muy extendida en la práctica que todo pasto debe ser rastrillado en primavera. De esta forma se intenta combatir a los musgos y a las malas hierbas, favoreciendo, por el contrario, el entallado y el desarrollo de las buenas hierbas, al propio tiempo que se mejora y se airea el suelo.

«Estas ideas son falsas, ya que el rastrillado hace, en general, mucho más daño que beneficio a los pastos, por las razones siguientes:

»a) Las heridas inferidas al césped favorecen el crecimiento de las malas hierbas y, especialmente, la recolección de semillas de malas hierbas en los espacios vacíos que el rastrillo ha causado en el césped.

»b) El desarrollo de los musgos es signo de la carencia de ciertos elementos fertilizantes en el suelo. Los musgos no se destruyen definitivamente, a pesar de las heridas que les causa el rastrillo, mientras no se ponga remedio a las causas que han permitido y favorecido su desarrollo. Es preciso, pues, disminuir la acidez del suelo, drenarlo y realizar las debidas aplicaciones de abono.

»c) La gran mayoría de las raíces de la hierba se encuentra concentrada en la capa superior, de unos 5 centímetros de espesor. De ello resulta que un fuerte rastrilleo causará, con toda seguridad, perjuicios a las raíces y a los brotes de la hierba. Las buenas hierbas, y especialmente los tréboles, serán los más perjudicados.

»d) Por el contrario, muchas malas hierbas, de profundas raíces, se verán mucho menos perjudicadas por el rastrillo, desarrollándose mejor incluso a expensas de las buenas hierbas debilitadas.

»e) Casi todas las buenas hierbas de nuestros prados y pastos gustan de un suelo compacto. El mullido del suelo por el rastrillo favorecerá, sobre todo, a ciertas malas hierbas que prefieren los suelos flojos (*).

Diversas opiniones en Nueva-Zelanda.

En Nueva Zelanda parece ser que el rastrillado apenas se practica. En 1937, HOLFORD (116) decía:

«Hace solamente pocos años, el empleo de los rastrillos penetrantes en los pastos era muy recomendado y ampliamente practicado. Hoy día, en Nueva Zelanda, los rastrillos no se utilizan apenas, como no sea para distribuir las boñigas; no obstante, algunos agricultores continúan rastrillando enérgicamente sus pastos.»

Evidentemente, no es fácil emitir una opinión entre tantas afirmaciones contradictorias.

(*) Véanse pp. 203-213.

El plebiscito campesino, ¿condena el rastrillado de los pastos?

He encontrado cultivadores que opinan que el rastrillado había mejorado sus pastos.

Pero es preciso confesar que su número es muy pequeño y que la inmensa mayoría de los agricultores de todos los países no rastrillan sus pastos.

Puede objetarse que ello puede ser debido a pereza o a negligencia. Es posible; pero lo que aún es más grave e inquietante es que muchos agricultores rastrillaban y no rastrillan ya.

Mientras tanto, esperamos que experimentaciones más concretas y de suficiente duración permitan emitir un juicio más sólido. Por mi parte me muestro reservado en lo que respecta a los efectos favorables del rastrillado sobre la flora y sobre el rendimiento de los pastos.

El rastrillo suprime la causa del desarrollo de los musgos.

Esta reserva se debe, sobre todo, a dos hechos:

Uno de los mayores argumentos de los defensores del rastrillado es que suprime los musgos. Es cierto pero sólo parcialmente. Y lo que es peor, esta destrucción no es más que provisional.

Como señala BLEICHERT (*), los musgos no serán destruídos definitivamente, a menos que se *eliminen las causas* que han producido su crecimiento. Una vez más, como en la roturación y resiembra de los pastos viejos, diremos que se trata, ante todo de suprimir las causas de degeneración de la flora.

Mi reserva procede asimismo de que siento un gran respeto por los «obreros» (**), liliputienses gratuitos que trabajan en el suelo de manera tan eficaz. Me inclino, pues, ante los argu-

(*) Véase p. 197.

(**) Véase Parte Décimosexta, p. 363.

mentos de FRANZ, director del Instituto de la Ciencia del Suelo (*Institut für Bodenkunde*) de Viena (Austria).

El rastrillo es perjudicial para los "labradores liliputienses" del pasto.

El investigador austríaco dice:

«En el suelo de los prados de siega y de los pastos, la fauna y la microfauna del suelo están fuertemente concentradas en los escasos centímetros de la capa superior (*), de donde las plantas pratenses (como lo demuestra perfectamente la concentración de sus raíces en una capa superficial) obtienen la parte principal de su alimentación. En cuanto profundizamos en el suelo de los pastos permanentes, el número de elementos de esta fauna disminuye con tanta rapidez que, a partir de 10 centímetros de profundidad, ya no se encuentra más que un pequeño número de ellos en relación con los existentes en la capa superficial. Por el contrario, en los suelos de tierras de labor, y debido al arado, la distribución de esta fauna en profundidad es mucho más regular.

Por tanto, los métodos culturales que han demostrado ser buenos para las tierras de labor pueden no ser convenientes para los pastos permanentes (**).

En los prados de siega y más concretamente, en los pastos el mullido de la capa superficial no se impone totalmente como en las tierras de labor. Generalmente, este mullido superficial es notablemente perjudicial para el pasto, ya que el césped sufre heridas, se modifica la estructura del suelo, y muchos elementos de la microfauna son destruídos. El trabajo del suelo por medio de rastrillos representa un gran trastorno para la estructura y para la vida de la capa superficial del pasto, y debe, por consiguiente, ser evitado.»

(*) Véase *Productividad de la Hierba* (251, p. 80) y la presente obra, p. 363.

(**) Véase más arriba (p. 193) las consideraciones del Instituto de Erwin AICHINGER sobre el error de querer aplicar a los pastos los métodos culturales de las tierras de labor.

El suelo está apisonado porque se ha reducido la vida en él.

Estas consideraciones de FRANZ parecen particularmente sorprendentes; tanto es así, que yo las completaría con las observaciones personales siguientes:

«Uno de los argumentos de los defensores del rastrillado es el de que permite la aireación en los suelos muy apisonados. Sabemos (*) que el suelo del pasto está poderosamente tratado y removido por los elementos vivos del mismo, especialmente por los gusanos de tierra. Si el suelo está apisonado y sin airear, se debe a que los métodos defectuosos de explotación han reducido y hasta aniquilado a estos «labradores liliputienses.»

El rastrillado no podrá restablecer la vida destruida del suelo.—Además, la aireación y la «roturación» del suelo realizados por el rastrillado no representan ciertamente más que una débil fracción de lo que realizan los gusanos de tierra, enquiteídos, etc.

También en este caso es preciso saber por qué la vida del suelo del pasto ya no es activa, lo que acarrea su apisonamiento y su falta de aireación. Cuando hayamos remediado estas causas, los gusanos de tierra y otros miembros de la microfauna volverán a prosperar de nuevo, desmenuzando y aireando el suelo.

El problema del rastrillado de los prados no está falto, pues, de valiosas enseñanzas.

(*) Véanse pp. 363-369.

CAPÍTULO II

EL RULADO NO MEJORA LA FLORA DE LOS PASTOS MAS QUE EN CIERTAS CONDICIONES

En materia de rulado las opiniones son diferentes, según se trate de pastos o de prados de siega.

La cuestión del rulado está menos discutida que la del rastrillado. Por lo general, existe una doble corriente bastante clara:

— el rulado se considera poco interesante en los pastos, en los que es reemplazado por el pie del animal.

— el rulado es recomendado frecuentemente en los prados de siega.

No examinaremos aquí, pues, más que el rulado de los prados de siega.

Ventajas del rulado.

KLAPP ⁽¹⁴¹⁾, que es bastante partidario del rulado de los prados de siega, estima que ofrece las siguientes ventajas:

1.ª Permite a las plantas desarraigadas por los hielos del invierno que puedan volver a enraizar.

2.ª La mayor parte de las especies de tréboles y buenas gramíneas gustan de un suelo bastante apisonado.

3.ª La compresión del rodillo restablece los conductos capilares del suelo que habían sido más o menos destruidos por las

heladas. Estos conductos capilares favorecen el buen aprovisionamiento de agua, regularizando los cambios calóricos del suelo.

4.^a El rulo hace que la superficie del suelo quede más unida.

5.^a El rulo perjudica a ciertas malas hierbas, que soportan mal la compresión.

6.^a Un fuerte rulado destruye ciertas larvas de insectos perjudiciales, como los gusanos blancos de los abejorros.

Objeciones al rulado.

Una objeción que he escuchado frecuentemente es la siguiente:

En terrenos que sólo presentan una ligera ondulación, los rulos ligeros o semiligeros no ejercen acción alguna; los rulos pesados, que consiguen comprimir el suelo, contusionan las hierbas.

Además, para que los rulos puedan perjudicar a algunas malas hierbas, es preciso que éstas hayan alcanzado ya cierto desarrollo, que se corresponde igualmente con un avanzado crecimiento de ciertas gramíneas (*), que a su vez son asimismo perjudicadas.

Debe advertirse que la misma objeción se aplica también a los gusanos blancos: para que éstos se vean afectados por la compresión del rulo es preciso que, después de su invernada, hayan subido suficientemente a la superficie. Ahora bien, en ese momento, algunas gramíneas estarán ya lo bastante desarrolladas para verse contusionadas por la fuerte compresión de un rulo pesado.

Influencia del rulado sobre el rendimiento del pasto.

Para hacer compatibles estas opiniones discordantes, precisaríamos poseer resultados comparativos de larga duración re-

(*) Véase el desarrollo de esta cuestión en el capítulo siguiente (p. 356) destrucción de la cola de caballo mediante el rulado.

ferentes a la influencia del rulado sobre la flora y su rendimiento. Desgraciadamente, carecemos de tales datos.

Sólo conocemos algunos resultados concernientes al aumento o a la disminución del rendimiento de los pastos como consecuencia del rulado, volviendo a encontrarnos con las mismas contradicciones que en el caso del rastrillado, pero con la diferencia de que es frecuentemente un mismo autor el que ha comprobado estas irregularidades.

KLAPP (152, p. 235) nos dice que en los suelos muy ricos en humus, el rulado le ha proporcionado un rendimiento suplementario de 370 kilogramos de heno por hectárea, en tanto que en un terreno fangoso, el rulado disminuyó el rendimiento en 400 kilogramos de heno por hectárea.

En cuanto a Suiza, KAUTER (138) ha observado, por término medio, unas disminuciones en el rendimiento del 2,7 por 100 como consecuencia del rulado.

Existe un grado óptimo de rulado y de apisonamiento del suelo.

Los variables resultados obtenidos con el rulado son mucho más fáciles de explicar que en el caso del rastrillado. En efecto, estos resultados están en relación con el grado de apisonamiento del suelo.

El cuadro número 44 (p. 204) nos ha demostrado anteriormente que el rendimiento máximo en heno de un prado de siega fué obtenido mediante un apisonamiento medio óptimo del suelo, que se traduce por una capacidad media de contenido en aire.

Es evidente que el rulado actúa sobre este contenido en aire del suelo y, por consiguiente, sobre la flora. Ello lo confirma exactamente el cuadro número 91 (p. 354): un rulado demasiado acentuado no proporciona sensibles mejoras, en tanto que un rulado medio desarrolla las gramíneas y los tréboles, haciendo retroceder a las malas hierbas. De esta forma se obtiene igualmente un rendimiento máximo en heno.

CUADRO N.º 91

INFLUENCIA DEL RULADO SOBRE EL CONTENIDO EN AIRE DEL SUELO
Y LA COMPOSICIÓN DE LA FLORA PRATENSE

| TRATAMIENTO DEL SUELO | Contenido en el aire del suelo | PORCENTAJE DE: | | | Rendimiento en heno q./ha. |
|--------------------------------|--------------------------------|----------------|----------|---------------|----------------------------|
| | | Gramíneas | Tréboles | Malas hierbas | |
| No rulado | 11 | 38 | 2 | 32 | 35 |
| Rulado convenientemente | 9-10 | 53 | 16 | 30 | 48 |
| Demasiado rulado | 8 | 40 | 5 | 32 | 39 |

N. B.—Compárese con el cuadro número 44 (p. 204).
Según REINCKE (199).

A esta flora mejorada (20 por 100 de malas hierbas contra 32 por 100) y a este rendimiento máximo (48 q./ha. contra 35 y 39 q./ha.), corresponde una capacidad óptima de contenido en aire del 9 al 10 por 100 para este tipo de suelos, mientras que un contenido del 11 por 100 (suelo no rulado) y de un 8 por 100 (suelo demasiado rulado) dan una flora de peor calidad y de rendimiento inferior.

Para que el rulado de un prado de siega pueda dar buenos resultados, es preciso obtener este apisonamiento óptimo. Como en otros muchos problemas, volvemos a encontrar la gran Regla de Oro de la Naturaleza, es decir, la del equilibrio y la media; demasiado o demasiado poco perjudican.

Influencia de las lluvias sobre la eficacia del rulado.

Por otra parte, según la cantidad de lluvia caída, un mismo apisonamiento no será siempre el más favorable. Todo el mundo sabe que, en tiempos de sequía, se rula después de haber realizado la siembra, mientras que ello no se practica en absoluto si han sobrevenido grandes lluvias.

El cuadro número 92 indica el aumento o la disminución del rendimiento en heno, logrado por el rulado, según las lluvias. Estas cifras no hacen sino confirmar la vieja experiencia campesina: rular un suelo húmedo es perjudicial y amenaza la cosecha.

En los prados de siega, el rulado de un suelo húmedo crea, por ejemplo, condiciones favorables para el estancamiento de aguas y el desarrollo de los juncos.

DUSLAFF (78) dice a este respecto:

«Si en la primavera se rula un pasto todavía húmedo o, incluso, muy húmedo, con un rulo muy pesado que ejerza una presión de 1.000 a 12.000 kilogramos por metro lineal, es fácil de comprender que con ello se pierden las últimas reservas de aire del suelo. La mayor parte de nuestras plantas pratenses no soportan semejante tratamiento; sus raíces se ahogan. Por otra parte, los juncos y los carex invaden la pradera. Los técnicos dicen que la hierba ha sido rulada «a muerte» (*totgewalzt*).»

Creemos, pues, que el rulado de los prados de siega es una cuestión que requiere mucho juicio y un gran espíritu de observación para que pueda proporcionar los resultados apetecidos.

Veremos otro ejemplo en el capítulo siguiente.

CUADRO N.º 92

LA ACCIÓN FAVORABLE O DESFAVORABLE DEL RULADO DE LOS PASTOS ESTÁ EN RELACIÓN CON LAS LLUVIAS CAÍDAS

| Lluvias caídas durante el verano (m./m.) | Aumento o disminución del rendimiento en heno a consecuencia del rulado (%) |
|--|---|
| 230 | + 19 |
| 324 | + 3 |
| 422 | - 6 |
| 578 | - 1 |

Según BRÜNE (34).

CAPÍTULO III

DESTRUCCION DE LA COLA DE CABALLO
O EQUISETO POR EL RULADO**La cola de caballo o equiseto.**

Los partidarios del rulado han señalado siempre que éste permite la destrucción de ciertas malas hierbas, tales como el acanto, el perejil silvestre, la bistorta, etc.

Parece que el rulo ha obtenido buenos resultados, especialmente para destruir en las praderas pantanosas la cola de caballo o equiseto (*Equisetum palustre*). El equiseto (276, p. 127) se desarrolla, sobre todo, en terrenos húmedos e insuficientemente apisonados. Como consecuencia de las numerosas ramificaciones de sus raíces, el equiseto adquiere rápidamente un gran desarrollo en estos terrenos. El drenaje del suelo es una de las primeras condiciones para combatir esta mala hierba; pero para deshacerse de ella por completo es indispensable hacerla sufrir, además, la compresión del rulo que sus tallos soportan mal.

En la destrucción del equiseto o cola de caballo por rulado, los resultados son irregulares.

Para lograr esta destrucción del equiseto por rulado, es preciso, no obstante, proceder con delicadeza. Frecuentemente los campesinos de un mismo valle (76) utilizan el rulo para destruir los equisetos en la forma en que se les ha recomendado. Pero

pudo observarse que éstos desaparecían en ciertos prados en tanto que prosperaban en otros. El examen demostró que los rulados no habían sido realizados en el momento adecuado en las praderas en las que el equiseto o cola de caballo continuaba creciendo.

Veamos, pues, cuáles son las modalidades de aplicación del rulo para que pueda destruir eficazmente los equisetos.

Es preciso evitar la destrucción de las buenas gramíneas.

El equiseto o cola de caballo no desarrolla sus tallos ramificados y especialmente débiles hasta bastante tarde; en muchas regiones hasta el mes de junio. Si se rula en ese momento, muchas gramíneas estarán ya fuertemente desarrolladas y sus tallos, ya muy frágiles, corren el peligro de ser destruídos por el rulo. Se recomienda, por tanto, proceder de la siguiente forma. Es preciso realizar un primer corte muy temprano. El equiseto, todavía poco desarrollado en ese momento, no se verá afectado en absoluto. Después se esperará a que éste desarrolle sus débiles tallos para hacer un primer rulado que los magullará y destruirá sin perjudicar a la hierba.

Como las raíces extremadamente ramificadas de esta planta le permiten acumular sustancias de reserva (*), el equiseto o cola de caballo logrará rápidamente desarrollar nuevos tallos, que será preciso aplastar de nuevo con un segundo rulado; pero éste resultará nefasto a la planta porque ya no dispone, en ese momento, de reserva alguna en sus raíces. Este segundo pase de rulo dará el golpe de gracia al equiseto.

(*) En lo que se refiere a la importancia de estas sustancias de reserva, véase *Productividad de la Hierba* (251, pp. 39-40).

No debemos olvidar ninguno de los factores que entran en juego.

Este ejemplo del equiseto o cola de caballo nos hace comprender mejor los resultados contradictorios obtenidos en los pastos utilizando métodos aparentemente sencillos, como el rulado. Los factores que determinan la eficacia de un método de explotación de los pastos son tan numerosos como complejos. La modificación de uno solo de estos factores basta algunas veces para lograr un resultado completamente contrario al obtenido anteriormente.

Como enseñanza de estos efectos del rulado sobre el equiseto debemos deducir que, sea cualquiera la clase de pasto, es preciso tener muy en cuenta todos los factores que entran en juego.

CAPÍTULO IV

DESTRUCCION DE LAS MALAS HIERBAS POR PULVERIZACION DE PRODUCTOS QUIMICOS

Los herbicidas se han utilizado, sobre todo, en los cultivos de labor.

El empleo de diversos productos químicos ha permitido destruir malas hierbas, tales como los cardos y la mostaza de los cultivos de labor sin atacar la planta cultivada, a condición de actuar en los estadios vegetativos adecuados de la mala hierba y de la planta cultivada. Es indiscutible que el empleo de estos herbicidas ha mejorado mucho las labores, contribuyendo así al aumento del rendimiento de las cosechas.

La utilización de los «herbicidas» se ha desarrollado relativamente poco sobre los pastos, salvo para destruir los cardos.

Es posible que en el futuro, la aplicación de estos productos químicos adquiera cada vez mayor aplicación en los pastos. Por tanto, diremos algunas palabras sobre su utilización en los mismos.

¿Cuáles son las malas hierbas que deben destruirse?

La primera cuestión es la de saber cuáles son las malas hierbas que deben destruirse. En efecto, la clasificación en:

- buenas hierbas (algunas gramíneas y leguminosas)
- malas hierbas (el resto),

es realmente demasiado simplista.

Clasificar el llantén (*) y el diente de león (**) como malas hierbas parece muy aventurado cuando es sabido que son muy apreciadas por el ganado vacuno y que, además, contienen elementos nutritivos y protectores muy útiles (56).

Cuando elijamos un herbicida para destruir los cardos o los juncos, deberemos cuidar de que este producto no perjudique a las llamadas «malas» hierbas, tales como el llantén, el diente de león, etc.

La destrucción química de una mala hierba no hace desaparecer las causas de su existencia.

Existen «verdaderas» malas hierbas que son signo de un suelo rico y vivo. El ejemplo más típico es el cardo; es difícil de destruir y la lucha debe ser renovada sin tregua.

Pero la mayor parte de las «verdaderas» malas hierbas reflejan un suelo degenerado, empobrecido, demasiado ácido, húmedo, etc. Dos plantas características son la acedera y el junco (***). La destrucción de estas plantas, ya sea por vía química o por roturación (****) del pasto, no es más que parcial y provisional si no se remedian las causas de su presencia: acidez, humedad, falta de elementos fertilizantes, etc.

MCCLEAN (172), en Nueva Zelanda, demostró perfectamente, en uno de sus estudios, la necesidad de completar el tratamiento químico con otras medidas si se quiere mejorar la flora de los pastos degenerados.

Momento favorable para destruir una mala hierba.

Otra dificultad para la destrucción química de una mala planta pratense es aplicar el tratamiento cuando es más sensible al herbicida sin correr el riesgo de deteriorar las «buenas hierbas».

(*) Véase *Productividad de la Hierba* (251, pp. 147-150).

(**) Véase *Suelo, Hierba, Cáncer* (I ed. española).

(***) Compárese la nota (***) del pie de la p. 196.

(****) Véase Parte Séptima (p. 141).

Parece ser (23-126) que las «buenas» gramíneas son muy sensibles a ciertas hormonas herbicidas durante su período de crecimiento activo. De ello derivan graves malformaciones de dichas plantas (*).

El problema del momento favorable del tratamiento químico del pasto es mucho más complicado que cuando se trata de una planta cultivada. En este último caso basta con tomar las debidas precauciones para no dañar una sola y única planta cultivada. Pero en el caso del pasto, se trata de evitar la destrucción de multitud de plantas en diferentes estadios vegetativos. Por tanto, la aplicación de los herbicidas sobre los pastos es mucho más delicada que sobre las tierras de labor.

Insecticidas y gusanos de tierra.

Más adelante veremos la influencia de los gusanos de tierra sobre la flora y los rendimientos de los pastos. Ahora bien, los productos utilizados en los diversos tratamientos pueden, al penetrar en el suelo, ser nefastos para los gusanos de tierra y, por consiguiente, perjudicar indirectamente a la flora.

Ciertos insecticidas parecen ser especialmente perjudiciales para los gusanos de tierra (196-276). Por ello, tras un fuerte rocío no deben realizarse, por la mañana, pulverizaciones sobre los árboles frutales de un prado, ya que se corre el riesgo de alcanzar a los gusanos de tierra que se encuentran cerca de la superficie del suelo.

(*) No hemos creído oportuno incluir aquí ningún cuadro sobre la sensibilidad de las diversas malas hierbas a los diferentes herbicidas. Las firmas de productos químicos han distribuido un gran número de estos cuadros, muy concretos y bien presentados. Véase igualmente el estudio del neozelandés MATTHEWS (174).

PARTE DECIMOSEXTA

GUSANOS DE TIERRA, FLORA Y CIVILIZACION

CAPÍTULO PRIMERO

LOS GUSANOS DE TIERRA PEREZOSOS Y LOS GUSANOS DE TIERRA EMPRENDEDORES

Una hazaña que asombra a los hombres más glotones.

Un gusano de tierra activo puede absorber diariamente un peso de tierra igual al peso de su propio cuerpo. Pensemos en lo que sucedería si nosotros consumiésemos diariamente un peso de alimentos igual al de nuestro propio cuerpo. Por glotones que seamos no poseemos capacidad suficiente para tal hazaña.

Pero todos los gusanos de tierra no son tan activos, y algunos absorben diariamente una cantidad de tierra que no representa más que la cuarta parte de su peso vivo e incluso menos. Tal proporción hace que estos gusanos sean clasificados en la categoría de perezosos.

Gusanos de tierra rojos y gusanos de tierra grises.

Muchos autores ^(100, p. 18) clasifican los gusanos en dos grandes grupos, según su color: rojo o gris.

a) El grupo pigmentado de rojo, que comprende los *Lumbricus*, los *Eisenia* y los *Dendrogoena*.

Recordemos que *Lumbricus terrestris* o lombriz común, de 90 a 300 milímetros de largo, con un diámetro de 6 a 9 milímetros, es el gusano de tierra más corriente y conocido.

Los gusanos de este grupo se alimentan de hojas apenas descompuestas y parecen (91, p. 44) ser buenos productores de humus. Depositán sus excrementos de preferencia sobre la superficie del suelo:

b) El grupo de color gris, gris-azulado o gris-verdoso comprende, entre otras, las familias *Allolobophora* y *Octolasion*. Se alimentan de desperdicios vegetales cuyo grado de putrefacción está más avanzado que en el caso del otro grupo.

Sus excrementos contienen más elementos minerales que los del grupo rojo.

Gran parte de los excrementos del grupo gris son depositados en el suelo cerca de la superficie y no sobre ella.

Todos estos hechos combinados llevan a considerar que los gusanos grises contribuyen poderosamente a la aireación y a la mejora del suelo de los pastos.

Este punto de vista está perfectamente confirmado por ensayos de laboratorio.

Los activos removedores de tierra.

En vasos de cristal se colocan capas separadas y superpuestas de arena y de tierra rica en materia orgánica (más o menos descompuesta). Estas capas se distinguen netamente por su diferente color. Entonces se incorporan a cada vaso cinco gusanos de tierra de diferentes tipos.

A los tres meses aproximadamente se comprueba que ciertos tipos de gusanos de tierra han removido y mezclado casi por completo las diversas capas superpuestas de tierra, mientras que otros tipos, mucho menos activos, apenas lo han hecho.

FRANZ (91, pp. 43-45) ha podido clasificar de esta forma algunos

gusanos según su actividad para «remover la tierra», por el orden decreciente que sigue:

- *Octolasion lacteum*.
- *Allolobophora rosea*.
- *Allolobophora caliginosa*.
- *Allolobophora platyura*.
- *Lumbricus rubellus*.
- *Lumbricus polyphemus*.

Puede verse que *Octolasion lacteum* es el «removedor» de la tierra más activo, siguiéndole a continuación los *Allolobophora*, especialmente *Allolobophora caliginosa* (*), que se clasifica en tercer lugar. Después de estas dos familias «grises» vienen las *Lumbricus* rojas.

Los gusanos de tierra hacen asimilables los elementos minerales del suelo.

El gusano de tierra no es solamente un removedor de tierra: es también un notabilísimo químico.

Desde 1890, WOLLNY (291, p. 86) observó que la actividad de los gusanos de tierra aumentaba considerablemente el contenido del suelo en elementos minerales solubles.

Doce años más tarde, DUSSEY (77) comprobó que la solubilidad de los fosfatos y del calcio aumentaba después del paso del suelo a través del tubo digestivo de los gusanos de tierra. Observó, además, que el nitrógeno orgánico era transformado en nitrógeno nítrico.

Estos resultados serían confirmados ulteriormente por nu-

(*) Algunas veces pueden distinguirse (84):

— *Allolobophora caliginosa trapezoides* (DUCES, 1828),
— *Allolobophora caliginosa caliginosa* (SAVICNY, 1826).

Lo corriente es agruparlos bajo la designación de *Allolobophora caliginosa*, que es lo que haremos aquí.

Advertimos que, en los pastos permanentes, se encuentra en abundancia no solamente *Allolobophora caliginosa*, sino también *Allolobophora longa*, que representan más del 65 por 100 del peso de los gusanos de tierra presentes.

Ocurre frecuentemente que los diversos *Allolobophora* representan el 90 por 100 del peso de los gusanos de tierra presentes en los pastos viejos.

merosos investigadores, aunque frecuentemente de manera irregular.

Los estudios recientes más interesantes son probablemente los de LUNT y JACOBSON ⁽¹⁷⁰⁾ (cuadro núm. 93, p. 367). Cuando se comparan los excrementos de los gusanos de tierra con la capa superior del suelo, de 15 centímetros de espesor, puede apreciarse que dichos excrementos son, en relación con el suelo que les rodea (*):

- cinco veces más ricos en nitrógeno nítrico;
- dos veces más ricos en calcio asimilable;
- dos veces y media más ricos en magnesio asimilable;
- siete veces más ricos en fósforo asimilable;
- once veces más ricos en potasio asimilable.

