

Luiz Carlos Pinheiro Machado

# Pastoreo Racional Voisin

**TECNOLOGÍA AGROECOLÓGICA  
PARA EL TERCER MILENIO**

**editorial hemisferio sur**



Felices aquellos que pueden conocer la causa de las cosas.

*Virgilio (70 – 19aC) in Georgias II*

La opinión correcta no es menos útil que la ciencia.

*Sócrates (470/460 – 399 AC) in Diálogos de Platón  
(427-348/347 aC)*

La naturaleza toma conciencia de si misma, el hombre!

*F. Engels (1820 – 1895) in Dialéctica  
de la Naturaleza, p. 26.*

Mediante una criteriosa selección de los resultados de los experimentos con abonos artificiales, es posible, hoy en día, probar o negar cualquier cosa, o todas las cosas.

*Sir Albert Howard, in Testamento Agrícola, 1940.*

Nuestras ideas deben ser tan vastas como la naturaleza, si queremos interpretar la naturaleza.

*Sir. A. C. Doyle (1859 – 1930)*

Tu sabes que los bellos fragmentos nada hacen; la unidad, la unidad, todo está en ella.

*Gustave Flaubert (1821 – 1880)*

La sabiduría comienza con el nombre correcto de las cosas.

*Proverbio chino*

No grass, no cattle; no cattle, no manure; no manure, no crop; no crop, no life.

*Proverbio inglés*

Ciencia es el desarrollo del saber humano.

Pinheiro Machado, Luiz Carlos

Pastoreo racional Voisin : tecnología agroecológica para el tercer milenio . - 1a ed. 8a reimp. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Hemisferio Sur, 2019.

336 p.: il. ; 23x15 cm.

ISBN 978-950-504-576-1

1. Agronomía. 2. Pastoreo.

CDD 633.2

Título en español: Pastoreo Racional Voisin. Tecnología Agroecológica para el Tercer Milenio.

*Autor: Luis Carlos Pinheiro Machado*

*Doctor en Agronomía - Profesor del Curso de Pos-Grado en*

*Agroecosistemas de la Universidad Federal de Santa Catarina, Brasil.*

*Consultor Agropecuario*

*Título original: Pastoreio Racional Voisin. Tecnologia Agroecologica para o 3 milenio*

Traducido por: Ingeniera Agrónoma Silvia de Bargas

© Editorial Hemisferio Sur S.A.

1ª. Edición en español, 2004

8ª. reimpresión, 2019

Reservados todos los derechos de la presente edición para todos los países. Este libro no se podrá reproducir total o parcialmente por ningún método gráfico, electrónico, mecánico o cualquier otro, incluyendo los sistemas de fotocopia y fotoduplicación, registro magnetofónico o de alimentación de datos, sin expreso consentimiento de la Editorial.

IMPRESO EN LA ARGENTINA

PRINTED IN ARGENTINA

Hecho el depósito que prevé la ley 11.723

EDITORIAL HEMISFERIO SUR S.A.

Pasteur 743 - 1028 Buenos Aires - Argentina

Telefax: (54-11) 4952-8454

informe@hemisferiosur.com.ar

www.hemisferiosur.com.ar

ISBN 950-504-576-1 Editorial Hemisferio Sur S.A.

DEDICO A

*Silvia de Bargas, que tanto contribuyó con el contenido y la publicación de este libro.*

*Luiz Carlos Fº, al cumplir su "orden", ocho años después ... (... perpetúa tu trabajo, escribe ya, y repito YA, un libro sobre Pastoreo Racional Voisin.... Guelph, Canadá, 11/03/1995).*

*Omar Coré y Noemi Echarri, que creyeron, aún en la adversidad, y hoy disfrutan las bonanzas del PRV.*

*Cornelio (jefe de la Vaquería 117, Valle de la Picadura, Cuba) y Luiz (jefe del manejo del PRV del proyecto Alegría, Taquara, RS Brasil), modelos de interacción humano-animal.*

LCPM, verano, 2004.

## **Agradecimientos:**

A todos y cada uno de los productores de Argentina y de Uruguay que hicieron proyectos de Pastoreo Racional Voisin y Cría intensiva de Cerdos a Campo, el agradecimiento del autor y de la ing. agrónoma Silvia de Bargas.

# Índice

Bibliografía de André Voisin .....	XIII
Glosario .....	XVII
Prefacio .....	XXI
Prefacio del autor .....	XXIII

## *Capítulo 1*

### **INTRODUCCIÓN**

1.1	La pirámide de la producción .....	4
1.2	La evaluación del PRV .....	5
1.3	El impacto ambiental .....	6
1.4	Conceptos y definiciones relacionados con PRV .....	7
1.4.1	Concepto .....	7
1.4.2	Definiciones en PRV .....	8

## *Capítulo 2*

### **POR QUE EL PRV?**

2.1	Porque produce más por hectárea .....	11
2.2	Porque tiene menor costo por unidad de producto .....	12
2.3	Porque incrementa la fertilidad del suelo .....	14
2.4	Porque protege el ambiente, secuestra C a tasas altas y controla la erosión .....	20
2.5	Porque tiene un balance energético positivo .....	21
2.6	Porque produce alimentos limpios – producción orgánica .....	22
2.7	Porque respeta el bienestar animal .....	23
2.8	Porque torna viable la integración de factores .....	23
2.9	Porque es esencial para la agricultura sustentable y para la agroecología .....	23
2.10	Porque promueve una mayor ganancia económica real .....	25

## *Capítulo 3*

### **FUNDAMENTOS DEL PRV**

3.1	Principios de fisiología vegetal .....	27
3.2	Sistemas energéticamente abiertos .....	27
3.3	La fotosíntesis .....	28
3.4	Plantas C <sub>3</sub> y C <sub>4</sub> .....	30
3.5	La biocenosis .....	32
3.5.1	Los Indicadores .....	33

3.5.1.a	Los líquenes .....	33
3.5.1.b	Las termitas .....	34
3.5.1.c	Los escarabajos .....	34
3.5.1.d	Las lombrices .....	38
3.6	La trofobiosis .....	42
3.7	El ciclo etileno .....	43
3.8	Alelopatía y plantas compañeras .....	44
3.9	La transmutación de los elementos con baja energía .....	45
3.9.1	La teoría de Kervran .....	45
3.9.2	La posición japonesa .....	47
3.10	Las plantas indicadoras .....	48
3.10.1	El diálogo con la naturaleza .....	48
3.10.2	Porqué indicadoras .....	49
3.10.3	Las contradicciones Cebollín (cíperus; <i>Cyperus rotundus</i> ); escoba dura (guanxuma; <i>Sida rombifolia</i> ); gramón; senecio (senecio, flor amarilla; <i>Senecio brasiliensis</i> ); pasto horqueta; cardos ( <i>Cardus</i> sp, <i>Cirsium</i> sp., <i>Silybum</i> sp.); paja colorada ( <i>Schizachyrium</i> sp); quiebra arado; abrojo; carqueja ( <i>Baccharis genistelloides</i> ); chirca (chilca; <i>Dodonaea viscosa</i> ); pasto amargo; helecho; mío-mío ( <i>Baccharis coridifolia</i> ); Eragrostis; sorgo-de-alepo (sorgo de Alepo; <i>Sorghum</i> <i>halepense</i> ); chinchilla; otros indicadores. ....	51

#### Capítulo 4

### LEYES UNIVERSALES DEL PASTOREO RACIONAL

4.1	La sigmoidea .....	63
4.2	El punto óptimo de reposo y el reabastecimiento del sistema de reservas .....	65
4.3	Las leyes universales del pastoreo racional .....	67
4.3.1	Ley del reposo. ....	67
4.3.2	Ley de la ocupación .....	68
4.3.3	Ley del rendimiento máximo .....	69
4.3.4	Ley de los rendimientos regulares .....	71
4.4	Algunas implicancias de las leyes .....	72
4.4.1	El "arte de saber saltar". ....	72
4.4.2	Punto óptimo de reposo .....	73
4.4.3	La aceleración fuera de tiempo .....	79
4.4.4	Despunte y repaso .....	81

## Capítulo 5

### EL SUELO Y LA MATERIA ORGÁNICA

5.1	Estructura y porosidad .....	85
5.2	Las agresiones y sus consecuencias .....	86
5.3	La compactación del suelo en PRV .....	87
5.4	Los “años de miseria” .....	88
5.5	La erosión. ....	89
5.6	La materia orgánica – MO .....	90
5.6.1	La bosta. ....	92
5.7	Las raíces .....	94
5.8	fertilizantes correctivos, y agrotóxicos .....	96
5.9	La Ley de la fertilidad creciente .....	98
5.10	La ruta de la dependencia .....	101

## Capítulo 6

### EL AGUA – UN NUEVO CONCEPTO

6.1	El agua un nuevo concepto .....	103
6.2	Comportamiento de bebida .....	104
6.3	Necesidades del rodeo. ....	106
6.4	Cálculo de la hidráulica .....	107
6.5	Cálculo del bebedero .....	108

## Capítulo 7

### LA DIVISIÓN DEL ÁREA

7.1	Principios .....	111
7.2	El sistema viario .....	111
7.3	Las tranqueras .....	112
7.4	Número de parcelas .....	113
7.5	Superficie de las parcelas .....	113
7.6	Forma geométrica de las parcelas .....	114
7.7	Bebederos y saleros .....	115
7.8	Fichas .....	115
7.9	Área útil del proyecto .....	116
7.10	Alambrados .....	116
7.10.1	Escuelita .....	117
7.10.2	Energizadores .....	118
7.10.3	Cuidados a observar .....	119
7.10.4	Detalles constructivos .....	120
7.10.5	Alambrados móviles .....	123

## Capítulo 8

### **LAS PASTIURAS Y SU MANEJO**

8.1	Pasturas nativas y naturalizadas .....	123
8.2	Plantas forrajeras .....	128
8.3	Formación de las pasturas .....	128
8.3.1	Siembra sobre tapiz .....	129
8.3.2	Primer pastoreo .....	130
8.3.3	Siembra en bosta .....	130
8.3.4	Siembra vía sal .....	130
8.3.5	Peletización .....	131
8.4	Especies forrajeras .....	132
8.4.1	Gramíneas .....	132
8.4.2	Leguminosas .....	147
8.4.2.1	Leguminosas templadas .....	148
8.4.2.2	Leguminosas subtropicales e tropicales .....	152
8.4.3	Plantas tóxicas .....	158
8.4.4	Referencias bibliográficas .....	158
8.5	Manejo de las pasturas: parte aérea y sistema radicular. ...	159
8.5.1	El cambio de parcela .....	162
8.5.2	Tranquilidad del proyecto .....	163
8.5.3	Pasto en los caminos .....	164
8.5.4	Altura del remanente .....	164
8.5.5	Plagas y enfermedades .....	166
8.5.6	Manejo alto-bajo .....	166
8.5.7	Lo “pequeño en lo grande” .....	166
8.5.8	El uso del fuego .....	167
8.5.9	Confinamiento a campo .....	168
8.5.10	El efecto saliva .....	169
8.5.11	El efecto sequía .....	170
8.5.12	El efecto poda .....	171
8.5.13	El efecto ajedrez .....	171
8.5.14	Meteorismo .....	171
8.6	Compensación de las fluctuaciones estacionales .....	172

## Capítulo 9

### **LOS ANIMALES Y SU MANEJO**

9.1	Comportamiento de pastoreo de bovinos .....	179
9.2	Principios generales .....	182
9.2.1	Docilidad e integración. ....	182
9.2.2	Presencia de perros .....	183
9.2.3	Especies compatibles con el PRV .....	183

9.2.4	Organización de los rodeos .....	183
9.2.5	Tamaño de los rodeos .....	183
9.2.6	Despunte y repaso .....	184
9.2.7	Movimiento de los rodeos .....	184
9.2.8	Ingreso de los animales al rodeo .....	184
9.2.9	Plásticos .....	185
9.2.10	Reproducción .....	185
9.2.11	Terminación de tropas para venta .....	191
9.3	Ganado lechero .....	191
9.3.1	Diferencial de producción .....	191
9.3.2	Vacas-ama o nodrizas .....	192
9.3.3	Reflejo bosta-orina .....	193
9.3.4	Desmalezadoras biológicas .....	193
9.4	Otras especies .....	193
9.4.1	Búfalos .....	193
9.4.2	Ovinos .....	194
9.4.3	Caprinos .....	194
9.4.4	Cerdos .....	194
9.4.5	Aves .....	195
9.5	Sanidad .....	195

### *Capítulo 10*

## **EL PROYECTO**

10.1	El guión .....	199
10.2	Seriedad. ....	200
10.2.1	Plagiarios .....	200
10.3	Tamaño del proyecto .....	200
10.4	Índices a considerar .....	201
10.4.1	Evolución del rebaño .....	202
10.4.2	Índices biológicos .....	203
10.4.3	Necesidades cuantitativas – balance forrajero .....	204
10.5	Abrigos y rompe vientos .....	204
10.5.1	Abrigos. ....	204
10.5.2	Cortinas rompe vientos .....	205
10.6	Evaluación económica .....	207
10.7	Administración .....	207
10.7.1	Perfil del personal .....	208
10.7.2	Programa de estímulos .....	209
10.7.3	Observaciones meteorológicas .....	210
10.8	Implantación .....	210
	<b>EPÍLOGO .....</b>	<b>213</b>

*Capítulo 11*

<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>215</b>
<b>INDICE TEMATICO .....</b>	<b>229</b>
<b>INDICE DE NOMBRES CIENTIFICOS .....</b>	<b>245</b>
<b>INDICE DE AUTORES .....</b>	<b>251</b>
<b>LAMINAS .....</b>	<b>196</b>

## *André Voisin*

(Biografía resumida a partir de material cedido  
por la viuda de André Voisin)



*(Nació en Dieppe, Francia, el 7 de enero de 1903 y falleció en La Habana, Cuba, el 21 de diciembre de 1964).*

Se graduó en Física y Química en la Escuela Superior de Física-Química de París, con la calificación más alta, superando a la de Madame Curie. Diplomado en la Universidad de Heidelberg, Alemania; Cruz de Combatiente Voluntario, Cruz de Guerra, Estrella de Plata; Oficial de Guerra de 1ª Clase de la Armada Francesa (2º Guerra Mundial – 1939-1945); Cruz del Mérito Agrícola; Doctor Honoris Causa de las Universidades de Bonn, Moscú, Lavale y La Habana; laureado por la Academia de Ciencias de Francia y por la Academia Veterinaria de Francia. Hijo de una familia campesina, como él solía referir, hizo sus estudios primarios en Dieppe y secundarios y superior en París. De 1926 a 1939, trabajó en una fábrica de neumáticos, en la que desarrolló un método de cronometraje del trabajo. En 1939, cuando estalló la 2ª Guerra Mundial, Voisin deja el cargo de Director de esa industria y se enrola en la Marina Francesa, sirviendo en la base de la entonces colonia francesa de Argel, en Argelia. Habiendo participado en varias acciones en el mar, resultó herido gravemente en una de ellas. De regreso a Francia,

participó de varias acciones en territorio francés, y después de la ocupación de las tropas nazis, emigró a Inglaterra. Regresó a Francia en octubre de 1940, para ocuparse de la administración de una finca de 130 ha en Gruchet-sur – Arques-la-Bataille, que sería su campo experimental, “Le Talou”. Allí comenzó a ocuparse de los pastos, e instaló la primera rotación de pasturas, que le permitió aumentar en un tercio el número de animales. Investigadores y criadores de diversos lugares del mundo concurrieron a “Le Talou” para observar la obra de Voisin. Desde 1948 hasta 1962, cuando Voisin cesó su trabajo en “Le Talou”, recibió visitantes ingleses, irlandeses, españoles, alemanes, norteamericanos, japoneses, soviéticos, belgas, suizos, italianos, austríacos, canadienses, polacos, húngaros y búlgaros.

En 1944, delegó la dirección de “Le Talou” en su esposa, madame Marthe Rosine Voisin, y se enroló nuevamente en la lucha contra el nazismo, incorporándose al Regimiento de Fusileros Navales, participando de diversas campañas, que lo hicieron merecedor de la Cruz de Combate Voluntario y, por su acción en el comando de una misión por la toma de Strasbourg, recibió la Cruz de Guerra, con la estrella de plata, el 15 de febrero de 1945. En ese mismo año, recibió por segunda vez la Cruz del Mérito Agrícola.

Terminada la guerra, Voisin volvió a su granja y organizó una cooperativa de “productores de leche limpia, sana y natural”, una cooperativa modelo, la Cooperativa de “Le Talou”.

En septiembre de 1954, Voisin deja sus responsabilidades administrativas en la cooperativa y su cargo de Presidente de la Federación Departamental de las Cooperativas Lecheras de Seine-Maritime, donde, según él, logró más enemigos que amigos.

Voisin se consagra por completo, entonces, al estudio de las pasturas en su finca, acumulando documentos y poniéndolos a prueba con sus propias experiencias.

En 1951, formó parte de una misión francesa oficial a los Estados Unidos, de la cual publicó un informe titulado “Producción forrajera – Misión francesa a los Estados Unidos”.

A partir de entonces, es solicitado para dictar conferencias en el extranjero, y lo hace en Inglaterra, Irlanda y Alemania; es nombrado profesor extraordinario de la Escuela de Veterinaria de Francia, en Maison-Alfort. En 1956, es electo miembro correspondiente de la Academia de Agricultura de Francia. En 1957, publicó simultáneamente en Francia, Alemania e Inglaterra, su primera obra científica, “Productividad de la hierba”, hoy publicada en 14 idiomas, inclusive en portugués, con traducción dirigida por el prof. L.C. Pinheiro Machado. En el año siguiente, fue electo miembro de la Academia de Agricultura de Francia y publicó, en colaboración con el veterinario André Lecomte, “La vaca

y la hierba”. En noviembre de 1959, recibió el premio Nicolas Zoorikine de la Academia de Ciencias de Francia y, en el mismo año, publicó “Suelo, pasto y cáncer”. En 1960, publicó “Dinámica de los pastos” y recibió el título de Doctor Honoris Causa de la Universidad de Bonn, Alemania.

En 1962 coordina con su editor en Londres la fundación y dirección de la colección internacional “Aspectos de la Nutrición animal y humana”, que publicó diversas obras de renombrados científicos internacionales. En 1963, es galardonado por la Academia Lenin de Ciencias Agrícolas de Moscú, URSS, cuando estudia la lengua rusa para “poder leer y estudiar los textos originales de las obras científicas y facilitar las relaciones humanas”. En ese mismo año aparece la “Tetania de los pastos”. En noviembre-diciembre de 1963, Voisin dicta una serie de cursos en la Universidad Laval de Quebec, Canadá, de donde surge la publicación de “Las nuevas leyes científicas de la aplicación de los abonos”.

En diciembre de 1964, por invitación personal del presidente Fidel Castro, Voisin fue a Cuba, para dar un curso en la Universidad de La Habana. El curso comenzaba el 9 de diciembre y, para sorpresa de Voisin, Fidel se encontraba entre los participantes y en el inicio del curso, ya estaba impresa en español su última obra, “Influencia de los Suelos sobre el animal a través de la planta”. Durante esa estadía, Voisin recibió el título de Doctor Honoris Causa de la Universidad de La Habana.

El día 21 de diciembre de 1964, Voisin almorzaba con su esposa Marthe Rosin Voisin, a quien hizo la siguiente confidencia: “Hoy daré la mejor conferencia de mi vida”. Durante el descanso que siguió a ese almuerzo, André Voisin tuvo un fulminante infarto de miocardio, que le quitó la vida en pocos minutos.

Voisin, cuyos restos mortales están sepultados en el Cementerio Colón, de La Habana, llevó así su mejor conferencia a la eternidad.



## GLOSARIO

acre	0,4 ha
AT	red eléctrica de alta tensión
ATP	trifosfato de adenosina
B	boro
BT	red eléctrica de baja tensión
C	carbono
Ca	calcio
cab	cabeza
cal	caloría
CH <sub>4</sub>	gas metano
CIDASC	Compañía de Desarrollo Agrícola de Santa Catarina
cm	centímetro
Co	cobalto
CO <sub>2</sub>	anhídrido carbónico; gas carbónico = (27,27% de C + 72,73% de O)
CTC	(CIC) capacidad de intercambio catiónico
Cu	cobre
d	día
DDT	diclorodifeniltricloroetano
El <sub>l</sub>	(EN <sub>l</sub> ) energía neta de lactación
El <sub>m</sub>	(EN <sub>m</sub> ) energía neta de mantenimiento
El <sub>p</sub>	(EN <sub>p</sub> ) energía neta de producción
Purgar	acción de retirar el aire de las ondulaciones de la cañería hidráulica
Fe	hierro
g	gramo
Gt	giga (10 <sup>9</sup> ) tonelada
H	hidrógeno
h	hora
ha	hectárea
IA	inseminación artificial
INRA	Institute National de la Recherche Agronomique (Francia)
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change

J	.....	Joule = 0,239 cal
K	.....	potasio
kcal	.....	kilocaloría = 1.000 cal
kg	.....	kilo
lb	.....	libra = 0,453 kg
LN	.....	latitud norte
LS	.....	latitud sur
m	.....	minuto o metro, según el contexto
Mcal	.....	mega caloría = 1.000.000 cal = 1.000 kcal
meq	.....	miliequivalente
Mg	.....	magnesio
mg	.....	miligramo
ml	.....	mililitro (= 1cm <sup>3</sup> )
Mn	.....	manganeso
MO	.....	materia orgánica
Mo	.....	molibdeno
MS	.....	Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, según el contexto
MS	.....	materia seca
N	.....	nitrógeno
N <sub>2</sub>	.....	nitrógeno molecular
N <sub>2</sub> O	.....	óxido nitroso
Na	.....	sodio
O <sub>2</sub>	.....	oxígeno
P	.....	fósforo
Pastoreo	.....	encuentro de la vaca con el pasto (Voisin) comandado por el humano (LCPM)
PCBs	.....	bifenilos policlorados - familia con 209 agentes químicos entre los cuales hay graves contaminantes ambientales (Colborn <i>et alli</i> , 2002)
Potrero, piquete, parcela	.....	producto de la DIVISIÓN del área para viabilizar el PRV
ppt	.....	precipitación pluviométrica total
PR	.....	Estado de Paraná, Brasil
PRV	.....	Pastoreo Racional Voisin
pv	.....	peso vivo

RS .....	Estado de Rio Grande do Sul, Brasil
S .....	azufre
s .....	segundo
SARGS .....	Secretaría de Agricultura de Rio Grande do Sul
SC .....	Estado de Santa Catarina, Brasil
Se .....	selenio
SGF .....	The Stockman Grassfarmer, periódico norteamericano
Si .....	silicio
SMD .....	Sistema Métrico Decimal
SP .....	Estado de São Paulo, Brasil
t .....	tonelada
UA .....	Unidad Animal, equivalente a un bovino de 450 kg
UFRGS .....	Universidad Federal del Rio Grande do Sul
UFSC .....	Universidad Federal de Santa Catarina
UGM .....	Unidad de Ganado Mayor, equivalente a un bovino de 500 kg
Vaca .....	expresión usada por Voisin como sinónimo de bovino
Zn .....	cinc



## PREFACIO

Siempre será motivo de mucha honra escribir el prefacio de un libro del Prof. Pinheiro Machado. Este es, sin duda alguna, un libro especial, y por ello, más allá de la honra tengo la sensación de un compromiso de gran responsabilidad. En esta obra, se encuentran sintetizadas, de forma didáctica, clara y objetiva, las tesis que el profesor viene desarrollando, profundizando, perfeccionando y defendiendo de forma contundente a lo largo de su vida.

El libro enseña de forma detallada y con un lenguaje fluido y muy comprensible, a implantar, desarrollar y obtener resultados con el PRV en las condiciones predominantes de la cría en Brasil y en América Latina. Esto ya justificaría sobradamente la publicación, pues existe esta laguna en la bibliografía. Los libros de Voisin, ya traducidos en Brasil bajo la coordinación del propio Prof. Pinheiro a partir de 1974, presentan las bases del método, pero fueron escritos para la realidad europea. Ahora, el Prof. Pinheiro sistematiza los resultados de aproximadamente 40 años de trabajo con la teoría de Voisin: fueron centenares de proyectos de diferentes dimensiones en las más diversas regiones fisiográficas del Brasil y de diversos países latinoamericanos, enseñanza para diferentes camadas de grado y posgrado, numerosos trabajos de investigación y extensión, y muchas conferencias, debates y publicaciones. Por lo tanto, este era el libro que todos esperábamos para orientar el PRV en Brasil de forma correcta.

Pero el libro es mucho más. En él, el profesor analiza los principales problemas atinentes a la agricultura en la actualidad. Señala los errores cometidos, en la mayoría de los casos intencionalmente, por los dirigentes de la Nación, al adoptar modelos que llevaron a la dependencia, a la dilapidación de los recursos naturales, a la contaminación de las aguas, al envenenamiento de los alimentos, al empobrecimiento del hombre de campo, al éxodo rural, al crecimiento de las ciudades y sus problemáticas consecuencias de abastecimiento de agua, energía eléctrica, alimento, transporte y seguridad. Crea expresiones, como «ruta de la dependencia» y propone soluciones como la que denomina «la agricultura ecológicamente correcta, económicamente viable y socialmente justa». Es oportuno decir que muchos ya intentaron apropiarse de esta última expresión, pero la autoría es del Prof. Pinheiro. El énfasis en los aspectos ecológicos del suelo y en como desencadenar la biocenosis del mismo, el nuevo concepto para las «invasoras», «plantas indicadoras», la teoría de la trofobiosis, la transmutación de elementos a baja energía, la utilización de los recientes conocimientos en etología para el manejo correcto de los animales,

son algunos de los tópicos tratados, no como teorías distantes para demostrar erudición, sino para resolver los problemas del día a día de los agricultores, de la agricultura y del País.

Es un libro contundente, innovador, revolucionario; es una obra de uno de los más ilustres agrónomos brasileiros de todos los tiempos. Es lectura obligatoria para quien busca, no sólo una forma moderna y eficiente de manejar los pastos, sino principalmente salidas para el atolladero al que fue sometido tanto la agricultura como la nación brasileira.

*Prof. M. L. Vincenzi*

Profesor Titular de Forrajicultura de la  
Universidad Federal de Santa Catarina  
Florianópolis-SC

## PREFACIO DEL AUTOR

Este libro es hijo de la necesidad.

Cuando inicié la división del campo en potreros en el proyecto Alegría, Taquara, RS, en 1964, lo hice por necesidad: comprendí que la producción lechera (y de carne) sólo es sustentable económica, energética, ambiental y socialmente, si se realiza sobre la base de pasto; en 1974, en el proyecto Pujol, Barra Bonita, SP, introduje el concepto de que el agua vaya al animal y no el animal al agua, y lo hice por necesidad. Cuando creé las “desmalezadoras biológicas”, para que actuaran en lugares donde es inviable la mecanización, lo hice por necesidad. Cuando en Cuba desarrollé el concepto de camino perimetral y el de un bebedero circular para cuatro parcelas, lo hice por necesidad. Cuando vi consagrado el concepto del manejo racional de los pastos como consecuencia del fracaso de los métodos convencionales utilizados, a pesar de toda la presión en contra, y al observar que algunos principios sanos a veces son usados para fines indebidos, sentí la necesidad de escribir este libro...

En razón del fracaso internacional de los métodos convencionales y del éxito creciente del pastoreo rotativo racional, día a día aumenta la preocupación de los profesores de los cursos agrícolas, y, en diversos niveles, por el uso de la práctica de una agricultura (tanto animal, como vegetal) sustentable, agroecológica. Contradictoriamente, sin embargo, casi toda la literatura disponible se orienta hacia la producción convencional, consumista y reduccionista. Este texto tiene, también, la modesta pretensión de sumarse a las enseñanzas de Darwin, Howard, Russell, Voisin, Fukuoka, Aubert, Savory, Kervran, Chaboussou y algunos otros autores, en el sentido de ofrecer a los profesionales de la agricultura, en sus diversos escalones, un material para la reflexión que contenga la solución técnica de los problemas agrícolas, a partir de una óptica y una ética inversas a las convencionales, realmente agroecológica. O sea, trabajar sobre las causas y no sobre las consecuencias. Esto, a partir del concepto termodinámico de que sólo es posible tener grandes producciones, a partir de grandes aportes energéticos, sólo que estos deben provenir de la energía solar, a través de la fotosíntesis y de la extraordinaria actividad biológica del suelo, que no deja de tener como fuente primera la propia energía solar. Es el atendimento de una necesidad más...

Lo que pretendí hacer a lo largo de estas páginas fue escribir un libro, exponiendo lo que sé sobre el tema, porque siento la necesidad

de generalizar la experiencia adquirida en el estudio de numerosos textos y en su aplicación en más de 200 proyectos, abarcando cientos de miles de hectáreas en varios países, en especial en Brasil y Argentina, durante los últimos 39 años.

Cuando, en 1970, fundé el Instituto André Voisin y creé la expresión Pastoreo Racional Voisin, tuve la intención de incorporar a la metodología de manejo de los pastos más moderna, más eficiente y más económica, un homenaje póstumo a André Voisin, el genial creador de las cuatro leyes universales del pastoreo racional.

La agronomía convencional y, por extensión, la ciencia convencional, han adoptado como conducta de investigación, solucionar problemas. La investigación sobre las causas de esos problemas, principalmente de su contexto generador, es omitida. Si así no fuera, ¿como explicar el aumento creciente de plagas y enfermedades en los cultivos, la presencia de residuos de DDT y PCBs dañinos en concentraciones de una parte por trillón, hasta en animales polares, la seria reducción de la biodiversidad, la creciente contaminación ambiental con el peligroso aumento del “efecto invernadero”, la grave dilapidación de la fertilidad de los suelos y tantas otras acciones y consecuencias negativas y nefastas, muchas de ellas irreversibles, de una tecnología aparentemente de “resultados”?

Para que se entienda y se acepte el contenido y la lógica de este libro, es indispensable una aclaración preliminar, porque, en muchas situaciones, los conceptos, definiciones e indicaciones, son exactamente lo opuesto de aquello que es enseñado por la agronomía convencional, parafraseando a Kingsberry.

Es que la agronomía convencional, particularmente a partir de los conceptos de Justus von Liebig, a mediados del siglo XIX, han sido un instrumento de venta de la industria de máquinas, productos y servicios. La investigación agronómica oficial — y esto es mundial y no sólo de Brasil — ha sido invariablemente orientada en el sentido de encontrar soluciones a los problemas, y no de evitarlos. Esta ideología ha formado a los millares de agrónomos que en todos los países del mundo (y aquí, lamentablemente, no hay excepciones) desarrollan sus actividades profesionales de enseñanza, investigación, extensión y producción. La consecuencia axiomática de este cuadro, es que los profesionales de la agronomía, que, en su casi totalidad, actúan de buena fe y honestamente, de acuerdo con lo que les fue enseñado en las universidades, aún continúan preconizando tecnologías

destructoras, de las cuales el ejemplo más reciente es la fracasada revolución verde. Observo, sin embargo, un creciente movimiento entre los profesionales de la agronomía, especialmente entre los jóvenes y estudiantes, en un sentido diametralmente opuesto que busca desarrollar conductas agroecológicas y sustentables. Hay, también, en contrapartida, un pequeño grupo dirigente que conoce perfectamente la esencia de la cuestión y que son los que usufructúan la quiebra de millones de productores en todo el mundo. Ya en USA, en el período de 1985 a 1989, informaba su Consejo de Investigación que quebraron más de 200.000 agricultores y, en Brasil, en los últimos ocho años (1994-2002), los productores rurales sufrieron una descapitalización del 44.4%.

Los promotores de esta ideología, que se enriquecen cada vez más a costa de la desgracia económica de los productores, de la dilapidación ambiental y del agravamiento de la marginalidad social, estarán en contra de lo que escribo y seguramente desencadenarán campañas de descrédito, como hasta ahora han hecho. Estarán conmigo los profesionales y productores que como yo, buscan y desarrollan tecnologías limpias, capaces de minimizar las perversas dificultades sociales y de generar ganancias para los productores.

Si esto no fuera verdad, cómo explicar la verdadera sepultura de los notables descubrimientos del efecto saliva, de la transmutación de los elementos a baja energía, del ciclo etileno, de la acción solubilizadora del ácido carbónico, de la importancia crucial de la materia orgánica y de la biología del suelo, de las obras de Howard, de Voisin, de Russell, de Fukuoka y tantos otros.

Recuerdo la máxima de Claude Bernard: "Cuando el hecho está en contradicción con la teoría reinante, aunque ésta sea defendida por eminentes figuras, nos quedamos con el hecho". El Pastoreo Racional Voisin es el hecho.

Como se ve, éste no es un libro convencional. Por lo menos ésta es la intención de su autor. En la medida de lo posible y de la disponibilidad de información, traté de estudiar los fundamentos, las bases de los diferentes procesos y fenómenos, para, entonces, actuar en la práctica del proceso productivo, en el manejo del suelo, de los pastos, de los animales, bajo el comando del humano. La esencia conceptual de este libro es la maximización de la captación de energía solar, que no tiene costo, es infinita en términos humanos y no contamina el ambiente, con su transformación, por los agentes intermediarios, en energía bio-

lógica, esto es, en carne, leche, lana, cuero, trabajo y demás utilidades limpias para la satisfacción de las necesidades de la humanidad.

Así, las cuestiones de manejo serán analizadas a partir de principios que sean aceptables económica, técnica, energética, ambiental, administrativa, política, etológica, social y culturalmente. La finalidad es ofrecer a los productores, profesionales, estudiantes y, principalmente, a los investigadores, herramientas para la producción de alimentos y materias primas limpias a bajo costo, sin contaminación ambiental. Enfatice la participación de los investigadores, porque la investigación convencional no ha producido las numerosas informaciones que una conducta volcada a los verdaderos intereses de la producción espera y necesita.

El Pastoreo Racional Voisin — PRV — como se pretende presentar en este libro, de la forma como ha sido implementado en numerosos proyectos y en varios países, es incompatible, antagónico e irreconciliable con los procedimientos convencionales.

Es, también, irreconciliable con el procedimiento de aquellos que, haciendo una grosera división de área y usando un lenguaje engañoso, procuran sacar provecho del alto concepto alcanzado por el PRV. Es necesario separarlos de los que han aplicado dialécticamente los principios del manejo racional de los pastos y los conservan actualizados y ampliados con la incorporación de nuevos avances científicos.

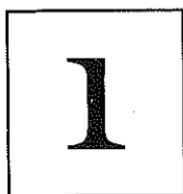
Entre los nuevos conceptos que incorporamos al PRV, menciono el proyecto; tener a la energía solar como principal insumo; el respeto al bienestar animal; el de que el agua vaya al animal con la disponibilidad en cada parcela; el del efecto saliva; el de las dimensiones y forma geométrica de las parcelas; el del sistema viario y de corredores perimetrales; el de paisajismo; el de la transmutación de los elementos y el incremento de la fertilidad del suelo; el de la Ley de la fertilidad creciente; el del efecto biocatalizador de la materia orgánica; el del ciclo etileno; el del confinamiento a campo, el de las desmalezadoras biológicas y tantos otros. Es indispensable destacar en este proceso el aporte de nuevos conocimientos, oriundos de la participación y de la colaboración de muchos profesionales, productores y trabajadores del campo, contribución con la más alta calificación científica el productiva.

Las tecnologías, independientemente de sus objetivos, deben ser aplicadas en su totalidad.

Una tecnología aplicada por la mitad, el parcialmente, produce resultados incompletos o negativos. Esto es particularmente verdadero para el PRV: o se implementa un proyecto que contemple todas sus exigencias, o no se hace. Aplicar media tecnología es como usar la mitad de la dosis de un antiparasitario, con la ilusión de “gastar menos”. Simplemente, el producto no hace el efecto previsto y la parasitosis aumenta... Así es con el PRV. Hay una tendencia de algunos productores, y aún de técnicos, de aplicar media tecnología. Hacer un “voisincito”, dicen. El resultado, siempre es el fracaso; de ahí el descrédito al verdadero proceso.

En casi 40 años haciendo, implantando y divulgando PRV, he recibido millares de preguntas. Este libro tiene la pretensión de dar respuesta, si no a todas, por lo menos a la mayoría de ellas. Mi objetivo es transmitir esa vivencia para colaborar en la difusión del método, manteniendo immaculados los principios y las enseñanzas de André Voisin.

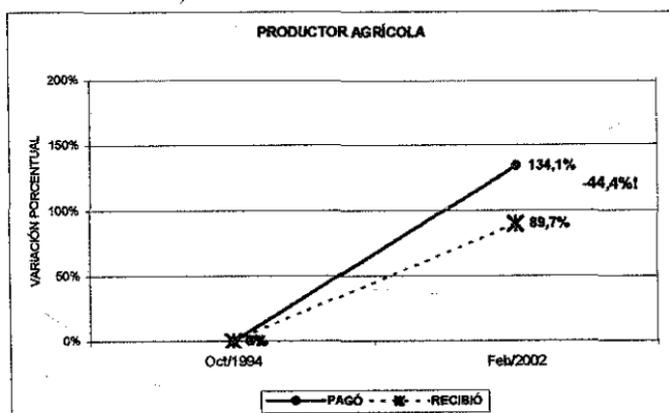




# Introducción

*Pastoreo es el encuentro  
de la vaca con el pasto (Voisin)  
comandado por el humano (LCPM).*

La ciencia y la tecnología convencionales, que han sido la conducta de la agronomía en los últimos 150 años, llevaron a la dilapidación de los recursos naturales, con las consecuencias exhaustivamente reveladas, analizadas y discutidas por numerosos autores, prácticamente en todos los países del mundo: erosión, éxodo rural y marginalidad urbana, concentración de la renta, pobreza y crisis social, ambiental y energética. El fracaso del paradigma convencional se retrata en el cuadro creciente de los fracasos de los productores agrícolas – tanto de animales como de vegetales -. Datos de la Fundación Getúlio Vargas informan que desde octubre de 1994 a febrero de 2002, los productores agropecuarios brasileños sufrieron una descapitalización del 44,4%!



FUENTE: Fundación Getúlio Vargas, 2002.

Gráfico 1/1 – Entre los años 1994 y 2002, los productores agrícolas brasileños sufrieron una descapitalización del orden del 44,4%. Prueba irrefutable de la incapacidad de los métodos convencionales de generar resultados económicos positivos para los productores rurales.

A pesar de eso, los procedimientos contaminantes y capital intensivos, con el empleo de productos de síntesis química — fertilizantes y agrotóxicos — cuyas materias primas son finitas, y las técnicas agresivas de manejo y uso del suelo continúan siendo utilizadas, en razón de una propaganda masiva y también porque los resultados productivos de su uso, aunque engañosos, aparecen inmediatamente. Lo que no aparece inmediatamente son las consecuencias nocivas para la economía del productor, para la salud del ambiente y para la tranquilidad de la sociedad.

Cuando se propone una conducta protectora del ambiente, capaz de recuperar el suelo y de producir resultados económicos positivos, reales y permanentes para el productor, pero que demanda un cierto tiempo para que manifiestar los resultados, esta conducta encuentra dificultades para generalizarse, porque contra ella se pronuncian los ideólogos de la agronomía convencional, apoyados por los fabricantes y vendedores de los llamados “insumos modernos”. Esta es una de las razones por la que el Pastoreo Racional Voisin, a pesar de ser la tecnología de manejo de los pastos más moderna, más eficiente y más lucrativa, no se ha generalizado con la rapidez que sería deseable, ya que hay que respetar y esperar los tiempos: una gestación bovina lleva nueve meses y, si quisiéramos un ternero, hay que esperar ese tiempo.

Históricamente, ha habido una tendencia a la reducción en los precios recibidos por los productos agrícolas a nivel de productor primario y un aumento progresivo en los precios de los insumos y maquinarias pagados por los productores. Los datos de la FGV muestran que en Brasil, en los últimos ocho años, mientras los precios recibidos por los productores agrícolas aumentaron en 89,7%, los precios de productos e insumos pagados por los productores subieron un 134,7%, con una descapitalización de los productores, como he citado, del 44,4%. Esta distorsión económica ha llevado a la quiebra a millones de productores en todo el mundo (NRC, 1989). Si a los costos de los productos agrícolas se incorporaran aquellos relativos a sus externalidades<sup>1</sup> ambientales, costos de la dilapidación ambiental pagados por toda la sociedad, el cuadro sería mucho más grave y poquísimas actividades convencionales sobrevivirían más allá de una campaña. Imaginen si los productores de animales confinados, incorporasen en sus costos la protección ambiental para impedir la contaminación de las fuentes de agua y del aire! Ciertamente no sobrevivirían, y lo mismo ocurriría con la producción vegetal.

Es el caso de la contaminación de los manantiales, del efecto residual de los agrotóxicos, de la menor captura de dióxido de carbono, de la desertificación, de la reducción de la biodiversidad y otros.

Pero comparando la producción vegetal convencional con el PRV, la situación es diferente. El PRV, además de generar resultados económicos competitivos, enriquece el componente del capital natural suelo, produce un impacto ambiental mínimo, con una alta tasa de secuestro de C, y un mínimo o nulo impacto sobre la biodiversidad, maximiza la captación y la transformación de la energía solar, cuyo costo y contaminación son exiguos.