En 1956, ROHDE ^(201, p. 87), director de la estación del Humus, de la Universidad de Berlín, concluía:

«Hoy día no existe duda alguna de que los excrementos de gusanos de tierra se caracterizan por un contenido particularmente elevado en sustancias nutritivas fácilmente asimilables (**).

(*) Parece oportuno recordar aquí lo que dice sir John RUSSELL (203, p. 183):

«Este enriquecimiento se debe a la degeneración de la materia orgánica por los gusanos de tierra o por la microflora de su tubo digestivo. Este trabajo, al menos en lo que se refiere a las plantas que crecen en dicho suelo, podría ser realizado igualmente por la microflora del suelo si existiese un sistema mecánico que permitiese mezclar, como lo hacen los gusanos, tan íntimamente la materia orgánica con el suelo.»

Es muy notable que RUSCHMANN (202) haya observado que el contenido del suelo en actinomicetos se multiplica por seis o siete en el transcurso del pase de este suelo a través del tubo digestivo de los gusanos de tierra. Actualmente se sabe (85, 161) que, en la microflora del suelo, los actinomicetos, organismos aerobios (que se clasifican entre las bacterias y los hongos), desempeñan un importante papel en la descomposición de la materia orgánica y la formación del humus.

La observación de RUSSELL, a la luz de estos nuevos descubrimientos, podría ser interpretada como sigue: los gusanos de tierra favorecen poderosa y eficazmente el desarrollo de los actinomicetos, creadores del humus, porque remueven enérgicamente el suelo. Nosotros nos esforzamos (con infinitamente menos eficacia) en realizar el mismo trabajo con las labores y otros medios de cultivo.

(**) Es evidente que esta actividad de los gusanos de tierra no interesa más que a los suelos que, naturalmente o por agotamiento, son pobres en elementos asimilables.

Se ha señalado (75) que en Canadá, en las provincias de Saskatchewan, Alberta

Más adelante veremos (*) que los gusanos de tierra parecen capaces asimismo de hacer asimilables los oligoelementos.

CUADRO N.º 93

COMPARACIÓN DE LOS ELEMENTOS MINERALES ASIMILABLES EN LOS EXCREMENTOS DE GUSANOS DE TIERRA Y EN LAS CAPAS SUPERIORES DEL SUELO EN UNA TIERRA DE LABOR

| | Excrementos de gusanos de tierra | Capa del suelo con una profundidad de | |
|---|----------------------------------|---------------------------------------|-----------|
| | | 0-15 cm. | 20-40 cm. |
| Pérdida por ignición (por 100) | 13,1 | 9,8 | 4,9 |
| Relación carbono-nitrógeno | 14,7 | 13,8 | 13,8 |
| Nitrógeno nítrico (millonésimas) | 21,9 | 4,7 | 1,7 |
| CALCIO .. { Asimilable (millonésimas) | 1,19 | 0,88 | 0,91 |
| Total (%) | 2793 | 1993 | 481 |
| Relación $\frac{\text{calcio asimilable}}{\text{calcio total}}$ % | 23,5 | 22,6 | 5,3 |
| MAGNESIO. { Asimilable (millonésimas) | 0,545 | 0,511 | 0,548 |
| Total (%) | 402 | 162 | 69 |
| Relación $\frac{\text{magnesio asimilable}}{\text{magnesio total}}$ % | 7,37 | 3,17 | 1,26 |
| FÓSFORO asimilable (millonésimas) | 150 | 20,8 | 8,3 |
| POTASIO asimilable (millonésimas) | 358 | 32,0 | 27,0 |
| pH | 7,00 | 6,36 | 6,05 |

1.º Se trata de medidas efectuadas con suelo desecado y expresadas en porcentaje (%) o en partes por millonésimas correspondientes, en las obras anglosajonas, a la abreviatura p. p. m.

2.º Las medidas han sido realizadas en un suelo de Connecticut (EE. UU.), en el que la capa superior del mismo, de unos 12,5 cms., fué trabajada con un arado rastrojero de discos para poder mezclar los rastrojos (y otros desperdicios vegetales) con la tierra de dicha capa superficial. El suelo no se trabajó con arado.

Según LUNT y JACOBSON (170).

y Manitoba, el suelo era muy pobre en gusanos de tierra, siendo no obstante fértil.

No está excluido que, anteriormente, estos suelos hubiesen sido muy ricos en gusanos de tierra.

(*) Véase p. 381.

***Allolobophora caliginosa*, obrero selecto.**

La calidad de activo removedor de la tierra no es la única que determina la contribución del gusano de tierra al enriquecimiento del suelo.

Los gusanos de tierra, como acabamos de decir, no son solamente labradores, son también químicos. Es preciso tener, pues, en cuenta su capacidad para enriquecer el suelo, lo que se traduce principalmente por la calidad de los acúmulos ⁽¹⁰⁴⁾ de tierra que se forman en el curso del pase a través del tubo digestivo del gusano.

Parece ser que *Allolobophora caliginosa*, como también *Lumbricus terrestris*, proporcionan acúmulos de calidad particularmente elevada.

Es preciso, igualmente, que los gusanos de tierra se adapten a las condiciones de temperatura que reinan generalmente en el suelo. Ahora bien, la temperatura óptima del suelo para el desarrollo de *Allolobophora caliginosa* es de 12° C (cuadro número 94 [p. 365]), temperatura que parece ser igualmente óptima para el desarrollo de los pastos en las zonas templadas y húmedas (*).

Pero la cualidad tal vez más notable de los *Allolobophora*, especialmente de *Allolobophora caliginosa*, es su capacidad de resistencia a la sequía (**), como lo han demostrado los interesantes estudios de MICHON ⁽¹¹⁷⁾ en Francia y de GRANT ⁽¹⁰¹⁾ en Estados Unidos.

Por el contrario, *Octolasion lacteum*, el campeón de los removedores de tierra, resiste mal a la sequía ⁽¹⁴⁾, lo que le resta

(*) Ver asimismo MICHON (178).

(**) En tiempo muy seco, el gusano de tierra pasa al estado de diapausa, que representa un período de estacionamiento de su desarrollo, acompañado de una notable disminución del metabolismo. Cuando el gusano se encuentra en una tierra que se deseca, deja rezumar por sus poros dorsales el líquido celómico (*coelomic fluid*), que corre lentamente por toda la superficie del cuerpo. El gusano se enrosca, haciéndose una pelota; se aísla en una pequeña oquedad de tierra, se hace inmóvil, se decolora y su tubo digestivo se vacía. El período termina con un despertar espontáneo.

mucho de su interés práctico. Por otra parte, posee otros muchos defectos (*).

Este conjunto de cualidades hace de *Allolobophora caliginosa* un obrero selecto, particularmente apto para trabajar en el enriquecimiento de los pastos. Esta cualidad nos permitirá comprender mejor las observaciones hechas en Nueva Zelanda, que examinaremos en el capítulo V de la presente parte.

CUADRO N.º 94

TEMPERATURA ÓPTIMA DEL SUELO PARA EL DESARROLLO DE DISTINTAS ESPECIES DE GUSANOS DE TIERRA.

| Especies de gusanos de tierra | Temperatura óptima del suelo (grados centes/males) |
|--|--|
| <i>Eisenia foetida</i> | 25 |
| <i>Dendroboena rubida</i> | 18-20 |
| <i>Dendroboena attemsi</i> | 18-20 |
| <i>Lumbricus rubellus</i> | 15-18 |
| <i>Octolasion cyaneum</i> | 15 |
| <i>Allolobophora chlorotica</i> | 15 |
| <i>Allolobophora caliginosa</i> | 12 |
| <i>Allolobophora rosea</i> | 12 |

N. B.—La temperatura óptima para *Lumbricus terrestris* no está indicada.

Según GRAFF (100, p. 16).

(*) FRANZ (91, p. 44) considera que *Octolasion lacteum* es un notable consumidor de humus, que absorbe, casi exclusivamente como alimento, tierra húmeda.

A ello se añade que las glándulas calcíferas (véase nota, p. 252) de *Octolasion lacteum* están muy poco desarrolladas.

Añadamos que *Octolasion lacteum* se encuentra sobre todo (84) en las turberas bajas (Niederungsmoor).

CAPÍTULO II

**INFLUENCIA DE LOS ABONOS
Y DE LOS EXCREMENTOS
SOBRE LOS GUSANOS
DE TIERRA**

**Influencia de la acidez del suelo
entre los gusanos de tierra.**

En el capítulo IV de esta parte, veremos que la flora de los pastos mejora paralelamente con el aumento de gusanos de tierra y, sobre todo, con los de tipo activo, como los *Allolobophora*.

Por tanto, desde el punto de vista de la ecología dinámica, se plantea la cuestión de saber en qué forma podemos ayudar a los gusanos de tierra, sobre todo a *Allolobophora caliginosa* y a ciertas lombrices.

Debemos recordar que la flora de un pasto no es más que el reflejo de su suelo. Ahora bien, la calidad de este suelo está en relación con la vida que en él se desarrolle. La mejora de la flora de un pasto deberá basarse cada vez más, en el futuro, sobre las medidas que favorecen el desarrollo de la vida en el suelo.

La acidez del suelo y los gusanos de tierra.

Una cuestión en extremo importante es la acidez del suelo. Como en todas las cuestiones relacionadas con tal acidez, de-

bemos preguntarnos, en primer lugar, si es la acidez misma (*) o es el escaso contenido en calcio asimilable lo que perjudica a los gusanos de tierra.

SATCHELL (207) estimó que ciertas familias de gusanos de tierra, como los *Allolobophora* o *Lumbricus*, son, sobre todo, sensibles a la concentración en iones hidrógeno.

Por el contrario, NIELSON (191) ha deducido de sus observaciones que el contenido en calcio asimilable del suelo es el que ejerce la más poderosa acción sobre los gusanos de tierra.

Sea cualquiera el resultado de esta controversia, todo el mundo parece estar de acuerdo en que una aportación moderada de cal a un suelo ácido y pobre en calcio favorece el desarrollo de la mayor parte de las especies de gusanos de tierra activos. A continuación, vamos a describir una experiencia escocesa que demuestra perfectamente la influencia del enmargado sobre los gusanos de tierra.

**Ciertas familias de gusanos de tierra activos
son muy sensibles a la acidez del suelo.**

Cerca del Lago Menteith, en Perthshire (Escocia), GUILD (103) llevó a cabo observaciones sobre dos pastos permanentes:

a) Uno de ellos no recibió cuidado alguno, permaneciendo tal como estaba, con su flora degenerada.

b) El otro, enmargado en 1942, recibió seguidamente, en 1944, un abono completo, adquiriendo una flora muy mejorada.

El cuadro número 95 (p. 372) indica la naturaleza y el número de los gusanos de tierra, así como el porcentaje en la población total que representa cada familia o especie.

Puede apreciarse que, en el pasto A (ácido), no había ningún representante de los *Allolobophora*, especialmente de *Allolobophora caliginosa*, tan apreciado y característico de los pastos de

(*) Es decir, la concentración en iones hidrógeno, indicada por el pH. Compárese p. 254.

calidad. Por el contrario, en el pasto B (enmargado y habiendo sido abonado), *Allolobophora caliginosa* representaba el 22,5 por 100 de la población y *Allolobophora chlorotica*, el 10,8 por 100 de la misma.

En el pasto A (ácido), *Dendrobaena rubida* representó más de la mitad de la población, mientras que en el pasto B solamente el 18 por 100.

Estas observaciones demuestran claramente que un suelo ácido perjudica a esos buenos obreros que son los *Allolobophora* y los *Lumbricus*.

CUADRO N.º 95

INFLUENCIA DEL ENMARGADO Y DEL APORTE DE ABONOS COMPLETOS SOBRE LA IMPORTANCIA Y NATURALEZA DE LA POBLACIÓN DE GUSANOS DE TIERRA
(Determinaciones realizadas en la finca de MALLOCHRACAN)

| | Pasto A (ácido) | | Pasto B (enmargado) | |
|-------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| | Millares por hectárea | Porcentaje de la población total | Millares por hectárea | Porcentaje de la población total |
| <i>Allolobophora longa</i> ... | — | — | — | — |
| <i>Allolobophora caliginosa</i> ... | — | — | 248,0 | 22,5 |
| <i>Allolobophora chlorotica</i> ... | — | — | 119,0 | 10,8 |
| <i>Eisenia rosea</i> ... | — | — | 18,2 | 1,6 |
| <i>Lumbricus terrestris</i> ... | 1,2 | 1,0 | 46,8 | 4,2 |
| <i>Lumbricus rubellus</i> ... | 45,5 | 35,3 | 388,0 | 35,2 |
| <i>Lumbricus castaneus</i> ... | 6,5 | 5,6 | 67,6 | 6,1 |
| <i>Dendrobaena rubida</i> ... | 71,5 | 55,0 | 199,0 | 18,0 |
| <i>Dendrobaena octoedra</i> ... | 4,0 | 3,1 | 2,5 | 0,2 |
| <i>Octolasion lacteum</i> ... | — | — | 15,5 | 1,4 |
| TOTAL ... | 128,7 | 100,0 | 1 103,9 | 100,0 |

Según GUILD (103).

¿Es perjudicial el amoníaco para los gusanos de tierra?

Frecuentemente se ha afirmado que el sulfato amónico es perjudicial para los gusanos de tierra. SLATER (224) dice:

«El empleo, durante tres años consecutivos, de sulfato amónico sobre parcelas de césped en Arlington (Virginia), ha demostrado que los gusanos de tierra eran diezmos por este abono.»

Parece ser que el sulfato amónico actuaría indirectamente de manera desfavorable sobre los gusanos de tierra, favoreciendo la acidez del suelo (*) y que esta acción es particularmente sensible en terrenos ligeramente ácidos.

Ello lo explica perfectamente SLATER (224):

«Cuando el sulfato amónico es aplicado a suelos neutros o ligeramente ácidos, crea condiciones aún más ácidas, lo cual es desfavorable para los gusanos de tierra, haciéndolos desaparecer. En estas condiciones se puede utilizar el sulfato amónico a una dosis de 280 kilogramos por hectárea, a fin de destruir los gusanos de tierra de los terrenos de «golf»; pero este tratamiento no llega a destruirlos si los suelos son ricos en cal. Es preciso tener muy en cuenta que el sulfato amónico actúa lentamente y más bien como un agente repulsivo que como un veneno activo, de forma que no se pueden alcanzar resultados rápidos en la destrucción de los gusanos de tierra de los campos de «golf».

Todas estas lamentaciones sobre la eficacia relativa del sulfato amónico en la destrucción de los gusanos de tierra de los campos de «golf», no dejan de tranquilizarnos desde el punto de vista agrícola.

Los abonos nitrogenados favorecerían a los gusanos de tierra.

Lo que nos interesa conocer, sobre todo, es la influencia general de los abonos nitrogenados sobre los gusanos de tierra.

JACOB (125) estima que, generalmente, se observa un aumento de gusanos de tierra cuando se hacen aportes de abonos nitrogenados.

Por término medio, encontró por metro cuadrado:

- sin nitrógeno, 128 gusanos de tierra;
- con nitrógeno, 176 gusanos de tierra.

JACOB no hace distinción alguna entre las diferentes clases

(*) Véase p. 327, las observaciones de Rothamsted.

de abonos nitrogenados. Estima que el desarrollo de los gusanos de tierra no procede del enriquecimiento del suelo en nitrógeno mineral, sino de que las parcelas que han recibido nitrógeno están más sombreadas debido al mayor crecimiento de las plantas. Además, los gusanos de tierra disponen de una cantidad mayor de alimento a su disposición, en forma de hojas caídas o raíces muertas.

El superfosfato es favorable a los gusanos de tierra.

En lo que se refiere al ácido fosfórico y a la potasa, no poseemos datos concretos (*).

DOERELL ⁽⁶⁹⁾ ha observado, sin embargo, que el aporte de superfosfatos al suelo favorece notablemente el desarrollo de los gusanos de tierra en los suelos de labor.

El retorno al suelo de los excrementos del animal que pasta aumenta en una tercera parte el peso de los gusanos de tierra.

El aporte de abonos orgánicos al suelo representa un alimento para los gusanos de tierra y, por consiguiente, favorece notablemente su desarrollo.

Resulta, pues, interesante conocer la influencia de los excrementos del animal que pasta.

El cuadro número 48 (p. 222) de SEARS indica la forma de actuación de la acción combinada de los excrementos y de los abonos sobre las distintas plantas individuales de los pastos.

En el transcurso de estas experiencias, SEARS ⁽²²¹⁾ estudió igualmente la influencia combinada de los excrementos y de los abonos sobre los gusanos de tierra de los pastos, como lo demuestra el cuadro número 96 (p. 376), obtenido de dichos trabajos.

(*) Las observaciones de NIELSON (190), en Nueva Zelanda, referentes a esta cuestión, están basadas en un número demasiado pequeño de muestras para que nos permitan obtener conclusiones.

Puede verse que el retorno de los excrementos al suelo:

a) aumenta el número de gusanos de tierra, que pasa de 609 a 701 por metro cuadrado por término medio. lo cual representa un ligero aumento de un 15 por 100;

b) da nuevo vigor a los gusanos de tierra, cuyo peso medio pasa de 296 a 336 gramos (es decir, un aumento del 13 por 100);

c) eleva el peso total de los gusanos de tierra, por hectárea, de 1.810 a 2.325 kilogramos, o sea, en un 29 por 100, lo que representa casi un tercio (*).

El aumento en peso de los gusanos de tierra hace retroceder al agróstide y prosperar al ray-grass.

SEARS ⁽²¹⁹⁾ comprueba que existe una estrecha correlación entre el peso de la hierba producida y el de los gusanos de tierra existentes en el suelo.

Pero, desde el punto de vista de la ecología dinámica, lo que nos interesa es conocer los efectos apreciables en la flora como consecuencia de este aumento de peso de los gusanos de tierra, resultante a su vez del retorno de los excrementos del animal.

Volvamos al cuadro número 48 (p. 222). Vemos que, paralelamente, se produce un retroceso del agróstide, hierba de baja calidad, mientras que el vallico o ray-grass llega a ser dos veces más importante (**).

De esta forma observamos dos fenómenos que confirmaremos más adelante (Cap. IV de esta parte):

— una mejora *general* de la flora acompaña al aumento de gusanos de tierra (compárese el cuadro núm. 99, p. 385).

— la acción de los gusanos de tierra favorece el desarrollo del vallico o ray grass (véase cuadro núm. 98, 384).

(*) No se han determinado las variaciones de las *diferentes especies* de gusanos de tierra, resultantes de esta acción combinada de los mismos y de los abonos.

(**) Señalemos que a este desarrollo de gusanos de tierra ha correspondido un ligero retroceso de trébol blanco.

CUADRO N.º 96

INFLUENCIA DE LOS EXCREMENTOS DEL ANIMAL QUE PASTA SOBRE LA POBLACIÓN DE GUSANOS DE TIERRA DEL PASTO

| Excrementos | Abono mineral | Gusanos de tierra | | |
|------------------------|---|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | Número por m ² | Peso total de gusano (k/ha) | Peso medio de un gusano (g) |
| Sin retorno al suelo | a) Sin estiércol | 664 | 1 850 | 0,281 |
| | b) Carbonato cálcico | 630 | 1 915 | 0,303 |
| | c) Superfosfatos | 540 | 1 612 | 0,298 |
| | d) Carbonato cálcico y superfosfatos | 616 | 1 865 | 0,302 |
| | MEDIA | 609 | 1 810 | 0,296 |
| Retorno total al suelo | a) Sin estiércol | 810 | 2 372 | 0,302 |
| | b) Carbonato cálcico | 682 | 2 283 | 0,334 |
| | c) Superfosfatos | 646 | 2 210 | 0,342 |
| | d) Carbonato cálcico y superfosfatos | 667 | 2 435 | 0,366 |
| | MEDIA | 701 | 2 325 | 0,336 |

N. B.—Estos ensayos han sido realizados en Palmerston-North (Nueva Zelanda) de 1947 a 1950.

Compárese con el cuadro número 48, p. 222.

Según SEARS y EVANS (221).

CAPÍTULO III

TREBOL BLANCO, GUSANOS DE TIERRA Y MOLIBDENO

Observaciones que indican una acción nula o ligeramente desfavorable de los gusanos de tierra sobre el trébol blanco.

En el capítulo IV de la presente parte, veremos que en el transcurso de ensayos de laboratorio realizados en macetas. WATERS (cuadro núm. 98, p. 384) observó que el gusano de tierra *Allolobophora caliginosa* no ejerce acción alguna sobre el trébol blanco.

Por otra parte (cuadros núms. 48 y 96, pp. 222 y 376), SEARS comprobó una *pequeña disminución del trébol blanco* en la flora de pastos cuyo peso de gusanos de tierra se había duplicado como consecuencia de la acción de los excrementos del ganado.

Contrariamente a estos resultados, veremos otras observaciones que indican un efecto favorable de los gusanos de tierra sobre el trébol blanco.

En ciertas experiencias, los gusanos de tierra favorecen notablemente al trébol.

En 1890, WOLLNY (201, p. 88) en el transcurso de ensayos realizados en macetas y en cajones, observó un aumento del rendimiento de las leguminosas, después de poner gusanos de tierra en dichos recipientes.

DJEMIL ⁽⁶⁶⁾ hizo la misma comprobación con diversas leguminosas (*), entre ellas, la veza forrajera, también con ensayos en macetas.

Por consiguiente, como indicamos en el comienzo del presente capítulo, los resultados son frecuentemente contradictorios.

Entre los ensayos positivos, debemos citar los de HOPP y SLATER ⁽¹¹⁸⁾, en Estados Unidos. En pruebas realizadas en macetas, obtuvieron un notable desarrollo del trébol mediante «siembra» de gusanos de tierra, que aumentaron igualmente el rendimiento en forraje verde (**).

Correlación entre el desarrollo del trébol blanco y la actividad de los gusanos de tierra en ciertos pastos.

Las observaciones precedentes han sido realizadas principalmente en macetas y en las condiciones del laboratorio.

BATES ⁽¹⁶⁾, hace más de veinte años, observó en los pastos que existe una correlación entre el desarrollo del trébol blanco y la actividad de los gusanos de tierra (***)

En un pasto en el que existía abundancia de trébol blanco se apreció también la presencia de muchos excrementos de gusanos de tierra en la superficie, estimando que su actividad es favorable al desarrollo del trébol blanco en forma aún no definida.

BATES realizó después, sobre grandes superficies de pastos permanentes, pruebas paralelas entre el porcentaje de trébol blanco y la cantidad de excrementos de gusanos de tierra (véase cuadro núm. 97, p. 379).

(*) Obtuvo asimismo aumentos de rendimiento en lino, colza, remolachas, etcétera, incorporando gusanos de tierra a las macetas.

(**) Los dos autores americanos comprobaron ⁽¹¹⁹⁾ que la incorporación de gusanos de tierra muertos posee igualmente cierta acción. Llegaron a la conclusión de que en el organismo de los gusanos de tierra existen ciertas sustancias químicas que ejercen el efecto de hormonas de crecimiento sobre las plantas.

(***) Señalemos que existe una acción recíproca entre el trébol y los gusanos de tierra que se alimentan voluntariamente de los residuos muertos de las leguminosas (201, p. 89), de suerte que la introducción de las leguminosas en la rotación favorece el desarrollo de los gusanos de tierra.

CUADRO N.º 97

CORRELACIÓN ENTRE LA CANTIDAD DE EXCREMENTOS DE GUSANOS DE TIERRA Y EL PORCENTAJE DE TRÉBOL BLANCO

| Pasto N.º | Porcentaje de trébol en la flora | Número de excrementos de gusanos de tierra por m ² | Peso de excremento de gusanos de tierra desecados al aire, por m ² (en g) |
|-----------|----------------------------------|---|--|
| 1 | 3,0 | 20 | 135 |
| 2 | 5,5 | 27 | 126 |
| 3 | 6,0 | 24 | 93 |
| 4 | 8,0 | 31 | 165 |
| 5 | 10,0 | 20 | 108 |
| 6 | 33,0 | 71 | 300 |

Según BATES (16).

De este cuadro y otros análogos, BATES dedujo que existe una evidente correlación entre la abundancia (peso) de los excrementos de gusanos de tierra y el porcentaje del trébol blanco presente.

Como podemos ver en el cuadro citado, las conclusiones de BATES, en conjunto, parecen exactas. Pero la correlación está lejos de ser evidente como él supone. Como ya hemos dicho (*), el trébol blanco es una planta de luz que corre el riesgo de no poder beneficiarse de la actividad de los gusanos de tierra (admitiendo que sea favorable) si se ve ahogado por las gramíneas altas. Los datos estadísticos de BATES deberían haber tenido en cuenta, ciertamente, los métodos de explotación (**).

Sería preciso conocer igualmente la naturaleza de los gusanos de tierra presentes, factor que probablemente debe desempeñar un papel muy importante.

(*) Ver p. 230.

(**) Señalemos que A. G. DAVIS y M. M. COOPER (57) han observado igualmente que los pastos de cebo de los pantanos de Romney son particularmente ricos en trébol blanco y en excrementos de gusanos de tierra. Estos dos investigadores ingleses han realizado también observaciones en pastos resembrados con diferentes mezclas de trébol blanco, viéndose sorprendidos por la enorme cantidad de excrementos de gusanos existentes en ellos.

Importancia del molibdeno en la fijación del nitrógeno por las nudosidades de las leguminosas.

No creo que las observaciones precedentes, aparentemente contradictorias, sean falsas; eran exactas en las condiciones de la experimentación; más concretamente, en los suelos en que fueron realizadas.

Ello vamos a comprobarlo mejor estudiando la acción de los gusanos de tierra sobre el molibdeno.

Diremos, en primer lugar, algunas palabras sobre el papel que desempeña el molibdeno (*) en la fijación del nitrógeno por las nudosidades (**) de las leguminosas.

En 1930 se descubrió por primera vez la existencia de una función biológica a cargo del molibdeno: BORTELS observó que el molibdeno favorece la fijación aerobia del nitrógeno por las bacterias *Azotobacter*. Más tarde se pudo demostrar (10 bis - 10 ter) que el molibdeno es indispensable para todos los microorganismos que fijan el nitrógeno, comprendidos los *Rhizobium* que viven en simbiosis con las leguminosas en sus nudosidades.

Después se pudo comprobar que, en suelos con carencia de molibdeno *asimilable*, el aporte de molibdeno soluble permite aumentar el rendimiento de leguminosas (1 bis, 117) tales como el trébol blanco, favoreciendo la fijación del nitrógeno (***) por los *Rhizobium* de sus nudosidades (****).

Muchos suelos neozelandeses son deficientes en molibdeno asimilable.

En Nueva Zelanda se descubrió la existencia de numerosas regiones cuyo suelo sufre una carencia de molibdeno. Lo más

(*) En lo que respecta al molibdeno y las leguminosas, véanse pp. 261, 287.

(**) Para la definición de las nudosidades, véase p. 284.

(***) Debido a que el molibdeno desempeña un importante papel en la reducción de los nitratos

(****) Otras muchas plantas, especialmente las coliflores, revelarían su sensibilidad frente a una carencia de molibdeno.

notable es que dichas carencias se producen frecuentemente en suelos relativamente muy ricos en molibdeno *total* (50, p. 184), lo que indica perfectamente que en gran parte no es asimilable (117).

El aporte de molibdatos (*) a los pastos establecidos en dichos suelos se tradujo por un crecimiento muy vigoroso del trébol blanco que, además, se hacía verde oscuro, en tanto que anteriormente era verde pálido.

Los gusanos de tierra harían asimilable el molibdeno del suelo.