1. Se denomina externalidad ambiental a los efectos de la actividad económica sobre el ambiente que son externos a sus parámetros y que no son computados en los costos de la actividad, sino que son delegados en la sociedad. Un ejemplo es la contaminación de un río por la actividad industrial. La limpieza del río es pagada por toda la sociedad. Otro ejemplo, más contundente, es la emisión de dióxido de carbono de las industrias que utilizan carbón fósil, y de la quema de combustibles de los vehículos automotores. Estas emisiones aumentan el agujero de ozono. En este caso, paga la humanidad. La identificación de estos fenómenos de derrame, hoy llamados externalidades, fue hecha por el inglés. A.C. Pigou, en 1920 (Costanza et al., 1999).

Es inviable que un país o región tenga exclusivamente producción animal. Es indiscutible la importancia y la necesidad de la producción vegetal, particularmente de granos. Por ello, no se puede pretender la utilización exclusiva de las áreas útiles para la producción animal, aunque ésta sea más conveniente financiera, ecológica, energética y ambientalmente. En las actuales condiciones, la casi totalidad de los establecimientos se destinan a producción vegetal, a partir de la agresión al suelo (arados, rastras, subsolados y otros) y con la incorporación masiva de insumos de síntesis química, tanto fertilizantes como agrotóxicos. Estas prácticas y productos generan, además de dependencia, efectos deletéreos en la estructura y en la vida del suelo, intoxicándolo.

En función de la necesidad esencial de la producción vegetal, la sucesión o asociación animal / vegetal pasa a ser la mejor conducta para lograr una actividad equilibrada, capaz de proteger el ambiente, manteniendo el necesario beneficio económico.

En este sentido, para realizar una producción vegetal, el primer paso debe ser la implantación en el área de un proyecto PRV. Con esto se desintoxica el suelo, y su fertilidad es recuperada. Con el cambio radical del ecosistema (salir de un monocultivo vegetal y pasar a las pasturas / animal), las plagas y enfermedades de los cultivos agrícolas pierden su ambiente y sus fuentes de nutrición, dejando de ser predatoras, como explica la teoría de la trofobiosis de Chaboussou. Al cabo de cuatro a seis años de uso del área con PRV, se retorna a los cultivos agrícolas, ahora en suelo recuperado y con un ambiente inapropiado para los predadores de esos cultivos. Después de cuatro a cinco años de cultivos con siembra directa, pero sin herbicidas, se vuelve al PRV, y así sucesivamente. Este es un manejo ya en ejecución en más de 30,000 ha.

Cuando no hay necesidad social o económica de hacer agricultura, el PRV es la alternativa más eficiente, porque, además de no comprometer la calidad ambiental y mejorar la fertilidad del suelo, genera una apreciable renta por hectárea, con menor uso de máquinas y de insumos industriales, menor utilización de mano de obra y menores riesgos. Esta verdad que vengo predicando desde hace casi 40 años, enfrentando incredulidad, incompreensión e infamias de todo orden, hoy está cada vez más consagrada, como testimonian Hawken *et al*, 2000, p.194, al registrar el progreso del pastoreo rotativo de administración intensiva — PRAI — (uno de los muchos nombres usados en los Estados Unidos de América del Norte, para identificar al PRV) en el Oeste norteamericano, “donde pasó a ser la práctica más innovadora y de mas rápido crecimiento de la ganadería”. Y agregan: “Entre 1993 y 1997, período en que Wisconsin perdió dieciocho por ciento de las fincas lecheras, las operaciones del PRAI aumentaron de tres quintos a cerca del quince por ciento toda la producción de leche del Estado”. Es necesario destacar que el PRV fue llevado a los Estados Uni-

dos, en el inicio de la década del 80, por el profesor William Murphy, de la Universidad de Vermont, quien lo conoció en Rio Grande do Sul, Brasil, mientras realizaba su tesis de doctorado.

### 1.1. LA PIRÁMIDE DE LA PRODUCCIÓN

El proceso de la producción animal, inclusive en PRV, está ordenado de acuerdo con una sistemática de prioridades, como se ve en la figura 1/1 – Pirámide de la producción. Estas prioridades son todas igualmente indispensables. La base de la pirámide de la producción es la sanidad y la alimentación. Estos son los dos factores fundamentales del proceso productivo, y están íntimamente vinculados. Un animal sólo puede estar saludable si se encuentra bien nutrido, y sólo responderá a la alimentación si tiene buena salud. El pasto y el agua son las bases de la alimentación bovina. Por lo tanto, toda la atención debe ser centrada en la formación de una pastura de calidad y de alta productividad, y en la provisión de agua potable abundante y accesible. Buena sanidad y alimentación se complementan con buenas instalaciones y adecuado manejo del ganado. En la cima de la pirámide, el mejoramiento genético es el factor de maximización, a nivel del animal, del aprovechamiento de la base de alimentación. Es frecuente ver a productores comprando en remates o ferias toros de alto precio, sin tener en sus establecimientos un mínimo de alimentación, sanidad, instalaciones y manejo. Es dinero malgastado, porque quieren estar en el último escalón, sin tener preparados los anteriores.

El proceso productivo debe ser conducido, respetando el bienestar animal, para que la explotación sea racional, tanto por razones éticas y morales, como por el aumento de la eficiencia de la producción bovina. Es oportuno resaltar que el respeto al bienestar animal está intrínsecamente asociado a la calidad biológica superior de los productos, a mayores y mejores niveles de producción y, principalmente, a mayores beneficios económicos de los procesos productivos, dado que los animales estresados producen menos (Smith, 1998).

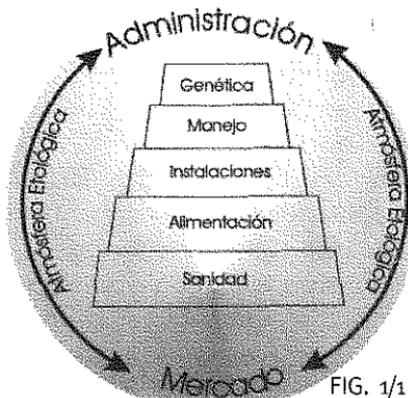


FIG. 1/1 – Pirámide de la producción.

Por eso, todo el proceso debe estar envuelto en una atmósfera etológica, de respeto al bienestar animal.

Dos factores, sin embargo, son ajenos al proceso productivo, pero interfieren en él directamente: mercado y administración. El mercado es el regulador final del proceso productivo y es independiente de la acción del productor. La administración es el factor intraempresa más decisivo para el éxito de la implantación y desarrollo de los proyectos. Debe implementar diligentemente la orientación de la asistencia técnica, mantener el registro y el control permanente sobre los eventos zootécnicos y contables, y adoptar soluciones rápidas, oportunas y correctas ante circunstancias aleatorias e imprevistos, así como, y principalmente, entender que los principios del PRV son antagónicos, incompatibles e irreconciliables con conductas y rutinas convencionales. En el Capítulo 10, volveré al tema, afirmando desde ya que los fracasos en PRV son motivados por administración insuficiente.

## 1.2. LA EVALUACIÓN DEL PRV

El PRV es un sistema de manejo de los pastos, que se basa en la intervención humana, en los procesos de la vida de los animales, de la vida de los pastos y de la vida del ambiente, comenzando por la vida del suelo y el desarrollo de su biocenosis. Es, así, un sistema que no es lineal, porque cualquier acción sobre uno de sus componentes se refleja en los demás, cuyos efectos no siguen un patrón predeterminado. El fundamento del PRV está en el desarrollo de la biocenosis del suelo y en los tiempos de reposo y de ocupación de las parcelas, siempre variables, en función de las condiciones climáticas, de la fertilidad del suelo, de las especies vegetales y de tantas otras manifestaciones de la vida, cuya evaluación no se encuadra en esquemas prestablecidos. La repetibilidad, cuando ocurre, se da en tiempos, cantidades y cualidades variables, escapando a los modelos convencionales. La evolución de la vida jamás se repite en valores y categorías iguales; es un proceso dinámico y repleto de sorpresas, con la intervención de tantos factores conocidos y desconocidos, que escapa al análisis lineal, cartesiano. Esto, sin embargo, no significa en absoluto que sus resultados, que por supuesto son mensurables, no sean superiores. Por el contrario, la repetibilidad de cualquier proceso como fenómeno de la naturaleza es algo discutible, porque jamás hay dos momentos iguales. El agua que pasa en el río, pasó y no se repite.

... La literatura registra numerosos trabajos, en los que se pretende comparar los sistemas extensivos de manejo con el “pastoreo rotativo”. En lo que concierne al PRV, esas comparaciones carecen de base, porque, en los modelos evaluados, los “pastoreos rotativos” son propuestos con diferentes tiempos de reposo, pero siempre constantes. En el PRV, no hay tiempos constantes; luego, la comparación no es con el PRV. Hay, todavía, otro aspecto, tal vez el más significativo, cuando se desea comparar el PRV

con otros sistemas de uso de los pastos. En PRV, se trabaja con altas cargas instantáneas de animales, y se evalúa el desempeño del pasto, de los animales, de la ventaja económica, de la contaminación ambiental y del balance energético. Esta no es, sin embargo, la conducta de la investigación convencional. Faria *et al* (1997) realizaron un “estudio de la naturaleza de los trabajos presentados en Reuniones Anuales de la SBZ” abarcando 1101 trabajos en dos períodos: de 1971-75 y de 1991-95. De estos 1101 trabajos, que involucran 1233 categorías, 1054 fueron **sin uso de animales** (resaltado del autor), o sea, 88,3% en el período 1971-75 y 84% en el período 1991-95. Se puede identificar, concluyen los autores del estudio, que existe una gran proporción de trabajos sin uso de animales y que, por lo tanto, contribuyen poco con informaciones esenciales para la implementación de prácticas de manejo”...

### 1.3. EL IMPACTO AMBIENTAL

Con el agravamiento exponencial de la calidad ambiental, y siendo la agricultura convencional la principal fuente de contaminación de las napas freáticas, que contribuyen con más de 50% en las áreas de agricultura intensiva (NRC, 1989), el impacto ambiental de la agricultura — animal o vegetal — pasa a ocupar una posición prioritaria en el análisis de los factores determinantes de la definición o elección de una actividad agrícola. Para los productores concientes, que representan la mayoría, aunque muchas veces estén mal informados, este aspecto del problema asume una importancia particular.

Entre las virtudes del PRV, la ausencia de impacto ambiental negativo y, prácticamente, la ausencia de externalidades pasan a ser un nuevo y decisivo factor para su elección. Podría decirse, a nivel global, una imperiosa necesidad.

PRV es un sistema superior, en lo que concierne a la protección ambiental. Se conjugan dos situaciones en este sentido: por un lado, siendo los animales destinados a carne faenados más jóvenes, hay una menor emisión de metano proveniente de la digestión ruminal y, por otro, lo que es mucho más importante, el pasto es consumido en su punto óptimo de reposo, cuando la relación fotosíntesis: respiración es más favorable a un mayor secuestro de C y, en este estado vegetativo, el pasto está menos lignificado, lo que también lleva a una emisión de C menor (Hall x Rao, 1987; Subak, 1999).

Las pasturas secuestran el doble de dióxido de carbono de la atmósfera, en comparación a los cultivos de granos (Rosa, 1999); los confinamientos convencionales, que son la principal fuente contaminante de la agricultura, pueden ser substituidos por confinamientos a campo que el PRV torna viables, donde las deyecciones— bosta, orina, paja— que son un grave problema en los confinamientos convencionales, pasan a ser un factor de incre-

mento de la fertilidad del suelo, gracias a la biocenosis y la rápida mineralización de la MO. Por otro lado, el secuestro de dióxido de carbono, formando ácido carbónico en la degradación de la MO superficial, hace del PRV un sistema de permanente descontaminación atmosférica.

Un bovino emite, durante su vida, cerca de 3.500 kg de CO<sub>2</sub>, producto de la conversión del CH<sub>4</sub> – metano – proveniente de la fermentación ruminal, en gas carbónico. Mientras tanto, la pastura bien manejada, con la deposición de materia orgánica proveniente de la bosta y del sistema radicular, secuestra 14.467 kg CO<sub>2</sub>/ha/año (Schenck, 2001; Harper et al, 1995; LCPM, 2003). Si la vida media de los bovinos fuera de tres años, el secuestro de C en ese período sería de 43.400 kg, esto es, para cada unidad de C emitida por un bovino, serían secuestrados 12,5 veces más por la pastura. Esto se daría con 1 cab/ha. Aún con 5 cab/ha (carga frecuente en proyectos bien manejados), la relación aún sería de  $43.400 / (3.500 \times 5) = 1:2,5$ , esto es, para cada kg de C emitido, un secuestro de 2,5 kg.

En una visión más amplia, regional o nacional, cuando hay un excedente de granos o una fuente de alimento de mínimo costo, pulpa de cítricos, por ejemplo, el confinamiento de bovinos a campo puede ser una alternativa económica positiva, y hasta necesaria (sección 8.5.9). El balance energético y el impacto ambiental antes referidos influyen respecto a ese tipo de confinamiento, esto es, a la etapa del proceso productivo circunscripto a la terminación intensiva de bovinos a campo. La producción de granos, y/o de otros alimentos usados en este confinamiento, no fue considerada y, dependiendo de la metodología que se utilice, puede ser altamente perjudicial para el ambiente (de Bargas, 2000). Por lo tanto, esa producción puede y debe también ser desarrollada con tecnología que produzca el mínimo impacto al ambiente.

A la par del reducido impacto ambiental, el PRV tiene un balance energético altamente positivo, estimado en una relación mínima de 1:10, es decir, por cada caloría de energía fósil insumida, se logran 10 calorías en el producto (carne, leche, cuero, lana y otros) (Steinhart y Steinhart, 1974). Esto se debe a que el PRV está fundamentado en el incremento del uso de la energía solar a través de la maximización de la fotosíntesis y, siendo el bovino un consumidor primario, hay una elevada relación positiva energía insumida: energía en el producto. En la cadena trófica, el herbívoro aprovecha el 10% de la energía captada por la fotosíntesis.

En los capítulos subsecuentes, serán analizados los diversos componentes del método más eficiente, más moderno y más económico para herbívoros que producen carne, leche, lana, trabajo y otras utilidades sobre la base de pasto, que es el Pastoreo Racional Voisin.

#### **1.4. CONCEPTO Y DEFINICIONES RELACIONADOS CON EL PRV**

##### **1.4.1. Concepto - Afirma Peterson (1961), sobre el mejor aprove-**

chamiento de las pasturas: “El mayor aprovechamiento es aquel en que la producción animal por hectárea no llegue a reducir el potencial de la pastura, o sea, no altere o destruya el equilibrio del sistema ecológico”.

Este principio, con la conocida curva de Mott, constituye la base conceptual del manejo convencional de las pasturas, según el cual el sistema ecológico de las pasturas es estático. Peterson es taxativo: “no altere o destruya el equilibrio del sistema ecológico”.

Pero en la naturaleza no existe equilibrio estático. El propio concepto de equilibrio es, hoy, discutible, ya que se desestabiliza y se recompone permanentemente. Por lo tanto, partiendo de un principio equivocado, aunque adoptado por profesionales serios, es evidente que las conclusiones son, también, equivocadas. Esta es la cuestión esencial en la discusión entre un concepto convencional y un concepto dinámico, racional. Partiendo del concepto estático, no se puede llegar a un manejo capaz de asegurar la perennidad de los pastos, hasta porque, en esta misma línea de razonamiento, los pastos son extractores de los nutrientes del suelo cuando, en verdad, los pastos y los animales, cuando son bien manejados, incrementan los nutrientes y la fertilidad del suelo, por medio de la dinámica de la biocenosis.

Como se ve, hay una divergencia frontal entre ambos conceptos. Es por que son antagonicos, irreconciliables e incompatibles.

En un manejo racional de los pastos, donde se establece un equilibrio dinámico en constante movimiento y, por eso mismo mucho más lábil, hay una permanente interacción, producto de la acción bioquímica de los constituyentes del complejo suelo, en función de una biocenosis en la que, no solo el pasto, sino también los animales, el ambiente del cual el humano es integrante, y el suelo, interactúan constante y dinámicamente.

Entender la dinámica del permanente movimiento de transformación es el primer paso para un procedimiento racional en el manejo de los pastos. Pasturas bien manejadas son permanentes en su movimiento de transformaciones. La degradación y la consecuente renovación de las pasturas son consecuencia inexorable de la percepción estática de su dinámica.

**1.4.2 Definiciones en PRV - Pastoreo** es el encuentro de la vaca con el pasto (*Voisin*) comandado por el humano. (*LCPM*).

*Nota de la T.: Existen en Brasil dos expresiones diferentes referidas a lo que en español se denomina pastoreo: “pastoreio” y “pastejo”. El Prof. Pinheiro siempre ha señalado enfáticamente que el vocablo “pastoreio” difiere radicalmente de “pastejo”. Mientras el primero implica la participación del humano y, por lo tanto, del ratiocinio, el segundo, neologismo creado en la época de la revolución verde, significa sólo “el acto en que la vaca come el pasto”. El utiliza la palabra “pastoreio” porque da la idea de encuentro, de un gesto*

*amigo y recíproco, que se puede considerar como una relación alelomimética; “pastejo” es un acto unilateral, en el que la vaca dirige y consume el pasto, sin la intervención del humano.*

**Planta pratense**, planta del prado, es aquella capaz de acumular reservas suficientes en sus raíces y en la base de sus tallos varias veces durante el año, lo cual le permite generar un nuevo rebrote, después de cada corte (Voisin) y que resiste al pisoteo (LCPM).

Lo que diferencia a las plantas pratenses de los indicadores (ver definición en la sección 3.10) es que éstos últimos, además de tener, generalmente, un tiempo de reposo más largo que el de las plantas pratenses, no soportan el pisoteo de los animales bajo altas cargas instantáneas, terminando por desaparecer, o permaneciendo en niveles insignificantes.

**Pastura** es una área cubierta con pasto o pastos (Vincenzi, 2003).

**Tiempo de reposo** es el lapso de tiempo que transcurre entre la salida del último (o único) lote o rodeo de una parcela y la entrada del ganado nuevamente en la misma parcela, en la ocupación siguiente. Entre la salida del ganado y la nueva ocupación, la pastura de la parcela permanece en reposo, sin animales.

**Tiempo de permanencia** de un rodeo o lote es el tiempo - días u horas - en que este grupo permanece en la parcela, en cada pastoreo.

**Tiempo de ocupación** es el tiempo - días u horas - durante el cual una parcela es pastoreada por el conjunto de los rodeos en cada pastoreo. Cuando el pastoreo es hecho por un solo rodeo, el tiempo de permanencia es igual al tiempo de ocupación.

**Carga instantánea** es la cantidad de animales (generalmente expresada en UGM= 1 bovino de 500 kg)<sup>2</sup> presente en una determinada superficie (generalmente expresada en ha) en un momento dado. La carga instantánea, según Voisin, es inversamente proporcional al número de rodeos y a la superficie de la parcela.

**Despunte** es el pastoreo de las partes altas de las pasturas, cuyo valor nutritivo es superior. El despunte debe ser hecho por los animales de mayores exigencias alimenticias, como por ejemplo, las vacas con producciones de leche más altas o los novillos en terminación.

<sup>2</sup> Voisin usa UGM como factor de conversión, nomenclatura usada en este libro. Es usual, también, la UA (unidad animal) como factor de conversión, la que corresponde a un bovino de 450 kg. Luego, 1UA = 0,9 UGM.

**Repaso** es el pastoreo de las partes más próximas al suelo de las pasturas. El repaso es hecho por los animales de menores exigencias alimenticias. También puede ser hecho por las “**desmalezadoras biológicas**“, que son vacas de descarte, cuya principal función en el proyecto es completar el pastoreo, para que no quede remanente alto y/o para producir el efecto saliva.

**Intensidad de pastoreo** es el producto de la carga instantánea por ha por el tiempo de ocupación de la parcela.

Concluyo con las palabras de Voisin: “si nos contentamos hablando de carga instantánea, sin tener en cuenta el tiempo de ocupación, esto es, *la presión de pastoreo realmente ejercida por el rebaño*, el pastoreo racional no puede prosperar”

En otras palabras, si no consideramos los tiempos — de ocupación y de reposo — siempre variables, no es posible realizar pastoreo racional y, como consecuencia, no se obtendrán los rendimientos máximos de las pasturas.

**UGM** – Unidad de Ganado Mayor, unidad empleada por Voisin, equivalente a un bovino de 500 kg. Para su cálculo, se divide el peso del animal por 500 y se obtiene el equivalente en UGM. Ejemplos: un bovino de 300kg pv  $,500= 0,6$  UGM; 1 ovino de 50 kg pv  $,500=0,1$  UGM.

**Parcela, potrero, piquete** – Son sinónimos y designan las divisiones del área en superficies menores que, disponiendo de agua, hacen viable el manejo PRV.

**PRV** – **Pastoreo Racional Voisin**, denominación creada por el autor en 1970, para consagrar el nombre de André Voisin, asociando su nombre al método de manejo de los pastos, a partir del cumplimiento de las cuatro leyes universales del pastoreo racional por él enunciadas.