Finalmente, HOLMES (117), de la Estación de Investigaciones de Invermay (Nueva Zelanda), comprobó que, como consecuencia de la «siembra» de gusanos de tierra a estos mismos suelos, ricos en molibdeno *total* y, no obstante, muy pobres en molibdeno *asimilable*, el trébol blanco adquiere igualmente un tinte verde oscuro.

Llegó a la conclusión de que es probable que los gusanos de tierra, al hacer pasar el suelo a través de su tubo digestivo, hicieran asimilable el molibdeno (**).

La actividad de los gusanos de tierra favorecería el desarrollo del trébol blanco en los suelos pobres en molibdeno *asimilable*, aunque suficientemente ricos en molibdeno *total*. Recíprocamente, podría admitirse que los gusanos de tierra no ejercerían efecto alguno sobre el porcentaje de trébol blanco en la flora en los suelos dotados de un elevado contenido en molibdeno *asimilable*. Esto resulta igualmente cierto con respecto a otros elementos minerales (véase cuadro núm. 93, p. 367).

Esta hipótesis explicaría perfectamente, pues, los resultados contradictorios de que hemos hecho mención.

(*) E. B. DAVIES (50, p. 187-188) señala que la aportación de molibdeno no ejerce su acción a menos que el suelo contenga suficientemente cal, y que se hagan los debidos aportes de superfosfatos.

Recíprocamente, los aportes de superfosfatos son ineficaces en dichos suelos si no se sostienen con aportes de molibdeno.

(**) Hemos visto anteriormente (p. 365) que hacían asimilables a los fosfatos, etc.

Roturación de los pastos y carencias en los animales.

Si esta observación neozelandesa se confirmase, podríamos preguntarnos si no ocurrirá lo mismo con otros oligoelementos o con distintos elementos minerales que los gusanos de tierra convertirían en asimilables haciéndolos pasar a través de su tubo digestivo. Ello podría explicar tal vez la tradición campesina que sostiene que cuando los manzanos no dan ya fruto (*), pueden volver a darlo si se «siembran» a su pie gusanos de tierra.

Debemos recordar también que cuando se roturan los pastos y después se resiembran, se produce un gran empobrecimiento del suelo en gusanos de tierra (**).

Durante la última guerra, la roturación y resiembra de los pastos fueron practicadas en Suiza por razones económicas urgentes. Pudo comprobarse entonces que los animales eran atacados de enfermedades carenciales y, como señala GRÜNINGEN (102), «en granjas en donde no habían sido nunca observadas».

KLAPP (148) ha comprobado igualmente, en el transcurso de ensayos realizados en Rengen, la aparición de enfermedades carenciales en animales que pastaban en superficies roturadas y resembradas.

¿En qué medida pueden explicarse estas enfermedades carenciales a través de la desaparición de los gusanos de tierra después de una superactividad en el transcurso del primer año siguiente a la roturación?

Los gusanos de tierra, reducidos así a un número insignificante, no pueden crear ya las cantidades debidas de oligoelementos *asimilables*. Las plantas deficientes en dichos elementos minerales provocan en los animales enfermedades carenciales.

Sólo hablamos hipotéticamente, pero los trabajos neozelandeses no pueden sino incitarnos a estudiarlos más de cerca.

(*) OLIVER (194, p. 7-8) atribuye la decadencia de los árboles frutales a la falta de elementos *asimilables* en el suelo, aunque no falten elementos *totales*. Pero los gusanos de tierra, desaparecidos o casi eliminados, no permiten la transformación en asimilables de estos elementos totales.

(**) Véanse pp. 171-183.

CAPÍTULO IV

LA CALIDAD DE LA FLORA PRATENSE ESTA EN RELACION CON LA CALIDAD Y LA CANTIDAD DE LOS GUSANOS DE TIERRA

Allolobophora caliginosa favorece el desarrollo del vallico o ray-grass, pero no ejerce influencia alguna sobre el trébol.

Veamos, en primer lugar, un sencillo ejemplo que demuestra la excelente influencia que *Allolobophora caliginosa*, eficaz obrero, ejerce sobre el vallico o ray-grass.

WATERS (275), en Nueva Zelanda, cultivó vallico y trébol blanco en macetas, bien solos o en cultivo asociado (*).

Cuando el vallico y el trébol blanco hubieron arraigado perfectamente, la *mitad* de las macetas de cada una de las cuatro series recibió 24 *Allolobophora caliginosa* por maceta.

A continuación, se valoró el rendimiento y el contenido en nitrógeno de la vegetación de cada maceta. Los resultados se indican en el cuadro número 98 (p. 384).

Según los resultados de este cuadro, el autor neozelandés concluye:

«1.º La adición de los gusanos de tierra produjo un gran

(*) Se hicieron cuatro tipos de cultivo: a) vallico puro; b) trébol blanco puro; c) una mezcla de vallico y trébol blanco; d) en una misma maceta, la mitad de la superficie con vallico puro y la otra mitad con trébol blanco puro (estando las dos mitades separadas por una placa metálica).

aumento, altamente significativo, en la producción de vallico y un pequeño aumento de su contenido en nitrógeno.

»2.º La adición de los gusanos no produjo cambio significativo alguno en la producción ni en el contenido en nitrógeno del trébol blanco.

»3.º Una de las acciones más notables de la adición de los gusanos de tierra fué impedir la supresión del vallico por el trébol blanco.»

Es evidente que se trata de experiencias en macetas, es decir, en condiciones muy distintas a las que existen en un pasto. No es menos cierto tampoco que, en estas especiales condiciones, el gusano de tierra *Allolobophora caliginosa* favorece el desarrollo tanto, el desarrollo paralelo de la mejora de la flora y el de la *del vallico o ray-grass*, no ejerciendo acción alguna sobre el trébol blanco (*).

CUADRO N.º 98

INFLUENCIA DE LOS GUSANOS DE TIERRA ALLOLOBOPHORA CALIGINOSA SOBRE EL VALLICO O RAY-GRASS Y SOBRE EL TRÉBOL BLANCO

| Cultivo | Gusano de tierra | Rendimientos por maceta | | | | Contenido en nitrógeno | |
|-----------------------------------|------------------|-------------------------|---------------|-----------|---------------|------------------------|---------------|
| | | Absoluto | | Relativos | | Vallico | Trébol blanco |
| | | Vallico | Trébol blanco | Vallico | Trébol blanco | | |
| Vallico solo | ausentes | 2,8 | | 100 | | 100 | |
| | presentes | 5,0 | | 177 | | 111 | |
| Trébol blanco solo | ausentes | | 49 | | 100 | | 100 |
| | presentes | | 50 | | 102 | | 104 |
| Mezcla de vallico y trébol blanco | ausentes | 1,8 | 39 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | presentes | 3,9 | 43 | 213 | 110 | 106 | 103 |
| Vallico y trébol blanco separados | ausentes | 3,2 | 36 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | presentes | 5,0 | 35 | 155 | 97 | 114 | 103 |

N. B.—El autor no indica con qué unidad fué valorada la producción absoluta por maceta.

Compárese con el cuadro número 100, p. 393.

Según WATERS (275).

(*) En el capítulo precedente de la presente parte, hemos examinado los resultados no concordantes referentes a la influencia de los gusanos de tierra sobre el trébol blanco, y sugerido la posible causa de estos resultados contradictorios.

CUADRO N.º 99
EVOLUCIÓN PARALELA DE LA CALIDAD DE LA FLORA Y DE LA CANTIDAD DE GUSANOS DE TIERRA

| | A | | B | | C | | D | |
|---------------------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| | Millares por hectárea | Porcentaje de la población total | Millares por hectárea | Porcentaje de la población total | Millares por hectárea | Porcentaje de la población total | Millares por hectárea | Porcentaje de la población total |
| <i>Allolobophora longa</i> | — | — | — | — | — | — | 117 | 20 |
| <i>Allolobophora caliginosa</i> | — | — | — | — | — | — | 197,0 | 34,0 |
| <i>Allolobophora chlorotica</i> | — | — | — | — | — | — | 2,5 | 0,4 |
| <i>Eisenia rosea</i> | — | — | — | — | — | — | 44,2 | 7,7 |
| <i>Lumbricus terrestris</i> | — | — | 0,8 | 0,6 | 5,0 | 2,0 | 58,5 | 10,1 |
| <i>Lumbricus rubellus</i> | 10,5 | 17,1 | 54,0 | 42,4 | 26,0 | 10,4 | 154,5 | 26,6 |
| <i>Lumbricus castaneus</i> | 5,2 | 8,5 | 1,2 | 1,0 | 18,3 | 7,3 | 83,0 | 14,3 |
| <i>Dendrobroena rubida</i> | 17,0 | 27,7 | 20,8 | 16,6 | 65,0 | 26,0 | 13,0 | 2,2 |
| <i>Dendrobroena octoedra</i> | 4,0 | 6,5 | 18,3 | 14,6 | 2,5 | 1,0 | 1,2 | 0,2 |
| <i>Octolasion cyaneum</i> | — | — | — | — | 13,0 | 5,0 | 14,2 | 2,5 |
| <i>Bismatus eiseni</i> | 24,7 | 40,2 | 31,0 | 24,8 | — | — | — | — |
| TOTAL | 61,4 | 100,0 | 126,1 | 100,0 | 250,4 | 100,0 | 579,8 | 100,0 |

N. B.—Para más detalles sobre los pastos A, B, C, D, véase la nota del pie de la p. 386. Según Guild (103).

Vemos demostrada así la marcada influencia favorable de *Allolobophora caliginosa* sobre el desarrollo del vallico o ray-gras. En el siguiente capítulo examinaremos cuáles han sido sus consecuencias en el desarrollo de los pastos neozelandeses y tal vez quizá sobre el nivel de vida de la población de dicho país.

La flora de un pasto varía paralelamente con la importancia y con la calidad de los gusanos de tierra.

Desde el punto de vista de la ecología dinámica, es notable que la mejora de la calidad de la flora corresponde no sólo a un aumento en el número total de los gusanos de tierra, sino también a la aparición de tipos de gusanos muy activos.

GUILD (103) ha tomado datos de la cantidad de gusanos de tierra existentes en los pastos naturales de las colinas de Escocia. Algunos de ellos habían sido enmargados o abonados, lo que condujo a la obtención de una flora mejorada. Pudo seguirse, por tanto el desarrollo paralelo de la mejora de la flora y el desarrollo de la población de gusanos de tierra.

El investigador escocés estudió particularmente en una misma región (*Stirlingshire*) cuatro (*) tipos diferentes de pastos.

El cuadro número 99 (p. 385) indica la población y la naturaleza de la población de los gusanos de tierra de estos cuatro pastos.

Vemos que la población total aumenta así :

| Pasto | Población total de gusanos de tierra | |
|---------|--------------------------------------|-----|
| | | |
| A | 61 400 | 100 |
| B | 120 100 | 206 |
| C | 250 400 | 410 |
| D | 597 800 | 950 |

(*) Se trataba de los siguientes pastos:

A) Suelo *ácido turboso*, que no ha recibido cuidado alguno. Capa vegetal muy delgada, de 25 a 150 milímetros de espesor.

Muy sensible a la sequía.

Flora constituida por hierbas duras y brezo.

Por tanto, la cantidad de gusanos de tierra aumenta al mismo tiempo que mejora la flora.

Pero debe también advertirse que la composición de esta población mejora al mismo tiempo.

Los *Allolobophora* estaban totalmente ausentes de los pastos ácidos A y B. *Allolobophora caliginosa* aparece ya en el pasto C y paralelamente, el trébol comienza a formar parte de la flora. *Allolobophora caliginosa* llega a representar en el pasto D el 34 por 100 de la población total de gusanos de tierra, y la flora mejorada contiene valiosas gramíneas y una notable cantidad de trébol.

Lumbricus terrestris, que estaba prácticamente ausente de los pastos ácidos A y B, representa el 10,1 por 100 de la población total del pasto D.

Entre los excelentes estudios de GUILD (de la Universidad de Edimburgo) sobre los gusanos de tierra, éste es el que demuestra tal vez de manera más asombrosa el paralelismo de la evolución de la flora y la variación, tanto cuantitativa como cualitativa de la población de gusanos de tierra de los suelos pratenses.

Estrecha correlación entre la vida del suelo y la flora del pasto.

Estos estudios neozelandeses y escoceses demuestran claramente la estrecha relación existente entre la flora y la vida del suelo. Nuestros estudios ecológicos olvidaron demasiado, por desgracia, la enorme influencia ejercida por los elementos vivos

B) Suelo *ácido turboso* análogo a A), pero con una capa vegetal un poco más espesa.

Flora del mismo tipo que A), pero ligeramente menos mala y menos invadida por los brezos.

C) Pasto que se había cercado con anterioridad, pero que más tarde volvió a degenerar. El suelo era todavía *bastante ácido*.

Flora de mejor calidad, conteniendo un poco de trébol y no poseyendo ya brezos.

D) Pasto cercado con suelo *no ácido*.

Flora conteniendo gramíneas de calidad y una importante cantidad de trébol. Tampoco poseía ya brezos.

del suelo sobre las plantas, tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo.

CZERWINKA ^(46, p. 96), miembro del célebre «Instituto de Sociología Vegetal Aplicada», de Austria, dice así:

«Paralelamente a la mejora o a la degeneración de la asociación vegetal, se produce una evolución en la microflora y en la microfauna del suelo. Debemos, pues, conceder tanta atención a la evolución de estas asociaciones vivas del suelo como a la de la flora del pasto.»

Una de las mayores enseñanzas de la ecología dinámica de los pastos es esta estrecha correlación entre la vida del suelo y su flora, o lo que es lo mismo, la estrecha correlación de los elementos vivos del suelo con la planta, el animal y el hombre.

CAPÍTULO V

EL GUSANO DE TIERRA EUROPEO A LA CONQUISTA DE NUEVA ZELANDA

Los gusanos de tierra autóctonos de Nueva Zelanda.

Antes de la llegada de los europeos a Nueva Zelanda, las especies (en número de 110) de gusanos de tierra que habitaban dicho país eran diferentes de las europeas (véase HUTTON ⁽¹²³⁻¹²⁴⁾, BENHAM ⁽²⁰⁾, LEE ⁽¹⁶⁴⁾).

No se sabe exactamente en qué época los gusanos de tierra europeos, llevados por los colonos, comenzaron a desarrollarse en Nueva Zelanda. El primer dato preciso que poseemos es de HUTTON ⁽¹²³⁾ en 1876, completado por BENHAM ⁽²⁰⁾ en 1898, quienes señalan que, en dicha época, ciertas regiones de Nueva Zelanda estaban ya colonizadas por los gusanos de tierra europeos, especialmente por las tres especies siguientes:

- *Lumbricus rubellus*.
- *Allolobophora caliginosa*.
- *Eisenia foetida*.

En 1922 se señalaron ⁽²³⁹⁾ en Nueva Zelanda siete especies de gusanos de tierra europeos y, en 1951, NIELSON ⁽¹⁹¹⁾ señaló la presencia de doce lombrices europeas. Sin embargo, en vastos espacios de regiones lejanas, no se les había visto aparecer todavía.

Esta lenta progresión no parece ser debida a que los gusanos de tierra europeos hayan tenido dificultades de adaptación o por-

que las condiciones locales les hubieran sido desfavorables. En efecto, los gusanos de tierra europeos parecen prosperar mejor en Nueva Zelanda que en su continente de origen.

En la *Rukuhia Soil Research Station*, de Nueva Zelanda, se han señalado frecuentemente, en pastos permanentes, densidades de 10.750.000 gusanos por hectárea (4.300.000 por acre), en tanto que en Europa la cifra máxima parece ser que raramente sobrepasa la de 3.000.000 (*).

Existen en la actualidad, no obstante, ciertos lugares de Nueva Zelanda en los que no se han establecido los gusanos de tierra europeos, lo que permite hacer importantes comparaciones, como vamos a ver a continuación.

Cómo transformaron los gusanos de tierra la flora de los miserables pastos de M. Ashmore.

Entre los agricultores neozelandeses reinaba y reina todavía una tradición según la cual los pastos del interior del país fueron mejorados hace cincuenta o cien años sin necesidad de abonos. Pudo comprobarse que estas mejoras estaban asociadas a un enorme aumento de la actividad de los gusanos de tierra, sin que pueda explicarse su causa (NIELSON⁽¹⁹¹⁾). Desgraciadamente, no se hicieron observaciones sistemáticas y es muy probable que no sepamos nunca exactamente cómo pudieron los gusanos de tierra valorizar en aquel tiempo los pastos de Nueva Zelanda.

Un agricultor del distrito de Raetihi (*Waimarino County*), M. A. S. AHSMORE, conocía esta tradición campesina y estaba convencido de la importancia de los gusanos de tierra para mejorar los pastos. Dicho agricultor poseía 350 hectáreas de unos pésimos pastos salvajes en las colinas del interior. En un valle determinado, eligió pastos ricos en los que reinaba una gran actividad de gusanos de tierra. Desenterró trozos de césped, a los que adhería la capa vegetal conteniendo gusanos de tierra o sus huevos. Trasplantó estos trozos a sus pastos de las colinas un

(*) Véase p. 371 y *Productividad de la Hierba* (251), cuadros 16 y 17, p. 80.

poco al azar. Realizó esta operación desde 1925 hasta 1930, continuándola hasta 1943, año en que el total de las 350 hectáreas estaba ya «resembrado» con los gusanos de tierra de los pastos ricos.

En dicho momento, aunque el resto de las condiciones no había variado, *el cambio producido en la flora fué asombroso*. Los pastos miserables de dichas colinas, antes constituídos por agróstide vulgar y dantonía (hierba de pobreza), se habían transformado en pastos con predominio de vallico o ray-grass. Naturalmente, al propio tiempo, la capacidad para mantener ganado y los rendimientos por hectárea aumentaron considerablemente.

La sorprendente mejora de los pastos de M. Ashmore llama la atención.

Esta experiencia, clara y rotunda, llamó la atención de los agrónomos neozelandeses. Al fin se poseía una experiencia continuada que permitiría saber si las tradiciones verbales de los campesinos del interior eran o no exactas.

Pudo apreciarse inmediatamente (*) que los pastos de M. AHSMORE eran indiscutiblemente muy ricos en vallico o ray-grass y trébol blanco, mientras que los de las colinas vecinas sólo poseían normalmente una flora miserable. El color verde oscuro de los pastos de M. AHSMORE contrastaba con el tinte amarillento habitual de los pastos de la región.

Como no se había practicado abono alguno, fué preciso admitir que M. AHSMORE había introducido, con sus trozos del valle, gusanos de un carácter muy particular.

La encuesta de los biólogos neozelandeses.

Especialistas de la biología del suelo, entre otros R. L. NIELSON, tomaron el asunto en sus manos, realizando observaciones que sin exageración pueden calificarse de sensacionales.

(*) Véase el informe de HAMBLYN y DINGWALL (107).

Cuando en 1949, NIELSON y WALSH, de la «Estación de Investigadores sobre el Suelo» (de Rukuhia), se presentaron en la granja de M. AHSMORE, toda la propiedad había sido prácticamente colonizada por *Allolobophora caliginosa* (*).

Todos los pastos poseían una flora uniforme del tipo del vallico o ray-grass. Pero afortunadamente pudo encontrarse una parcela que conservaba la antigua flora miserable. Aunque era de fácil acceso, M. AHSMORE no le había trasplantado sus trozos de césped sino muy tardíamente. Dicho pasto (C), de una superficie de 1,60 ha estado aislado de los demás pastos (A) por un camino, un río y algunos matorrales salvajes, que parecían haber detenido la marcha de los gusanos de tierra procedentes de otros pastos. Pudo incluso observarse la existencia de una zona intermedia (B), cuya flora, sin ser ya la de los pastos miserables, tampoco había alcanzado todavía el predominio del vallico o ray-grass.

Se hicieron numerosos cortes de terreno para recoger gusanos. Paralelamente se realizaron análisis de la flora.

El cuadro número 100 (p. 393) indica el número de los distintos tipos de gusanos por metro cuadrado, y la composición de la flora en las tres zonas mencionadas.

Ambos cuadros demuestran de manera sorprendente la *correlación existente entre la composición botánica y el desarrollo del gusano de tierra europeo (no autóctono)*, *Allolobophora caliginosa*, el activo obrero cuyas notables cualidades (**) hemos señalado anteriormente.

(*) Es interesante señalar que se cometió un error inicial. El gusano de tierra que proliferaba en los ricos pastos de M. Ahsmore fué identificado en principio como *Allolobophora Jassysensis*, que no había sido visto hasta entonces más que en el sureste de Europa. Como no se había observado nunca la presencia de dicho gusano de tierra en Nueva Zelanda, se creyó que era este el que poseía la capacidad especial que había permitido la transformación de los pastos de M. Ahsmore. El Ministerio de Agricultura neozelandés decidió (191) distribuir millares de este gusano de tierra por todas las colinas de las Islas del Norte y del Sur. Pero, en ese momento, sir William BENHAN se dió cuenta de que en realidad se trataba del *Allolobophora caliginosa*.

(**) Véase p. 368.

CUADRO N.º 100

DISTRIBUCIÓN DE LOS GUSANOS DE TIERRA Y COMPOSICIÓN
BOTÁNICA DE LOS PASTOS DE AHSMORE

| | Número de gusanos de tierra por metro cuadrado en las zonas | | |
|--|--|-----|-----|
| | A | B | C |
| <i>Allolobophora caliginosa</i> | 1 075 | 110 | — |
| <i>Lumbricus rubellus</i> | 166 | 133 | 67 |
| <i>Eisenia rosea</i> | 11 | — | — |
| TOTAL | 1 247 | 243 | 67 |
| | Proporción de las diferentes especies vegetales en las zonas | | |
| | A | B | C |
| Vallico o ray-grass inglés | 42 | 13 | 2 |
| Holco lanoso o veloso | 18 | 8 | 5 |
| Trébol blanco | 3 | 1 | — |
| Trébol dudoso | 6 | 8 | 2 |
| Agróstide común | 19 | 45 | 55 |
| Dantonia | — | 10 | 21 |
| Otras gramíneas | 6 | 4 | — |
| Malas hierbas | 6 | 4 | 5 |
| Musgos | — | 7 | 10 |
| TOTAL | 100 | 100 | 100 |

N. B.—1.º A = Pasto poblado por gusanos de tierra activos durante varios años.
B = Pasto situado entre A y C.
C = Pasto no poblado por gusanos de tierra activos europeos.

2.º La flora está indicada en porcentaje del peso total cosechado proporcionado por cada una de las plantas.

Según NIELSON (191).

Prodigiosa transformación del pasto.

Hemos visto que la proporción de vallico y ray-grass pasó del 2 al 42 por 100, mientras que la del agróstide descendió del 55 al 19 por 100. En cuanto a la dantonia (que representaba el 21 por 100 de la flora del pasto primitivo) y el musgo (que

representaba el 10 por 100) (*), *desaparecieron* totalmente después de la introducción y desarrollo de *Allolobophora caliginosa*.

Todos estos resultados confirmaron de manera perfecta la vieja tradición de los granjeros neozelandeses. NIELSON concluyó su encuesta diciendo:

«Podemos decir, pues, con toda certeza, que las observaciones hechas por nosotros en esta granja confirman plenamente las realizadas anteriormente por otros investigadores, así como por el propio M. AHSMORE.»

Consideraciones de ecología dinámica sobre las experiencias neozelandesas.

Como hemos dicho antes, la finalidad de lo que llamamos «ecología dinámica» consiste en estudiar las influencias *bióticas* es decir, la influencia directa o indirecta del hombre sobre la flora de los pastos.

Hemos dicho ya que el aporte de cal. de fosfatos y, sobre todo, de abonos orgánicos, puede favorecer el aumento del número de gusanos de tierra y, por tanto, actuar sobre la flora.

Pero en estas experiencias neozelandesas hemos visto surgir un aspecto refinado de la ecología dinámica: *el hombre puede actuar sobre la flora de sus pastos introduciendo en ella especies de gusanos de tierra que no existían anteriormente.*

Recordemos que la población animal que se encuentra bajo la hierba tiene un peso por lo menos dos veces más elevado que la de bovinos (u otros) que pastan en esta misma hierba (**). Resulta lógico, por tanto, que nuestros esfuerzos como ganaderos no se limiten solamente a la selección del ganado vacuno, sino que se extiendan igualmente a los animales del subsuelo del pasto.

(*) Como señala NIELSON, el desarrollo del musgo es más importante de lo que indica la cifra del 10 por 100, puesto que está a ras de tierra, siendo solamente parte de él cortado por el diente. Además, el peso del musgo recogido está lejos de corresponder a la superficie relativa que éste cubre.

(**) Véase *Productividad de la Hierba* (251, p. 80).

La experiencia neozelandesa confirma que creando una población subterránea más abundante y de mejor calidad, se mejorará la flora del pasto, aumentando al mismo tiempo su rendimiento.

Es evidente que, cualesquiera que sean las especies mejoradas de labradores liliputienses que podamos utilizar en los pastos, nuestros esfuerzos serán vanos si al mismo tiempo tomásemos medidas inadecuadas que redujeran e incluso aniquilaran la actividad de estos excelentes obreros.

Uno de los grandes progresos de la humanidad ha sido el de lograr la domesticación de los animales. ¿No deberíamos esforzarnos también en domesticar y mejorar esa multitud de animales minúsculos que trabajan gratuitamente en nuestros pastos, removiendo cada año más cantidad de tierra por hectárea que la que podemos remover nosotros con nuestras más modernas máquinas, gastando mucho carburante y mano de obra?

Examinemos otro aspecto de esta cuestión.

CAPÍTULO VI

**LOS GUSANOS DE TIERRA
Y LA TEORÍA DE WEGENER
SOBRE LA DERIVA
DE LOS CONTINENTES**

**Inmenso papel de los gusanos de tierra
en la historia del mundo.**

No creo que hubiese tenido la audacia de desarrollar los argumentos de este capítulo y del siguiente, si no hubiese leído en DARWIN las observaciones que me incitan a desarrollar aquí ciertas enseñanzas que nos proporcionan, a mi juicio, las experiencias neozelandesas referentes a los efectos ejercidos por *Allolobophora caliginosa* sobre los pastos de dicho país.

El gran naturalista inglés (48, p. 148) escribía en 1881:

«Es realmente extraordinario que *toda* la capa superficial del suelo vegetal haya pasado y vuelva a pasar de nuevo en algunos años a través del cuerpo de los gusanos de tierra. El arado es uno de los inventos más antiguos y más preciosos del hombre, pero mucho antes de que el hombre existiese, la tierra estaba de hecho regularmente trabajada por los gusanos de tierra y ha continuado siéndolo. Podemos preguntarnos *si habrá muchos seres que en la historia del mundo hayan desempeñado un papel tan importante como el de estos animales inferiores* (*).»

(*) DARWIN habla de los gusanos (*worms*) refiriéndose a los gusanos de tierra. Es probable que, en la actualidad, hablase de oligoquetos, puesto que ya conocemos el papel desempeñado por los enquitreidos en la creación del humus. El futuro nos hará conocer, sin duda, el papel de otros elementos vivos en la creación de un suelo rico en humus y en elementos minerales asimilables (en un buen estado de equilibrio).

Las civilizaciones no han podido desarrollarse más que allí donde los gusanos de tierra habían creado un suelo fértil.

Las civilizaciones no pudieron prosperar más que en países cuyos suelos, para emplear la expresión de DARWIN, habían pasado millares de veces a través del tubo digestivo de los gusanos de tierra activos. El trabajo intensivo de este «arado de la naturaleza» permitió un gran enriquecimiento del suelo en humus y en elementos minerales *asimilables*; el hombre pudo vivir así a expensas de este trabajo acumulado durante decenas de millares de años. Sólo necesitó consagrar una pequeñísima parte de sus esfuerzos a «remover» el suelo. Muchos miembros de la comunidad humana, en vez de trabajar este suelo, ya muy bien laborado, pudieron dedicar su tiempo a la construcción de monumentos y a la creación de obras del Pensamiento.

En resumen, el hombre pudo crear civilizaciones porque encontró en los suelos fértiles una riqueza mayor que la de todas las minas de oro del mundo.

Pero, ¿en dónde se encontraban entonces sobre la tierra estos magníficos labradores infatigables, especialmente esa gran familia de los lombrícidos, con sus obreros selectos los *Allolobophora* y *Lumbricus*?

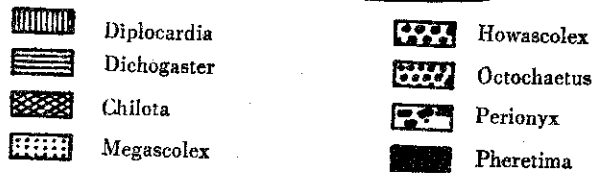
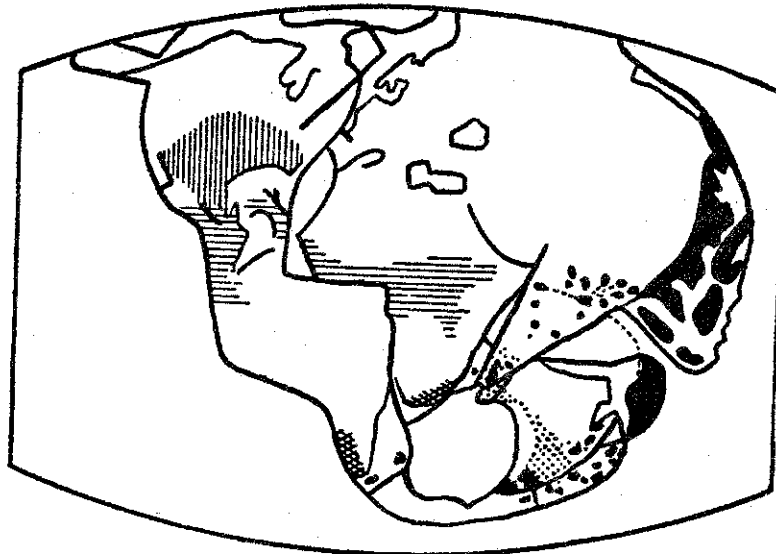
**Exposición sumaria de la teoría de Wegener
sobre la deriva de los continentes.**

Antes de responder a esta pregunta debemos decir algunas palabras referentes a las teorías de WEGENER sobre la «Deriva de los continentes» (*Theorie der Kontinentalverschiebungen*), llamada también «teoría de la translación de los continentes».

WEGENER ha supuesto que en el transcurso de la historia del globo, los continentes han cambiado de posición derivando. Al principio, formaban una masa que comenzó a disociarse, dejando al sur un bloque que comprendía América del Sur, África

central y del sur, Madagascar, India meridional, Australia, Nueva Zelanda y el Antártico. Más tarde, el bloque se disoció: Australia y Nueva Zelanda quedaron unidas al continente Antártico, y su conjunto se disgregó en seguida, en tanto que el África central y meridional se desprendían de América del Sur (fig. 4 y 5).

Estas ideas de WEGENER han hecho y hacen correr todavía mucha tinta, tanto más cuanto que la teoría pretende que los con-



(Todos son terrícolas.)

Fig. 4.—Posición de los continentes en el período carbonífero y distribución de algunos géneros del grupo de familias de los *Megascolecinae*. Según MICHAELSEN (176).

tinientes continúan a la deriva y que, por ejemplo, Groenlandia se sigue desplazando hacia el Oeste. WEGENER, por cierto, encontró la muerte en una de sus expediciones a Groenlandia.

Uno de los fines de la teoría de WEGENER era explicar ciertas particularidades del desarrollo de la flora y la fauna de los continentes.

La flora y la fauna de América del Sur son, por ejemplo, muy

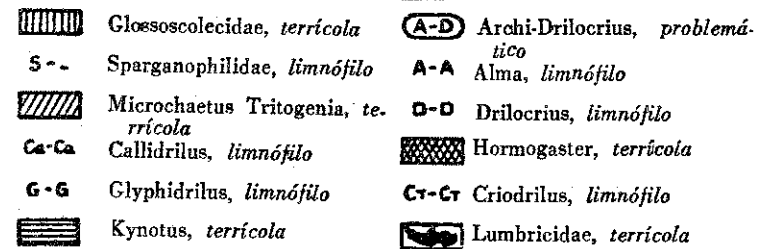
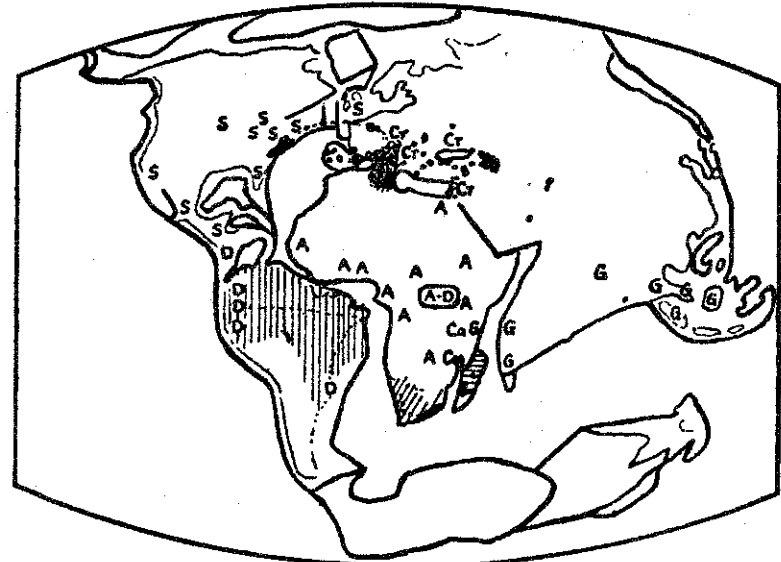


Fig. 5.—Posición de los continentes en la época Eocena y distribución geográfica de algunos géneros del grupo de familias *Lumbricinae*. Según MICHAELSEN (176).

parecidas a las de Africa del sur y muy diferentes de las de América del Norte, a la cual están, no obstante, unidas por un istmo de tierra. La fauna de Madagascar, a pesar de la inmediata proximidad a Africa, se parece mucho a la del sur de la India (Dekkan).

Los gusanos de tierra apoyan la teoría de Wegener.

Desde 1921, MICHAELSEN (176), en Alemania, había demostrado que la distribución de ciertos gusanos de tierra confirmaba perfectamente la teoría de WEGENER.

Advirtamos que el *Perionyx*, fuera del sur de la India, no existe más que en Australia oriental, Nueva Zelanda y Tasmania.

La figura 4 representa, según WEGENER, la posición de los continentes en el período carbonífero.

MICHAELSEN ha indicado en este esquema la distribución geográfica de distintos géneros de oligoquetos autóctonos, que clasifica en el grupo de familias *Megascolecinae*.

Sería muy largo de explicar todas estas denominaciones y clasificaciones que, por otra parte, varían con frecuencia según los autores y las épocas.

Megascolex, gusano de tierra de grandes dimensiones, no se encuentra más que en Australia, Ceylán, sur de la India e isla septentrional de Nueva Zelanda (*).

La figura 5 muestra, según WEGENER, las posiciones ocupadas por los continentes en el eoceno, después de haber realizado ya una deriva parcial.

MICHAELSEN indica en este mapa la distribución geográfica de

(*) Este último punto ha llevado a MICHAELSEN a admitir que las partes centrales de Nueva Zelanda se han despegado, siguiendo la forma de un arco, del continente australiano, en tanto que la extremidad sur de Nueva Zelanda permaneció durante cierto tiempo unida a Tasmania, mientras que la septentrional permaneció unida a Nueva Guinea. La parte sur se separó de Tasmania, y sólo mucho más tarde la septentrional se desligó de Nueva Guinea. Señalemos que esta concepción difiere ligeramente de la de WEGENER, que supone que en el eoceno, Nueva Zelanda estaba aún estrechamente unida al continente australiano..

distintos géneros autóctonos, que clasifica en el grupo de familias *Lumbricinae*.

Es perfectamente notable que los lumbrícidos terrícolas, a los que pertenecen los actuales gusanos de tierra europeos, no existen en absoluto en estado autóctono en Nueva Zelanda.

Teoría de la deriva de los continentes y distribución de los gusanos de tierra.

El investigador checo CERNOSVITOV, algunos años después de MICHAELSEN, intentó, en el transcurso de sus exploraciones en diversos continentes, aportar una prueba de la teoría de WEGENER a través de la distribución de los oligoquetos.

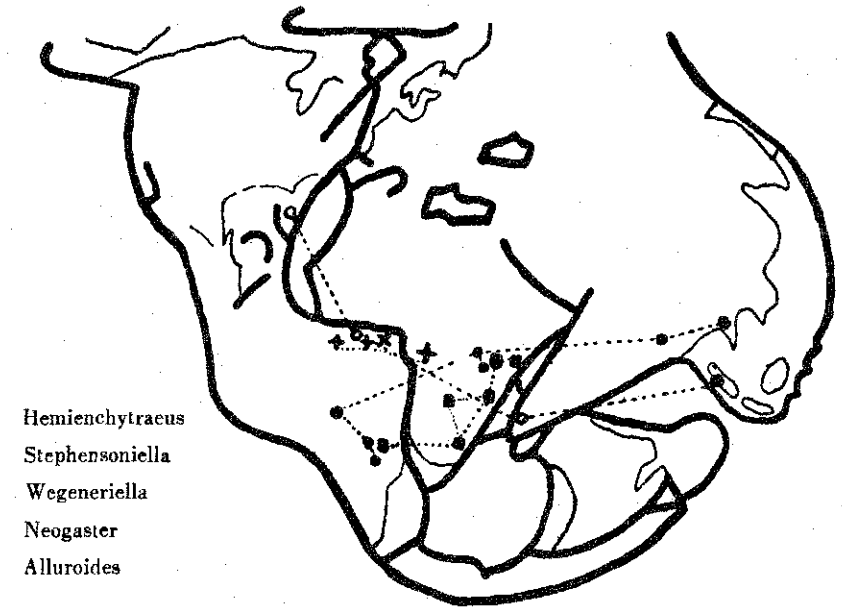


Fig. 6.—Distribución actual de algunas especies de oligoquetos sobre un mapa de continentes del período carbonífero.

Según CERNOSVITOV (38).

Encontró, por ejemplo ⁽⁵⁶⁾, en el norte de la Argentina un representante de los *enquitraqueidos*, que, hasta ahora, no ha sido observado más que en las Indias (fig. 6). Después encontró un *Mesenchytrous*, que no existe más que en Africa central y en Brasil; luego, un nuevo tipo de *Wegeneriella*, que solamente ha sido observado en el Camerún y en la Guayana inglesa, y, por último, un *Alluroide*, existente solamente en Argentina y en Africa del Sur, es decir, en puntos que, según la teoría de WEGENER, es tuvieron mucho tiempo en contacto antes de separarse.

El autor checo llegó a la siguiente conclusión:

«La distribución de los géneros de oligoquetos habla totalmente en favor de la teoría de WEGENER.»

DU TOIT ^(78, p. 293), en su obra sobre la deriva de los continentes, estudió la distribución de los oligoquetos autóctonos sobre la superficie del globo y concluye:

«No se conocen otras muchas hipótesis, aparte de la teoría sobre la deriva de los continentes que puedan explicar la distribución de los gusanos de tierra en las diferentes partes del mundo.»

CAPÍTULO VII

EL GUSANO DE TIERRA, CREADOR DE CIVILIZACIONES

Los lombrícidos en la época glaciara.

El capítulo precedente nos ha hecho conocer la especial distribución de ciertos gusanos de tierra, incluso después de que el hombre los ha difundido a través del mundo.

Pero lo que nos interesa, sobre todo, es la distribución de los gusanos de tierra activos en la época en que aparecieron las primeras civilizaciones.

Ello lo ha podido determinar CERNOSVITOV ⁽³⁹⁾ en la familia de los lombrícidos endémicos, a la que pertenecen nuestros gusanos de tierra activos, tales como *Lumbricus*, *Allolobophora*, etcétera. El investigador checo logró dibujar así el mapa de la figura 7.

Puede verse que los lombrícidos endémicos, inmediatamente después de la época glaciara, no ocupaban más que una estrecha franja.

Resulta evidentemente notable que (a excepción de una pequeña parte de América oriental ^(*)), la zona de desarrollo de los lombrícidos corresponde exactamente a la zona en que nacieron y se desarrollaron las civilizaciones más antiguas ^(**).

(*) Anotemos, según MICHAELSEN (176), que los lombrícidos autóctonos del este de los Estados Unidos parecen pertenecer a tipos relativamente poco activos, tales como *Bismatus* y *Eisenia*.

(**) Con la notable excepción del valle del Nilo. Por el contrario, los otros dos «Valles de Civilización», la Mesopotamia y el Indo, estaban poblados por lombrícidos endémicos.

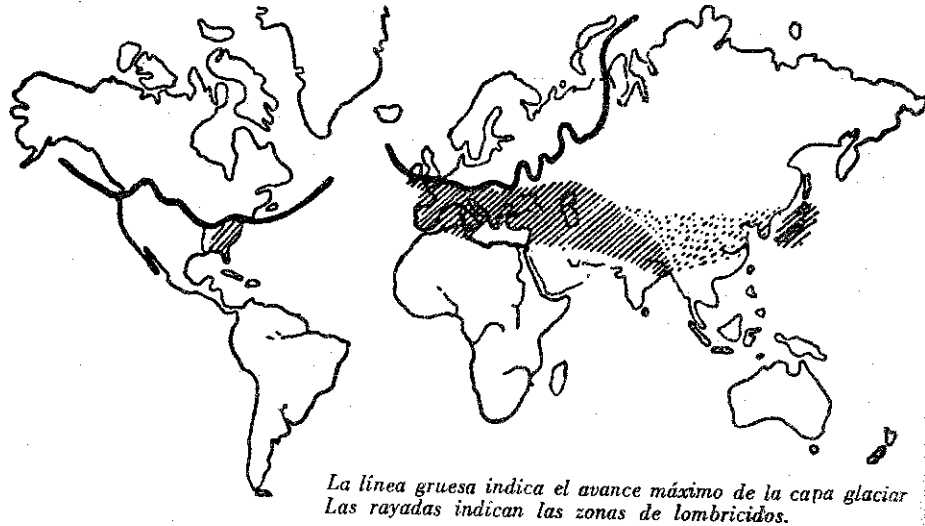


Fig. 7.—Distribución de los lombricidos endémicos en la época glaciaria sobre el mapa geográfico actual.

Según CERNOSVITOV (39).

Las civilizaciones de los valles regularmente inundados.

Parece ser que las tres primeras grandes civilizaciones se establecieron en los tres amplios valles del Indo, del Eúfrates y del Nilo, en los que el hombre pudo vivir como parásito del suelo sin agotarlo demasiado por el hecho de que estaba regularmente «reenriquecido» por los aluviones.

La más avanzada de estas civilizaciones, desarrolladas sobre suelos de aluvión rítmicamente renovados, fué la egipcia, que conoció un esplendor extraordinario durante cuatro mil años consecutivos. En la actualidad, el suelo de este valle continúa siendo uno de los más ricos del mundo.

Todos los historiadores han estado y siguen estando de acuerdo en que la riqueza inusitada del suelo del valle del Nilo fué

la causa principal que permitió el desarrollo de esta larga y prodigiosa civilización.

Pero, cuando se afirma que esta riqueza era debida a los aportes regulares de tierra nueva por las inundaciones del Nilo, no se alude más que a uno de los elementos del problema. En realidad, estos aluviones no enriquecen el suelo por sí mismos, pero permiten a los gusanos de tierra trabajar enérgicamente y crear un suelo de riqueza excepcional (*).

Los gusanos de tierra y la civilización egipcia.

El «United State Department of Agriculture (15, pp. 26-28) dice «Las investigaciones emprendidas en el valle del Nilo, en el Sudán, indican que la gran fertilidad de su suelo se debe, en su mayor parte, al trabajo de los gusanos de tierra. De acuerdo con las observaciones realizadas, puede estimarse que, en estos suelos, los excrementos de los gusanos de tierra representan, en el transcurso de seis meses de crecimiento activo del año, un peso de 266 toneladas por hectárea.»

Ahora bien, en *Productividad de la Hierba* (251, pp. 30-31) hemos visto que en Europa en los suelos trabajados, la producción total de excrementos de gusanos de tierra era, como máximo, de unas 20 a 25 toneladas por hectárea, para elevarse hasta cerca de 60 toneladas en los viejos pastos permanentes.

Los millares de esclavos que construyeron las pirámides.

En otros términos, los suelos cultivados del valle del Nilo reciben cada año un peso de excrementos de gusanos de tierra diez veces más elevado que nuestros suelos europeos cultivados. Podemos decir asimismo que, cada año, los gusanos de Egipto remueven, trituran y tratan químicamente un peso de suelo diez veces más elevado que sus congéneres europeos (**).

(*) Riqueza que, no obstante, se agota «clandestinamente», lo que produce el caso de las «Civilizaciones del Valle».

(**) Me parece interesante reproducir un pasaje del informe del *United State Department of Agriculture*, en el que se describe cómo la inundación anual es realmente efectiva gracias a los gusanos de tierra (15, p. 27):

Se ha hablado con frecuencia del trabajo de las decenas de millares de esclavos que construyeron las Pirámides para el Faraón. En realidad, estas gigantescas construcciones han podido hacerse, sobre todo, gracias al trabajo de los millones de esclavos que habitaban el subsuelo de Egipto.

Zonas favorables para un alto nivel de vida.

El mapa de CERNOSVITOV (fig. 7) y el acúmulo inusitado de gusanos de tierra en uno de los valles que fueron la cuna de las tres primeras grandes civilizaciones, nos llevan a examinar una cuestión muy delicada.

Un especialista de la historia de las civilizaciones, HUNTINGTON (122), profesor de la Universidad de Yale (EE. UU.), creyó poder explicar el desarrollo de las civilizaciones según ciertas condiciones exteriores favorables: suelo, clima, temperatura, etcétera. Confeccionó para ello un mapa en el que indica los lugares favorables para el desarrollo de un nivel de vida elevado (fig. 8).

Por otra parte, confeccionó otro mapa (fig. 9) en el que demuestra la distribución actual de las zonas de nivel de vida elevado, que llama «zonas de progreso humano».

«En la región de Gezrah, más de 9.000 canales de irrigación ayudan a distribuir equitativamente la oleada de inundación por todo el país.

»De esta forma, la enorme masa anual de materias orgánicas y minerales, perfectamente mezcladas y compuestas, se distribuye en beneficio de los gusanos de tierra de Gezrah. Por debajo de la superficie desecada del suelo, la innumerable población de gusanos de tierra espera la llegada de las aguas. Han perforado la tierra con millares de pequeños túneles hasta una profundidad de varios pies, de forma que el suelo, cribado de agujeros, está preparado para recibir y almacenar las aguas en cuanto hagan su aparición. Cuando el agua de la inundación se derrama, es absorbida rápidamente por esta tierra, sedienta, como por una esponja, dejando en ella un depósito de limo.

»Los gusanos de tierra comienzan entonces su trabajo. Casi en una noche, este limo pasa a través del tubo digestivo de los gusanos, es digerido, homogeneizado y excretado en la capa superior del suelo bajo una forma fina y cargada de humus. Estos excrementos son particularmente ricos en elementos nutritivos solubles en agua e inmediatamente asimilables por las plantas.

»El hombre no tiene necesidad de cultivar semejante suelo. Le basta con sembrarlo y después cosecharlo. *Los gusanos de tierra hacen las labores del cultivo.*

Se puede comprobar una aceptable coincidencia de ambos mapas.

Pero, lo más interesante de todo es que HUNTINGTON encontró como zonas favorables para un nivel de vida elevado las diversas superficies de la cuenca Mediterránea, Europa occidental, etc., en donde se han desarrollado tantas y tan grandes civilizaciones.

Por el contrario encontró igualmente otras cinco zonas favorables que, no obstante, hasta principios del siglo XIX estuvieron abandonadas o eran tan miserables que no conocieron, en el transcurso de los últimos cien años, el desarrollo de un gran «progreso humano».

Son las siguientes zonas (*):

- una zona concreta de América del Sur (desembocadura del Río de la Plata);
- la gran zona de América del Norte (costa atlántica, grandes lagos, California, etc.);
- una pequeña zona de África del Sur;
- la zona sudeste de Australia (Melbourne);
- Nueva Zelanda.

El arado de la naturaleza de los maories no era más que un misero instrumento.

Debemos preguntarnos cuáles fueron las razones que, hasta una época muy reciente, impidieron el desarrollo del «progreso humano» en estas cinco zonas.

Hasta ahora no hemos obtenido respuesta alguna y nos pre-

(*) Es preciso no confundir: zona de nivel de vida elevado con zona de desarrollo de una civilización.

Las cinco últimas zonas en las que se ha desarrollado un nivel de vida elevado no han podido ver todas el desarrollo de una civilización original; sus pueblos, de un nivel de vida elevado, se han limitado a llegar a ser miembros de una civilización ya existente.

Por el contrario, la India y la China son zonas poco favorables para un nivel de vida elevado; realmente, sus poblaciones se cuentan entre las más miserables del mundo. Ello no les ha impedido crear civilizaciones con ciertos caracteres originales muy particulares.

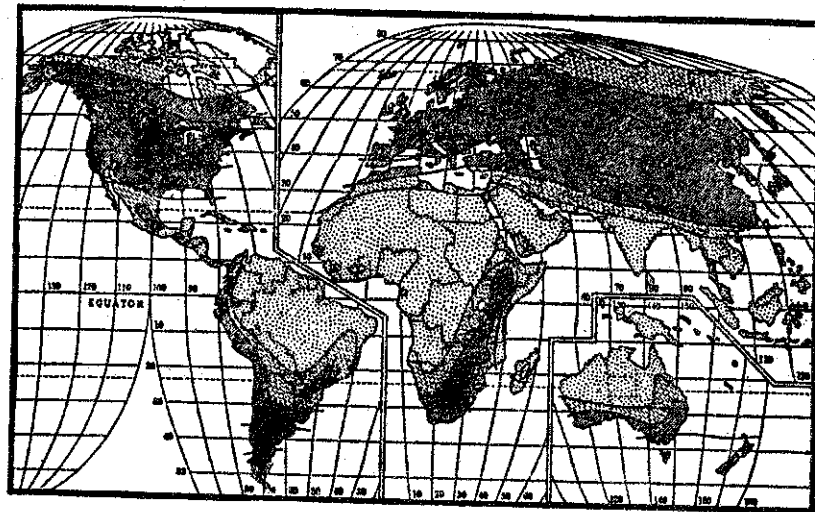


Fig. 8.—Regiones y geografías favorables al desarrollo de un nivel de vida elevado. Según HUNTINGTON (122, p. 256).

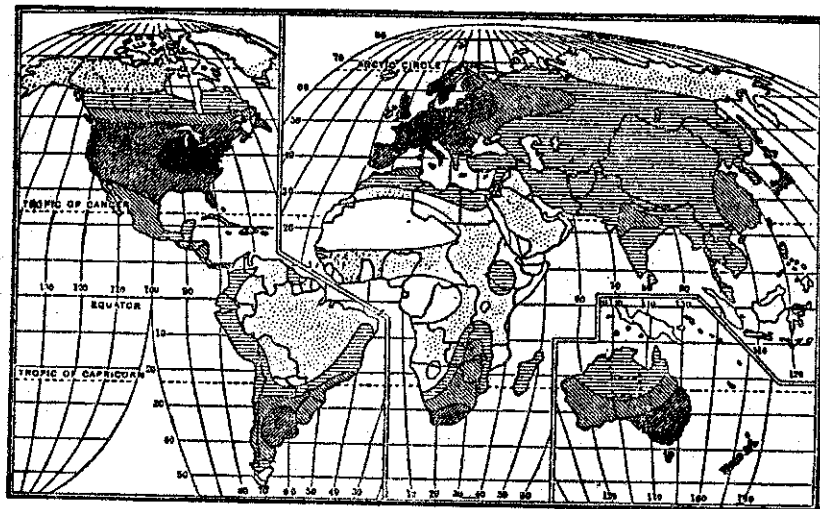


Fig 9.—Distribución geográfica del progreso humano. Zonas en las que se han desarrollado grupos con un nivel de vida elevado. Según HUNTINGTON (122, p. 257).

guntamos si los trabajos de los hombres de ciencia neozelandeses sobre el papel capital e indispensable que han desempeñado los gusanos de tierra europeos en el desarrollo de sus pastos y de su agricultura, no nos habrán dado ya la respuesta (*).

Me atrevería a decir, con mucha audacia, lo confieso: si actualmente ha podido desarrollarse en Nueva Zelanda un nivel de vida elevado, no es sólo porque el hombre blanco haya aportado sus caballos y sus máquinas, sino porque ha transportado igualmente, sin saberlo, los potentes gusanos de tierra de Europa, los cuales se pusieron a remover activamente el suelo y a enriquecerlo.

Frecuentemente se ha llamado al gusano de tierra el «arado de la Naturaleza». Ahora bien, puede decirse que los indígenas neozelandeses no poseían más que míseros instrumentos hasta el momento en que los navegantes del Viejo continente les llevaron este arado polisurco maravillosamente perfeccionado, que es el gusano de tierra europeo.

Frecuentemente se ha reprochado a los navegantes europeos haber llevado a los pueblos salvajes sus enfermedades y el alcohol.

Quién sabe si un conquistador, al llevar los espiroquetes del mal napolitano, no ha transportado igualmente, pegados a los cascos de sus caballos, los huevos de los gusanos de tierra europeos, que irían a trabajar intensamente y a enriquecer las tierras que acababan de ser descubiertas.

El ejemplo del *Allolobophora caliginosa* de Nueva Zelanda

(*) Otra cuestión importante sería la siguiente: ¿Por qué la «Evolución Creadora» no ha permitido, en Nueva Zelanda, el desarrollo de los mamíferos?

En efecto, uno de los puntos más notables (273 t. I., p. 459) de la fauna de Nueva Zelanda es la existencia, hasta una época reciente, de un importante número de aves *sin alas*, llamados moas por los indígenas. Muchas de ellas eran de grandes dimensiones, siendo mucho mayores que el avestruz.

Lo que aún es más extraordinario es que *no existía ningún mamífero en Nueva Zelanda*, excepto dos tipos de murciélago, además, exclusivos de dicho país.

¿Es que los elementos vivos, presentes en el suelo neozelandés, no fueron capaces, hasta una época relativamente reciente, de crear elementos minerales *asimilables* necesarios para los mamíferos?

nos hace comprender que las civilizaciones humanas dependen algunas veces de este minúsculo ser vivo que es el gusano de tierra: es la fábula del «león y de la rata» transportada a un plano colectivo.

Existen pocos animales que hayan desempeñado un papel tan importante en la historia de las civilizaciones.

Me parece estar viendo una escena desarrollada en la terraza del castillo de Elsinore: Hamlet y su amigo Horacio platican como de costumbre. Pero esta vez no hablan del espectro que viene a pasearse cada noche. Un rayo de luna ilumina, de pronto, un gusano de tierra que resbala sobre una piedra, y Hamlet pregunta a su amigo:

«¿Sabes, Horacio, que sin los gusanos de tierra los hombres no pueden crear civilizaciones?»

Adivino la risa irónica de Horacio y su observación sarcástica:

«Hasta ahora, creía que los gusanos de tierra estaban destinados, sobre todo, a hacer desaparecer los vestigios de la civilización de los hombres, devorando sus cadáveres y engullendo sus monumentos (*).»

Y Hamlet, una vez más, le respondería:

*«There are more things in heaven and earth, Horatio
Than are dreamt of in your philosophy.»*

«Hay más cosas en el cielo y en la tierra, Horacio,
Que sueños en tu filosofía.»