# 2

## Por qué el PRV?

*Cuando encontramos un hecho en oposición a una teoría reinante, es necesario aceptar el hecho y abandonar la teoría, aunque este sostenida por grandes nombres y sea generalmente adoptada.*

*Claude Bernard (1813 - 1878)*

El Pastoreo Racional Voisin – PRV – no es una simple guía de uso de los pastos. Es la tecnología más eficiente, más moderna y más económica para la producción de utilidades limpias sobre la base de pasto. El PRV, sin embargo, no es una panacea, no produce milagros, ni magias; no tiene esquemas ni recetas. Se trata de la aplicación dialéctica en el proceso de producción animal en base a pasto, de las leyes, principios y teorías de las ciencias básicas y aplicadas, y de las leyes universales del pastoreo racional enunciadas por André Voisin, con la finalidad de maximizar la captación de energía solar, que es su principal insumo, transformándola en utilidades, a través del pasto y del organismo animal, respetando su bienestar y buscando siempre la mayor eficiencia productiva, acordes con los más altos patrones de calidad para una producción orgánica y sustentable, es decir, agroecológica.

La aplicación del PRV tiene objetivos claros y definidos, y por lo tanto exige que el que lo aplique, atienda y satisfaga esos objetivos.

Hay, así, una permanente acción recíproca y dinámica entre el sujeto — el humano — y el objeto — el complejo sol, suelo, pasto, animal — que se completa y se integra en la maximización cuali-cuantitativa de la producción. Tratándose, sin embargo, de un método dinámico que estimula permanentemente la biofertilidad del suelo, sus límites son aún desconocidos. En otras palabras, es temerario afirmar cuál es el límite máximo de producción y productividad de determinado campo. Si el manejo fuese correcto, la producción podrá llegar a los límites propuestos por Larcher (sección 3.4).

Desde esa perspectiva, el PRV es superior porque:

### **2.1 - PORQUE PRODUCE MÁS POR HECTÁREA**

Cualquier división del campo influye en un aumento de la producción. La cuestiones a evaluar son la rentabilidad de las inversiones, el control del manejo y la maximización de sus resultados. Una división racional en lo que respecta a dimensiones, formas, equipamientos y uso, torna viable el máximo aprovechamiento de las pasturas, que se reflejan, de forma axiomática, en mayor producción de carne o leche por hectárea.

Un proyecto PRV bien administrado produce, como mínimo, tres veces más que la producción convencional de la región en la que está implantado. Hay casos — proyecto Alegría, Taquara, RS — en los que se está produciendo hasta ocho veces más que en los establecimientos vecinos.

Hay una cuestión conceptual básica: la cantidad de insumos a incorporar en el proceso productivo. Es bien conocido que para obtener altas producciones por hectárea es indispensable utilizar grandes cantidades de insumos. Este es un principio de la termodinámica, y por lo tanto, hablar de “alta producción con bajo insumo” representa un grave error conceptual. El interrogante es otro: ¿de qué insumos estamos hablando? En el caso del PRV, los principales insumos, que deben ser utilizados en el máximo nivel posible, son la energía solar y los productos de la biocenosis del suelo, ya que ninguno de ellos tiene costo. Por lo tanto, para obtener altas producciones, se deben incorporar importantes cantidades de insumos, pero limpios y sin costo.

## 2.2 - PORQUE TIENE MENOR COSTO POR UNIDAD DE PRODUCTO

Con la producción sobre la base de pasto, cuyo principal insumo — la energía solar — tiene costo cero, los costos son mínimos. Hay numerosas investigaciones que comprueban la eficiencia económica del PRV; algunas de ellas pueden verse en los cuadros 2/1, 2/2 y 2/3.

La última década se caracterizó por un aumento exponencial de las investigaciones y comprobaciones de los resultados positivos del PRV en los Estados Unidos de América del Norte. Hoy se dispone de numerosos trabajos que demuestran la superioridad del método, tanto en relación con el pastoreo extensivo como con los confinamientos. De todos ellos, seleccioné una publicación del Servicio de Extensión de la Universidad de Kentucky (Henning *et al.*, 2000), del cual extraje los datos del cuadro 2/1, que muestran sin lugar a dudas la superioridad del sistema rotativo sobre el pastoreo continuo. Nótese que aún cuando varios principios del PRV hayan sido adoptados en esta investigación, hay algunas falencias que, si fueran superadas, ampliarían los márgenes a favor del rotativo (uso la traducción literal de “rotational”).

CUADRO 2/1 – COMPARACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ANUAL EN PASTOREO CONTINUO VS. ROTATIVO EN PASTURAS MIXTAS DE FESTUCA Y BERMUDA, EN LA CENTRAL GEORGIA BRANCH STATION, EATONTON.

Ítem	Pastoreo continuo	Pastoreo rotativo	Variación, %
Carga, equivalente/ha	1,235	1,68	+ 36
Peso al destete, kg	227,400	227,40	0
Ganancia total en terneros/ha, kg	279,000	382,70	+ 36
Heno / vaca – kg (suplementación)	1.082,700	765,60	- 29

FUENTE: Dr. C. Hoveland, *in* Henning et al., 2000; 1 acre = 0,4 ha; 1 lb = 0,453 kg. Conversión para el SMD, LCPM, 2003.

El ahorro del 29% en el consumo de heno por vaca se refiere a la reducción del período de estabulación del ganado, en función de los rigores de

la intemperie. Además de este trabajo, en la evaluación de la granja Atkinsons-Thomas, Vermont, USA, hecha por el Servicio de Extensión del Departamento de Agricultura norteamericano, la reducción del consumo de heno, por la misma razón, fue de 18 t, para un rebaño de 38 vacas Jersey y 10 vaquillonas equivalente a 39 unidades animal, es decir, 462 kg de heno por UA. Porcentualmente, el valor sería un poco mayor del hallado en el experimento de Georgia.

La granja de Vermont trabajaba con pequeñas parcelas – 24 parcelas de 0,5 ha cada una– desde 1983. Los resultados del período 1984-1989 referidos por el Servicio de Extensión norteamericano, que incluyen intereses y amortizaciones, pueden ser así resumidos: la estación de pastoreo aumentó en 35 días respecto de las granjas convencionales (Vermont es un estado con prolongado período de nieve); la calidad de la leche mejoró; la producción de leche por vaca aumentó en 570 kg; hubo una reducción en el trabajo dedicado a la alimentación de los animales y al manejo del estiércol equivalente a U\$S 1.190,00 en el período; los animales tuvieron mejor salud, lo que resultó en menores gastos veterinarios; mejoraron las condiciones ambientales y se redujo la erosión; los propietarios tuvieron mas tiempo disponible para la administración de sus granjas. Todo esto resultó, además, en un ingreso neto adicional de U\$S 4.648,00 / año.

El cuadro 2/2 muestra la comparación de los costos de producción de leche en Brasil, en varios establecimientos con distintos sistemas de producción lechera, donde se ve la superioridad económica del PRV.

CUADRO 2/2 – COSTO DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN DIVERSAS FINCAS CONVENCIONALES Y EN PRV – 1997 / 2000.

Establecimiento: nombre, localización y superficie	Alimentación básica	Producción diaria y media por vaca	Costo / kg de leche - R\$
F.M.Castro, PR, 380 ha	Silaje de maíz + pasto + concentrado	2.800 l	0,26
F.S.I.-S.J. da Boa Vista, SP, 292 ha	Silaje de maíz + pasto + concentrado	2.500 l 19,3 kg	0,30
F.C. Araras, SP	Free stall + silaje de maíz+ concentrado	11.490 l 23,0 kg	0,34
F.S.B.T., Brasília, 130 ha	Pasto + silaje + concentrado	700 l 20,0 kg	0,25
F.S.D., Silvânia, GO	Free-stall + silaje + heno + concentrado	1.350 l 25,0 kg	0,45
F.A.C., Santana, RS	Free-stall + silaje + concentrado	4.500 l 20,0 kg	0,23
Condomínio 25 de Maio, Serra Alta, SC	Pasto con PRV	10,0 kg	0,08
Asentamiento Conquista de la Fronteira, D. Cerqueira, SC	Pasto con PRV + 2 kg concentrado	840 l 14 kg	0,10

FUENTES: DBO, 1997; MLV, 1999; LCPMF, 2000.

El cuadro 2/2 muestra la ventaja flagrante del PRV sobre los métodos convencionales en cuanto al costo de producción de leche, y revela otro hecho que viene despertando la atención de los investigadores de todo el mundo: las vacas con producciones más altas, no son necesariamente las que dejan mayor beneficio financiero a los productores. Por los datos del cuadro 2/2, al contrario, las producciones medias más altas correspondieron a los costos más elevados; producciones más modestas, entre 8 y 15 kg/vaca/día, resultan en una mayor ganancia real, porque su alimentación básica es el pasto.

En ese sentido, Dartora (2002), analizando el desempeño económico-financiero de tres sistemas de pequeños productores de leche en el estado de Rio Grande do Sul, Brasil (pastoril, semipastoril y estabulado) concluyó que el costo de producción del litro de leche en los sistemas semipastoril y estabulado son, respectivamente, R\$0,09 y R\$ 0,21 mayores que el costo en el sistema pastoril. Concluyó además que, más allá de que el sistema pastoril había sido el único con renta neta positiva (+R\$ 393,09/mes, contra -R\$182,46/mes y -R\$151,06/mes) fue también el que presentó la mayor producción de leche/vaca/día, contabilizando el promedio diario de 13,22l en el sistema pastoril y, respectivamente, 9,28 y 8,77l en los sistemas semipastoril y estabulado.

El prof. Mário L. Vincenzi, trabajando con datos primarios de la Estación Experimental de la EPAGRI, en Lages, Santa Catarina, Brasil, organizó un listado de costos relativos de 1 kg de MS de alimento para bovinos, que aparece en el cuadro 2/3.

CUADRO 2/3 – COSTO RELATIVO DE 1 KG DE MATERIA SECA PARA BOVINOS SEGÚN EL TIPO DE ALIMENTO

Tipo de alimento	Costo relativo de 1 kg MS
Campo natural mejorado	1
Pastura perenne de verano o pastura perenne cultivada de invierno	2
Cultivo anual de invierno (verde de invierno) o cultivo anual de verano (verde de verano)	8
Silaje de maíz	12
Ración concentrada	27

FUENTE: Datos primarios E.E.. Lages, SC; Cálculos, MLV, 1999.

En los costos del cuadro 2/3, el kilogramo de materia seca producida en PRV tiene un valor relativo que oscila entre 1 y 2.

Por lo tanto, el PRV, además de producir más, tiene costos de producción menores.

### 2.3 - PORQUE INCREMENTA LA FERTILIDAD DEL SUELO

En 1993, un trabajo de tesis de maestría en Zootecnia de la UFRGS <sup>(1)</sup>

reveló un extraordinario aumento de los niveles de fósforo, potasio y MO en el proyecto Alegria, en Taquara, RS, donde se aplicaba el PRV desde 1964. El hecho llamó poderosamente la atención y tratamos de confirmarlo en otros proyectos. Realmente, el PRV produce un incremento en la fertilidad del suelo, como se ve en los cuadros 2/4, 2/5, 2/6, 2/7

CUADRO 2/4 – EFECTO DEL PRV SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO, EN EL PROYECTO ALEGRÍA, TAQUARA, RS. EL PRV COMENZÓ EN 1964.

Ítem	Año		Variación - %
	1959 <sup>(1)</sup>	1993 <sup>(2)</sup>	
MO - %	0,19	1,50	+ 789,5
P – ppm	0,96	16,00	+1.666,7
K – ppm	2,15	71,00	+3.302,3
pH	5,30	4,90	-7,5

FUENTES: (1) SARGS, 1959; (2) Ribeiro (h), UFRGS, 1993; Cálculos, LCPM, 1994. Nota: Hasta el año 1980 hubo fertilizaciones y aplicaciones de calcáreo en algunas parcelas. Hecho el balance de lo que fue “exportado” en leche y carne según la visión convencional, en relación a lo incorporado, lo que ingresó para “reponer” nutrientes representó menos del 10% de lo “exportado”.

En 1999, otro trabajo de tesis de maestría en el proyecto Alegria, ahora de la UFSC<sup>2</sup>, encontró los resultados expresados en el cuadro 2/5.

CUADRO 2/5 - Efecto del PRV en la fertilidad del suelo del proyecto Alegria, comparado con el suelo del área limítrofe (vecino):

Ítem	Lugar y fecha			
	Potrero 12 Alegria <sup>(1)</sup> 18 agosto	Vecino <sup>(1)</sup> 1999	Alegria <sup>(2)</sup> 1959	Alegria <sup>(3)</sup> 1993
Textura - % arcilla	18,0	16,0	-	-
pH	5,2	5,0	5,30	4,9
P – ppm	28,2	2,3	0,96	16,0
K – ppm	59,0	73,0	2,15	71,0
MO - %	1,4	0,8	0,19	1,5
Al - cmol/l	0,4	0,4	-	-
Ca - cmol/l	0,9	0,7	-	-
Mg - cmol/l	1,1	0,8	-	-
P total – ppm	100,0	trazas		

FUENTES: (1) CIDASC, 1999; (2) SA/RS, 1959; (3) UFRGS, 1993; Rigotti, 1999.

Nota: Las celdas con – significan ausencia de datos.

Los resultados expresados en el cuadro 2/5 revelan que, más allá del aumento de P soluble en el suelo del proyecto Alegria, con PRV, también *ocurrió un aumento del P total*, pues, mientras que el nivel de P total en el

<sup>1(1)</sup> Universidad Federal de Rio Grande do Sul, tesis de maestría de H. Ribeiro (h), 1993.

<sup>2</sup> Universidad Federal de Santa Catarina, tesis de maestría de Sandra S. Rigotti, 1999.

suelo testigo (vecino) presentó apenas trazas, el P total, después de 35 años de manejo PRV, llegaba a 100 ppm. Esto significa que el aumento del tenor de P soluble no se dio sólo por la movilización del P total preexistente en el suelo, ya que este *también* aumentó. Hay que buscar otra explicación para el incremento de la fertilidad del suelo en PRV.

El aumento de nutrientes en el suelo por acción de agentes no convencionales, fue investigado en la Estación Experimental de Escambray, Cuba. Los resultados están en el cuadro 2/6.

CUADRO 2/6 – Dinámica de nutrientes del suelo en pasturas con PRV. Estación Experimental de Escambray, Cuba.

Ítem	Período de tiempo			Variación - %
	Inlcio	A los 6 meses	A los 18 meses	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - meq/100g	1,82	2,30	3,50	+ 90,8
K <sub>2</sub> O - meq/100g	14,31	20,30	20,32	+ 42,0
Ca - meq/100g	8,73	7,70	8,01	- 8,2
MO - %	2,20	2,90	3,60	+ 63,3
pH - KCl	4,60	4,70	4,70	+ 2,1

FUENTE: E. E. Escambray, Cuba, 1994.

También en la Argentina se observó el mismo incremento de nutrientes en el suelo por la acción de agentes biológicos, como se ve en el cuadro 2/7.

CUADRO 2/7 – Evolución de la fertilidad del suelo de un proyecto de ganado lechero en E. Ríos, Argentina, después de cinco años de PRV.

Ítem	Año		Variación %
	1992	1997	
MO - %	4,60	6,30	+38,3
N total - %	0,193	0,305	+58,0
P disponible - ppm	17,00	38,00	+124,7
P total - ppm	-	670,00	-
Ca - meq/100g	19,40	16,00	-18,0
Mg- meq/100g	0,50	3,30	+551,8
K- meq/100g	0,42	1,15	+171,2
ClC- meq/100g	21,20	22,90	+7,8
pH	6,08	6,13	+0,8

FUENTE: LCPM y de Bargas, 1997.

Como se ve, en todos los análisis hay una *reducción* del nivel de calcio; en los análisis de Alegría y Entre Ríos, hay un *aumento* del nivel de magnesio. El ensayo de Escambray no contempló el magnesio.

A partir de la teoría de Kervran de la transmutación de los elementos con baja energía, el hecho se explica por la transmutación, donde el Ca y el O dieron origen al Mg. Siendo el Mg un nutriente crítico en la nutrición

vegetal – es el centro del núcleo tetrapirrólico de la clorofila – su indispensabilidad es prioritaria en relación al Ca, y los niveles encontrados son el producto de uno de los muchos mecanismos de la naturaleza que todavía no conocemos en detalle, “pero que existen”.

Hubo un expresivo incremento de la fertilidad del suelo. Este es el hecho, que contraría las teorías y las personalidades que las sostienen, como dice Claude Bernard, pero es preciso quedarse con el hecho y abandonar la teoría. Más, ¿cómo explicarlo?

El camino es largo y difícil, porque las informaciones científicas que pueden explicarlo han sido cuidadosamente omitidas.

El primer concepto quebrado fue el de la estructura energética del sistema productivo. La agronomía convencional parte del principio — equivocado — de que la producción agrícola es un sistema cerrado y, por lo tanto, cuando se extrae determinado elemento para la producción de carne, leche, lana, granos, fibras o cualquier otro producto, es necesario devolverlo al suelo, para que se restituya la fertilidad<sup>3</sup>. Esto no es real. La discusión sería extensa, pero me centraré en lo esencial.

a) No hay, en la naturaleza, sistemas cerrados, porque existe la entrada permanente de energía solar, aire, lluvia y también la acción de los microorganismos y de las enzimas.

b) Los análisis químicos de suelo informan los elementos disponibles o solubles. No mencionan los tenores totales de los elementos existentes en el suelo. He encontrado suelos con menos de 10 ppm de fósforo extractable y con más de 800 ppm de P total; además, como reporta Kiehl (1979), con propiedad, “cuando se estudia el suelo en laboratorio, por medio de muestras de tierras secas al aire, se debe considerar que la fase líquida ha sido casi totalmente eliminada, y la fase gaseosa, modificada en su composición” por lo que concluye: “cuando el estudio del suelo estuviera relacionado con el crecimiento de las plantas, serán necesarios mayores conocimientos sobre la solución del suelo y el aire del suelo”.

c) Los métodos convencionales desprecian absolutamente la biología del suelo y sus consecuencias. El ejemplo más conocido es el de las micorrizas que movilizan P del suelo y reducen sustancialmente las necesidades de fertilización de ese elemento en los manejos convencionales. En 1970, después de tomar conocimiento de la obra de Howard escrita en la década del 40, pedí a un eminente profesor de microbiología del suelo informaciones sobre micorrizas. Tuve como respuesta una sonrisa irónica y una expresión despectiva. Delante de las evidencias, hoy las micorrizas constituyen uno de los aspectos más investigados en biología del suelo.

<sup>3</sup> Ver sección 5.8, la “Ley de la fertilidad creciente”

d) La cuestión es que no son sólo las micorrizas. Sin menospreciar su extraordinaria importancia, hay otros seres en el suelo con funciones incrementadoras de su fertilidad, siempre que no se proceda a su desestructuración con algún tipo de agresión (arado, rastras, subsolador y otros). Esos seres son responsables por la solubilización de nutrientes, por el ciclo etileno, por la formación de ácido carbónico, por la fijación de nitrógeno atmosférico en la descomposición de la MO, independientemente de las leguminosas y, finalmente, por la transmutación biológica de los elementos a baja energía.

e) La acción de la MO como catalizador de la vida del suelo. En PRV, hay una concentración de bosta que hace viable su mineralización con el desencadenamiento de reacciones – muchas de las cuales desconocemos – fundamentales para el incremento de la fertilidad, más allá de las insustituibles funciones mejoradoras de la física del suelo. Hoy, la protección de la MO en el suelo es tema axiomático. Sin embargo, en 1978, un alumno en la UFRGS preguntó al profesor de fertilidad del suelo por qué no había hablado de la MO, y tuvo como respuesta “esta es una universidad seria, y no tratamos tonterías”.

f) Según Snapp, un bovino bosteaa, en promedio, 25 kg, y orina 14 l diariamente. Esos valores pueden variar de acuerdo con el tipo de bovino y el alimento consumido. Considerando, en PRV, una carga instantánea de 200 UGM/ha, en un área que fuera usada solamente durante 10 días por año, habría una deposición de materia orgánica de 80.000 kg (200x10x40), que corresponde a 8 kg MO/m<sup>2</sup>. Aún analizando el problema bajo el prisma convencional, 80 t/ha de esa MO representan:

Una UGM (bovino de 500 kg PV) bosteaa 25 kg y orina 14 l/día (Snapp, 1952); de ese total, solamente de la bosta, el tenor de MS es del orden del 20%, y su composición media<sup>(1)</sup> es: N = 4,5%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 1,7%; K<sub>2</sub>O = 1,95%; Ca = 1,75%.

En un año, 1 UGM excreta (25kg)x365x20%MS = 1.824 kg MS/UGM/año.