Pero si Hamlet, algunos siglos más tarde, hubiese leído a DARWIN, hubiese respondido a su escéptico amigo:

«It may be doubted whether there are many other animals which have played so important a part in the history of civilisations as have the earthworms ().»*

«Podemos preguntarnos si existen otros muchos animales que, en la historia de las civilizaciones, hayan desempeñado un papel tan importante como el de los gusanos de tierra (**).»

(*) Para la cita total y literal de DARWIN, véase p. 396.

(**) DARWIN (48, p. 79-84, véase también 82) ha demostrado que los gusanos de tierra engullen lentamente las piedras, haciendo desaparecer así los restos de los monumentos.

CONCLUSIONES

LA CIVILIZACION, FORMA SUPREMA DE LA ECOLOGIA DINAMICA

Del suelo, al hombre, a través de la hierba.

Después de nueve años de esfuerzo, la última obra de la serie :

*Productividad de la Hierba,
Suelo, Hierba, Cáncer,
Dinámica del Pasto,*

ha terminado. Mi director, C. BRESSOU, miembro del Instituto, me aconsejó dividir así el trabajo que proyectaba, de manera que formase lo que él denominó en su prefacio para *Productividad de la Hierba*, un «tríptico».

He aquí, pues, terminados los tres elementos de este trabajo.

Por otra parte, al final de la presente *Dinámica del Pasto*, me parece oportuno examinar brevemente algunas de las enseñanzas generales que se desprenden de este libro, y que se apoyan en las dos obras precedentes.

El gusano de tierra, este prodigioso labrador-químico, nos ha impulsado a hacer un viaje por el pasado, haciéndonos desarrollar algunas consideraciones sobre la historia de las civilizaciones. De esta forma hemos entrevisto una primera relación entre la civilización y la ecología dinámica. Trataremos de ver otros aspectos de esta relación.

El carácter ecológico particular del hombre.

El filósofo alemán HAECKEL, apoyándose en GOETHE, LAMARK y DARWIN, señaló ya que la Ecología debe estudiar, ante todo, la *adaptación* de los seres vivos a su medio.

En la presente obra hemos estudiado la adaptación de la flora pratese al medio y a sus variaciones. Se trata de una adaptación «pasiva», que representa una de las formas de la ecología dinámica.

Pero creo que los ecólogos, ya sean biólogos o filósofos, han descuidado el señalar el «carácter ecológico» particular del hombre. Es notable que nos encontramos *frente al único ser vivo capaz de modificar intencionadamente y de una manera «activa» (*) su medio* para adaptarse a él.

El milagro y la catástrofe de la civilización mediterránea.

Esta adaptación «activa» consiste no solamente en reaccionar frente a lo que TAYNBEE ⁽²⁴²⁾ llama los «desafíos» (**) de la Naturaleza, sino en prevenirlos. Se trata, con respecto al hombre, de modificar de la manera más favorable posible la asociación «Suelo-Planta-Animal-Hombre».

El hombre practica así la forma más elevada de «ecología dinámica» que, cuando está bien aplicada, le permite llegar a ser el «dueño de la Naturaleza».

Entonces es cuando surgen prósperas y brillantes civilizaciones.

Pero cuando la transformación del medio por el hombre está mal conducida, acarrea la desaparición de las civilizaciones más florecientes.

Entre los años 15.000 a 9.000 antes de J. C., el calentamiento del clima obligó a los pueblos a abandonar las praderas saha-

(*) Es sabido que un animal puede modificar su medio, aunque sólo sea mediante los destrozos que causa. Pero se trata de una modificación, la mayor parte de las veces involuntaria y no de una adaptación *buscada y deseada*.

(**) En inglés *challenges*.

rianas (y otras) para marchar hacia el inmenso bosque (*) postglaciar que rodeaba el Mediterráneo, hacia lo que PAUL VALERY llamó el «Continente Mediterráneo».

El magnífico equilibrio establecido entre el suelo y el hombre en las riberas de Creta, de Grecia y de Asia Menor, parece haber tendido a hacerse cada vez más difícil de mantener entre los siglos VII y V antes de nuestra era.

Se agotó el suelo, ya roturado. Más tarde se abatieron los bosques, esperando aumentar así la superficie de los suelos cultivables; este desequilibrio de la Naturaleza solamente sirvió para ayudar a terminar de destruir, con la erosión, los suelos agotados. En una palabra, se practicó la *ecología dinámica destructora*.

La huida, forma de adaptación pasiva de las masas humanas.

A esta *ecología dinámica, de apariencia activa*, pero que no era más que un esfuerzo desesperado, siguió la forma *pasiva* de adaptación, tan conocida en la historia: la huida. Se abandonaron las tierras que se habían arruinado para ir a arruinar otras más lejos. Después de haber agotado el suelo de Grecia, se marchó a agotar el de Sicilia; más tarde, el de Italia meridional. Después del Líbano y Palestina fué Africa del norte.

La civilización mediterránea, madre de nuestra civilización actual, habría desaparecido si los hombres de esta época no hubiesen podido, al principio de nuestra era, ir a establecerse en otras tierras aún no roturadas en el noroeste de Europa.

Pero en la actualidad *no hay «huida» posible (**)*, ya que casi todas las tierras están ocupadas, agotadas o inutilizables.

Nuestra civilización no podrá mantenerse ni prosperar si no sabemos practicar la *ecología dinámica constructiva* que permita al hombre vivir en simbiosis con el suelo, sin destruir el equilibrio del mismo.

(*) Y también hacia los valles irrigados.

(**) A menos que se intente colonizar otro planeta.

Así, pues, nos parece interesante examinar los dos factores que pueden conducir a la destrucción de la armonía entre los elementos del suelo. El primero contribuyó siempre a arruinar las civilizaciones. El segundo entró en juego por primera vez en nuestra época y fué siempre ignorado por todas las civilizaciones precedentes.

El abono orgánico humano de las ciudades gigantes no vuelve al suelo.

En el transcurso de la época de decadencia de las civilizaciones, la destrucción del suelo estuvo siempre impulsada y aun acelerada por el absentismo de las masas humanas, que abandonaban el campo para ir a amontonarse en las ciudades.

Como lo ha demostrado admirablemente Oswald SPENGLER en su *Decadencia de Occidente* (225), el fin de las civilizaciones se caracteriza por la concentración de la mayoría de la población en gigantescas metrópolis: Babilonia, Atenas, Roma, Bizancio (antiguamente), Londres, París, Berlín, Nueva York (actualmente) (*)

Esta monstruosa concentración urbana (**) ha privado y priva al suelo de la mayor parte del precioso abono orgánico humano. A falta de este alimento, los organismos del suelo son cada vez menos activos (***).

(*) Véase mi conferencia: *Von der Geschichtsphilosophie zur Biologie* (de la filosofía de la historia a la biología) (252).

(**) Véase mi comunicación a la Academia de Agricultura de Francia: «¿Debemos reducir una vez más nuestra población campesina? Los economistas contra los filósofos de la historia y los biólogos» (250).

(***) El cuadro número 96 (p. 376) demuestra que el retorno de los excrementos animales a los pastos aumenta casi en un tercio el peso de los gusanos de tierra por hectárea.

La falta de humus reduce las cantidades de elementos asimilables del suelo.

De ello resulta un agotamiento del suelo en humus (*) y una disminución de los elementos asimilables (**), incluso si los elementos *totales* están aún presentes en cantidades relativamente importantes. El alimento carenciado, así producido, disminuye la energía y la vitalidad de las poblaciones.

Este no-retorno de los excrementos de las poblaciones ciudadanas ha desempeñado probablemente un enorme papel en la ruina de las civilizaciones.

Es lo que Oswald SPENGLER y otros filósofos de la historia han olvidado señalar cuando muestran el paralelismo entre el desarrollo de las inmensas metrópolis y la decadencia de las civilizaciones.

A este fenómeno general, tan grave hoy día para París y Londres como lo fué en su tiempo para Roma y Bizancio, se añade un fenómeno nuevo.

Un fenómeno que no había aparecido nunca en las demás civilizaciones.

Nuestra civilización occidental conoce un fenómeno desconocido hasta ahora por el resto de las civilizaciones anteriores, sin excepción, fenómeno de incalculables consecuencias, que, según nuestra opinión pueden ser excelentes o catastróficas.

Este fenómeno es el empleo de *abonos minerales* con el fin de aumentar el rendimiento de las cosechas.

Me he preguntado muchas veces si este empleo de abonos no sería en realidad una especie de «huída» hacia otras tierras.

(*) Dejo a un lado la insuficiente producción de estiércol en relación con el empleo de abonos minerales, remitiéndome, en lo que se refiere a este tema, a mi estudio titulado (247): «Producción de estiércol y productividad agrícola.»

(**) Véase cuadro número 93 (p. 367), que indica el marcado efecto de los gusanos de tierra sobre los elementos minerales asimilables del suelo.

El hombre, no pudiendo dirigirse hacia los nuevos países del oeste del Mediterráneo o del Far-West de América, ha creado nuevas superficies cultivables *virtuales* mediante los abonos minerales: producir, merced a estos abonos, 50 quintales de trigo por hectárea, allí donde no se producían más que 10, significa prácticamente «colonizar» cuatro hectáreas de nuevas tierras.

Ya no podemos pasarnos sin los abonos minerales.

El empleo de los abonos minerales representa uno de los mayores progresos de la humanidad, tan importante y de consecuencias mucho mayores como el descubrimiento de los automóviles o de los cohetes interplanetarios.

Nadie puede discutir que éstos abonos han permitido un considerable aumento en la producción y un descenso en el precio de coste de los productos alimenticios. Han contribuido, pues, a la elevación del nivel de vida.

En muchos casos, si han sido bien utilizados, los abonos minerales pueden asimismo mejorar la *calidad* de los productos (*). Pero pueden tener también graves consecuencias.

Las «hambres clandestinas» de los pueblos.

El empleo de los abonos minerales, si se realiza de manera poco prudencial, como generalmente suele ocurrir en la actualidad, puede ocasionar graves desequilibrios en el suelo, reduciendo las cantidades *asimilables* de ciertos elementos minerales (*). Ahora bien, estas cantidades ya han sido reducidas, como ocurrió al final de otras civilizaciones, por el hecho de la disminución de la intensidad de vida de los organismos del suelo, privados del retorno del excremento humano de las gigantescas metrópolis modernas.

(*) Véase *Suelo, Hierba, Cáncer* (I ed. española).

(**) No debemos olvidar nunca que el cuerpo del hombre está finalmente formado por los alimentos que absorbe y que estos alimentos están formados a su vez por los elementos del suelo (250).

Son, pues, en fin de cuentas, los «polvos» *asimilables* del suelo, bien o mal equilibrados, los que determinan el buen o mal funcionamiento de las células.

De esta forma se crean carencias «clandestinas», tan peligrosas para el hombre y para las civilizaciones como las verdaderas hambres: en efecto, estos desequilibrios o estas deficiencias en elementos minerales alterarán profundamente el metabolismo de las células del hombre.

Inquietantes fotografías bioquímicas del suelo.

Gracias a la hierba, que crea un estrecho lazo entre el suelo y el animal, hemos visto en *Suelo, Hierba, Cáncer* (257) que los aportes poco prudentes de abonos al suelo pueden alterar el metabolismo de las células del animal, metabolismo muy próximo al de las células del hombre.

Esta hierba nos ha permitido obtener una «fotografía bioquímica» del suelo. Ahora bien, el examen de las «fotografías» obtenidas no deja de ser en algunos casos muy inquietante.

Hemos observado, por ejemplo (*), que los aportes excesivos de potasio al suelo producirían carencias de *magnesio*, con graves consecuencias sobre el sistema nervioso o sobre ciertos sistemas defensivos antimicrobianos, sin hablar de las posibles consecuencias sobre la trombosis o el cáncer.

Hemos demostrado igualmente que el aporte de fuertes cantidades de abonos nitrogenados causada (**), por efecto acumulativo lento, determinadas carencias de cobre, que pueden desencadenar enfermedades óseas, esterilidad, neurosis, etc. (***) . Y lo que es peor, parece que el cáncer es más frecuente en terrenos con carencia de cobre (****).

El lento agotamiento de la energía de los pueblos.

Los historiadores, con justa razón, demuestran cómo fueron desapareciendo las civilizaciones tan pronto como arruinaron su suelo. El *Soil Conservation Service* de los Estados Unidos ha di-

(*) *Suelo, Hierba, Cáncer* (I ed. española).

(**) Véase *Suelo, Hierba, Cáncer* (I ed. española).

(***) Véase *Suelo, Hierba, Cáncer* (I ed. española).

(****) Véase *Suelo, Hierba, Cáncer* (I ed. española).

vulgado fotografías de Palmira (47, pp. 65-81) y de tantas otras ciudades prósperas, enterradas bajo el polvo de un suelo que, rico antes en humus, había permitido el desarrollo de florecientes civilizaciones.

Pero, ¿quién podría decirnos en qué medida estos suelos, antes de ser destruidos por la erosión, no sufrieron primero un agotamiento «clandestino» de magnesio o de cobre *asimilables*? A este agotamiento progresivo del suelo, ¿no correspondería una lenta decadencia, física y moral, de los hombres cuyos antecesores habían creado en otros tiempos potentes y prósperos imperios?

Esta pregunta podrá parecer osada; pero, no obstante, la experiencia de un gran bioquímico inglés la presenta como muy real.

Estudiantes y pueblos indisciplinados.

HOPKINS (*) fué llamado un día en consulta a un pensionado. El director se quejaba de que sus alumnos se habían vuelto, hacia ya un año, indisciplinados y nerviosos, mientras que hasta entonces habían sido siempre muy dóciles (105, p. 119).

El sabio inglés buscó la causa alimenticia de este nerviosismo y la encontró: el cierre de una tienda, situada frente a la escuela, en la que se vendía fruta. Los alumnos, con sus pequeños ahorros, buscaban en ella regularmente melocotones o naranjas, completando así sus necesidades de vitamina C (**) que faltaba en la alimentación de la escuela, compuesta, sobre todo, por carnes hervidas, conservas, confituras, etc.

HOPKINS aconsejó al director que añadiese frutas y diversos alimentos crudos a la alimentación de los alumnos.

Todo volvió a estar en orden: la escuela recuperó su calma y su disciplina.

(*) Sir Frederik Gowland HOPKINS, Premio Nóbel, profesor de Bioquímica de Cambridge, contribuyó poderosamente a ampliar nuestros conocimientos bioquímicos sobre alimentación.

(**) La carencia en vitamina C (o ácido ascórbico) causa el escorbuto. Pero una ligera carencia puede tener múltiples consecuencias más o menos graves, entre ellas, diversos trastornos nerviosos y una disminución de resistencia frente a ciertas enfermedades infecciosas.

Si todo un pueblo se ve privado de vitamina C en su alimentación, se volverá tan nervioso e indisciplinado como el grupo de alumnos de que acabamos de hablar. Esta indisciplinada, que hace difícil cualquier gobierno estable, es característica en la historia del fin de las civilizaciones.

El empobrecimiento de la alimentación en vitamina C puede proceder de muchas causas, especialmente del hecho de que frecuentemente la alimentación de la población de las grandes ciudades puede contener mucha menor cantidad de dicha vitamina que la de los habitantes del campo, poseedores de huertos.

El agotamiento del suelo desgasta lentamente al hombre.

Lo que nos interesa aquí es la relación ecológica entre el hombre y el suelo. Ahora bien, sabemos que el metabolismo de la vitamina C está bajo el control de enzimas (*) que, directa o indirectamente, son controlados por el cobre (**).

Por otra parte, es sabido (***) que cualquier deficiencia del suelo en cobre asimilable altera (****) diversos mecanismos fundamentales de la vida. No es, pues, osado suponer (*****) que una deficiencia del suelo en cobre asimilable pueda causar efectos muy parecidos a los producidos por una carencia de vitamina C, puesto que ésta no podrá cumplir ya sus funciones.

Sabemos además (*****) que la falta de cobre en la alimentación de la madre gestante crea en el niño que ha de nacer perturbaciones del sistema nervioso.

(*) O fermentos.

(**) La oxidación del ácido ascórbico (o vitamina C) ácido dehidroascórbico puede ser causada por el oxígeno en presencia de vestigios de cobre mineral, o ser catalizada por oxidasas, cuya actividad depende de la presencia de cobre.

(***) Véase *Suelo, Hierba, Cáncer* (I ed. española).

(****) Para todas estas cuestiones, véase la admirable obrita de ALBRECHT (7): *Soil fertility and animal health*.

(*****) Aunque ello no ha podido probarse todavía en el animal y en el hombre. Más exactamente: la cuestión, que yo sepa, no ha sido estudiada.

Por el contrario, se ha demostrado que la carencia de cobre asimilable en el suelo disminuye de manera considerable la actividad de oxidasas del ácido ascórbico en las plantas (33), sin que, por otra parte, en ciertos casos, haya disminuido en rendimiento de la planta.

(*****) Véase *Suelo, Hierba, Cáncer* (I ed. española).

Otra carencia cada vez más corriente de nuestros suelos es la del magnesio. Los animales carentes de magnesio (245) se vuelven excesivamente nerviosos e hiperexcitables mucho antes de que sean atacados por la parálisis. Asimismo, cada día se descubre en el hombre mayor cantidad de enfermedades nerviosas (86-115-179) causadas por carencias de magnesio.

La influencia del suelo sobre la psicología de los pueblos y especialmente sobre su combatividad.

Podremos así comprender mejor que un agotamiento «clandestino» del suelo en cobre y en magnesio (*), debido a sistemas de cultivo defectuosos, puede modificar en un sentido desfavorable la psicología de los pueblos, haciéndoles hiperexcitables, nerviosos e ingobernables, como ocurre siempre en las épocas de civilizaciones decadentes (**).

(*) No son sino dos de los múltiples aspectos de la cuestión.

(**) La declaración de una civilización o de un pueblo, ¿no sería debida a una falta de combatividad de su población? Esto parece ser cierto, no tanto para entregarse a conquistas como para defenderse contra pueblos fisiológicamente más fuertes.

Los trabajos de GRIFFITHS parecen demostrarlo. Hacemos de ellos, a continuación, un análisis que podría muy bien llevar el siguiente título: *De la influencia del suelo y de la alimentación sobre el espíritu combativo de los ejércitos*.

Como ya hemos dicho, la carencia de magnesio, antes de causar en las ratas crisis nerviosas (tetanías) mortales, las vuelve muy nerviosas a hipersensibles. Puede observarse que ciertos ruidos agudos, como el de un chorro de aire comprimido o un vibrador eléctrico, desencadenan también dichas crisis en las ratas domésticas no carenciadas en magnesio (al menos aparentemente) sin que estas crisis sean mortales (101 a).

Hecho curioso: Las ratas salvajes de la misma especie que se atrapan en las calles de las ciudades no son atacadas por estas convulsiones cuando son sometidas a los mismos choques acústicos. Pero, hecho aún más sorprendente: las ratas domésticas huyen aterrorizadas, mientras que las ratas salvajes se precipitan sobre el origen del ruido (chorro de aire, vibrador) para atacarlo, morderlo o arañarlo.

GRIFFITHS creyó que se debería llegar a la conclusión de que las ratas domésticas estaban carenciadas en magnesio en relación con las ratas salvajes. Alimentó, pues, a estas últimas con una ración deficiente en magnesio. A los doce días de esta alimentación carenciada, las ratas salvajes huyeron asustadas al someterlas a los efectos de ruidos agudos, siendo igualmente atacadas

Los pueblos que no han sabido vivir en una feliz asociación ecológica con su suelo, y lo han agotado, verán disminuir lentamente su fuerza moral y psíquica mucho antes de que puedan aparecer los signos visibles de la destrucción del suelo (*).

El gran bioquímico ABDERHALDEN ha titulado uno de sus libros (1): *Spuren von Stoffen entschnelden über unser Schicksal* (Los vestigios de ciertas sustancias determinan nuestro destino).

Digamos, generalizando: *Los vestigios de ciertos elementos del suelo determinan el destino de los hombres y de las civilizaciones.*

El "homo mechanichus" ha perdido el sentido del suelo.

Es lo que, desgraciadamente, no ha comprendido todavía el hombre moderno (**): el «*Homo mechanichus*» no se preocupa en absoluto del suelo (***) que produce sus alimentos. Lo que él quiere es un alimento lo más barato posible (****).

El hombre de la ciudad ejerce una considerable presión so-

de convulsiones (no mortales) (GRIFFITHS.—American J. of Physiology, 149, 135-141 (1947).

¿No deberíamos preguntarnos si los soldados poco valientes de las naciones decadentes han sido alimentados con los productos de un suelo carenciado en magnesio?

(*) Disminución de rendimiento de las cosechas, inundaciones, erosiones, etc.

(**) Mientras escribo estas líneas (agosto de 1959), Francia está sufriendo una sequía como no se ha conocido desde hace más de cincuenta años. Sus consecuencias son desastrosas para la agricultura y los pastos. Los campesinos esperan impacientes o angustiados la llegada de las lluvias.

Acabo de escuchar la radio. El locutor anunciaba locuazmente:

«Las previsiones meteorológicas son excelentes.»

Me regocijé ante el anuncio de la lluvia bienhechora, que refrescaría mis pastos sedientos. ¡Ay!, me había equivocado.

El locutor continuaba:

«Los parisienses tendrán unas buenas vacaciones. La Oficina Meteorológica anuncia que continuará el buen tiempo.»

¿Es que para el «*Homo mechanichus*» son mucho más importantes unas vacaciones soleadas que un suelo vigoroso y sano?

(***) Véase mi artículo del *Figaro Littéraire* (246):

«Un agricultor francés discute con sus colegas americanos los problemas de la mecanización, del «standing» y de la felicidad de los hombres.»

(****) Esta baratura es sólo aparente. ¿Cuántos gastos de médico, farmacia, hospital, cirujano y dentista causará esta economía de la alimentación?

bre el hombre del campo, para que éste produzca más y a menor precio. Hemos dicho que los abonos químicos ayudan notablemente a obtener tal resultado. Pero también hemos señalado que estos mismos abonos, si se emplean mal, pueden crear en el suelo graves deficiencias en elementos minerales asimilables.

Ello acarreará, finalmente, peligrosas carencias en el hombre y el agotamiento de sus fuerzas morales y físicas.

Esta actitud de las masas ciudadanas corresponde, cuando es acentuada, a un verdadero «suicidio biológico» (*).

El hombre no puede sobrevivir más que asociado al suelo, y no como parásito suyo.

El porvenir de nuestra civilización, mecanizada y sometida a la química, depende de la forma en que sepamos concebir la ecología dinámica. Debemos aprender a dominar a nuestro medio ambiente sin destruirlo.

Se trata de que el hombre viva, no como un parásito del suelo, sino en asociación con los elementos vivos de este suelo: *De la vida del suelo depende la vida del hombre y de las civilizaciones.*

(****) Véase *Suelo, Hierba, Cáncer* (I ed. española).

(N. del T.): En esta edición española se alude reiteradamente a la obra del mismo autor *Productividad de la Hierba*. Por no estar aún editada en español, las citas se refieren a páginas de la edición original francesa *Productivité de l'Herbe*.

BIBLIOGRAFIA

Abreviaturas

| | |
|------------------------------|---------------------------|
| A.: <i>Annales, Anales.</i> | J.: <i>Journal.</i> |
| B.: <i>Bulletin.</i> | R.: <i>Revue, Review.</i> |
| C. R.: <i>Comptes Rendus</i> | Z.: <i>Zeitschrift.</i> |

Los títulos de los artículos en las publicaciones están siempre entre comillas.

Contrariamente al uso internacional, los títulos de las obras o de las revistas están escritos siempre en caracteres ordinarios.

A

- (1) ABDERHALDEN (E.).—Spuren von Stoffen entscheiden über unser Schicksal Halle (1944).
- (1 bis) ADAMS (A. F. R.).—«Molybdenum and legumes». New Zealand Grassland Association (Proceedings), 202-210 (1953).
- (2) AHLGREEN (H. L.).—«Comparisons of the productivity of permanent and rotation pasture on plowable land». Vith International Grassland Congress, 1, 356-362, Pensylvania (1952).
- (3) AICHINGER (E.).—«Vegetationsentwicklungstypen als Grundlag unserer Landund Forstwirtschaftlichen Arbeit». Angewandte Pflanzensoziologie, 1, 17-20 (1951).
- (4) AICHINGER (E.).—«Wie können wir die Anbaubedingungen der Sorten unserer Kulturpflanzen erfassen?». Ibidem, 1, 111-114 (1951).
- (5) AICHINGER (E.).—«Erklärung der wichtigsten Fachausdrücke aus dem Gebiete der Pflanzensoziologie». Ibidem, 1, 171-186 (1951).
- (6) AICHINGER (E.).—«Statik und Dynamik im Gründland». Gründlandtagung, 63-77, Admont (1954).
- (7) ALBRECHT (W. A.).—«Soil fertility and animal health». Missouri (1958).
- (8) ALLCROFT (R.).—«Hypomagnesaemia». Agricultural R., 1, 47-50 (1955).
- (9) ANDEREGG.—Der rationnelle Wiesenbau in Gebirgsgegenden. Stuttgart (1879).
- (10) ANDERSON (A. J.) y SPENCER (D.).—«Sulphur in the nitrogen metabolism of legumes and non-legumes. Australian J. of Scientific Research, 3, 431 (1950).
- (10 bis) ANDERSON (A. J.) y MOYE (D. V.).—«Lime and molybdenum in clover development on acid soils». Australian J. of Agricultural Research, 3, 96-110 (1952).

- (10 ter) ANDERSON (A. J.).—«The role of molybdenum in plant nutrition Symposium on Inorganic Nitrogen Metabolism, 3-58, Baltimore (1956).»
- (11) ANON.—«Earthworm studies in New Zealand». *Mother Earth*, 9, 312 (1955).
- (12) ANON.—«To plough or not to plough?». *Farmers Weekly*, 14 noviembre 1958.
- (13) AZZI (G.).—«Ecologie Agricole, Paris (1954).»

B

- (14) BALTZER (R.).—«Regenwurmfauna und Bodentyp». *Z. für Pflanzenernährung Düngung und Bodenkunde*, 71, 246-252 (1955).
- (15) BARRETT (T. S.).—«Harnessing the Earthworm. Londres (1949).»
- (16) BATES (G. H.).—«The distribution of wild white clover in relation to the activity of earthworms (Trifolium repens. Lumbricidae). *The Welsh J. of Agriculture*, 9, 195-208 (1953).»
- (17) BATES (G. H.).—«Life forms of pasture plants in relation to grassland management». IVth International Grassland Congress, 154-158, Aberystwyth (1937).
- (18) BATES (G. H.).—«An investigation into the cause and prevention of deterioration of leys». *J. of the British Grassland Society*, 3, 174-184 (1948).
- (18 bis) BATHURST (N. O.).—«The Amino-acids of Sheep and Cow-urine». *J. of Agricultural Science*, 42, 476-478 (1952).
- (19) BAUR (G.).—«Versuche mit Daueranlagen von Wiesen und Weiden». *Süddeutsche Landwirtschafts Z.*, 2 (1922).
- (20) BENHAM (W. B.).—«A re-examination of Hutton's types of New Zealand earthworms». *Transactions of the New Zealand Institute*, 21, 156-163 (1898).
- (21) BERGIN (D.).—«Response of grass-clover mixtures to lime and sulphate of ammonia». *Grassland Symposium, Dublin (1959).*
- (22) BERTHAULT (F.).—«Les Prairies, Paris (1890).»
- (23) BIRCH (W. R.).—«The effect of weeds, and their control by M. C. P. A. spraying, on the establishment of perennial rye-grass and cocksfoot in the Kenya highlands». *J. of the British Grassland Society*, 13, 126-136 (1958).
- (24) BLACKMAN (G. F.) et TEMPLEMAN (W. G.).—«The influence of light intensity and nitrogen supply on the leaf production». *A. of Botany. New Series*, 2, 765-791 (1938).
- (25) BLANEY (H. F.).—«Evapo-transpiration by vegetative cover with particular reference to semi-arid areas». VIth International Grassland Congress, 2, 1.064-1.069, Pennsylvania (1952).
- (26) BEASER (R. E.) y BRADY (N. C.).—«Nutrient competition in plant associations». *Agronomy J.*, 42, 128-135 (1950).
- (27) BLEICHERT (H. von).—«Erfolgreiche Grünlandwirtschaft. Berlin (1951).»
- (28) BOAS (F.).—«Dynamische Botanik. München (1949).»
- (29) BOAS (F.).—«Pflanze, Düngung, Ernährung. Stuttgart (1949).»
- (30) BOEKER (P.).—«Narbenverbesserung durch intensive Weidenutzung». *Das Grünland*, 4, 58-61 (1955).

- (31) BOLIN (D. W.).—«The manganese content of grasses and alfalfa from grazed plots». *J. of Agricultural Research*, 48, 657-663 (1934).
- (32) BROWN (D.).—«Methods of Surveying and Measuring Vegetation. Commonwealth Agricultural Bureaux (1954).»
- (33) BROWN (J. C.) et HENDRICKS (S. B.).—«Enzymatic activities as indications of copper and iron deficiencies in plants». *Plant Physiology*, 27, 651 (1952).
- (34) BRÜNE (F.).—«Neuere Erfahrungen auf dem Gebiete der Moor- und Heidekultur». *Deutsche Landeskulturzeitung*, A4 (1935).
- (35) BÜRKI (F.).—«Welchen Einfluss übt die Obstkultur auf den Unternutzen im Wieslande aus?». *Landwirtschaftliche Jahrbücher der Schweiz*, 13, 135 (1899).

C

- (36) CAINE (S.).—«Report of the Committee on Grassland Utilisation. Londres (1958).»
- (37) CAPUTA (J.).—«Les Plantes Fourragères, Lausanne-Paris (1952).»
- (38) CERNOSVITOV (L.).—«Notes sur la distribution mondiale de quelques oligochètes». *Mémoires de la Société Zoologique Tchécoslovaque de Prague*, tomo III (1935).
- (39) CERNOSVITOV (L.).—«Monographie der Tchechoslovakischen Lumbriciden. Praga (1935).»
- (40) CHAZAL (P.) y DUMONT (R.).—«La Nécessaire Révolution Fourragère et l'Expérience Lyonnaise. Paris (1954).»
- (40 bis) CLARKE (H. G.).—«Doubts about leys: research results fortify practical experience that permanent grass can be just as productive». *Farmer and Stock-breeder (17 novembre 1959).*
- (40 ter) CLARKE (H. G.).—«J. Jackson has been taking a look at ley and finds it wanting». *Farmer and Stock-breeder (8 marzo 1960, p. 115).*
- (41) CLEMENTS (F. E.).—«Bio-ecology. Londres (1939).»
- (42) COLEMAN (R. G.).—«The effect of sulphur deficiency on the free amino-acide of some plants». *Australian J. of Biological Sciences*, 10, 50-56 (1957).
- CONAGHY (Mc).—Véase: McCONAGHY, n.º 175.
- (43) CONRAD (J. P.).—«Sulfur fertilisation in California and some related factors». *Soil Science*, 70, 43-54 (1950).
- (44) COPPENET (M.).—«Carences en manganèse sur d'autres plantes que les céréales en Bretagne». *C. R. de l'Académie d'Agriculture*, 38, 193-195 (1952).
- (45) CURRIE (J. R.).—«The Economics of Ley-farming». *J. of the British Grassland Society*, 3, 27-34 (1948).
- (46) CZERWINKA (W.).—«Veränderungen von Grünlandgesellschaften durch Kulturmassnahmen». *Angewandte Pflanzensoziologie*, 1, 98-110 (1951).

D

- (47) DALE (T.) et CARTER (V. G.).—Topsoil and Civilisation. Oklahoma (1955).
- (48) DARWIN (C.).—The formation of vegetable mould through the action of worms with observations on their habits. Londres (1881).
- (49) DAUVRAY (R.).—Prairies naturelles, artificielles et herbages. Paris (1951).
- (50) DAVIES (E. B.).—«Molybdenum Research in New Zealand». New Zealand Grassland Association (Proceedings), 182-191 (1953).
- (51) DAVIES (R. O.) y MILTON (W. E. J.).—«The response of grasses and clover to treatment on acidic upland soils, and the effect of herbage plants on the reaction of acidic soils». Empire J. of Experimental Agriculture, 5, 48-62 (1937).
- (52) DAVIES (R. O.).—«The effect of manuring, grazing and cutting on the yield, botanical and chemical composition of natural hill pastures. III. Chemical section». J. of Ecology, 29 (1941).
- (53) DAVIES (R. O.), MORGAN (T. B.) y DAVIES (W. E.).—«The yields and composition of lucerne, grass and clover under different systems of management». J. of the British Grassland Society, 8, 149-168 (1953).
- (54) DAVIES (W.).—«Grassland as a biotic community». J. of the British Grassland Society, 3, 171-176 (1948).
- (55) DAVIES (W.).—«The Grass Crop». Londres (1952).
- (56) DAVIES (W.).—«Good husbandry and the control of grassland weeds». British Weed Control Conference, 155-158, Margate (1953).
- (57) DAVIS (A. G.) y COOPER (M. M.).—«White clover trial. V. Earthworm populations». J. of the British Grassland Society, 8, 125-127 (1953).
- (58) DAVIS (G. K.).—«The influence of copper on the metabolism of phosphorus and molybdenum». Copper Metabolism, 216-229 (1950).
- DE GASPARIN (A.).—Véase GASPARIN (A. DE), n.º 95 bis.
- (59) DELPECH (R.).—«L'amélioration des prairies». R. de l'Évage. (Número especial: La Prairie), 41-43 (1949).
- DE VRIES.—Véase VRIES (D. M. DE), núms. 261-263.
- (60) DE VUYST (A.), ARNOULD (R.), VANBELLE (M.), BLANJEAN (G.), VERWACK (W.) y MOREELS (A.).—«La teneur en fer dans les aliments de la ferme en Campine et dans les principaux tourteaux employés en Belgique; l'importance du fer en nutrition animale». Agricultura, 7, 155-183 (1959).
- (61) DJEMIL (M.).—«Untersuchungen über den Einfluss der Regenwürmer auf die Entwicklung der Pflanzen». Forschungen auf dem Gebiete der Agrikultur Physik, 19, 421-422 (1896).
- (62-66) Referencias suprimidas.
- (67) DOAK (B. W.).—«The fate of nitrogenous constituents in animal excreta when voided on the soil». Plant and animal nutrition in relation to soil and climatic factors, 418-423, Australia (1949).
- (68) DOAK (B. W.).—«The presence of root-inhibiting substances in cow urine and the cause of urine burn». J. of Agricultural Science, 44, 133-139 (1954).

- (69) DOERELL (E. C.).—«Was sagen Regenwürmer zur Mineraldüngung?». Deutsche Landwirtschaftliche Presse (4 noviembre 1950).
- (70) DONALD (C. M.).—«Competition among pasture plants». VIIth International Grassland Congress, 80-91, Nueva Zelanda (1956).
- (71) DORRINGTON WILLIAMS (R.).—«The effect of deficiencies of several trace elements on timothy grown in solution culture». Plant and Soil, 3, 257-266 (1951).
- (72) DUCHARTE.—Elements de Botanique. Paris (1885).
- (73) DUMONT (R.).—«L'opération la plus rentable: le labour des mauvais prés». France Agricole (1-7 mayo 1953).
- (74) DUMONT (R.).—Progrès fourragers dans les Pays Scandinaves et en Grande-Bretagne. Paris (1954).
- (75) DURANT (S. E.).—«Earthworms and soil fertility». Mother Earth, 7, 90 (1953).
- (76) DUSLAFF.—«Pflege der Wiesen und Weiden». Die Deutsche Landwirtschaft, 4, 515-520 (1952).
- (77) DUSSEY (G.).—«Über die Einwirkung der Regenwürmer auf die chemische Zusammensetzung des Bodens». Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz, 16, 75-78 (1902).
- (78) DU TOIT (A. L.).—«Our Wandering Continents». (2nd edition). Edimburgo (1957).

E-F

- (79) ELLENBERG (H.).—«Unkrautgesellschaften als Mass für den Säuregrad, die Verdichtung und andere Eigenschaften des Ackerbodens». Bodenbearbeitung als Kernproblem der Bodenfruchtbarkeit, 130-146 München (1948).
- (80) ELLENBERG (H.).—«Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie. Band II: Wiesen und Weiden. Stuttgart (1952).
- (81) EVANS (A. C.) y GUILD (Mc L.).—«Studies on the relationship between earthworms and soil fertility». A. of Applied Biology, 34, 307-330 (1947); 35, 1-13, 371-484, 485-493 (1948).
- (82) EVANS (A. C.).—«The importance of earthworms». Farming (febrero 1948).
- (83) FENTON (E. W.).—«Methods of pasture analysis. V. The point quadrat method». Agricultural Progress, 10, 238-242 (1933).
- (84) FINCK (A.).—«Ökologische und bodenkundliche Studien über die Leistungen der Regenwürmer für die Bodenfruchtbarkeit». Z. für Pflanzenernährung, Düngung, Bodengunde, 58, 120-145 (1952).
- (85) FLAIG (W.), KÜSTER (E.), SEGUER-HOLZWEISSIG (G.) y BEUTELSPACHER (H.).—«Zur Kenntnis der Huminsäure. V. Über die Bildung von Huminsäureähnlichen Stoffen aus Streptomyceten Kulturen». Ibidem, 57, 42-51 (1952).
- (86) FLINK (E. B.).—«Magnesium deficiency syndrome in man». J. of the American Medical Association, 160, 1.406-1.409 (1956).
- (87) FRANKENA (H. J.).—«Influence of nitrogenous fertilizer on the botanical composition of different of sward». IVth International Grassland Congress, 339-344, Aberystwyth (1937).

- (88) FRANZ (H.).—«Das Leben im Wiesenboden nach Umbruch und Lockerung». Deutsche Landwirtschaftliche Presse (11 julio 1942).
- (89) FRANZ (H.).—«Die Tätigkeit der Kleintiere im Boden und Wirtschaftsdünger und ihre Bedeutung für das Dauergrünland». Pflanzenbau, 19, 363-380 (1942); 20, 1-27 (1943).
- (90) FRANZ (H.).—«Bodenleben und Bodenfruchtbarkeit». Viena (1949).
- (91) FRANZ (H.).—«Bodenzoologie als Grundlage der Bodenpflege». Berlin (1950).
- (92) FREAM (W.).—«Elements of Agriculture». Londres (1932).
- (93) FRECKMANN (W.).—«Versuche über den Einfluss verschiedener hoher Grundwasserstände auf das Gedeihen eines Klee grasbestandes». Landwirtschaftliche Jahrbücher, 64, 38-45 (1926).
- G**
- (94) GAEDECHE (F.).—«Untersuchungen über einige physikalische Eigenschaften des Niederungsmoorsbodens in Beziehung zum Pflanzenbestand von Wiese und Weide». Landwirtschaftliche Jahrbücher, 91 (1941).
- (95) GARAUDEAUX (J.).—Influence de quelques facteurs écologiques sur le développement des plantes de prairies. Strasbourg (1952).
- (95 bis) GASPARI (A. de).—Cours d'Agriculture. 6 volumes, Paris (1863).
- (96) GEERING (R.).—«Über den Einfluss der Häufigkeit des Wiesenschnittes auf Pflanzenbestand, Nährstoffgehalt und Nährstofftrag». Landwirtschaftliche Jahrbücher der Schweiz, 55, 579-595 (1941).
- (97) GEITH (R.).—«Neuzeitliche Weidewirtschaft». Berlin (1943).
- (98) GEITH (R.) y FUCHS (K.).—«Grünlandfibel». Berlin (1943).
- (99) GIÖBEL (G.).—«Experiments on the use of nitrogen on Swedish pastures». IVth International Grassland Congress, 330-338, Aberystwyth (1937).
- (100) GRAFF (O.).—«Die Regenwürmer Deutschlands». Hannover (1953).
- (101) GRANT (W. C.).—«Studies on moisture relationships in earthworms». Ecology, 36, 400-407 (1955).
- (102) GRÜNINGEN (F. von).—«Die Bedeutung des Unkrautes für die Ernährung des Rindviehs». Vth International Grassland Congress, Países Bajos (1949).
- (103) GUILD (Mc L.).—«Studies on the relationship between earthworms and soil fertility. III. The effect of soil type on the structure of earthworm population». A. of Applied Biology, 35, 181-192 (1948).
- (104) GUILD (Mc L.).—«Earthworms and soil structure». Soil Zoology, 83-98, Londres (1955).

H a J

- (105) HALLER (A. von).—«Die Küche unterm Mikroskop». Düsseldorf (1959).
- (106) HALLSWORTH (E. G.).—«Nutritional factors affecting nodulation». Nutrition of the Legumes, 183-201, Londres (1958).

- (107) HAMBLYN (C. J.) y DINGWALL (A. R.).—«Earthworms». New Zealand J. of Agriculture, 71, 55-58 (1945).
- (108) HANCOCK (J.).—«Studies in monozygotic cattle twins. IV. Uniformity trials: grazing behaviour». New Zealand J. of Science and Technology, A32, 22-59 (1950).
- (109) HANSEN (J.).—«Versuche über die Wirkung des Düngens und Eggens der Wiesen». J. für Landwirtschaft, 40 (1892).
- (110) HEDDLE (R. G.) y OGG (W. G.).—«Soil nutrients in relation to pasture maintenance and improvement». IVth International Grassland Congress, 298-302, Aberystwyth (1937).
- (111) HEDDLE (R. G.) y HERRIOTT (J. B. D.).—«The establishment, growth and yield of ultra-simple grass seeds mixtures in the south-east of Scotland». J. of the British Grassland Society, 9, 99-110 (1954); 10, 157-167, 317-325 (1955).
- (112) HÉDIN (L.).—«Les types de prairies de l'ouest de la France: écologie et phytosociologie». Vth International Grassland Congress, 20, Países Bajos (1949).
- (113) HEWITT (E. J.).—«Some aspects of mineral nutrition in legumes». Nutrition of the Legumes, 15-42, Londres (1958).
- (114) HIGNETT (S. L.).—«Factors influencing herd fertility in cattle». Veterinary Record, 62, 652 (1950).
- (115) HIRSCHFELDER (A. D.).—«Clinical manifestations of variations in blood magnesium: hypomagnesaemia and hypermagnesaemia». Proceedings of the Society of Experimental Biology and Medicine, 30, 996-997 (1933).
- (116) HOLFORD (G. H.).—«Some observations on pasture management in New Zealand». IVth International Grassland Congress, 458-463, Aberystwyth (1937).
- (117) HOLMES (G. A.).—«Molybdenum responses at Invermay». New Zealand Grassland Association (Proceedings), 198-201 (1952).
- (118) HOPP (H.) y SLATER (C. S.).—«Influence of Earthworms on Soil Productivity». Soil Science, 66, 421-428 (1948).
- (119) HOPP (H.) y SLATER (C. S.).—«The effect of earthworms on the productivity of agricultural soil». J. of Agricultural Research, 78, 325-339 (1949).
- (120) HOWARD (L. E.).—«The Earth's Green Carpet». Londres (1947).
- (121) HUGUES (H. D.).—«Response of poa pratensis to different harvest treatments measured by weight and composition of forage and roots». IVth International Grassland Congress, 447-452, Aberystwyth (1937).
- (122) HUNTINGTON (E.).—«Mainsprings of Civilization». New-York (1945).
- (123) HUTTON (F. W.).—«The New Zealand earthworms in the Otago museum». Transactions of the New Zealand Institute, 9, 350 (1876).
- (124) HUTTON (F. W.).—«On the origin of the fauna and flora of New Zealand». New Zealand J. of Science, 2, 1-19 (1884).
- (125) JACOB (A.).—«Die Wirkung der Düngung mit mineralischem Stickstoff auf die biologischen Eigenschaften des Bodens». International Society of Soil Science, 2, 56-60, Dublin (1952).
- (126) JEATER (R. S. L.).—«The effects of growth-regulating weed-killers on the morphology of grasses». J. of the British Grassland Society, 13, 7-12 (1958).

- (127) JOHNSTONE-WALLACE (D. B.).—«The principles of pasture management». Proceedings of the New York Farmers (1944-1945).
- (128) JOHNSTONE-WALLACE (D. B.).—«Grass and the grazing animal». Farmers Weekly (17, 24 noviembre, 1-8 diciembre 1950).
- (129) JONES (Martin).—«Grassland management and its influence on the sward. I. Factors influencing the growth of pasture plants». The Empire J. of Experimental Agriculture, 1, 43-57 (1933).
- (130) JONES (Martin).—«Grassland management and its influence on the sward». J. of the Royal Agricultural Society of England, 94, 21-41 (1933).
- (131) JONES (Martin).—«The improvement of grassland by its proper management». IVth International Grassland Congress, 470-473, Aberystwyth (1937).
- (132) JÖRISSEN (J.).—«Zur Stickstoffdüngung der Wiesen». Z. für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, 4, 189-191 (1953).
- (133) JOUTS (E.).—«La fumure des prairies et le purinage». B. Technique d'Information des ingénieurs des Services agricoles (Numéro Spécial: la Fertilisation), 533-561 (1953).
- (134) JULÉN (G.).—«Some aspects of irrigating grassland in humid regions and the use of sewage». Vth International Grassland Congress, 394-396, Pennsylvania (1952).

K

- (135) KALISVART (C.).—«Influence of sub-irrigation on grassland». Vth International Grassland Congress, 4, Países Bajos (1949).
- (136) KANNENBERG (H.).—«Über die Auswirkung des Kupfers auf Gras und Klee». Das Grünland (febrero 1956).
- (137) KANNENBERG (H.).—«Über die Kupferdüngung auf dem Grünland». Ibidem (mayo 1957).
- (138) KAUTER (A.).—«Wie Wirkt das Eggen und Walzen der Wiesen auf den Ertrag und die Qualität eines Naturwiesenfutters». Die Grüne (1952).
- (139) KIEPE (H.).—«38 jähriger Wirkungsvergleich zwischen verschiedenen Kali- und Stickstoffdüngerformen». Tesis, Bonn (1950).
- (140) KIRCHNER (H.).—«Über den Wassergehalt einer Odlandumbruchfläche». Tesis, Bonn (1941).
- (141) KLAPP (E.).—«Über das Eggen, Ritzen (Verwunden), Walzen und Nachsäen auf Wiesen». Fortschritte der Landwirtschaft, 7, 361-366, 378-391 (1932).
- (142) KLAPP (E.).—«Über die Grundlagen der Mäh- und Weidefähigkeit unserer Futterpflanzen». IVth International Grassland Congress, 108-115, Aberystwyth (1937).
- (143) KLAPP (E.).—«Über einige Wachstumsregeln mehrjähriger Pflanzen unter der Nachwirkung verschiedener Nutzungsweisen». Pflanzenbau, 14, 209-224 (1937).
- (144) KLAPP (E.).—«Entwicklung, Wurzelbildung und Speichervermögen von Futterpflanzen». Ibidem, 18 (1941-1942).
- (145) KLAPP (E.).—«Über Bodenlockerung, Umbruch und Hungerjahre von Grünlandflächen». Ibidem, 19, 72-84 (1942).

- (146) KLAPP (E.).—«Über die Wurzelverbreitung der Grasnarbe bei verschiedener Nutzungsweise und Pflanzengesellschaft». Ibidem, 19, 221-236 (1943).
- (147) KLAPP (E.).—«Landwirtschaftliche Anwendungen der Pflanzensoziologie». Stuttgart (1949).
- (148) KLAPP (E.).—«Borstgrasheiden der Mittelgebirge». Z. für Acker und Pflanzenbau, 93, 400-444 (1951).
- (149) KLAPP (E.).—«Leistung, Bewurzelung und Nachwuchs einer Grasnarbe unter verschieden häufiger Mahd und Beweidung». Z. für Acker und Pflanzenbau, 93, 269-286 (1951).
- (150) KLAPP (E.).—«Vergleich einer gleichbleibenden und einer in verschiedenen Zeitabständen wechselnden Düngungsweise auf Wiesenland». Z. für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, 55, 111-124 (1951).
- (151) KLAPP (E.), BOEKER (P.), KÖNIG (F.) y STÄHLIN (A.).—«Wertzahlen der Grünlandpflanzen». Das Grünland (mayo 1953).
- (152) KLAPP (E.).—«Wiesen und Weiden». Berlin (1954).
- (153) KLAPP (E.).—«Mon opinion sur le ley-farming». B. Technique d'Information, des ingénieurs des Services agricoles, n.º 94 (1954).
- (154) KLITSCH (C.).—«Ein Beitrag zur Umbruchsfrage des Grünlandes vom Standpunkt der Bodenphysik». Pflanzenbau, 9, 216-228, 262-273 (1932).
- (155) KNAPP (R.).—«Experimentelle Soziologie der höheren Pflanzen». Stuttgart (1954).
- (156) KÖNEKAMPF (A.) y KÖNIG (F.).—«Über den Einfluss wirtschaftlicher Massnahmen auf den Pflanzenbestand des Grünlandes». Landwirtschaftliche Jahrbücher, 70, 61-88 (1929).
- (157) KÖNEKAMPF (A.).—«Grünlandansaat und Entwicklung der Arten im Pflanzenbestand». Pflanzenbau, 6 (1929-30).
- (158) KÖNEKAMPF (A.) y KALLABIS (Th.).—«Die Wiesen und Weiden im mittleren Ostdeutschland». Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts Gesellschaft, 384 (1932).
- (159) KÖNIG (F.).—«Frühjahrspflege und Frühjahrsdüngung der Wiesen». Das Grünland (febrero 1952).
- (160) KÖNIG (F.).—«Die neuzeitlich Bewertung der Pflanzen des Dauergrünlandes im Hinblick auf die intensive Bewirtschaftung von Wiesen und Weiden». Grünlandtagung, 5-34, Admont (1954).

L

- (161) LAATSCH (W.).—«Untersuchungen über die Bildung und Anreicherung von Humusstoffen». Bodenbearbeitung als Kernproblem der Bodenfruchtbarkeit, 60-86, München (1948).
- (162) LAWES (J. B.), GILBERT (J. H.) y MASTERS (M. T.).—«Agricultural, botanical and chemical results of experiment on the mixed herbage of permanent meadow. II. The botanical results». Philosophical Transactions of the Royal Society, 4, 1.181-1.413 (1882).
- (163) LEACH (W.).—«Plant Ecology». Londres (1949).

- (164) LEE (K. E.).—«Studies on the earthworm fauna of New Zealand». Transactions of the Royal Society of New Zealand, 80, 23-45 (1952).
- (165) LEHMANN (U.).—«Das Grünland an der Westküste Schleswig Holsteins». Kiel (1949).
- (166) LIETH (H.).—«Untersuchungen über die Bodenstruktur und andere vom Tritt abhängende Faktoren in den Rasengesellschaften des Rheinisch-Bergischen Kreises». Colonia (1953).
- (167) LOW (A. J.).—«Rate of build-up of water-stable aggregates and soil crumb structure». International Congress of Soil Science, III, 9, 13, Amsterdam (1950).
- (168) LOW (A. J.).—«The study of soil structure in the field and the laboratory». J. of Soil Science, 5, 57-74 (1954).
- (169) LOW (A. J.).—«Improvements in the structural state of soils under leys». Ibidem, 6, 179-199 (1955).
- (170) LUNT (H. A.) y JACOBSON (H. G. M.).—«The chemical composition of earthworm casts». Soil Science, 58, 367-375 (1944).
- (171) LUTZ (J. L.).—«Ökologische Landschaftsforschung und Landeskultur». Landwirtschaftliches Jahrbuch für Bayern, 27, cuadernos 1 y 2 (1950).

M

- (172) MACLEAN (S. M.).—«Effect of management on pasture composition». New Zealand Grassland Association (Proceedings), 20, 127-137 (1958).
- (173) MALPEAUX (L.).—«Les Prairies», Paris (1938).
- MARTIN JONES.—Véase: JONES (Martin), n.º 129-131.
- (174) MATTHEWS (L. J.).—«Chemical control of weeds in pastures». New Zealand Grassland Association (Proceedings), 16, 193-199 (1954).
- MCGUILD (L.).—Véase: GUILD (MCL.), núms. 103-104.
- (175) MCCONAGHY (S.), McALLISTER (J. S. V.), LOWE (J.) y LINEHAM (P. A.).—«Effect of organic and inorganic nitrogen compounds on yield, chemical composition and botanical constitution of grass swards». Grassland Symposium, Dublin (1959).
- (176) MICHAELSEN (W.).—«Die Verbreitung der Oligochäten im Lichte der Wegenerschen Theorie der Kontinentalverschiebung». Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins von Hamburg, 1-37 (1921).
- (177) MICHON (J.).—«Influence de la dessiccation sur la diapause des lombriciens». C. R. de l'Académie des Sciences, 228, 1.455-1.456 (1949).
- (178) MICHON (J.).—«L'influence de la température sur les phases du développement post-embryonnaire des lumbricidae amphodermes». Ibidem, 238, 2.199-2.201, 2.358-2.360 (1954).
- (179) MILLER (J. F.).—«Tetany due to deficiency in magnesium: its occurrence in a child of six years with associated osteochondrosis of capital epiphysis of femur (Legg-Perthes disease)». American J. of Diseases of Children, 67, 117-119 (1944).

- (180) MILTON (W. E. J.).—«The effect of manuring, grazing and cutting on the yield, botanical and chemical composition of natural hill pasture. I. Yield and botanical composition». J. of Ecology, 28, 326-356 (1940).
- (181) MINISTRY OF AGRICULTURE AND FISHERIES (Gran Bretaña).—«Thistles and their control». Leaflet n.º 51 (julio 1953).
- (182) MORGENWECK (G.).—«Strukturvergleiche von Acker und Grünland». Pflanzenbau, 18 (1941-42).
- (183) MOTT (B.).—«Die Anwendung von Futterwertzahlen bei der Beurteilung von Grünlandbeständen». Das Grünland (julio 1957).
- (184) MÜCKENBERGER (K.).—«Verbesserung der Heuqualität durch Kalkdüngung». Das Grünland (julio 1957).
- (185) MUIR (W. R.).—«Pasture herbage as a causal factor in animal disease». J. of the British Grassland Society (diciembre 1948).
- (196) MULDER (E. G.).—«Importance of copper and molybdenum in the nutrition of higher plants and micro-organisms». Trace Elements in Plant Physiology, 41-52, Waltham (U. S. A.) (1950).
- (187) MULDER (E. G.).—«Fertilizer versus legume nitrogen for grasslands». Vith International Grassland Congress, 1, 740-741, Pennsylvania (1952).
- (188) MUNRO (I. A.).—«Irrigation of grasslands». J. of the British Grassland Society, 13, 213-228 (1958).
- (189) MYRDDIN (W.).—«Milk and Money from Grass». Ipswich (1952)

N a R

- (189 bis) NELLER (J. R.).—«Sulfur in relation to fertilizers and soil amendments for grasslands». Vith International Grassland Congress, 1, 728-734, Pennsylvania (1952).
- (190) NIELSON (R. L.).—«Effect of soil minerals on earthworms». New Zealand and J. of Agriculture, 83, 433-435 (1951).
- (191) NIELSON (R. L.).—«Earthworms and of soil fertility». New Zealand Grassland Association (Proceedings), 158-167 (1952).
- (192) NORMAN (M. J. T.) y GREEN (J. O.).—«The local influence of cattle dung and urine upon the yield and botanical composition of permanent pasture». J. of the British Grassland Society, 13, 39-45 (1958).
- (193) EDELIEN (M.).—«Deficiencies and injurious effects of minor elements as related to soil conditions». Vith International Grassland Congress, 5, Países Bajos (1949).
- (194) OLIVER (G. S.).—«Our Friend, the Earthworm». Emmaus (Pa., U. S. A.) (1949).
- (195) OSIECZANSKI (E.).—«Biologie und Nutzung des Grünlandes». Traducción del polaco. Berlín (1954).
- (196) POLIVKA (J. B.).—«Effect of insecticides upon earthworm populations». The Ohio J. of Science, 51, 195-196 (1951).
- (197) POTASSES D'ALSACE.—«La Fumure des Prairies». Mulhouse (1950).
- (198) REBISCHUNG (J.).—«Guide Pratique d'Expérimentation sur les Herbages». Paris (1950).
- (199) REINCKE (R.).—«Der Einfluss des Walzens auf die Bodendichte und den Pflanzenbestand einer Moorbiese». Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur, 51 (1933).