Considerando la composición anterior de la MS de la bosta bovina, se tiene: N = 82,08 kg; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 12,80 kg; K<sub>2</sub>O = 35,6 kg; Ca = 31,90 kg, esto es, 1 UGM devuelve al suelo, cada año, las cantidades antes especificadas. Considerando que los proyectos PRV tienen de 2 a 4 UGMs/ha, tomando el mínimo de las dos, resultan 164,2 kg de N, 25,6 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 71,2 kg de K<sub>2</sub>O y 63,8 kg de Ca, como devolución anual de nutrientes al suelo, cantidades estas ya bastante significativas, en promedio, dependiendo de

<sup>(1)</sup> Hay gran discrepancia en la literatura sobre la composición de la MS del excremento bovino. Aquí son considerados valores por debajo de los promedios de investigados.

varios factores, entre los cuales la calidad y la cantidad de alimento ingerido son los más importantes. Pero no es ésta la principal acción de los excrementos en el suelo, aún cuando, como es obvio, sea importante. Si una parcela, digamos, de 3 ha, es ocupada durante seis veces a lo largo del año, y esas ocupaciones tienen una duración media de 2 días, con una carga de 450 UGMs (150 UGM/ha), tendríamos:

$$(450 \text{ UGM} \times 39 \text{ kg de bosta y orina} \times 12 \text{ días de ocupación}) / 3 = 210.600 / 3 = 70.200 \text{ kg/ha} = 7,0 \text{ kg/m}^2/\text{año}$$

Esta deposición de MO de la más alta calidad — bosta y orina — representa un aporte como ninguna fertilización verde puede incorporar. Cabe destacar que el valor mayor de ese aporte no es cuantitativo; es cualitativo. Esta cantidad hace viable el pasaje de cantidad en calidad: en vez de que la bosta se seque y se momifique por la acción de los agentes atmosféricos, como ocurre en los pastoreos convencionales, la bosta se humifica y estimula la biocenosis, con lo cual la vida del suelo se incrementa, pues la MO humificada, y por ello estimulada y/o desarrollada, es el catalizador de la vida del suelo. Alcanzado esto, hay un proceso creciente de la fertilidad del suelo, como se analiza en varios momentos de este libro. Al efecto positivo de la MO humificada, y por ello estimulada o desarrollada, se suman la biocenosis, la transmutación de los elementos a baja energía, el ciclo etileno, el efecto saliva y tantos otros efectos positivos que aún no conocemos acabadamente pero que seguramente existen a juzgar por los resultados ya alcanzados, y que la ciencia convencional, cuando no niega, no sabe explicar. Pero existen!, parafraseando a Galileo.

La formación convencional reduccionista lleva a los investigadores a cuestionamientos también reduccionistas. ¿Es posible, con esa ideología, que se hagan las preguntas correctas para el avance de la ciencia?

Es necesario, sin embargo, enfatizar que el papel de la MO no es solamente el de reponer nutrientes al suelo; su función básica y más importante es la de biocatalizador de la vida del suelo, promoviendo las reacciones de solubilización y transmutación de los elementos y promoviendo un secuestro de C como ningún otro agente natural es capaz de hacerlo.

El PRV estimula los factores bióticos del suelo, cuya acción produce como resultado la recuperación, mejora e incremento de su fertilidad. En ese proceso, cuando se trabaja en suelos que tuvieron agresión previa, la primera etapa consiste en desintoxicarlos de los efectos negativos y residuales del uso precedente de fertilizantes solubles de síntesis química y de agrotóxicos.

Ese proceso de desintoxicación ha llevado desde dos a seis años, dependiendo del nivel de agresión y contaminación anterior.

## 2.4 PORQUE PROTEGE EL AMBIENTE, PROMUEVE UNA ALTA TASA DE SECUESTRO DE C Y CONTROLA LA EROSIÓN

La ausencia de laboreo del suelo, de empleo de fertilizantes de síntesis química y agrotóxicos, y la aplicación de procedimientos armónicos con la naturaleza producen una alta calidad ambiental. Por la *formación del ácido carbónico*; por la *ausencia de laboreos*; por la *mayor captación de dióxido de carbono por la intensificación de la fotosíntesis*; por la *menor emisión del metano*, propia de los rumiantes, minimizada por la menor edad de faena en los bovinos para carne, con menor desprendimiento de  $\text{CH}_4$ ; porque *la MO es el mayor reservorio de C en la superficie terrestre*, por todo esto, *el PRV resulta en una alta protección ambiental*.

Sara F. Wright descubrió, según el Agricultural Research Service de Beltsville, USA, una sustancia producida por un hongo denominada glomalina que, según ella, es la única proteína que amplía expresivamente la capacidad del suelo para acumular carbono bajo la forma de  $\text{CO}_2$ . Wright supone que la glomalina es el *pegamento primario* que mantiene el suelo agregado. Wright *et al.* (2001) encontraron que, cuanto más  $\text{CO}_2$  fuera colocado en el suelo, mayor era el nivel de glomalina, y mayor su estabilidad. Los altos niveles de  $\text{CO}_2$  en el aire aumentan la cantidad de C capturado por las raíces de las plantas. Esto proporciona al hongo más alimento y lo estimula a producir más glomalina. La glomalina mejora la estructura del suelo, que facilita la entrada del aire y del agua, estimulando el rendimiento de las plantas. Los niveles de glomalina aumentan, concluyen los investigadores, si el suelo no es arado y si está cubierto todo el año. Según Comis (2003), los hongos del orden *Glomales* producen una proteína pegajosa a partir del C de las plantas. La glomalina, prosigue Comis, sella y solidifica los filamentos del hongo, formando conductos que transportan agua y nutrientes hacia las plantas. La glomalina también provee al suelo de N y le proporciona la estructura necesaria para almacenar agua, para que la aireación y el movimiento de las raíces sean adecuados, y para que posea estabilidad para resistir la erosión.

Además, como es sabido, las plantas huéspedes transfieren directamente C orgánico para la constitución de los hongos (Paul x Clark, 1988).

En PRV, el suelo está cubierto todo el año, y no se usa el arado. Por lo tanto, la acción del hongo es estimulada, y la producción de glomalina, maximizada.

Por otro lado, una pastura manejada sin arados u otras agresiones al suelo, secuestra una cantidad mucho mayor de C que la proveniente de las emisiones derivadas de la fermentación ruminal (Schenck, 2001; Wright, 2001; Rillig et al., 1999; Saggar, 1999; de Angelo x Orlic, 1999; Subak, 1999).

De todas las actividades agrícolas, el PRV es el proceso que promueve el mayor secuestro de C. Por un lado, al incrementar el tenor de MO del

suelo, automáticamente aumenta la captación de C, porque 1 kg de MO fija 3,67 kg de C, y el aumento de 1% en el tenor de MO del suelo representa un aporte de 27.000 kg de MO/ha, o 99.090 kg/ha de C. Por otro lado, como el pasto es consumido por el ganado en su punto óptimo de reposo, esto es, inmediatamente después de la llamarada de crecimiento, hay una gran fijación de C por vía de la fotosíntesis, ya que, en el período de crecimiento intenso del pasto, los procesos de fijación C — fotosíntesis — son hasta 30 veces más intensos que las pérdidas por emisiones de C derivadas de la respiración ( Hall x Rao, 1985).

Pero el balance positivo de secuestro de carbono en el PRV no es sólo una ventaja ambiental; puede ser, también, un garantía de beneficio económico. Como se sabe, ya se negocia en algunas bolsas (Chicago, Londres y Sydney, Cañado, 2001), los bonos o créditos de CO<sub>2</sub>. El mecanismo consiste en que las industrias contaminantes del Hemisferio Norte, responsables de la polución de la atmósfera por sus emisiones de CO<sub>2</sub>, **compran** cantidades equivalentes de carbono secuestrado por los bosques y pasturas permanentes bien manejadas, especialmente en el Hemisferio Sur. El valor de 1t de CO<sub>2</sub> ha sido negociado en hasta U\$S 10,00 con tendencia a la suba (Cañado, 2001).

Ahora bien, considerando que la densidad de un suelo es de 1,35, con el aumento absoluto de 1% de su tenor de MO, se obtendría el siguiente secuestro de C/ha, expresado en kg y llevado a U\$S:

Densidad del suelo = **±1,35**;  $100 \times 100 \times 0,2 = 2000 \text{ m}^3 \times 1,35 = 2700$   
 t de suelo/ha =  $2700000 \text{ kg} \times 1\% = 27000 \text{ kg MO} \times 3,67 = 99090 \text{ kg} = 99$   
 t de C x U\$S 10,00/t = **U\$S 990 / año!**

## 2.5 PORQUE TIENE BALANCE ENERGÉTICO POSITIVO

A excepción de los antiparasitarios, de las vacunas y de las máquinas para la elaboración de reservas y desmalezado, toda la energía insumida en la producción de carne y/o leche sobre la base de pasto, proviene del sol y del esfuerzo humano.

La energía contenida en el pasto, captada de la energía solar, es así el insumo energético para los herbívoros y sus productos, cuando son alimentados exclusivamente a pasto. Un kilogramo de peso vivo de un bovino tiene 2,5 Mcal (Odum, 1999), por lo tanto, un bovino de 500 kg – UGM – corresponde a 1.250 Mcal. Desde el punto de vista metabólico, ésta puede ser llamada “energía estática”, es decir, energía que es independiente de la producción. Pero si este bovino está produciendo leche, o aumentando de peso en el crecimiento para la producción de carne, este proceso dinámico demanda energía para la sustentación de la vida – energía de mantenimiento – más la energía necesaria para cubrir la demanda productiva – leche o carne –, llamada energía de producción. Una vaca que produce, por ejemplo 10 kg de leche en base a pasto, necesita ingerir 12

Mcal ENm (mantenimiento) + 10 Mcal ENp (producción) = 22 Mcal EN, lo que corresponde aproximadamente a 14,5 kg de MS de rye grass, o 20 kg de MS de pasto elefante, o 11 kg de grano de maíz. Según Hill (1974)<sup>4</sup>, 1 cal de grano de maíz, en la agricultura convencional, demanda 4 a 5 cal de energía fósil para ser producido. En la producción a pasto, hay una captura de 22 Mcal E Neta desde una fuente infinita y sin costo – el sol –, y en el caso del maíz, el consumo de 49,5 Mcal E Neta es de energía fósil, no renovable, de costo creciente y efectos contaminantes.

En la cadena trófica, como ya fue dicho, la elevación de un nivel al próximo aprovecha apenas el 10% del existente en el nivel anterior. Esto significa que el bovino metaboliza un 10% de la energía del pasto, y que la leche y la carne producidos a pasto, son alimentos para la humanidad que pueden ser producidos prácticamente sin costo de energía fósil.

## 2.6 PORQUE PRODUCE ALIMENTOS LIMPIOS – PRODUCCIÓN ORGÁNICA

En PRV el proceso productivo es limpio, pues no se usan fertilizantes de síntesis química, ni agrotóxicos. Bajo el aspecto conceptual, la carne y la leche producidos en base a pasto en PRV son orgánicos, pudiendo ser certificados directamente. Pero este aspecto formal es menos importante que el de la alta calidad biológica de los productos. La carne producida a pasto tiene menor contenido de colesterol que la carne proveniente de los confinamientos convencionales (García y Casal, 1990), y la leche no tiene ninguna contaminación con antibióticos o aditivos que puedan ser perjudiciales para la salud humana. Cabe señalar que el primer queso argentino certificado como orgánico, era elaborado con leche producida en un proyecto de PRV.

Los investigadores de la Universidad de Wisconsin descubrieron, en 1935, que la leche producida en pasturas tiene una significativa superioridad en relación a la leche producida por vacas estabuladas. En 1946, en la misma Universidad, encontraron que la leche de vacas criadas en pasturas producían un crecimiento más rápido en ratas, comparada con leche de vacas confinadas. Actualmente, Dhiman, investigador de la Universidad de Utah, divulgó los notables efectos que la pastura produce sobre el nivel de CLA (*conjugated linoleic acid* – ácido linoleico conjugado) en leche y carne de rumiantes alimentados exclusivamente a pasto (SGF, 2001). Este investigador informa que el nivel de CLA en la grasa y en la carne de bovinos criados a pasto es cinco a seis veces superior que el de los animales alimentados con concentrados y/o criados en confinamientos, y que el CLA natural existente en la leche es seis veces más eficiente que el CLA sintético.

Dhiman es enfático al afirmar que “recientes investigaciones indicaron que el CLA es efectivo para prevenir el cáncer como también para

<sup>4</sup> Evaluaciones actuales calculan que 1 cal de energía en el grano de maíz o soja demanda, en toda la cadena productiva, más de 10 cal de energía fósil.

detener su crecimiento y prevenir ataques cardíacos”. El CLA 1 es un preventivo del cáncer y se encuentra tanto en los productos lácteos como en la carne; ya el CLA 2, que previene la obesidad, se encuentra sólo en la carne. Dhiman concluye: “Precisamos repensar en nuestras restricciones a las grasas animales. Ellas son muy buenas para nosotros, cuando provienen de animales que pastan directamente”.

El PRV, así, proporcionando pastura de la mejor calidad a los animales, produce alimentos de alta calidad biológica para los humanos.

### **2.7 PORQUE RESPETA EL BIENESTAR ANIMAL**

La presión de la sociedad en contra de los métodos de crianza que no respetan el bienestar animal es creciente. Las exigencias de los consumidores están obligando a cambiar los métodos de crianza. Por otro lado, el respeto al bienestar animal, más allá de ser una imposición de orden moral, también tiene como resultado mejores niveles de eficiencia productiva, lo cual significa menores costos o mayores beneficios.

Smith (1998) reporta que bovinos sometidos a estrés moderado tuvieron una reducción de 6,4% en la ganancia de peso, y concluye: “Así, los efectos del estrés en el desempeño del animal varían de un 20 a un 36%, dependiendo de la extensión del período estresante. Hay mucho palabrerío (*a lot of talk*, en el idioma original) sobre el aumento compensatorio, pero hay considerables datos de observaciones que indican que los animales jamás se recuperan integralmente después de un estrés severo”. El mismo autor relata que en una investigación efectuada durante seis años, en Inglaterra, se demostró que el simple cambio de ordeñador en una granja, aumentó la producción de leche en un 21,5%, mientras que en otra, la producción declinó un 33,6%. El respeto al bienestar de los animales resulta, pues, en beneficios sobre la producción, de la misma forma que su violación acarrea pérdidas.

En PRV, los animales comen el pasto en su punto óptimo de reposo, disponen de agua en cada parcela, tienen sombra, son manejados a pie, sin perros y sin violencia. En una palabra, el bienestar animal es rigurosamente respetado.

### **2.8 - PORQUE TORNA VIABLE LA INTEGRACIÓN DE FACTORES**

La implantación de un proyecto de PRV implica, conceptualmente, la integración de todos los factores disponibles en la unidad de producción y en la región donde es implantado. Esto es lo que se denomina “atención a la cultura local”, que debe ser respetada, naturalmente sin atenerse a dogmas, tabúes o creencias. El PRV es esencialmente la verdadera ciencia del progreso.

### **2.9 - PORQUE ES ESENCIAL PARA LA AGRICULTURA SUSTENTABLE Y PARA LA AGROECOLOGÍA**

La agricultura sustentable implica, previamente, la sustentabilidad del

ser humano, es decir, el ejercicio pleno de la ciudadanía, entendido como el derecho a tener acceso al trabajo, a la vivienda, a la salud, a la educación, a la cultura y al ocio, como condiciones mínimas a ser atendidas. Así, la agricultura sustentable es un conjunto de técnicas que busca maximizar los beneficios sociales y económicos de la auto-sustentabilidad del proceso productivo, minimizar y aún eliminar la dependencia de insumos provenientes de síntesis química y proteger el ambiente. Todo esto, por medio de la optimización del empleo de los recursos naturales y socioeconómicos disponibles, para la producción de alimentos limpios, materias primas, bienes y utilidades de forma sustentable en el tiempo y en el mismo espacio físico, siendo eficiente social, económica, técnica, energética, ambiental y culturalmente, comenzando por la atención de las necesidades básicas de la ciudadanía del actor principal, el ser humano.

El fundamento agronómico de la agricultura sustentable es que la agricultura – animal y vegetal – es un sistema abierto, pues en él se están incorporando constantemente insumos provenientes de la captación de la energía solar, de la lluvia, del aire y, especialmente, de la actividad biológica del suelo. El objetivo, por lo tanto, es maximizar la captación de energía solar, por vía de la combinación pasto-animal-rotación de cultivos; es crear condiciones para el desarrollo de la vida del suelo, estimulando la biocenosis, con la consecuente acción de los micro, meso y macroorganismos, ofreciendo condiciones para la acción de las micorrizas, de las oligoquetas, del ciclo etileno, de la transmutación de los elementos y tantos otros procesos conocidos y desconocidos, pero, con certeza, existentes.

Según la termodinámica, la cantidad final de energía de un proceso es igual a la energía insumida, menos la energía retenida en el proceso. De acuerdo con este principio, para obtener altas producciones de carne, de leche, de granos, y demás productos agrícolas, es indispensable incorporar al proceso productivo altas cantidades de insumos. Este hecho es real. Lo que no es real es que estos insumos deban ser, obligatoriamente, de origen industrial, porque estos insumos pueden provenir de fuentes biológicas y atmosféricas, con una fuente de energía inagotable, como es la energía solar. La energía solar es transformada en energía química por la fotosíntesis, y esta es a su vez convertida en productos agrícolas utilizados por la humanidad.

Después del pasto, el rumiante, como por ejemplo el bovino, es uno de los principales utilizadores de la energía solar.

El bovino posee una alta capacidad de fijación energética, lo cual es de gran importancia para la propia sustentación de la vida en la tierra. De esta forma, la sustentabilidad implica, axiomáticamente, asociación y sucesión animal-vegetal. En el cuadro actual de dilapidación ambiental producida por los métodos convencionales, la presencia animal es previa, ya que con ella se logra el primer paso para la agricultura sustentable, que es la desintoxicación del suelo. Es a partir de esa medida que se puede desenca-

denar el proceso agroecológico, y la forma más eficiente de producir utilidades con los bovinos, a partir de la captación de la energía solar, es el PRV.

### 2.10 - PORQUE PROMUEVE MAYOR GANANCIA ECONÓMICA REAL

Elaborado el proyecto y siguiendo concientemente sus principios, el PRV es el método de utilización del suelo que produce un mayor beneficio real, porque, además de que el retorno de la inversión es competitivo con otras actividades agrícolas, los costos unitarios, como se vio, son menores, y hay una protección y mejoramiento del capital básico, constituido por el suelo y los demás recursos naturales.

Las pasturas manejadas por los métodos convencionales precisan ser renovadas cada cuatro a cinco años. Esto representa un costo de renovación y otro de mantenimiento. En el PRV, cuyo costo de implantación es igual, o ligeramente mayor al de una implantación de pasturas convencional, además de organizar el campo con una infraestructura superior, la erogación se realiza una sola vez, ya que no hay renovaciones futuras, y la fertilidad del suelo es creciente. Esto significa mayor ganancia real.

En una reciente investigación (Lenzi *et al* 2003, no publicado), que compara el PRV con el pastoreo continuo durante cuatro meses lluviosos en el sudoeste de PR (que es el período más favorable para el pastoreo continuo), este último soportó una carga animal de 2 cab/ha con una ganancia de peso promedio diaria de 930g / cab, produciendo, en consecuencia, 223 kg pv/ha. El PRV, con 3,5 cab/ha, y una ganancia de peso promedio diaria de 835g por animal, produjo 350 kg pv/ha, esto es, 57% mas, en apenas 120 días. El rodeo en PRV tenía 885 cabezas en 252 ha y, el del pastoreo continuo, 62 cabezas en 31 ha.

CUADRO 2/8 – COMPOSICIÓN DEL COSTO DE IMPLANTACIÓN Y COSTO ANUAL DE UTILIZACIÓN DE UNA PASTURA DE *COAST-CROSS* (BERMUDA) EN EMBRAPA GANADO DE LECHE, EN U\$S/HA.

Costos	Costo – U\$S/ha
1. Costo de implantación: siembra y establecimiento	352,13
2. Costo de utilización	
Fertilizantes	385,35
Irrigación	120,11
Cercas	66,31
Otros <sup>(i)</sup>	54,96
Totál del costo medio de utilización de la pastura	627,73

FUENTE: Resende (1996), actualizados a precios de septiembre de 2001, Embrapa, 2002.

<sup>(i)</sup> Se refiere a la depreciación del capital de formación e intereses sobre el capital de formación y mantenimiento.

Como se ve en el cuadro 2/8, EMBRAPA - Ganado de Leche, determinó los costos de implantación y de mantenimiento de 1 ha de bermuda "coast-cross" que totalizan U\$S 979,86/ha, de los cuales U\$S 352,13 corresponden a la implantación y U\$S 627,73 al mantenimiento. Nótese que hay un costo de mantenimiento de U\$S 627,73, esto es, un gasto anual y permanente. El costo de implementación de 1 ha de PRV es del orden de los U\$S90,00 a U\$S250,00 (1U\$S= R\$3,00, agosto,2002) y sin costo posterior de mantenimiento. En un proyecto en el estado de Mato Grosso, que abarcó 13.500ha de un área total de 24.000ha divididas en 10 módulos, la inversión total/ha del módulo 1 – proyecto, hidráulica, división del área en 300 parcelas, con un bebedero cada cuatro parcelas, sistema de caminos, recuperación de la pastura de "brizantão" y demás accesorios – fue de U\$S 225,00/ha, sin el ganado. Con el ganado, la inversión ascendió a US \$ 550,00/ha. Esta es la inversión de implantación, y luego de ella, sólo resta manejo y mantenimiento de los alambrados, hidráulica y caminos. No hay, pues, punto de comparación. La superioridad del PRV es evidente, y sólo no hace PRV quien no quiere...

En los capítulos siguientes serán estudiados los fundamentos del PRV y la manera de ponerlo en práctica.

# 3

## Fundamentos del PRV

*Como el producto de un tradicional establecimiento de cría de ganado de Texas y un graduado en la principal facultad de agronomía del país (USA), yo entendi cuan duro fue para los productores aceptar los conceptos del pastoreo controlado (PRV). Fue completamente lo opuesto de lo que había sido enseñado en las escuelas de agronomía y recomendado por los servicios de extensión.*

*B. Kingsberry, 1989.*

### 3.1 - PRINCIPIOS DE FISIOLÓGÍA VEGETAL

La fisiología vegetal es a la agronomía, lo que la fisiología humana es a la medicina. Sin el dominio de algunos de sus principios, es muy difícil comprender lo que ocurre con la vida vegetal, y en consecuencia, en las pasturas. Cuando no se entiende el fenómeno, resulta problemática cualquier acción que se ejerza sobre él.

En PRV, las conductas de manejo del pasto y del ganado interactúan con la vida del suelo, y estas categorías dependen de los procesos de la fisiología vegetal.

Así, la fotosíntesis, la respiración, el secuestro de C por la fotosíntesis y por la MO, el efecto de la temperatura, de la humedad y otros factores ambientales sobre el desarrollo de las plantas, el mecanismo del rebrote, las plantas  $C_3$  y  $C_4$ , el ciclo de los nutrientes y su absorción por las plantas, las reacciones de las plantas a las adversidades ambientales y antrópicas, son cuestiones, entre otras, que deben ser comprendidas para poder aplicar una acción humana racional en el manejo de las pasturas, lo que resultará en la perennidad de las mismas.

### 3.2 - SISTEMAS ENERGÉTICAMENTE ABIERTOS

Los sistemas biológicos son energéticamente abiertos, porque tienen la acción permanente de los rayos solares, además de estar expuestos al aire, la lluvia y a otros numerosos factores externos, que le incorporan insumos, energéticos o no. Por lo tanto, el primer paso para dominar el manejo de las pasturas es considerarlas un sistema abierto.

Por otro lado, las altas producciones son viables solamente con la incorporación de grandes cantidades de insumos en el proceso.

Las plantas, como seres autotróficos, son capaces de sintetizar nutrientes más complejos a partir del agua del suelo y del  $CO_2$  atmosférico, usando la energía solar. Los herbívoros, comiendo los pastos, transforman la energía solar en carne, leche, lana, cuero, trabajo y otras utilidades. Y lo hacen sin necesidad de insumos de origen finito y contaminantes. Cuanto mayor sea la captura de energía solar, mayor será la incorporación de insumos y mayor la producción. Hablar de alta producción con bajo insumo es un error conceptual primario. Las altas producciones demandan altas incorporaciones de insumos. Esto es incuestionable. La pregunta

es, ¿cuáles insumos? En el caso de la producción vegetal, el principal insumo debe ser la energía solar, reduciendo el uso de la energía fósil, que es finita, cara y contaminante.

### 3.3 - LA FOTOSÍNTESIS

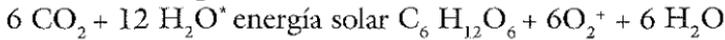
Según Larcher (2000), el 99% de la biomasa terrestre está constituida por vegetales. Las plantas mantienen simultáneamente dos procesos vitales: uno de asimilación, de construcción de los tejidos vegetales, producto de la fotosíntesis, que sólo ocurre en los períodos de luminosidad, siendo, por eso, intermitente; otro, permanente, ininterrumpido y consumidor de energía, la respiración, que es la esencia de la vida. En la naturaleza, el balance es favorable a la fotosíntesis, es decir que los procesos metabólicos de construcción, de captación de la radiación solar fijan mucho más energía de la que es consumida por la respiración. Por eso, las plantas crecen, se reproducen y garantizan la vida en la superficie terrestre. Esta es una verdad natural que permite que en el manejo de los pastos se estimule el segmento productivo, anabólico y se limite, en el posible, el período consumidor, catabólico. A partir de la comprensión de estos dos procesos metabólicos de las plantas, el manejo de los pastos consiste en su consumo por los animales, de forma tal de estimular la fotosíntesis y reducir, cuando sea posible, la respiración, lo que sólo puede ser alcanzado con y por la intervención humana en la conducción del pastoreo. Esta verdad fisiológica es uno de los fundamentos existentes para dejar un remanente mínimo en la pastura después del pastoreo.

El manejo racional de los pastos comienza con la máxima captación de la energía solar, a través de la optimación de la fotosíntesis. La vida en la tierra depende de la fotosíntesis. Esta es su importancia. Las plantas no tienen la misma capacidad fotosintética en todos sus estadios de desarrollo. Esta capacidad es más elevada durante la "llamarada de crecimiento", y más reducida en los estadios de floración y pos-floración. Como en el PRV una pastura bien manejada está siempre en crecimiento, sin llegar a la floración, se logra una máxima captación de energía solar, y en consecuencia, la mayor producción del tapiz vegetal.

La fotosíntesis es el proceso por el cual los vegetales que poseen clorofila, convirtiendo energía lumínica en energía química, transforman el  $\text{CO}_2$  captado del aire y el agua absorbida por el sistema radicular, en sustancias orgánicas (Pavão Vianna, 1972). La fotosíntesis recién se hizo posible en la superficie terrestre con la aparición, cerca de 2,5 billones de años atrás, de los pigmentos verdes de los vegetales que poseen clorofila (Lawlor, 1993, *apud* Larcher, 2000). La fotosíntesis es una reacción bioquímica que convierte la energía solar - inagotable en términos humanos - en energía química, almacenada en tejidos vegetales bajo la forma de compuestos orgánicos - carbohidratos, grasas y proteínas. La energía es almacenada

como ATP y es usada en el desencadenamiento de los procesos vitales (Hall & Rao, 1987).

La fórmula simplificada de la reacción de fotosíntesis es:



\* el oxígeno liberado proviene del agua.

Para cada g de glucosa formada, es necesario 1,47g de  $\text{CO}_2$  atmosférico (Lacher, 2000).

La reacción opuesta es la respiración, que produce agua y  $\text{CO}_2$ :



Por lo tanto, la fotosíntesis secuestra C atmosférico, y la respiración lo emite. Apenas una pequeña porción de la energía solar que llega a la tierra es utilizada por los productores primarios autotróficos: los bosques tropicales llegan a absorber 3,4%; los ecosistemas acuáticos, 1,2% (Ranger, 2000), y la flora en general, de 0,1 a 0,2% (Hall & Rao, 1987, Pimentel *et al.*, 1998). La composición volumétrica promedio del aire atmosférico a nivel del mar es:

Nitrógeno, 78,09%; oxígeno, 20,944%; argón, 0,934%; dióxido de carbono  $\text{CO}_2 = 0,032\%$ , más otros gases (Larousse Cultural, 1999).

Como se ve, la participación del  $\text{CO}_2$  es mínima, pero por eso mismo, las emisiones tienen efecto tan expresivo. La clorofila tiene un grupo tetrapirrólico, con un átomo central de Mg. Es una estructura química semejante a la hemoglobina, donde el Mg ocupa el lugar del Fe.

Las plantas  $\text{C}_4$  tienen dos tipos de cloroplastos y fijan el  $\text{CO}_2$  por dos rutas diferentes. Por eso estas plantas poseen una mayor capacidad de producción de MS que las  $\text{C}_3$ . La temperatura tiene una fuerte influencia en la intensidad de la fotosíntesis: la mayoría de las plantas  $\text{C}_3$  tiene su óptimo térmico entre 15 y 30°C y las  $\text{C}_4$ , entre 20 y 40°C (Larcher, 2000). A partir de 45°C cesa la actividad fotosintética. En condiciones ideales de manejo, la tasa de fotosíntesis en las partes verdes de las plantas es cerca de 30 veces mayor que la tasa de respiración de estos tejidos. Larcher (2000) define la cadena alimenticia como un pasaje de la energía emitida en los alimentos de los productores primarios autotróficos, hacia los organismos que los consumen, heterotróficos. El flujo de energía dentro del ecosistema es mantenido gracias a la cadena alimentaria, a partir de la fijación de la energía proveniente de los rayos solares. Los ecosistemas, pues, por definición, son sistemas energéticos abiertos, con un intenso ingreso de energía externa que nutre los procesos internos, los cuales, a su vez, devuelven parte a la atmósfera y retienen la mayoría en los tejidos vegetales y en la MO.

Los órganos aéreos y subterráneos de las plantas están generalmente expuestos a temperaturas diferentes y en su altura, en cuanto a densidad y composición pueden mostrar grandes diferencias. Las temperaturas óptimas del crecimiento radicular son inferiores a las temperaturas óptimas del crecimiento foliar. Esta es otra importante razón para mantener el suelo siempre protegido de la incidencia directa de la radiación solar.

### 3.4 - PLANTAS $C_3$ Y $C_4$

De acuerdo con la intensidad con la que las plantas fijan  $CO_2$  y, por lo tanto, producen MS, fueron dados los nombres de fijación de carbono por vía  $C_3$ , o plantas  $C_3$ , y fijación del carbono por vía  $C_4$ , o plantas  $C_4$ .

En las plantas  $C_3$ , el  $CO_2$  llega al interior del cloroplasto (donde se realiza la fotosíntesis) y es fijado por un aceptor. Este se carboxila y se descompone en dos moléculas de 3 - ácido fosfoglicérico. Cada una de esas moléculas contiene tres átomos de carbono, de ahí el nombre  $C_3$  o fijación de carbono por vía  $C_3$ . El primer producto de la fotosíntesis en las  $C_3$ , el ácido fosfoglicérico, es un compuesto medio de MS, porque tiene un consumo menor de  $CO_2$  (Larcher, 2000). Por eso, las  $C_3$  producen menos MS que las  $C_4$ . Las gramíneas de invierno, en general, y todas las leguminosas son  $C_3$  (Wilson, 1997).

Cerca del 10% de todos los vegetales conocidos tienen como primer producto de fijación del  $CO_2$ , no una molécula  $C_3$ , sino el ácido dicarboxílico, con cuatro átomos de carbono, y son, por eso, llamadas plantas  $C_4$ . La reducción a carbohidratos siempre ocurre vía pentosa-fosfato y los primeros productos de la fotosíntesis son oxalato, valato y aspartato, con alta producción de MS, (Larcher, 2000). Las gramíneas estivales generalmente son  $C_4$ .

Las plantas  $C_3$  tienen elevado contenido celular y muy poca pared celular; las  $C_4$ , al contrario, tienen alto tenor de pared celular. Como consecuencia, 1 kg MS de una  $C_3$  tiene mucho mejor valor nutritivo que 1 kg de MS de una  $C_4$ , como se ve en el cuadro 3/1. Según Larcher (2000), una asociación de gramíneas  $C_4$  en los trópicos y subtropicos alcanza valores máximos de producción de 50-60g MS/m/día, mientras que las  $C_3$  alcanzan valores máximos de 15-30g MS/m/día. Convirtiendo estos valores a kg MS/ha/día, se obtienen, respectivamente, 42 a 50 raciones por UGM/día para las  $C_4$  y 12,5 a 25 raciones para las  $C_3$ .

Las plantas  $C_4$  demandan menos agua que las  $C_3$  para producir MS: las  $C_4$  pueden duplicar la eficiencia en el uso del agua, comparada con las  $C_3$  (Walter *et al.*, 1985).

Se debe considerar que esos valores son máximos para el principal período de crecimiento de las plantas, y jamás pueden ser tomados como base para un cálculo de carga de animales/ha. Pero también es verdad que cargas inferiores a una o dos cabezas/ha son inaceptables. De acuerdo con Larcher (2000),

citando diversos autores, se pueden enumerar las siguientes producciones en t MS/ha/año: C<sub>4</sub> - caña de azúcar, 60 a 80; maíz, 20 a 40; mijo, 40 a 40 y gramíneas forrajeras, 30 a 80. Entre las C<sub>3</sub>-gramíneas, 20 a 30; alfalfa, 30; soja, 10 a 30; mandioca, 30 a 40. A partir de estos valores y considerando la eficiencia de pastoreo, se puede estimar la carga máxima a la que puede llegar un proyecto PRV bien manejado. Sin embargo, se debe advertir que estas producciones no son uniformes a lo largo del año. Por ejemplo, una pastura con gramíneas C<sub>4</sub>, que puede producir, en promedio, 50 t MS/ha/año, con una eficiencia de pastoreo del 75%, representa una disponibilidad teórica de 37,5 t MS/ha/año, lo que corresponde a 3.125 raciones, o 8,5 UGMs/ha, como carga teórica permanente. Para que la disponibilidad sea uniforme a lo largo del año, es necesario transformar en reservas - heno y/o silo - los excedentes de producción de pasto de los períodos de mayor intensidad de crecimiento, para poder consumirlos en el período en que la disponibilidad de la pastura, para pastoreo directo, es menor.

CUADRO 3/1 - COMPOSICIÓN COMPARATIVA DE LA MS DE *DIGITARIA ERIANTHA* (FINGERGRASS, WOOLLY) Y DE *LOLIUM MULTIFLORUM* (RYE GRASS).

Fracción	Unidad	Digitaria	Rye grass
Materia seca	%	(23,9) 100	(23,5) 100
Materia orgánica	%	90,7	87,4
Cenizas	%	9,4	12,6
Fibra cruda	%	30,4	24,3
Extracto etéreo	%	2,2	4,5
Extracto no nitrogenado	%	45,6	46,3
Proteína bruta	%	12,5	12,3
Proteína digestible			
Bovinos	%	8,5	8,3
Caprinos	%	8,2	8,0
Equinos	%	8,1	8,0
Conejos	%	8,3	8,2
Ovinos	%	8,6	8,5
Energía			
Bovinos	ED Mcal/kg	2,60	3,17
Ovinos	ED Mcal/kg	2,65	2,72
Bovinos	EN Mcal/kg	2,13	2,60
Ovinos	EN Mcal/kg	2,17	2,23
Bovinos	ENm Mcal/kg	1,26	1,60
Bovinos	ENg Mcal/kg	0,62	1,03(+66,1%)
Bovinos	ENI Mcal/kg	1,32	1,76
			(+48,5%)
Bovinos	NDT %	59,0	71,9
			(+21,9%)
Ovinos	NDT %	60,1	61,8
Calcio	%	0,27	0,51
Fósforo	%	0,02	0,27
Relación Ca: P		(13,5:1)	(1,9:1)

FUENTE: University of Florida, 1974; Cálculos LCPM, 1999.

La figura 3/1 muestra la diferencia en el ritmo de crecimiento de las plantas  $C_3$  y  $C_4$ . En función de una mayor fotosíntesis neta de las  $C_4$ , su tasa de crecimiento es mucho más intensa que la de las  $C_3$ . Esa desigualdad en la velocidad de crecimiento es la que hace inviable, a lo largo del tiempo, la consociación en la pastura de una gramínea tropical  $C_4$  con una leguminosa, también tropical,  $C_3$ . Por otro lado, como las plantas  $C_3$  tienen menos pared celular y, por lo tanto, menor tenor de lignina, la duración de su punto óptimo de reposo es mayor. Las  $C_4$ , en cambio, dada la impetuosidad de su crecimiento, tienen un período bastante más corto, antes de iniciar un fuerte proceso de lignificación. En otras palabras, la duración del punto óptimo de reposo es más breve. Si bien las plantas  $C_4$  tienen como ventaja su mayor producción de MS, en contrapartida, tienen una menor duración del tiempo óptimo de reposo, que lleva a que su manejo sea más complejo que el de las plantas  $C_3$ , cuando se desea obtener rendimientos máximos en las pasturas.

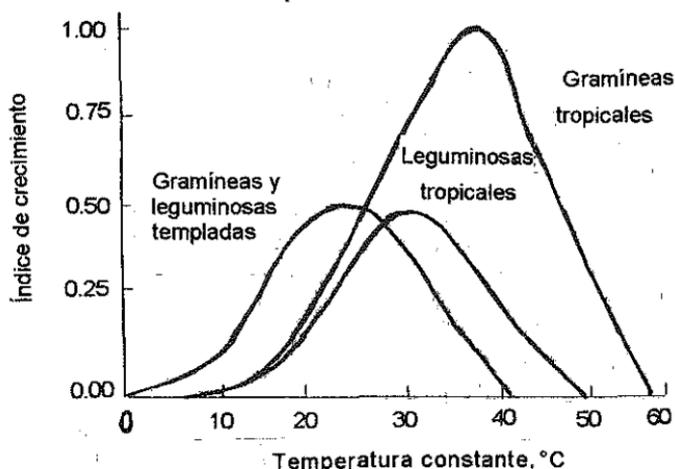


Figura 3/1 - Representación general de las respuestas de producción de MS de especies de pasturas tropicales en relación a templadas. El índice de crecimiento representa la producción relativa en su temperatura óptima (Según Whitman, 1980). Esta es la razón genética que hace tan difícil la consociación persistente entre gramíneas y leguminosas tropicales.

### 3.5 - LA BIOCENOSIS

Biocenosis es el desarrollo dinámico de la vida del suelo.

La evolución de la biocenosis del suelo, desde su estado inicial, cuando comienza el manejo racional de las pasturas, hasta alcanzar el clímax, es un proceso de alta complejidad que involucra numerosos aspectos: un suelo agredido por laboreos o cualquier actividad similar, o intoxicado con agrotóxicos y fertilizantes industriales de alta solubilidad, tiene una actividad biológica, una biocenosis, limitada; el suelo de una pastura bien manejada, al cabo de algunos años, tiene una intensa y heterogénea actividad

biológica. Se puede afirmar que, cuanto más intensa la actividad biológica, más rico es el suelo, más sanas las plantas que en él crecen, más saludables los animales que de ellas se alimentan y más satisfechos los humanos que los consumen, hasta porque el arado es una “catástrofe elemental” para la vida del suelo, como ya afirmó H. Franz en 1942 *apud* Klapp, y Faulkner en 1945, cuando expresó que “hasta hoy no se presentó una sólo razón científica para el uso del arado”.

La biocenosis y los tiempos variables de reposo y de ocupación de la pastura son la fundamentación científica básica del PRV, y las instalaciones, absolutamente necesarias, son los medios para la atención de las demandas emanadas de estos dos fundamentos científicos esenciales.

Cuando se instala un proyecto en una área que fue agredida, ya sea con laboreo, como con pasturas cultivadas o con pastoreo extensivo, la primera etapa del proceso es la desintoxicación del suelo, proceso que puede llevar varios años, en general, de dos a cuatro. No se debe confundir, sin embargo, desintoxicación con recuperación de los “años de miseria”.

### 3.5.1 - LOS INDICADORES

Visualmente, hay algunos indicadores del estado de la evolución de la biocenosis que, naturalmente, están acompañados por el incremento de MO, ya que ésta es el biocatalizador del suelo.

La evolución de la microvida puede ser acompañada por métodos de laboratorio y por indicadores de compleja identificación; la macrovida, en cambio, puede ser evaluada visualmente.

La primera señal de una evolución positiva, más allá de una mejora en la estructura del suelo, es la mejoría de la composición botánica de la pastura, con la aparición de especies pastoriles de mayor eficiencia productiva, y otros indicadores biológicos del incremento de la fertilidad del suelo.

La presencia de hormigas cortadoras indica un suelo con alto grado de degradación. Cuando mejoran los niveles de MO humificada, las hormigas cortadoras desaparecen.

#### 3.5.1.A - LOS LÍQUENES

Los líquenes son los primeros seres vivos presentes en el proceso de degradación<sup>1</sup> o intemperismo de las rocas para la formación del suelo. La destrucción de las rocas y minerales por líquenes, afirma Kononova (1982), está relacionada con la acción de sus corpúsculos mucilaginosos sobre el sustrato.