- (200) REMY (Th.) y VASTERS (J.).—«Untersuchungen über die Wirkung steigender Stickstoffgaben auf Rein- und Mischbestände von Wiesen und Weidepflanzen». *Landwirtschaftliche Jahrbücher*, 73, 521-602 (1931).
- (201) ROHDE (G.).—«Stalldünger und Bodenfruchtbarkeit». Berlin (1956).
- (202) RUSCHMANN (G.).—«Über Antibiosen und Symbiosen von Bodenorganismen und ihre Bedeutung für die Bodenfruchtbarkeit: Regenwurm-Symbiosen und-Antibiosen». *Z. für Acker- und Pflanzenbau*, 96, 201-218 (1953).
- (203) RUSSELL (E. J.).—«Soil Conditions and Plant Growth». 8.ª edición. Londres (1953).
- S
- (204) SACHS (E.).—«Ein Beitrag zum Wesen der Hungerjahre und ihrer möglichen Abschwächung durch praktische Massnahmen, erläutert an einem 9 jährigen Versuch». *Pflanzenbau*, 18, 257-287 (1942).
- (205) SACHS (E.).—«Weidelgras als Mischungsteil für Neuansaat von Dauergrünland». *Das Grünland*, 2, 92-94 (1953).
- (206) SACHS (E.).—«Umbruch oder umbruchlose Verbesserung unserer schlechten Wiesen?». *Landwirtschaftliches Wochenblatt* (3 enero 1953).
- (207) SATCHELL (J. E.).—«Some aspects of earthworm ecology». *Soil Zoology*, 180-201, Londres (1955).
- (208) SAVAGE (D. A.) y RUNYON (H. E.).—«Natural revegetation of abandoned farm land in the central and southern great plain». *IVth International Grassland Congress*, 178-182, Aberystwyth (1937).
- (209) SCHECHTNER (G.).—«Über die praktische Bedeutung der Grünlandsoziologie». *Grünlandtagung*, 90-97, Admont (1954).
- (210) SCHENNIKOV (A. P.).—«Pflanzenökologie». Traducción alemana de un estudio publicado en la U. R. S. S. Berlin (1953).
- (211) SCHLIPP. —«Praktisches Handbuch der Landwirtschaft». 27 edición. Berlin (1941).
- (212) SCHREVEN (D. A. VAN).—«Some factors affecting the uptake of nitrogen by legumes». *Nutrition of the Legumes*, 137-163, Londres (1958).
- (213) SCHULZE (E.).—«Besondere Düngerwirkungen auf Ertrag und Pflanzenbestand». *Das Grünland*, 5, 91-93 (1956).
- (214) SCHÜNEMANN (W.).—«Experimentaluntersuchungen über die Gestaltung der physikalischen Bodenkonstanten unter verschiedenen Formen natürlicher und neu angelegter Grasländer». *Z. für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde*, 32, 278-301 (1933).
- (215) SCHWARZ (R.).—«Einfluss wirtschaftlicher Massnahmen auf den Pflanzenbestand des Grünlandes». *Landwirtschaftliche Jahrbücher*, 77, 261-284 (1933).
- (216) SEARS (P. D.).—«Some aspects of pasture growth and utilisation». *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 27-42 (1947).

- (217) SEARS (P. D.), GOODALL (V. G.) y NEWBOLD (R. P.).—«The effects of sheep droppings on yield, botanical composition, and chemical composition of pasture. II. Results for the years 1942-1944 and final summary of the trials». *New Zealand J. of Science and Technology*, 30, 231-249 (1948).
- (218) SEARS (P. D.).—«The effects of legumes, fertilizers and the grazing animal in pasture production». *Plant and Animal Nutrition in Relation to Soil and Climatic Factors*, 409-418, Australia (1949).
- (219) SEARS (P. D.).—«Soil fertility and pasture growth». *J. of the British Grassland Society*, 5, 267-280 (1950).
- (220) SEARS (P. D.).—«Pasture management for higher production in New Zealand». *IVth International Grassland Congress*, 1, 749-752, Pennsylvania (1952).
- (221) SEARS (P. D.).—«Pasture growth and soil fertility». *New Zealand J. of Science and Technology*, 35A, suppl. 1 (1953).
- (222) SHANTZ (H. L.).—«Natural vegetation as an indicator of the capabilities of land for crop production in the great plains area». *U. S. Department of Agriculture B. N° 201* (1911).
- (223) SIEBOLD (M.).—«Der Einfluss langjähriger statischer Düngung auf Pflanzenbestand, Ertrag und Futterwert von Dauerwiesen». *Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch*, 35, 3-66 (1958).
- (224) SLATER (C. S.).—«Earthworms in Relation to Agriculture». *U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service Circular* (1954).
- (225) SPENGLER (O.).—«Der Untergang des Abendlandes». München (1918-1922).
- (226) SPEYER (W.).—«Das Absterben von Fischen und Regenwürmern infolge der Winterspritzung mit Obstbaumcarbolineum». *Anzeiger für Schädlingskunde*, 3, 76-77 (1927).
- (227) STÄHLIN (H.), WAGNER (H.) y KLAPP (E.).—«Grundlagen, Bedeutung und Bekämpfung der Wiesenunkrautung mit Doldengewächsen». *Landwirtschaftliche Jahrbücher*, 77, 621-688 (1933).
- (228) STAMP (J. T.).—«Staggers spreading». *Farmers Weekly* (11 julio 1958).
- (229) STAPLEDON (R. G.).—«Pasture problems». *J. of Agricultural Science*, 5, 129-151 (1913).
- (230) STAPLEDON (R. G.) y DAVIES (W.).—«Ley-farming». Londres (1948).
- (231) STASSEN (J.).—«Beziehungen zwischen Bewirtschaftung und Zustand der Dauerweiden im Kreise Geilenkirchen-Heinsberg». Bonn (1952).
- (232) STASSEN (J.).—«Beziehungen zwischen Bewirtschaftung, Obstnutzung und Zustand der Dauerweiden im Kreise Geilenkirchen-Heinsberg». *Z. für Acker- und Pflanzenbau*, 96, 243-260 (1953).
- (233) STEELE (B.).—«Soil pH and base status as factors in the distribution of calcicoles». *J. of Ecology*, 403, 120-132 (1955).
- (234) STENUIT (D.) y CORDIER (P.).—«Symptômes de carence en manganèse et moyens de lutte». *B. de l'Association des Ingénieurs de l'Institut Agronomique de l'Université de Louvain*, número 2 (1959).
- (235) STÜCKLI (A.).—«Studien über den Einfluss des Regenwurms auf die Beschaffenheit des Bodens». *Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz*, 28, 5-121 (1928).

T a V

- (236) THOMANN.—«Die Gülle und ihr Einfluss auf die Zusammensetzung des Heues». Mitteilungen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, 43 (1928).
- (237) THOMAS (J. F. H.).—«The Grazing Animal». Londres (1949).
- (238) THOMPSON (H. S.).—«On the management of grassland». J. of the Royal Agricultural Society of England, 8, 152-179 (1872).
- (239) THOMPSON (G. M.).—«The Naturalisation of Plants and Animals in New Zealand». Cambridge (1922).
- (240) THROLER.—«Gülletagung im Traunsteiner Bezirk». Landwirtschaftliches Wochenblatt (Bayern) 12 mayo 1951.
- (241) TISCHLER (W.).—«Effect of agricultural practice on the soil fauna». Soil Zoology, 215-230, Londres (1955).
- TOIT (A. L. DU).—Véase: DU TOIT (A. L.), n.º 78.
- (242) TOYNBEE (A. J.).—«A Study of History». Londres (1946).
- (243) TRAPPMANN (M.).—«Die Enchytreen». Landbau Forschung (Völkerrode), cuaderno 2 (1953).
- (244) TROW-SMITH (R.).—«A man with a problem; John Chilman's leys don't grow now, and he wonders how many other ley pioneers suffer this too». Farmer and Stock-breeder (22 septiembre 1959).
- (245) TUFTS (E. V.) y GREENBERG (D. M.).—«The chemistry of magnesium deficiency. I. Chemical changes resulting from magnesium deprivation». J. of Biological Chemistry, 122, 693-714 (1938).
- VAN SCHREVEN (D. A.).—Véase SCHREVEN (D. A. VAN), n.º 212.
- (246) VOISIN (A.).—«Un agriculteur français discute avec ses confrères Américains les problèmes du machinisme, du «standing» et du bonheur des hommes». Figaro Littéraire (24 noviembre 1951).
- (247) VOISIN (A.).—«Production de fumier et productivité agricole». B. de la Société française d'Economie rurale (octubre 1953).
- (248) VOISIN (A.).—«Grandeurs et faiblesses du ley-farming». B. Technique d'Information des ingénieurs des Services agricoles, número 82 (1953).
- (249) VOISIN (A.).—«Devons-nous retourner nos herbages pour les améliorer?». B. de la Direction des Services agricoles du Nord (marzo-abril 1954).
- (250) VOISIN (A.).—«Devons-nous encore réduire notre population paysanne? Les économistes contre les philosophes de l'histoire et les biologistes». C. R. de l'Académie d'Agriculture (17 octubre 1956).
- (251) VOISIN (A.).—Productivité de l'herbe, Paris (1957).
- (252) VOISIN (A.).—«Von der Geschichtsphilosophie zur Biologie». Archiv. der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, 20, 89-101 (1958).
- (253) VOISIN (A.).—«The grazing of the older shepherds». Farmers Weekly (7 marzo 1958).
- (254) VOISIN (A.).—«La pâture, source de santé pour les animaux». J. de la Société Centrale d'Agriculture de Belgique, 106, n.º 4 (1958-59).
- (255) VOISIN (A.) y LECOMTE (A.).—«La Vache et son Herbe». Paris (1959).
- (256) VOISIN (A.).—«A fourfold shield against grass tetany». Farmer and Stock-breeder (3 marzo, 1959).

- (257) VOISIN (A.).—«Sol, Herbe, Cancer». Paris (1959).
- (258) VOISIN (A.).—«Grazing is an art». Agriculture (julio-agosto 1959).
- (259) VOISIN (A.).—«Conditions for using nitrogen on pastures without danger for animal health». Grassland Symposium, Dublin (1959).
- (260) VOLKART (A.).—«Der Einfluss der Deckfrucht auf Ertrag und Zusammensetzung der Klee-grasmischung». Landwirtschaftliche Jahrbücher der Schweiz, 48 (1934).
- VON GRÜNINGEN (F.).—Véase GRÜNINGEN (F. von), n.º 102.
- VON HALLER (A.).—Véase HALLER (A. von), n.º 105.
- (261) VRIES (D. M. de).—«Bestandsuntersuchungenmethoden von Wiesen und Weiden». IVth International Grassland Congress, 474-480. Aberystwyth (1949).
- (262) VRIES (D. M. de).—«Botanical composition and ecological factors». Vth International Grassland Congress, 15. Países Bajos (1949).
- (263) VRIES (D. M. de).—«Survey of methods of botanical analysis of grassland». *Ibidem*, 16, Países Bajos (1949).
- VUYST (A. de).—Véase: DE VUYST, n.º 60.

W a Z

- (264) WAGENER (H.).—«Beiträge zur Kenntnis von Heracleum Sphondylium und Anthriscus silvestris als Wiesenunkräutern». Tesis, Jena (1931).
- (265) WAGNER (R. E.) y SHEPHERD (J. B.).—«Pastures on the dairy farm». Grass, Washington (1948).
- (266) WALKER (T. W.), ADAMS (A. F. R.) y ORCHISTON (H. D.).—«The use of fertilizers on herbage cut for conservation. IV. The effect of rates, methods of application and forms of fertilizer nitrogen on the yields of dry matter and nitrogen of grasses and clovers». J. of the British Grassland Society, 8, 281-299 (1953).
- (267) WALKER (T. W.).—«Sulphur responses on pastures in Australia and New Zealand». Lincoln College (University of New Zealand) Research Publication, n.º 34. (agosto 1955).
- (268) WALKER (T. W.), ADAMS (A. F. R.) y ORCHISTON (H. D.).—«The effects and interactions of molybdenum, lime and phosphate treatments on the yield and composition of white clover, grown on acid molybdenum responsive soils». Plant and Soil, 6, 201 (1955).
- (269) WALKER (T. W.), ADAMS (A. F. R.) y ORCHISTON (H. D.).—«The effect of levels of calcium sulphate on the yield and composition of a grass and clover pasture». Plant and Soil, 7, 290-299 (1956).
- (270) WALKER (T. W.).—«Nitrogen and herbage production». VIIth International Grassland Congress, 157-167, Nueva Zelanda (1956).
- (270 bis) WALKER (T. W.).—«The sulphur cycle in grassland soils». J. of the British Grassland Society, 12, 10-18 (1957).
- (271) WALKER (T. W.) y ADAMS (A. F. R.).—«Competition for sulphur in a grass-clover association». Plant and Soil, 9, 353-366 (1958).

- (272) WALKER (T. W.) y ADAMS (A. F. R.).—«Residual effects of calcium sulphate on the yield and composition of a grass-clover association». *Plant and Soil*, 10, 176-182 (1958).
- (273) WALLACE (A. R.).—«The Geographical Distribution of Animals». Londres (1876).
— WALLACE (D. D. Johnstone).—Véase: JOHNSTONE-WALLACE (D. B.), n.º 127 et 128.
- (274) WALSH (T.).—«Soil fertility and grassland farming. (8) Nitrogen for Grassland». *Agricultural Ireland*, 14, 37-39 (1957).
- (275) WATERS (R. A. S.).—«Earthworms and the fertility of pasture». *New Zealand Grassland Association (Proceedings)*, 168-175 (1952).
- (276) WEBER (G.).—«Die Makrofauna leichter und schwerer Ackerböden und ihre Beeinflussung durch Pflanzenschutzmittel». *Z. für Pflanzenernährung, Düngung Bodenkunde*, 106, 107-118 (1953).
- (277) WEIGER (J.), FÜRST (E.) y WEIZEL (H.).—«Untersuchungen über den Einfluss mineralischer Düngung auf Pflanzenbestand und Leistung von Wiesen». *Praktische Blätter für Pflanzenbau und Pflanzenschutz*, 12 (1935).
- (278) WEISE (F.).—«Die Pflanzensoziologie als Beweismittel bei Grünlandschädigungen durch Grundwasserentzug». *Z. für Acker- und Pflanzenbau*, 97, 393-398 (1954).
- (279) WEISE (F.).—«Der Einfluss von Düngung und Beweidung auf die Veränderung von Pflanzenbeständen des Dauergrünlandes». *Schriftenreihe AID*, n.º 50 (1954).
- (280) WELSH PLANT BREEDING STATION.—«Agronomic studies on individual species and strains». *An Account of the Organisation and Work of the Station from its Foundation in April 1919 to July 1933*, 72-86, Aberystwyth (1933).
- (281) WELSH PLANT BREEDING STATION.—«Rotational grazing». *Ibidem*, 96-107.
- (282) WERNER (F.).—«Der Einfluss starker Güllegaben auf Ertrag, botanische und chemische Zusammensetzung des Futters». *Zürcher Bauer*, 66 (1934).
- (283) WHEELER (J. L.).—«The effect of sheep excreta and nitrogenous fertilizer on the botanical composition and production of a ley». *J. of the British Grassland Society*, 13, 196-202 (1958).
- (284) WILLIAMS (T. E.).—«Nitrogen manuring and the grass-legume ratio». *Vith International Grassland Congress*, 1, 800-804, Pennsylvania (1952).
- (285) ZÜRN (F.).—«Mittel und Wege zur Steigerung der Almerträge». *Veröffentlichungen der Bundesanstalt für alpine Landwirtschaft in Admont, cuaderno 7* (1953).
- (286) ZÜRN (F.).—«Neuere Forschungsergebnisse über Grünlandwirtschaft». *Ibidem, cuaderno 8* (1953).

INDICE DE AUTORES

- A**
- ABDERHALDEU, 422.
AHLGREEN, 139.
AHSMORE, 390, 391, 392.
AICHINGER, 36, 37, 41, 193, 194, 349.
ALBRECHT, 420.
ALLCROFT, 192.
AMSCHLER, 340.
ANDEREGG, 344.
ANNETT, 295.
AZZI, 35.
- B**
- BANHART, 33.
BATES, 143, 378, 379.
BAUR, 133.
BENHAM, 389, 392.
BERGIN, 293, 295.
BERTHAULT, 344.
BERTRAND, 282.
BLACKMAN, 229.
BLANEY, 237.
BLAZER, 296.
BLEICHERT, 144, 157, 338, 346, 348.
BOAS, 338.
BOEKER, 297, 299.
BOLIN, 286.
BORTELS, 380.
BRAUN-BLANQUET, 40.
BRESSOU, 30, 412.
BROWN, 45, 46.
BRÜNE, 355.
BURKI, 229, 230.
- C**
- CAINE, 187.
CANDOLLE, 254.
CAPUTA, 112.
CARR, 198.
CERNOSVITOV, 401, 403, 404, 406.
CHERRINGTON, 152, 167.
- CHILMAN, 151-153, 201.
CLARKE, 199, 200.
CLEMENTS, 40.
COOPER, 198, 199, 379.
COPPENET, 287.
CORDIER, 285.
CURRIE, 143.
CZERWINKA, 41, 84, 87, 88, 134, 137, 195, 246, 247, 388.
- D**
- DARWIN, 396, 397, 410, 411, 413.
DAUVRAY, 345.
DAVIES (E. B.), 381.
DAVIES (R. O.), 269.
DAVIES (William), 40, 41, 43, 60, 61, 196, 199, 216, 269.
DAVIS, 379.
DEAS, 192.
DELPECH, 345.
DINGWALL, 391.
DJEMIL, 378.
DOERELL, 374.
DUGÈS, 365.
DUSERRE, 365.
DUSLAFF, 355.
DU TOIT, 402.
- E**
- ELLENBERG, 64, 203, 212, 227, 228, 238, 241, 258-260, 263, 321, 322, 324.
EVANS, 172, 175, 176, 376.
- F**
- FRANKENA, 293.
FRANZ, 171, 174, 177, 349, 350, 364, 369.
FREAM, 38, 39, 328, 346.
FRECKMANN, 243.
FUCHS, 85.
- G**
- GAEDECKE, 204.
GARAUDEAUX, 57.
GASPARIN, De, 186.
GEERING, 55, 56.
GEITH, 85, 346.
GIÖBEL, 292.
GOETHE, 413.
GRAFF, 369.
GRANT, 368.
GREEN, 218.
GRIFFITHS, 421, 422.
GRÜNINGEN, 382.
GUILD, 371, 372, 385-387.
- H**
- HAECKEL, 413.
HALLSWORTH, 284.
HAMBLYN, 391.
HANSEN, 344.
HEDDLE, 46, 92-94, 96, 97, 99, 100-102, 104, 106, 266, 267.
HEDIN, 261, 268.
HERRIOT, 46, 92, 94, 96, 97, 99, 100-102, 104, 106.
HIGNETT, 192.
HOLFORD, 347.
HOLMES, 381.
HOPKINS, 419.
HOPP, 378.
HORNE, 133.
HOWARD (Albert), 199.
HOWARD (Louise), 199.
HUGHES, 54.
HUNTINGTON, 406, 407, 408.
HUSEMAN, 131, 132.
HUTTON, 389.
- J**
- JACKSON, 143, 200.
JACOB, 373.

- JACOBSON, 366, 367.
 JOHNSTONE - WALLACE, 52, 102, 214, 215.
 JONES (Martin), 57, 77-80, 117, 118, 127, 140, 198.
 JÖRISSEN, 313.
 JOUIS, 332.
- K**
 KALISVAART, 249.
 KANNENBERG, 284.
 KAUTER, 353.
 KIEPE, 326.
 KIRCHNER, 162, 164, 165, 167.
 KLAPP, 47, 50-53, 66, 72, 73, 85, 86, 120-125, 129, 130, 132, 134, 140, 146-149, 150, 152, 154, 155, 157, 159, 162, 167-170, 177, 197, 198, 244, 262, 263, 265, 279, 280, 326, 327, 334, 346, 351, 353, 382.
 KLITSCH, 144, 161, 164, 165, 170, 184.
 KNAPP, 313.
 KÖNEKAMP, 65, 126, 307, 308-310.
 KÖNIG, 126, 145, 146, 187, 191, 307-310.
 KÜHNEL, 171.
 KYDD, 89.
- L**
 LAMARCK, 413.
 LEACH, 34.
 LEE, 389.
 LEHMANN, 166.
 LIETH, 208, 209.
 LOW, 163, 169, 170.
 LUNT, 366, 367.
 LUTZ, 243.
- M**
 MacCONAGHY, 293.
 MacLEAN, 360.
 MALPEAUX, 345.
 MATTHEWS, 361.
 MICHAELSEN, 398, 399, 400, 401, 403.
 MICHON, 368.
- MILTON, 269.
 MORGENWECK, 165.
 MÜCKENBERGER, 266.
 MUIR, 191.
 MULDER, 292.
 MUNRO, 311.
 MYRDDIN, 345.
- N**
 NIELSON, 371, 374, 389, 394.
 NORMAN, 218.
- O**
 OGG, 266, 267.
 OLIVER, 382.
 OLSEN, 255.
 OSIECZANSKY, 50, 82, 83.
- P**
 PASQUALOTTO, 156.
 PITT, 186.
 POTASES D'ALSACE, 279.
- R**
 RAUNKIER, 40.
 REBISCHUNG, 45.
 REINCKE, 354.
 REMY, 320, 321.
 ROHDE, 366.
 RUSCHMANN, 366.
 RUSSELL (John), 253, 366.
- S**
 SACHS, 113-116, 144, 149, 160, 166, 173, 175.
 SATCHELL, 371.
 SAVIGNY, 365.
 SCHECHTNER, 297.
 SCHENNIKOV, 34, 35, 37.
 SCHLIFF, 51.
 SCHÜLZE, 335.
 SCHÜNEMANN, 161, 162, 163, 165.
 SCHWARZ, 128, 129.
 SEARS, 203, 218, 219-223, 301, 374-377.
 SEKERA, 171.
 SHEPHERD, 293.
 SIEBOLD, 274-277, 322, 323.
 SLATER, 372, 373, 378.
- SPENGLER, 415, 416.
 STÄHLIN, 243, 257.
 STAMP, 192.
 STAPLEDON, 45, 46, 216, 269.
 STASSEN, 229, 231, 232, 235.
 STEELE, 254.
 STENUIT, 285.
 STÜCKLI, 252.
- T**
 T'ART, 150.
 THOMANN, 339.
 THORNDIKE-BANHART, 33.
 TISCHLER, 177.
 TOYNBEE, 413.
 TRAPPHANN, 172.
 TROW-SMITH, 151, 152.
- U**
 UNDERWOOD, 292.
 UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 405.
- V**
 VALERY (Paul), 414.
 VASTERS, 320, 321.
 VOLKART, 107, 108, 110.
 VRIES (De), 46.
 VUYST (De), 287.
- W**
 WAGENER, 339.
 WAGNER, 293.
 WALKER, 293, 301-304, 305.
 WALSH, 294, 392.
 WARMING, 40.
 WATERS, 377, 383, 384.
 WATSON, 292.
 WEGENER, 397, 398, 399, 402.
 WEIGERT, 326.
 WEISE, 197.
 WERNER, 341.
 WHEELER, 218.
 WILLIAMS, 292, 293.
 WOLLNY, 365, 377.
 WOODMAN, 292.
- Z**
 ZURN, 280, 281, 336.

INDICE DE MATERIAS

- A**
 Aberystwyth, 59, 60.
 Abonos minerales no modifican los años de miseria, 161.
 — desconocidos en las civilizaciones precedentes, 416.
 — Influencia sobre la flora, 86, 221, 234, 272.
 — actúan sobre pastos degenerados, 86, 146-149, 223, 247.
 — no podemos pasarnos sin ellos, 417, 423.
 — influencia sobre gusanos de tierra, 374.
 Abonos orgánicos, véase: Orgánicos (Abonos).
 Aborto epizootico, 264.
 Academia de Agricultura de Francia, 282, 415.
 Acidez del suelo, 197, 231, 243, 251, 264, 287, 329, 345, 347, 370, 373, 237.
 — véase también: pH del suelo.
 Acido fosfórico, véase: Fosfórico (Acido).
 Actinomicetos, 366.
 Adaptación de las plantas a la humedad, 237.
- Agotamiento de la energía de los pueblos, 418.
 Agregados estables al agua del suelo, 168.
 Agricultura (Revista), 136.
 Agua de sumideros, 250, 332.
 — humedad del suelo, 237-241.
 — (Pérdidas de) en el suelo, 162.
 — Poder de retención, 162.
 Ahogamiento recíproco de las plantas, 157.
 Ahsmore (Gusanos de tierra de los pastos), 390-394.
 Aireación del suelo, 204, 344, 348, 350.
 Aislamiento con prados temporales, 182.
 Alimenticio (Valor) del pasto, 47.
 Amoniaco (Sulfato de), véase:
 Sulfato de amoniaco
 Sulfato amónico y Nitrogenados (Abonos).
 Animal (Peligros de los abonos nitrogenados para el), 317.
 — excrementos, 182, 214, 223, 347, 374, 375, 416.
 — exigencias, 264, 265.
- Animal (influencia sobre la hierba), 203, 214.
 — juez supremo de los métodos de explotación de los pastos, 319.
 — enfermedades sobre prados temporales, 190-192, 200, 382.
 — descuidado por los botánicos, 39.
 — esterilidad, 192.
 Años de miseria de los pastos resembrados (Causa de los), 157, 160, 168, 170, 176.
 — definición, 144.
 — Evolución de la flora en el transcurso de los, 154-159.
 — inevitables, 144, 157, 181.
 — su naturaleza, 141-201.
 — (Negación a priori de los), 142, 144.
 — (Rendimiento en el transcurso de los) 98, 141-153.
 — (Caracteres físicos del suelo en el transcurso de los), 160-170.
 — Vida en el suelo en el transcurso de los), 171-182.
 — véase también: Ley-Farming, Removimiento, Temporales (Praderas).

- Apisonamiento del suelo, 164, 165, 176, 203-206, 345, 350, 351.
Arado, 407.
Ascórbico (Acido) (vitamina C), 419.
Asociación vegetal, véase: Flora.
Azufre, influencia sobre la flora, 287, 300-306.
—relación con el manganeso, 301, 302
—relación con el molibdeno, 301, 302.
—influencia sobre el trébol blanco, 300, 306.
- B**
- Bacteria nitrogenada, 337, 380.
Bióticos (Factores), véase: Ecológicos (Factores).
Biotipo, 129.
Boñiga, véase: Excrementos.
Boro, 285, 289.
Botánicos, han descuidado al animal, 39,
—no han tenido en cuenta las condiciones de explotación, 139, 141, 192.
- C**
- Cal, véase: Greda.
Calcícolas (plantas), 254.
Calcíferas (Glándulas), véase: Gusanos de tierra.
Calcifugas (Plantas), 254.
Calcio, véase: Acidez, Greda, pH y Sulfato cálcico.
Campesino (Buen sentido), 184, 192.
—(Temores del), 189, 190.
—(Empirismo), 110, 170, 184, 193, 355.