Los líquenes también aparecen en suelos con alta degradación por erosión eólica y/o hídrica. Su función, sin embargo, es altamente positiva,

<sup>1</sup> Kononova usa la expresión destrucción para el proceso de formación del suelo, a partir de las rocas; para Albareda, desintegración corresponde a la acción física y descomposición a las reacciones químicas del proceso. Usaré la palabra degradación como el conjunto de fenómenos que transforman la roca en suelo.

porque, además de indicar una situación crítica de suelo degradado, actúan en la destrucción de los gránulos minerales, en un proceso de regeneración edáfica. En otras palabras, los líquenes, como los indicadores de un modo general, aparecen para reparar daños causados por el mal uso del suelo debido a la acción antrópica, y son los primeros indicadores de la reacción de la naturaleza en un suelo con alta degradación.

### 3.5.1.B - LAS TERMITAS

La fauna indica el progreso biocenótico, por medio de una macroevolución en que las termitas son indicadores. La razón, posiblemente, es que las termitas son insectos que tienen una enorme capacidad de degradar vegetales lignificados, y por otra parte, hay apenas un pequeño número de especies de microorganismos en el suelo capaces de desdoblar la lignina. Es común que los proyectos de PRV se inicien con pastos pasados - lignificados-, que son rechazados por los bovinos, y la presencia de termitas ayuda en la descomposición de la lignina. Las termitas desempeñan además una importante función fertilizadora, ya que, en su intestino posterior, se alojan bacterias fijadoras de nitrógeno, proveniente del aire atmosférico (Bradley et al., 1978 y 1982). La foto 1 muestra una termita amazónica -cupim amazônico-.

Sin pretender hacer la apología de las termitas, es necesario al menos, saber cual es su función y porqué son pobladores colonizadores, cuya presencia indica el comienzo de un nuevo proceso biocenótico, con la degradación inicial de los materiales lignificados, los cuales, como se dijo, son de difícil descomposición. Las termitas efectúan un embate inicial, cuyo resultado final podrá ser el incremento de la MO humificada, y por lo tanto, de la fertilidad del suelo.

Diversas investigaciones en el Amazonas mostraron que las termitas mejoran la fertilidad de los suelos de la región, existiendo, inclusive, la recomendación de usarlos triturados como fertilizante de hortalizas (Bradley et al., 1982).

### 3.5.1.C - LOS ESCARABAJOS

La próxima etapa visible en la evolución de la biocenosis son los escarabajos. Si algunas termitas tienen el inconveniente de dejar el campo poblado con montículos ("tacurúes", en Argentina), que dificultan los trabajos mecanizados como desmalezado, henificación, corte para ensilaje y otros, los escarabajos, al contrario, desempeñan una importantísima función mejoradora de la estructura del suelo, además de participar en el control de diversas moscas (mosca de los cuernos, mosca de las "bicheras" o miasis, mosca doméstica y otras). Entre las más de 14.000 especies de escarabajos que actúan en la bosta, hay insectos desde 0,004 g (*Drepanocerus parallelus*) hasta 19 g (*Helicropis dilloni*), que se distribuyen en especies

coprófilas y coprófagas (Waterhouse, 1970). Los escarabajos son fuertemente atraídos por la bosta fresca y actúan inmediatamente después de la excreción. En bosta de búfalos, atraídos por el olor de los gases, llegan a actuar algunos segundos después de la deyección.

Los escarabajos coprófagos, con su actividad de incorporar la bosta bovina al suelo, desempeñan importantes funciones, a saber: aceleran la tasa de reciclaje de minerales y contribuyen en el aumento del flujo y la retención de nutrientes (N, P, K) en el sistema suelo-planta-animal; aumentan la permeabilidad del suelo y la capacidad de absorción de agua por las plantas; incrementan la producción de MS de las pasturas; reducen la población de diversos parásitos de ovinos y bovinos, como moscas y helmintos; incrementan el área de pastoreo (Vainer y Morelli, 1990).

En Australia, los escarabajos han desempeñado importantísimos roles, influyendo hasta en la continuidad de su bovinocultura, como relata Waterhouse. Según ese investigador, en 1788, llegaron a su país dos toros y siete vacas taurinos. En 1960, había 30 millones de bovinos, cuyo bosteado, anualmente, reducía el área de pastizales en aproximadamente 1000 m<sup>2</sup>/bovino, es decir que ese país perdía, cada año, cerca de 3 millones de hectáreas de pasturas en un proceso acumulativo. Esta situación se debía a la ausencia en territorio australiano de especies de escarabajos que habitasen la bosta bovina, ya que el principal herbívoro existente era el canguro, que excreta una bosta seca, del tamaño de la mitad de una pelota de golf, aproximadamente. Como la bosta bovina no era trabajada por escarabajos y no se practicaba el PRV, se secaba, momificaba y cubría las áreas de pasto, reduciendo drásticamente la disponibilidad de alimento para los bovinos.

Después de una exhaustiva investigación, tomando todos los cuidados sanitarios, los australianos importaron escarabajos de África, donde hay más de 2000 especies de escarabajos coprófilos, y el problema fue solucionado.

En trabajos experimentales en Australia, los escarabajos, especialmente el *Ontrophagus gazella*, redujeron la infestación de mosca de los cuernos entre el 80 y 100%, y trabajos en ese país y en África del Sur encontraron que los escarabajos disminuyeron las larvas de parásitos intestinales de 48 a 93%.

Los escarabajos tienen formas particulares de reproducción. Algunos depositan los huevos en esferas de bosta y ahí son incubados, sirviendo la propia bosta de alimento para las larvas. Cuando la postura es subterránea, son hechas galerías con túneles de comunicación, que dejan en el suelo magníficas condiciones de aireación y entrada del agua, condiciones indispensables para la microvida subterránea. La figura 3/2, esquematiza el proceso de ataque del escarabajo a la bosta y subsecuente formación de túneles y galerías.

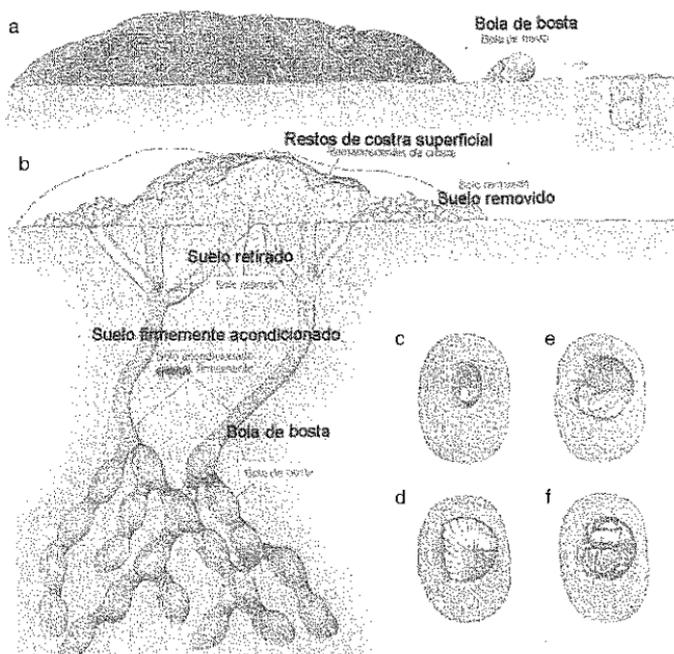


Figura 3/2 -Representación del proceso de ataque del escarabajo a la bosta y la formación de túneles y galerías

Un hecho notable es que en la remoción de tierra subterránea hacia la superficie en la formación de los túneles, los escarabajos no dañan ni siquiera una raicilla, realizando así un trabajo mecánico de reestructuración del suelo, que ninguna máquina es capaz de hacer. Y a costo cero.

El trabajo extraordinario de los escarabajos ha sido estudiado intensamente en Australia y en varios países africanos. En Kenia, se verificó que más de 48.000 escarabajos “visitaron” una bosta de elefante de 3 kg y, en dos horas, el material fue comido y dispersado hasta una distancia de 220 m. En el este de África, 1 kg de bosta de elefante posibilitó la remoción de 4 kg de suelo. Ante estos números, es innecesario discutir el notable papel de estos insectos en la recuperación física de los suelos agredidos, que hace viable, repito, la penetración del agua y del aire. Los suelos poblados con escarabajos poseen gran permeabilidad y precisan una cantidad de agua cinco veces mayor para llegar a inundarse.

En Brasil, Argentina, Uruguay, Cuba y Nicaragua, en todos los sitios donde he estado – cubriendo la mayoría de los territorios pecuarios de estos países – encontré escarabajos trabajando activamente en las bostas. Cabe a los entomólogos realizar las investigaciones pertinentes para la identificación de las especies y el conocimiento de sus respectivas biología, a fin de auspiciar mejores resultados de la actividad de estos insectos.

Estos animales vienen enfrentado enemigos inconscientes: los aplicadores de agrotóxicos.

Wall y Strong (1987), investigadores de la Universidad de Bristol, demostraron el efecto inhibitor de la ivermectina en el desarrollo de los escarabajos. Al culminar un experimento de 100 días de duración, observaron que la bosta de los bovinos tratados con ivermectina estaba intacta, mientras que la bosta de los animales no tratados había desaparecido por la acción de los escarabajos. Hay otros productos del grupo de las avermectinas (doramectina y abamectina) que también tienen acción deletérea sobre los escarabajos y la vida del suelo.

En mi actividad profesional, he observado que la bosta de los bovinos tratados con productos en base a ivermectina, además de excluir los escarabajos, no se desintegra, ni se mineraliza: se momifica, transformándose en una masa de material orgánico inerte y sin vida. Por ese motivo no usamos ningún producto cuyo principio activo sea ivermectina o similares en nuestros proyectos de PRV, pues la base de su éxito es, exactamente, el estímulo a la vida y a la biodiversidad, y no su inhibición o muerte<sup>(1)</sup>.

Otros serios factores que promueven la reducción de las poblaciones de escarabajos son las aplicaciones de insecticidas en los cultivos, especialmente las efectuadas por avión. Mientras no pueda abandonarse completamente el uso de venenos en los cultivos, se puede reducir sus efectos nefastos, adoptando la técnica del control integrado de plagas, con el combate perifocal de las infestaciones. El argumento de que ese procedimiento incrementa el costo de los cultivos no es válido, porque el costo social de la inhibición de la multiplicación de los escarabajos y otros insectos útiles, es muchas veces mayor. Dependiendo de las circunstancias, el propio costo directo es menor si se contabilizara, en una cría bovina, el costo de la recuperación de un suelo compactado repleto de bosta momificada.

En Brasil, diariamente los bovinos, y sólo los bovinos, excretan cerca de 3.000.000 t de bosta. De continuar con el uso indiscriminado de agrotóxicos, diezmando los insectos útiles, en poco tiempo podremos tener allá una Australia de los años 60!

Los experimentos australianos, ingleses y sudafricanos mostraron que las bostas pobladas por escarabajos tienen menor número de huevos de parásitos, que hay una significativa reducción en la infestación de mosca de los cuernos, y que no se encuentran huevos de mosca dentro de las cápsulas de nidificación en forma de pera en la bosta, hechas por los escarabajos en su proceso de reproducción.

<sup>(1)</sup> En un proyecto en Paraná, Brasil, antes de la implantación del PRV, se realizó la siembra de *O. gazella* que, en pocos meses, desaparecieron. El antiparasitario usado era a base de ivermectina. Cambiado el principio activo del antiparasitario, seis meses después, los escarabajos volvieron a su actividad

### 3.5.1.D - LAS LOMBRICES

Los próximos macroindicadores en la evolución biocenótica son las lombrices. La presencia de estas oligoquetas revela un estadio superior de biocenosis.

Los escarabajos desempeñan funciones destacadas, como se vio. Pero son seres voladores, que gastan mucha energía en su vuelo. Esa energía es, naturalmente, extraída de la bosta, su alimento, y es disipada en el aire. Este es, por así decir, su inconveniente.

Las lombrices, además de desempeñar todas las funciones positivas de los escarabajos, poseen otras virtudes, como por ejemplo, el hecho de alimentarse de MO, sin dañar raíces, raicillas y pelos absorbentes; tienen un metabolismo con gasto energético mínimo, lo que implica un mayor aprovechamiento de su acción sobre la bosta.

La importancia de las lombrices, no sólo para la agricultura, sino para toda la humanidad, puede ser evaluada por el hecho de que Darwin, ya en 1881, escribió un libro sobre ellas – *The Formation of Vegetable Mould Through the Action of Worms with Observations on their Habits* (La formación del humus vegetal por la acción de las lombrices, con observaciones sobre sus hábitos). En su reedición en el año 1945, con un extenso prefacio de Sir Albert Howard, el trabajo original de Darwin fue enriquecido con los resultados de las investigaciones existentes hasta aquel año. En esa obra, es enfatizada la forma como las lombrices preparan el suelo para el crecimiento de las plantas. Las lombrices, por lo tanto, no son apenas indicadores de sanidad y fertilidad del suelo. Son seres que tuvieron y tienen importante papel en la evolución de la civilización, ya que, merced a su actividad en la meteorización de las rocas, llegan a formar el más completo y perfecto alimento de las plantas superiores, el humus estable, las lombrices han sido un partícipe activo en ese proceso. La presencia de lombrices en un suelo indica un estadio ecológico superior.

Las lombrices son seres terrestres, con organización acuática, y viven en suelos con humedad, MO y temperatura favorables. Son alérgicos a la luz, tienen alto grado de cosmopolitismo, y las diferentes especies demandan condiciones ambientales propias, especialmente de temperatura, pH y profundidad, donde se alojan. Hay especies adaptadas a suelos con pH por debajo de 4,5, hasta pH 3,7 – 3,8, como es el caso de la *Lumbricus rubellus*. Suelos con pH entre 5 y 7, sin embargo, son los preferidos por la mayoría de las especies. El pH no es limitante para la población con lombrices, si las condiciones de MO, humedad y temperatura fueran favorables. Las especies más comunes son de los géneros *Allolobophora*, *Dendrobaena*, *Eisenia*, *Lumbricus* y *Octolasion*.

Las lombrices, como los enquitreidos, pertenecen al orden de las oligoquetas. Tienen tamaños variados desde 1 mm hasta 2 m (Compagnoni y Putzolu). Son hermafroditas, con reproducción cruzada, sin

autofecundación. Depositán de cuatro a 20 huevos en el capullo, cuya incubación media es de 36 días, período variable, dependiendo de la temperatura y humedad. *Eisenia faetida*, que es la especie más común en sustrato de estiércol, tarda 46 días desde la eclosión hasta alcanzar la madurez con temperatura de 28°C, y 59 días, si la temperatura fuese de 18°C. En sustrato de hojas, la duración de estos períodos pasa a 62 y 91 días respectivamente.

A los tres meses, alcanzan la madurez sexual. El lapso entre dos apareamientos es de siete días, y un reproductor puede generar 1.500 crías por año. Su tiempo medio de vida es de 15 meses, y existen individuos que viven hasta 16 años.

La fecundidad de las lombrices depende en gran parte de las reservas alimenticias, y su mecanismo homeostático regula el tamaño de la población. Una sequía prolongada reduce la población, cuya recuperación puede llevar hasta dos años; la diapausa en el adulto puede llevar más de tres años (Satchell, 1971).

Con altas temperaturas y baja humedad, las lombrices dejan de comer, fabrican una pequeña celda con mucus, se enrollan, y permanecen quiescentes, cuando pierden los caracteres sexuales secundarios.

Las lombrices comunes pesan de 0,5 a 1g; la lombriz gigante existente en áreas tropicales brasileras (Bahía, Minas Gerais, Espírito Santo y otros estados) puede pesar más de 200g y pueden tener más de 2m de longitud, como se ve en las fotos 2 y 3.

La lombrices ingieren diariamente una cantidad de suelo equivalente a su peso y, obviamente, excretan cantidades similares, pero bajo la forma de humus. El suelo ingerido atraviesa el intestino en el término de 12 horas aproximadamente, lo que equivale al doble del tiempo que las lombrices usan para alimentarse.

Los suelos bien poblados tienen de 1.000 a 2.000kg/ha de lombrices, peso en la mayoría de las veces superior al de la propia población bovina. Según Stockli, citado por Klapp, las lombrices pueden excretar hasta 120.000kg/ha/año de coprólitos<sup>(2)</sup>, y transportan a la superficie hasta 90.000kg de coprólitos; fraccionan hasta 5.000kg/ha de detritos orgánicos y aumentan el volumen de los poros y la capacidad de absorber aire en el suelo en hasta 100%. En la estación de Rothamsted, Inglaterra, fue medida una producción de coprólitos de 23 a 63 t/ha/año.

Las lombrices tienen capacidad de consumir hasta 30 t de bosta bovina/ha/año y pueden consumir 90 a 100 t de partículas de arcilla y limo.

La "siembra" de lombrices en las pasturas no resulta productiva, porque si no existen condiciones apropiadas de MO, humedad y temperatura, ellas no prosperan, y cuando estas condiciones existen, ellas vienen naturalmente por medio de las aves y otros medios naturales de difusión. En un

<sup>(2)</sup> Coprólitos son los excrementos de las lombrices. También se denominan así a los excrementos fósiles.

estadio muy superior de las condiciones ecológicas de las pasturas, podrá ser viable la “siembra” con la lombriz roja californiana, que es más activa, y por ello, demanda cantidades mayores de MO para desarrollarse. Esta lombriz se adapta a los criaderos de lombricultura para producción de humus para jardines y horticultura.

Las lombrices desempeñan en el suelo funciones físicas, químicas, bioquímicas y biológicas. Físicamente, además de contribuir a la porosidad del suelo, dejan galerías y túneles que mejoran su estructura e incrementan la entrada de agua y aire en las capas subterráneas; químicamente, aumentan la solubilidad de nutrientes y mejoran su disponibilidad para las plantas, actuando además sobre el pH; bioquímicamente, promueven el aumento de determinados elementos bajo forma soluble, como es el caso del Ca, y biológicamente, contribuyen cuali y cuantitativamente en el desarrollo de la vida del suelo.

El excremento de la lombriz posee una composición mucho más rica que la del suelo ingerido, como se ve en el cuadro 3.1. El enriquecimiento del coprólito en relación al suelo ingerido es, sin duda, la principal función bioquímica de las lombrices.

CUADRO 3.1 - COMPOSICIÓN COMPARATIVA DE UN SUELO Y DE LOS COPRÓLITOS ORIUNDOS DE ESE SUELO

Componente	kg/1.000 t de suelo		Tenor en los coprólitos en relación al suelo – veces más
	Coprólito	Suelo 0 –15 cm	
N como nitrato	48,51	9,92	04,89
Fosfato disponible	330,75	45,86	07,21
Potasio asimilable	788,45	70,34	11,22
Humus	197.347,75	127.449,00	1,55

FUENTE: Jacobson, *in* Howard, 1942; Conversión al SMD, LCPM, 2003.

Las lombrices mejoran marcadamente la permeabilidad del suelo y su aireación con los canales, túneles y galerías que dejan tras de sí en su trabajo exploratorio y digestivo en el suelo. Las lombrices pueden descender hasta más de 2 m en el subsuelo. En condiciones adecuadas de humedad y temperatura, viven entre 0,2 y 0,5 m de profundidad, alcanzando sus galerías, con frecuencia, 1 m.

La composición del coprólito proveniente del estiércol bovino está en el Cuadro 3.2.

Nótese que el pH del coprólito es prácticamente neutro, mientras que el alimento de la lombriz, el estiércol bovino, tiene pH ácido ( Rigotti, 1998).

CUADRO 3.2 - COMPOSICIÓN DEL COPRÓLITO PROVENIENTE DEL ESTIÉRCOL BOVINO.

Discriminación	Composición
Contenido de materia orgánica	55 a 70%/ MS
Humedad	30 a 40%/ MS
Ácidos húmicos totales	4 a 17%/ MS
pH	6,7 - 7,2
Población microbiana en 1 g de coprólito	
Bacterias	1.000 millones de células
Actinomicetes	24 millones de células
Microhongos	4.500 millones de células
Microflora total	1.080 millones de células
Nutrientes minerales	
N total	1,5 a 2%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / MS	2 a 2,5%
K <sub>2</sub> O/ MS	4 a 5%

FUENTE: Compagnoni x Putzolu, 1999.

Los fertilizantes solubles y los agrotóxicos reducen, y aún eliminan, la población de lombrices. En el manejo racional de los pastos es necesario considerar estas cuestiones, si el objetivo es alcanzar un alto y complejo nivel de biocenosis. El sulfato de amonio, por ejemplo, extermina la población de lombrices, como fue referido por Howard hace más de 50 años. El Departamento de Agricultura norteamericano, cita Howard, realizó un experimento en la estación Experimental de Arlington, durante tres años, aplicando sulfato de amonio al suelo, el que provocó la eliminación total de las lombrices. Además de eso, ese fertilizante creó una condición fuertemente ácida en suelos neutros, o levemente ácidos, y las lombrices desaparecieron, concluye el *Farmers Bulletin* 1569, del USDA.