- Campesinos (*Experiencia* del), 110, 141, 355.
—(*Métodos* del), 110, 130, 133.
—(*Plebiscito*), 348.
—(*Psicología*), 184, 188.
—Sus reticencias frente a la rotación de los pastos, 103, 130, 183, 200.
Cáncer, 418.
Capa freática, 241, 248.
Carbonato cálcico (véase: Greda).
Carbonífera (Gusanos de tierra de la época), 400, 402.
Carencias de los animales (relación con la rotación de los pastos), 189-192, 201, 382.
Cartesiana (Lógica), 42.
Caza (Influencia de la), 37.
Centro de Investigaciones Veterinarias Wellcome de Frant, 192.
Centro de investigaciones Veterinarias de Weybridge, 192.
Civilización (Decadencia de las), 405, 414-416.
—forma suprema de *Ecología Dinámica*, 412, 423.
—mediterránea, 415.
—occidental, 416.
—en los valles regularmente inundados, 404.
—(Influencia de los gusanos de tierra sobre la), 397.
Climax vegetation, 129.
Climáticas (Condiciones), 34, 35.

INDICE DE MATERIAS

- Cobertura (Planta de), 103-110.
Cobre (Papel del) en la fijación del nitrógeno en las leguminosas, 284.
—(Carencias animales en), 289, 418.
—(Carencia de las plantas en), 282, 295
—influencia sobre la flora, 284, 289, 295, 306.
—papel de la oxidasa de la vitamina C, 420.
—influencia sobre tierra de la época, 420.
—influencia sobre sistema nervioso, 420.
—influencia sobre trébol blanco, 285, 295.
Competencia entre plantas, 60, 96-102, 111-116, 157, 162, 293, 321, 338.
Compost, 331, 334.
—véase también: Orgánicos (Abonos).
Congreso Internacional de los Pastos, 139, 292.
Continentes (Deriva de los), 396, 397, 401.
Corte (Sensibilidad de las plantas de pastoreo al), 49.
—(Influencia de la edad fisiológica de la planta en el momento del), 57.
—Clasificación de las plantas según su sensibilidad al), 49, 66.
—(Factores que modifican el), 64-65.
—Influencia de la frecuencia sobre sensibilidad, 54, 55, 59-62, 313.

INDICE DE MATERIAS

- Corte sobre la sensibilidad, 53-55.
—véase igualmente: Siega.
—de la hierba por el diente del animal (Diferentes formas de), 64, 69-71.
—(Sensibilidad de las plantas al), 63-65.
Cosecha de la hierba por la vaca, 64, 69-71.
Cosechadora, 314.
Cuadrado con puntos (para estado de la flora), 46, 47, 93, 106.
Cyanamida, véase: Nitrogenados (Abonos).
- D**
- Deriva de los continentes, 396, 401.
Diagramas de evolución de la flora, véase: Flora.
Diente del animal (influencia del) sobre las plantas, 63-67.
Dinámica (Ecología), véase: Ecología.
Drenaje, 196, 244-249, 347.
- E**
- Ecología animal*, 33.
—definición, 33, 413.
—dinámica, 35, 40-43, 125, 139, 157, 193-197, 272, 311, 375, 394, 413, 424.
—(Métodos de estudios de la), 42, 43, 272.
—estática, 35, 38-39, 43.
—vegetal, 33.
Ecológicos (Factores), antropógenos.
—bióticos, 34-37, 40, 41.

- Ecológicos climáticos*, 34, 35.
—dinámicos, 36.
—edáficos, 35.
Ecología edáficos, 35.
—humanos, 34, 36.
—fisiográficos, 34.
—suelo (del), 34, 36.
—topográficos, 34, 36.
Ecotipo, 129, 130, 158, 159.
Elementos minerales del suelo, 178, 179, 233, 261, 417.
Véase igualmente: Suelo.
Empirismo campesino, 110, 133, 183, 184.
Encespedado natural, 103, 129-135.
Endurecimiento del suelo, véase: Suelo.
Energía de los pueblos (su lento agotamiento), 419.
Enfermedades de los animales (en praderas temporales), véase: Animal.
Enherbamiento (encespedado natural), 103, 129-135.
Enmargado, Marga, véase: Greda.
Enquitreidos, 171-174, 178, 182, 350, 396, 402.
Eoceno (Epoca) (Continentes y gusanos de tierra en el), 400.
Escorbuto, 419.
Escorias, véase: Minerales (Abonos) y Fosfórico (Acido).
Estación de Pastos de Rouen, 156.
Estática (Ecología), véase: Ecología.
Esterilidad de los animales, 191.
Estiércol, 182, 247, 331, 336, 417.

- Véase también: Orgánicos, (Abonos).
Evolución creadora, 409.
Excrementos de los animales, influencia sobre la flora, 214, 223, 347, 376.
—(sensibilidad de las plantas a los), 218-223.
—influencia sobre gusanos de tierra, 374, 375, 416.
Excrementos de los gusanos de tierra, 172, 364, 365, 374, 375, 378, 379, 405, 407.
Explotación (Métodos de) de los pastos, relaciones con abonos minerales, 196, 312-319.
—influencia sobre la flora, 41, 117-140, 196, 312, 319.
—(Intensificación de los), 189, 190, 234, 270.
- F**
- Factores ecológicos, véase: Ecológicos (Factores).
Farmer and Stock Breeder, 198, 199.
Farmers Weekly, 137, 198.
Fiemo, véase: Excrementos.
Figaro Litterarie, 423.
Flora de los pastos (Influencia de la acidez del suelo, sobre), 251-270, 304.
—durante los años de miseria, 154-159.
—(Influencia de los abonos nitrogenados sobre la), 80, 81, 246, 247, 291-330.
—(Influencia del boro sobre la), 285-289.

Flora de los pastos
(Causas de la degeneración de la), 341, 348.
— (Influencia del corte sobre la), 49, 67, 100-125.
— (Influencia de la greda sobre la), 86-89, 220-223, 244-246, 251-270, 304, 385, 386.
— (Influencia del cobre sobre la), 284, 288.
— (Diagramas de evolución de la), 74, 80.
— (Influencia del drenaje sobre la), 195, 249.
— considerada como *dinámica*, 40, 41, 123.
— (Influencia de la iluminación sobre la), 57, 123, 205, 225, 235.
— retorno al *ecotipo*, 129, 130, 158, 159.
— (Influencia de los elementos minerales del suelo sobre la), 233, 261.
— (Variación de la) en el transcurso del *encespado natural*, 130, 134.
— (Influencia de los excrementos animales sobre la), 214-223, 375.
— (Influencia del hierro sobre la), 287.
— (Influencia del estiércol sobre la), 182, 225-336.
— (Influencia de los herbicidas sobre la), 359-361.
— (Influencia del rastrillo sobre la), 343-355.
— (Influencia del hombre sobre la), 35, 36, 41.

Flora de los pastos
(Influencia de la humedad del suelo sobre la), 237-249.
— (Influencia del manganeso sobre la), 285, 286, 289.
— (Influencia de la mezcla sembrada sobre la), 91-116, 120-140.
— (Influencia de la puesta en hierba sobre la), 77-81.
— (Influencia del molibdeno sobre la), 287.
— (Influencia de los oligoelementos sobre la), 245, 264, 282, 289.
— (Influencia de los abonos orgánicos sobre la), 83, 85, 331.
— (Influencia de los métodos de pastoreo sobre la), 39, 65-89.
— (Influencia del pH del suelo sobre la), 251, 262, 304.
— (Influencia de los fosfatos sobre la), 48, 321-325, 271-281.
— (Influencia de los abonos fosfopotásicos sobre la), 271-281, 291-299.
— (Influencia del pisoteo del animal sobre la), 203, 213, 342, 238.
— (Influencia de una planta de cobertura para la siembra sobre la), 103-110.
— (*Plasticidad* de la), 46, 127, 139, 140, 235, 311, 329, 330.
— (Influencia de los abonos potásicos sobre la), 295-299.

INDICE DE MATERIAS

Flora de los pastos
(Influencia del purín sobre la), 83, 337-342.
— (Métodos de estudios de la), 45, 47, 48.
— (Influencia del azufre del suelo sobre la), 287, 300-306.
— (Influencia del sulfato amónico sobre la), 267, 292, 308, 328.
— (Influencia del sulfato cálcico sobre la), 302-306.
— (Influencia del tiempo de reposo de la hierba sobre la), 72-76.
— (Evolución de la) en praderas temporales), 91-116, 117-140, 154-159.
— (Influencia de los gusanos de tierra sobre la), 370, 375, 377, 383-388, 390-395.
— (Influencia del cinc sobre la), 283, 287.
Fosfo-potásicos (Abonos (influencia sobre la flora), 279, 281, 295-299, 334, 336, 339.
Véase también: Flora.
Fosfórico (Acido), influencia sobre la flora, 48, 271-281, 295, 298.
— *purin* contiene poco, 333.
— influencia sobre *trébol blanco*, 273.
Fósforo, 366, 367.
Fotografía bioquímica del suelo (por medio de la hierba), 419.
Freatofitas, 237.
Frecuencia de una especie (Porcentaje de), 45.

INDICE DE MATERIAS

G

Glaciar (Gusanos de tierra de la época), 403.
Glándulas calcíferas, véase: Gusanos de tierra.
Gran Llanura, 129, 130.
Greda, influencia sobre la flora, 86-89, 220-223, 244-248, 251, 269, 304, 337-342.
Gusanos blancos, 377-382.
Gusanos de tierra (influencia de la acidez del suelo sobre los), 253, 370-374.
— sus efectos sobre el *agróstide*, 375.
— (Influencia de los excrementos de los animales sobre los), 374, 375, 416.
— en los pastos, Ashmore, 390-394.
— (Influencia de los abonos nitrogenados sobre los), 373.
— en la época *carbonífera*, 400, 402.
— *arado de la naturaleza*, 173.
— *químicos*, 173, 365, 368, 413.
— su efecto sobre las *civilizaciones*, 403-424.
— (Influencia de la greda sobre los), 370-372, 384, 386.
— (Opinión de Darwin sobre los), 396, 410, 413.
— *dériva* de los continentes (teoría de Wegener), 396, 401.
— su influencia en la *civilización egipcia*, 405-407.

Gusanos de tierra.
Hacen asimilables *elementos minerales*, 179, 418.
— (Influencia de los abonos *minerales* sobre los), 365, 368, 370, 375, 381, 382, 384, 387, 416, 417.
— en la época *Eocena*, 399.
— (Nueva Zelanda conquistada por los *uropeos*, 389, 395.
— (Excrementos de los), 171, 172, 364, 365, 374, 375, 378, 379, 405-407.
— su influencia sobre la flora, 375, 377-382, 383-388.
— en la época *glaciar*, 403, 405.
— *glándulas calcíferas*, 252, 369.
— (Influencia de los herbicidas sobre los), 359.
— (Influencia de los insecticidas sobre los), 361.
— *labradores filipinenses*, 173, 179, 180, 348, 349, 350, 412.
— *enmargado*, véase: Greda.
— *minerales* (elementos), véase: Elementos minerales del suelo.
— (Influencia del *superfosfato* sobre los), 374.
— *Temperatura* óptima para), 368.
— *trabajadores* de capacidad diferente, 363-365.
— su influencia sobre el *trébol blanco*, 377-382.
— *tipos* diferentes, 176.

Gusanos de tierra (excrementos de los gusanos de tierra), 171, 172, 364, 365, 374, 375, 378, 379, 405, 407.
— (Teoría de Wegener probada por los), 396-402.

H

Hambre clandestina de los pueblos, 418.
Hamlet, 410.
Heces, véase: Excrementos.
Hélice orgánica, 216.
Hema, 281.
Hemoglobina, 284.
Herbicidas, 359-361.
Hereford, 151, 201.
Hidrofítas, 237.
Hierba (*Cultivo* de la), 193.
— permite *Fotografía Bioquímica* del suelo, 418.
— (*Cosecha* de la), 63, 69, 70, 71.
— (*Respetemos* la), 199.
Hierro, 287.
Hombre, *asociación* con el suelo, 416-423.
— debe permanecer *ligado* a su suelo, 423.
— *carácter ecológico*, 414.
— influencia sobre *pastos*, 34, 36, 41.
Homo mechanicus, 322, 423.
Hoof Cultivation, 203.
Horacio, 410.
Humedad del suelo, 163, 237-249.
Humus, 166-168, 171-173, 178, 180, 181, 215, 216, 268, 353, 364, 366, 369, 396, 397, 417.
Hungerjahre, véase: Años de miseria.

I

- Illuminación de las plantas, 57, 123, 205, 225-235.
 Índice de valor de las plantas, 47.
 Insecticidas, 361.
 Instituto Bávaro de Selección de Semillas, 144.
 Instituto de Geología y de Ciencia del Suelo de Viena, 177, 349.
 Instituto de Investigaciones sobre las Enfermedades de los Animales de Edimburgo, 192.
 Instituto de Investigaciones Forrajeras de Steinach, 273, 322.
 Instituto Nacional de Botánica agrícola de Cambridge, 133.
 Instituto Pasteur, 171.
 Instituto de Sociología Aplicada de las Plantas (Austria), 134, 193, 195.
- J
- Jealott's hill, 169.
- L
- Labores (Años intermedios de) entre dos rotaciones de pastos, 165, 166.
 Labradores liliputien- ses, véase: Gusanos de tierra.
 Landsberg 112, 126, 307-310.
 Ley, véase: Años de miseria, Rotación y Temporales (Prados).
 Ley-Farming (Grandeza y fallos del), 144.
 — (Opiniones alemanas sobre el), 144, 197.

- Ley Farming (Opiniones inglesas sobre el), 143, 152, 153.
 — Subvenciones para el), 185.
 Leyes de la naturaleza, 185, 354.
 Véase también. Orgánicos (Abonos).
 Lógica cartesiana, 42.
 Luz (iluminación de las plantas), 57, 123, 205, 225, 235.
 Lluvias (Precipitaciones de), 55, 307-311, 346, 354, 355.

M

- Magnesio (Carencia en), 419.
 — asimilable, 366, 367.
 — efecto sobre sistema nervioso, 419, 420.
 Manchas de miseria, 156-158, 178, 179.
 Manganeso (Carencia en), 263, 264, 282.
 — (Influencia sobre la flora.)
 — (Contenido de las hierbas en), 286.
 — Antagonismo con el molibdeno, 302.
 — Influencia sobre trébol, 289.
 Medida para valorar la flora, 45.
 Mediterránea (Civilización), 414.
 Menteith (Lago del), 371.
 Mesofitas, 237.
 Mesopotamia, 403.
 Meteorismo, 191.
 Métodos de explotación, véase: Explotación.
 — de pastoreo, véase: Pastoreo.
 Mezcla sembrada (Influencia de la) sobre la flora, 91-116.

INDICE DE MATERIAS

- Microfauna del suelo, 171, 214, 333, 349, 350, 388.
 Microflora del suelo, 214, 333, 334, 388.
 Minerales (Elementos) del suelo, 178, 180.
 Véase: (Abonos), 233, 261, 418.
 Abonos. 233, 261, 418.
 Ministerio Británico de Agricultura, 136, 198.
 Miseria (Años de), véase: Años de miseria.
 — (Manchas de), 156-158, 178, 179.
 Molibdeno, hecho asimilable por gusanos de tierra, 380, 381.
 — influencia sobre la flora, 261, 287.
 — antagonismo con el manganeso, 302.
 — papel en los nódulos de las leguminosas, 261, 287, 380.
 — relación con el azufre, 301.
 Muck, 288.
 Muestraje de la flora, 45.
 Museo de Historia Natural de París, 171.
- N
- Naturaleza (Leyes de la), 186, 354.
 Nerviosos (Accidentes), 419, 421.
 Nilo, 404.
 Nitrammo, 94.
 Véase también: Nitrogenados (Abonos).
 Nitratos, 328-330, 365, 367.
 Véase también: Nitrogenados (Abonos).
 Nitrogenados (Abonos), peligros para la salud del animal, 314.

INDICE DE MATERIAS

- Nitrogenados. Aporte diferencial al principio del año, 80.
 — deben ser sostenidos por los abonos de fondo, 295-299.
 — influencia sobre la flora, 80-81, 247, 267, 291-330.
 — la naturaleza del abono nitrogenado y la flora, 268, 326, 330.
 — relaciones con métodos de pastoreo, 314-317.
 — (Influencia de las precipitaciones sobre la acción de los), 307-311.
 — influencia sobre el rendimiento de los pastos, 291-292.
 — distribución de los aportes en el transcurso del año, 316.
 — (Influencia del azufre), 300-306.
 — influencia sobre el trébol blanco, 291-319.
 — influencia sobre los gusanos de tierra, 373-374.
 Nivel de vida elevado (Zonas favorables a un), 406, 409.
 Nódulos de las leguminosas, 284, 300, 301.
- O
- Oligoelementos, 245, 264, 282-289, 367, 380, 381.
 Véase también nombres de cuerpos simples tales como: Boro, Cobre, etc.
 Orgánicos (Abonos), relación con abonos de fondo, 339.
 — influencia sobre la flora, 83-85, 216, 331, 342.

- Orgánicos (Estiércol), 180, 181, 247, 331-336, 416.
 — Purin, 83, 249, 332, 333, 337, 342.
 — tipos diversos, 331.
 — los de las ciudades no vuelven más al suelo, 416.
 — (Materia) del suelo, 166-169, 364.
 Orina, véase: excrementos.

P

- Parasitismo, 424.
 Pasteur (Instituto), 171.
 Pastoreo, alternación con la siega, 83, 85.
 — relación con aplicación de los abonos nitrogenados, 313-316.
 — Influencia sobre la flora, 47, 54-57, 63-67, 69-89, 117-128, 217, 234, 269, 270, 293, 297, 299, 315-317.
 — importancia desconocida, 39, 54, 63, 65-67, 69, 137, 269.
 — intensivo, 190, 234, 265, 269.
 — mejora los prados de siega, 82, 89, 247.
 Pastoreo racional, véase: racional (Pastoreo).
 Pastos permanentes, véase: permanentes (Pastos).
 Permanentes (Pastos), Microfauna de los, 177.
 Pastos permanentes; su rendimiento, 147, 197-200.
 — su resistencia a la sequía, 162, 163.
 — su superficie aumenta, 103, 187, 188.
 — (Vida en el suelo de los), 171-176.
 Pastos permanentes, véase: permanentes (Pastos).
 Permanentes (Pastos), Microfauna de los, 177.
 Pastos permanentes; su rendimiento, 147, 197-200.
 — su resistencia a la sequía, 162, 163.
 — su superficie aumenta, 103, 187, 188.
 — (Vida en el suelo de los), 171-176.
- Peso producido por cada una de las especies vegetales, 47.
 pH del suelo, 251-262.
 — véase también: Suelo.
 Pirámides, 405.
 Pisoteo del animal (Medios culturales ejercidos por), 203, 351.
 — Influencia sobre la flora, 203-213, 342.
 — Influencia sobre las umbelíferas, 342.
 — (Resistencia de las plantas individuales al), 207-213.
 — Influencia sobre el suelo, 203, 204.
 — Gran Pradera, 129.
 — Plantas (Competencia de las), 60, 96-102, 111-116, 157, 158, 162, 293, 320, 321, 338.
 — de cobertura (para nuevos sembrados de pastos), 103-110.
 — indicadoras (de las carencias del suelo), 264, 265, 288-289.
 Plasticidad de la flora, 126-128, 139, 140, 157, 158, 311, 330.
 Poder de retención en agua, 162, 164.
 Porcentaje de frecuencia de una especie, 45.
 Poros (Volumen de los) del suelo, 162, 164, 176.
 Potasas de Alsacia (Sociedad de), 279.
 Potas (Revista La), 192.
 Potásicos (Abonos), influencia sobre la flora, 267, 271-281, 295-298, 308.
 — causan carencia en magnesio, 418.

- Potásicos** (empleo con ácido fosfórico), 279, 281.
— influencia sobre el *trébol blanco*, 296, 308.
— véase también: **Minerales** (Abonos).
Prados temporales, véase: **Temporales** (Praderas).
Preferencias de la vaca, 134.
Progreso humano (Zonas de), 406.
Pueblos, agotamiento de su energía, 418.
— *indisciplinados* a causa de las carencias), 419.
— (Psicología de los), 421.
Puesta en hierba (al principio del año), 77-81.
Puntos (Cuadrado con) (estado de la flora), 46, 47, 106.
Purin, influencia sobre *azotobacter*, 337.
— influencia sobre las *umbelíferas*, 83-85, 337-339.
— pobre en ácido fosfórico, 333, 337.
— véase también: **Orgánicos** (Abonos).
- Q**
- Químicos** (Productos), herbicidas; insecticidas, 359-361.
- R**
- Racional** (pastoreo), influencia sobre la *flora*, 86, 89, 225-227, 269, 270, 314.
— su importancia, 268, 269.
Raíces desarrollo, 111, 120, 123-125.

- Raíces** (distribución en profundidad), 123, 124, 174, 237, 349.
Rastrilleo de los pastos, influencia sobre la *flora*, 343-355.
— (Opiniones diferentes sobre el), 343-347.
— influencia sobre el *rendimiento* de los pastos, 343-348.
Rastrillo de Laack, 344.
Regla de Oro de la naturaleza, 354.
Rendimiento de los pastos, 291, 317.
— (Rendimientos con y sin), 86-89.
— (Reticencias campesinas frente a la), 54, 75, 115-128.
— (Caracteres del *suelo* después de la), 97-105.
— (Subvenciones para la), 116, 117, 119, 128.
— (Vida en el *suelo* después de la), 106-114.
— véase también: **Años de miseria**, **Ley-Farming**, **Temporales** (Praderas).
Reposo (Tiempo de) de la *hierba*, 72-76.
Resistencia a la sequía de los *pastos*, 162, 163, 168, 169.
— de los *gusanos de tierra*, 368.
Retención (Poder de) en *agua*, 161-164.
Revolución forrajera (Confusión de ideas sobre la), 183.
Rhizobium, 284, 380.
Riego, 307-310.
Rizomas, 46.
Rotación de los pastos, 79.

- Rotación de los pastos** (**Años intermedios** de labores entre dos), 165.
— (Argumentos contra la), 140, 149-153, 170, 193-198, 337, 341, 342.
— (Carencia de los *animales* como consecuencia de la), 189-193, 200, 382.
— (Enseñanzas de la *ecología dinámica* para la), 192, 194.
— recomendada, 182, 184.
Rulado, influencia sobre la *flora*, 351-358.
— (Opiniones diferentes sobre la), 351-353.
— (Destrucción de la *cola de caballo* por la), 356-358.
— influencia sobre el *rendimiento*, 352, 355.
- S**
- Salud de los animales** en *prados temporales*, 189-192, 201, 382.
Selección de las plantas de pastoreo, *ma la adaptación* a las verdaderas condiciones, 91, 92, 136-138, 157, 180.
— (Animal olvidado después de la), 137.
— (Dificultades de la), 136-138.
— hecha sin tener en cuenta los métodos de *pastoreo*, 136-138.
Sensibilidad de las plantas de pastoreo al corte (véase: **Corte**).
Sequía (Resistencia a la), véase: **Resistencia**.

- Siega, alternación con pastoreo**, 83, 85.
— influencia sobre la *iluminación* de las *plantas*, 224.
— influencia sobre la *flora*, 120-125, 224, 226.
— mejora los *pastos*, 82.
— (véase igualmente: **Corte**).
Siembra (de pasto), (**Años de miseria** después de la) 141-200.
— (Evolución de la *flora* después), 91-116, 117, 140, 154-159.
— (Diversas formas de), 103-110, 129-135.
— (Planta de cobertura para), 103-110.
Siembra (Mezcla), influencia sobre la *flora*, 91-116.
Soil conservation service, 418.
Sombra de los árboles, 225, 231-235.
Standard de vida (Zonas favorables a un alto), 406.
Subirrigación, 249.
Submersión (Resistencia de las *plantas* a la), 238, 239.
Subvenciones para rotación de los pastos, 185, 186, 201.
Suelo, acidez, 197, 231, 245, 251, 264, 287, 329, 345, 347, 370, 373.
— véase también: **pH**.
— aireación, 204, 345, 350, 355.
— agregados estables al *agua*, 168, 169.
— caracteres físicos, 160-169.
— es la *causa principal* de los años de *miseria*, 160-169.

- Véase también: **pH**.
— influencia sobre las *civilizaciones*, 418-423.
— contenido en *aire*, 204, 353.
— en *dur* ecimiento, 165, 179.
— *agua*, 162-164, 178.
— *elementos minerales*, véase: **Minerales** (Elementos).
— influencia sobre *energía de los pueblos*, 418.
— *fertilidad*, 171.
— su relación con el *hombre* (vista a través de la *hierba*), 420.
— *humedad*, 163, 237-250.
— *muelle*, 163 - 166, 179.
— *microfauna*, 171, 214, 333, 349, 350, 388.
— *microflora*, 214, 333, 384, 388.
— *minerales* (Elementos), 178-180.
— *muerte*, 163, 178.
— *materia orgánica*, 166-169, 252.
— **pH**, 251-262.
— *fotografía bioquímica* por la *hierba*, 418.
— evolución de la *flora* 91-116, 117-140, 154-159.
— pisoteo, 203.
— volumen de los *poros*, 162, 164, 176.
— poder de *retención* en *agua*, 162-164.
— a *pis* on a miento, 164, 165, 176, 203-206, 345, 350-354.
— (Vida en el), 171-182, 194.
- Suicidio biológico de las masas ciudadanas**, 423.
Sulfato amónico, 267, 292, 308, 328, 330, 372.
Véase también: **Nitrogenados** (Abonos) y **Gusanos de tierra**.
Sulfato cálcico, efecto sobre *manganeso*, 301, 302.
— influencia sobre *trébol blanco*, 301, 305.
Superficie cubierta por una especie, 46, 47.
Superfosfato, 93, 219-267, 302.
— véase también: **Minerales** (Abonos).
- T**
- Tallos**, 95, 124, 158, 346.
Temperatura óptima para *gusanos de tierra*, 368.
Temporales (praderas o *Leys*), peligro para *animales*, 189-193, 200, 382.
— (Años de *miseria de los*), 141-200.
— (Aislamiento con), 182.
— (Confusión de ideas sobre los), 165, 183.
— influencia de la *mezcla sembrada*, 91-116.
— *rendimiento*, 141-153, 196-198.
— *sensibilidad* a la *sequía*, 162, 163, 195.
— caracteres de su *suelo*, 160-169.
— evolución de su *superficie*, 185, 187.
— (Gusanos de *tierra* en los), 171-182.

Temporales (véase también): Años de miseria, Ley-Farming y Rotación.

Tratamientos químicos, herbicidas, 359-361.

— e insecticidas, 361.

Trombosis, 418.

Turbosos (Suelos), 131, 245, 266, 386, 287.

U

United States Department of Agriculture, 405.

V

Vaca (Preferencias de la), 134.

Valor alimenticio del pasto, 47.

Valor (Índice de) de las plantas, 47.

Varietades de hierbas indígenas, 91-95, 133-135.

— *seleccionadas*, 142, 156, 157, 181.

Vegetales (Asociaciones), véase: flora.

Vida en el suelo, 171-182, 194, 196.

Vitamina C, 419-20.

Volumen de poros del suelo, 162, 164, 176.

INDICE DE MATERIAS

W

Wegener (Teoría de) y gusanos de tierra, 396, 400.

Welsh Plant Breeding Station, 59, 75, 95.

X

Xerofitas, 237.

Y

Yeso, véase: Sulfato cálcico.

Yorkshire Grassland Society, 197.

Z

Zinc, influencia sobre la flora, 283-287.