Cuando se visita un campo para evaluar la posibilidad y la potencialidad para un proyecto PRV, es de buena conducta observar la presencia de lombrices. Si no hay coprólitos en las áreas con pasturas ni lombrices bajo las bostas, se debe buscar el alambrado más antiguo existente, y debajo del mismo (área que no fue agredida por roturaciones y que posiblemente no haya sido alcanzada por agrotóxicos), observar si existen coprólitos. Si ni siquiera allí están presentes, se trata de un área con un alto grado de degradación. Suelos con concentración de lombrices superior a 300 individuos por m<sup>2</sup>, normalmente, son suelos de alta fertilidad.

La posición de Howard es incuestionable y definitiva: "Hay un volumen creciente de evidencias provenientes de todas partes del mundo de que la agricultura tomó un camino errado, cuando fueron introducidos los fertilizantes artificiales para estimular la producción de las cosechas y cuando la pulverización de los cultivos con venenos se tornó común para con-

trolar los insectos y las enfermedades fúngicas. Ambos procedimientos destruyen las lombrices y, así, privan a los productores de un importante miembro de su fuerza de trabajo gratuita”. Esto fue escrito en 1945, y hoy, pasado más de medio siglo, permanece cada vez más actual. No se puede contraponer la falacia del “hambre de la humanidad”, porque la producción limpia, sin fertilizantes de síntesis química y sin agrotóxicos es, además de igual o más productiva que la convencional, más económica y no contamina el ambiente.

### 3.6 – LA TROFOBIOSIS

El francés Francis Chaboussou desarrolló, hacia el final de la década del 70, la teoría de la trofobiosis (*trophos* = alimento; *bio* = vida; *ose* = movimiento; desarrollo de la vida por el alimento), según la cual la salud de las plantas es el producto del equilibrio o del desequilibrio de su nutrición a través de la relación entre la proteosíntesis (síntesis de las proteínas) y la proteólisis (desdoblamiento de las proteínas) en los tejidos vegetales. Esa relación influencia directamente la resistencia o la sensibilidad de las plantas al ataque de los agentes parasitarios – insectos, ácaros, nematodos, hongos, bacterias y virus. En suelos fértiles y equilibrados las plantas tienen resistencia natural al ataque de los parásitos, pues el máximo de resistencia biológica es adquirida a través de una nutrición equilibrada.

Cabe destacar que no es otro el sentido de la afirmación de Voisin: “las plantas son el reflejo del suelo donde crecen, y los bovinos son el producto del pasto que consumen”.

Los organismos “inferiores” – insectos, ácaros, nematodos, bacterias, virus – según Chaboussou, tienen un bagaje enzimático insuficiente o inexistente y, por eso, necesitan alimentarse con nutrientes solubles – aminoácidos libres, azúcares solubles y otros. Además, el parásito precisa encontrar en el animal hospedado todos los elementos nutritivos que necesita.

En esa línea conceptual, Chaboussou afirma: “en definitiva, es el equilibrio proteosíntesis/proteólisis lo que condiciona el estado de resistencia de la planta, en relación a sus diferentes parásitos”, esto significa que, con proteólisis dominante, hay sensibilización de la planta al ataque del parásito; con proteosíntesis dominante, hay un estímulo de la resistencia en el sentido de la inmunidad. El exceso de aminoácidos libres y azúcares solubles en el tejido vegetal atrae las plagas y las enfermedades.

Los agrotóxicos y fertilizantes solubles hacen una iatrogenia (enfermedad provocada por el remedio), con la ruptura del equilibrio planta/predador, estimulando la proteólisis y inhibiendo la proteosíntesis.

Las carencias minerales, especialmente de microelementos -B, Cu, Zn y otros, provocan la inhibición de la proteosíntesis, resultando en la acumulación de nutrientes solubles, que son los alimentos esenciales de los

parásitos, con el consecuente aumento de su actividad predatoria.

Las plantas tienen sensibilidades diferentes, según su estadio fenológico: en la floración y en las hojas maduras parece haber mayor proteólisis, con mayor sensibilidad al ataque de los parásitos.

El aumento del tenor de MO en el suelo protege la salud de las plantas, porque el humus es rico en microelementos solubles rápidamente disponibles para las plantas.

La cuestión principal, así, consiste en estimular la proteosíntesis de las plantas, con la producción de sustancias más complejas, alejando las plagas y enfermedades, como ocurre en suelos ricos en MO humificada.

### 3.7 – EL CICLO ETILENO

El gas etileno es ampliamente conocido en la agronomía convencional por su acción catalizadora en la maduración de frutos y en su posterior conservación. Como un importante producto de la biología del suelo, sin embargo, pasó a ser conocido a partir de la década del 70, con los trabajos de Smith, y en la década siguiente, con la publicación del trabajo de Widdowson. Recientemente – en 1997 – varios investigadores – Cook, Penmetza, Kluson y otros – se interesaron por la acción del gas etileno en la renovación de la MO del suelo, en la mineralización del N, en su potencialidad alelopática y en su acción en el mecanismo aerobio/anaerobio, que controla la liberación de iones de macro y microelementos para la nutrición de las plantas, en suelos con buena estructura y densidad, y que no hayan sido roturados o agredidos recientemente. La principal producción de etileno, que es un regulador crítico de la actividad biológica del suelo, ocurre en los micrositios anaerobios, en condiciones de alta reducción.

En general, el crecimiento vegetal está limitado por el aporte insuficiente de nutrientes disponibles. Muchos nutrientes, como P y el S, se mantienen inmovilizados como sales complejas de  $\text{Fe}^{3+}$  férrico, esto es, Fe oxidado. Estas sales férricas tienen una carga eléctrica muy alta, y fijan fuertemente nutrientes como P y sulfato, que de esa manera no son, ni lixiviados, ni absorbidos por las plantas (Widdowson 1993).

En suelos bien estructurados y con la conveniente porosidad, las plantas en crecimiento tienen una intensa actividad en las raíces y hay una gran proliferación de microorganismos, que son alimentados por los exudados vegetales. Esa alta actividad produce una reducción del nivel de  $\text{O}_2$ , y los microorganismos anaerobios inician su actividad, produciendo el gas etileno en los micrositios. El etileno inactiva, pero no mata a los aerobios. En suelos bien ventilados, el  $\text{O}_2$  penetra y activa a los aerobios, con la consecuente limitación de la anaerobiosis. Es un ciclo que se repite constantemente, cuando las condiciones del suelo son favorables.

A medida que aumenta el nivel de etileno, las sales férricas ( $\text{Fe}^{3+}$ ) insolubles son reducidas a ferrosas ( $\text{Fe}^{2+}$ ). En este estado, las sales férricas

hasta entonces insolubles, son solubilizadas, y el P y el S pasan a estar disponibles para las plantas. Igualmente, el Fe ferroso se fija a los dominios orgánicos de la arcilla, liberando en la solución del suelo nutrientes vegetales catiónicos –  $\text{NH}_4$ , Ca, K y otros. Como ese mecanismo aerobio – anaerobio ocurre próximo a los pelos absorbentes, donde la actividad biológica es máxima, los nutrientes se encuentran en el lugar exacto para ser absorbidos por la planta. Es por ello que las plantas de los bosques, con diversidad botánica, y de las pasturas bien manejadas, siempre son vigorosas y sanas.

### 3.8 – ALELOPATÍA Y PLANTAS COMPAÑERAS

Del griego allélon= opuestos; patos, patia= sufrimiento). Alelopatía es una expresión creada por Molish en 1937, para designar las relaciones antagónicas entre algunas plantas, como resultado de la secreción de fitotoxinas, principalmente de sus sistemas radiculares. Actualmente se considera que las relaciones alelopáticas pueden ser antagónicas o favorables. En este último caso, son llamadas plantas compañeras.

Las relaciones alelopáticas, positivas o negativas, han sido más estudiadas en las plantas hortícolas. Por ejemplo, son plantas compañeras el maíz con la papa, la espinaca y la frutilla, el ajo con la arveja, la remolacha con la col y la lechuga, la zanahoria con la arveja. Son plantas antagónicas, la col con el tomate, el hinojo con el poroto blanco y con el tomate.

La sinergia de los efectos de la cobertura muerta con algunas especies alelopáticas puede ser uno de los caminos para la siembra directa sin herbicidas. El cultivo de la avena negra, por ejemplo, redujo la presencia de indicadores indeseables hasta 50 días después de retirado el cultivo (Rodrigues *et alli*, 1992). Según Almeida(1988), se puede reducir la intensidad de la presencia de ciertos indicadores indeseables mediante la elección de una secuencia de especies que tengan relaciones alelopáticas. De acuerdo con estos autores, las siguientes plantas tienen potencial alelopático: *Avena fatua*, *Avena strigosa*, *Brachiaria* spp., *Cynodon dactylon*, *Digitaria sanguinalis*, *Eragrostis plana* (capim annoni 2), *Hemarthria altissima*, *Imperata cylindrica* (sapé), *Indigofera* spp, *Leucaena leucocephala*, *Medicago sativa*, *Pennisetum clandestinum*, *Sorghum halepense*, *Pteridium aquilinum* L. (helecho, samambaia), *Lolium multiflorum* Lam., *Secale cereale*, cobertura muerta de trigo, avena, centeno y maíz.

El conocimiento de las relaciones alelopáticas — positivas o negativas — permite entender los mecanismos de cooperación o rechazo entre las plantas, para, así, interferir en su manejo, con la finalidad de maximizar sus efectos benéficos.

Al evaluar la acción alelopática, es necesario no confundirla con el efecto de la fertilidad del suelo, del clima, del agua, de la luz, de la sombra y de otros factores ambientales que pueden enmascarar aquella acción.

### 3.9 – TRANSMUTACIÓN DE LOS ELEMENTOS CON BAJA ENERGÍA

La base de la vida, la fotosíntesis, es una reacción bioquímica no de elementos, sino de elemento y sustancia a baja energía (en términos de evaluación humana):  $6 \text{ CO}_2 + 12 \text{ H}_2\text{O} \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$ . Esta reacción se produce por la acción enzimática que promueve la captación de la energía solar radiante y su transformación en energía química, y posteriormente, en glucosa y, de allí en adelante, en los demás constituyentes de las plantas, que como seres autotróficos, inician la cadena trófica que nutre a todos los demás seres heterotróficos, que no son capaces de realizar la síntesis de sus nutrientes. Esta reacción puede ser considerada una transmutación.

De la misma manera que la naturaleza auspicia la vida a través de una reacción de transmutación, también posibilita la transformación de los elementos a baja energía, por vía biológica, por caminos no bien conocidos, pero existentes.

Así como en la agronomía convencional la investigación ha sido desarrollada para solucionar problemas, y no para eliminarlos a partir del accionar sobre sus causas, también en el campo de la física nuclear la investigación se orientó hacia la construcción de reactores capaces de provocar la transmutación para producir material radioactivo mediante el empleo de enormes cantidades de energía, la mayoría de las veces proveniente de fuentes no renovables, conjugados con una tecnología sumamente capital-intensiva.

#### 3.9.1 – LA TEORÍA DE KERVRAN

La transmutación biológica a baja energía es una teoría desarrollada por Kervran, en las décadas del 50 al 70, que propone el pasaje de un elemento a otro, a nivel del núcleo de los átomos, de las partículas de hidrógeno (H), de oxígeno (O), de carbono (C), con la formación de nuevos elementos, mediante “reacciones subatómicas, que no pertenecen a la química, ya que están en un estado ulterior, molecular, y no son tampoco de la física nuclear, pues hay una nueva propiedad de la materia, aunque no identificada (*non encore aperçue auparavant*)”.

Continúa Kervran: “Yo tenía, pues, un grupo importante de cerca de 6.000 análisis, que me mostraban que la única explicación posible estaba en el cambio de +/- H o de +/- O por una acción biológica, y eso explicaba una enorme cantidad de enigmas, en los cuales yo pensaba (formación de las dolomitas en el seno de los calcáreos, de la sílice por las diatomeas en los lagos, donde no hay sílice... etc.)” - “Me percaté, entonces, por otro lado, de que las transformaciones de N eran reacciones subatómicas con H, O, C, y no debían ser una simple coincidencia...”

La teoría de Kervran explica fenómenos existentes en la naturaleza, como por ejemplo, que la cantidad de calcio existente en el pollito recién

nacido es mayor que la cantidad de Ca existente en el huevo, antes de la eclosión.

Para comprobar eso, comparó la cantidad de Ca del huevo con el tenor de ese elemento en el pollito, despreciando el Ca de la cáscara, que no varía. Verificó un aumento de 4,92 veces en el Ca del pollito en relación al del huevo. Fue controlada la composición de la cáscara, y no hubo alteración en el nivel de Ca, lo que significa que el aumento de CaO fue debido a una transmutación.

El cuadro 3.3 muestra la evolución del aumento del tenor de Ca en el embrión hasta el pollito.

En el reino vegetal ocurren igualmente transmutaciones biológicas a baja energía. Numerosas experiencias demostraron que la cantidad de Ca existente en la avena germinada en ambiente controlado, es superior a la cantidad de Ca existente en los granos antes de la germinación. En una de esas experiencias, se analizaron lotes de 100 granos de avena, lo más homogéneos posible, de modo que la dispersión del peso de los granos fuese inferior a 5%. En uno de los lotes, se determinó la cantidad de Ca, y otros, con el mismo peso, fueron colocados en germinación en ambiente controlado, como testigos. Se determinaron las cantidades de Ca en los lotes testigos y en las plántulas germinadas. El resultado mostró un aumento de 351% en la cantidad de Ca en las plántulas germinadas, como se ve en el cuadro 3.4.

CUADRO 3.3 – COMPOSICIÓN MEDIA DE CaO EN EL HUEVO A LO LARGO DE LA INCUBACIÓN, EXCLUYENDO LA CÁSCARA. DATOS EN g

Día de incubación	g CaO	Día de incubación	g CaO
Huevo fresco	0,0366	16 <sup>º</sup> día	0,0677
10 <sup>º</sup> día	0,0390	17 <sup>º</sup> día	0,1033
12 <sup>º</sup> día	0,0427	18 <sup>º</sup> día	0,1297
14 <sup>º</sup> día	0,0536	19 <sup>º</sup> día	0,1717
15 <sup>º</sup> día	0,0654	20 <sup>º</sup> día	0,1802
		21 <sup>º</sup> día – eclosión	

FUENTE: Kervran, 1972, p.130.

CUADRO 3.4 – COMPOSICIÓN COMPARATIVA DE Ca EN GRANOS DE AVENA Y PLÁNTULAS CON 44 DÍAS DESPUÉS DEL INICIO DE LA EXPERIENCIA. AVENA DE LA VARIEDAD *PANACHE DE ROYE*. DATOS EN mg.

Peso de un grano, media de varios lotes	25,885 mg
Ca en los testigos	0,0263 mg
Ca en las plántulas	0,106 mg
Aumento de Ca en las plántulas	351%

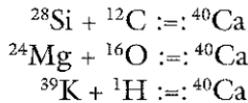
FUENTE: Kervran, 1972, p. 31.

¿De dónde vino el Ca de los huevos incubados y de las plántulas de avena?. Este es el **hecho**, y ninguna teoría u opinión puede negarlo. Para

Kervran, estos y otros hechos son explicados por la teoría de la transmutación biológica a baja energía.

Kervran explica esa transmutación por la equivalencia de números atómicos de los elementos, provocada por la acción biológica–enzimática y/o bacteriana. El autor usa el símbolo  $:=$  para representar la equivalencia de números atómicos.

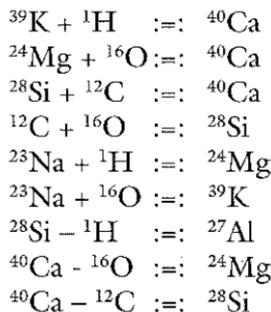
Así, el Ca en el caso de la avena y del huevo, puede haber tenido su origen en una de las siguientes equivalencias:



Kervran enfatiza la presencia del silicio como elemento básico de las transmutaciones biológicas a baja energía y el Si es el mineral más abundante en la superficie terrestre, que tiene, entre otras, la siguiente equivalencia:



Otras equivalencias propuestas por Kervran:



Estas transmutaciones también pueden ocurrir en PRV, y estos procesos explicarían los notables aumentos de los niveles de P y K y otros elementos en el suelo de los proyectos bien manejados.

Henning *et alli* (2000) mencionan, por otro lado, la utilización del pastoreo rotacional en la recuperación de los suelos degradados de minas, en el Estado de Kentucky, USA, recuperación que se da por la alta deposición de MO y por las reacciones biológicas de ahí derivadas.

### 3.9.2 – LA POSICIÓN JAPONESA

Mizuno (1998) desarrolló la teoría de la transmutación nuclear por fusión fría (*cold fusion*). Es una compleja teoría, con numerosas comprobaciones, basada en la transmutación por la electrólisis de determinados cátodos — electrodos negativos — que generan una presión interna en los

átomos, superior a la presión existente en el centro del sol. En el caso de la electrólisis del cátodo de oro, fueron identificados, además del oro, platino, hierro y otros elementos.

La teoría de Mizuno propone un camino distinto del de Kervran. Sin embargo, lo que tienen en común, y esto es lo esencial, es que los elementos se transmutan en la naturaleza. En 1989, dos científicos norteamericanos, Fleishmann y Pons, anunciaron la “fusión fría de átomos” en una conferencia de prensa, siendo el hecho descalificado por la llamada comunidad científica. En ese mismo año, Tadahiko Mizuno, electroquímico japonés, inició sus investigaciones en la “fusión fría del átomo” que, en principio, fueron consideradas “una broma”. Hoy, científicos japoneses, coreanos, rusos, italianos, españoles y de otras nacionalidades investigan seriamente este maravilloso campo en el que “algo estupendo está aconteciendo”, como Mizuno expresa en el cierre de su libro: *Transmutación nuclear: la realidad de la fusión fría*.

### 3.10 – LAS PLANTAS INDICADORAS

*“Oh! Inmensa es la gracia poderosa que reside en las hierbas y en sus raras cualidades, porque en la tierra no existe nada tan vil que no preste a la tierra algún beneficio especial... Dentro del tierno cáliz de la débil flor residen el veneno y el poder medicinal”*

*(Escena III, Acto II, Romco y Julieta,  
William Shakespeare, 1564-1616).*

La literatura internacional, inclusive la autotitulada científica, ha dedicado capítulos y libros que describen los medios de combatir a las hierbas dañinas, invasoras, plagas, renuevos, malezas, y tantas otras denominaciones peyorativas dadas a las plantas que emergen espontáneamente en los cultivos agrícolas y en las pasturas, y que aparentemente, disputan con ellos los nutrientes del suelo y la energía solar. Esta tautología es muy difundida por los fabricantes de herbicidas – agrotóxicos destinados a matar ciertas especies vegetales - y ampliamente incorporada por profesores, investigadores, técnicos y productores.

#### 3.10.1 – EL “DIÁLOGO” CON LA NATURALEZA

El conocimiento y la comprensión de las funciones de las plantas, indicadoras o no, es apenas una parte del indispensable “diálogo” con la naturaleza. Se trata de una conducta correcta de la cual el humano puede

obtener muchas informaciones que le serán necesarias para entender los aparentemente insondables secretos de la naturaleza. “Hable con ella” y verá cuántas respuestas tendrá y cuántos problemas pueden ser solucionados. El “diálogo” con la naturaleza es una categoría superior indispensable, que está al alcance de los que desean manejar racionalmente los pastos, tal como requiere la verdadera agroecología.

Los hechos no ocurren por casualidad en la naturaleza. Siempre hay, para un efecto, una causa. Esta es la forma dialéctica de “leer” la naturaleza, pues es a partir del permanente diálogo con la ella se pueden develar sus misterios y, manteniendo la armonía, alcanzar los mejores beneficios duraderos para su mayor creación, que es la especie humana. Este diálogo implica el entendimiento de que los indicadores son plantas útiles, que están indicando alguna conducta equivocada de manejo del suelo y que, en lugar de intentar exterminarlos con algún veneno, más sabio y eficiente es identificar las causas por las que aparecen, y actuar sobre ellas. Todos los indicadores que conozco son plantas que emergen para corregir errores humanos. Afirmar esto no es agradable, pero es indispensable para entender el manejo racional de los pastos.

### 3.10.2 – PORQUÉ LOS INDICADORES

Estas plantas, sin embargo, desempeñan funciones esenciales en la recuperación de la sustentabilidad de la naturaleza y, por lo tanto, de la vida.

Entre estas funciones destaco: — cobertura y protección del suelo contra la erosión hídrica y eólica; — recuperación de la estructura del suelo comprometida por agresión de implementos agrícolas, por tránsito de máquinas y por pisoteo animal en sistemas extensivos; — corrección de la compactación producida por máquinas y animales, en los sistemas extensivos; - recuperación de la fertilidad del suelo; - incremento de la MO; - relaciones alelopáticas, controlando el ataque de parásitos en las plantas; - participación en el control biológico de plagas y enfermedades; - indican carencias y desequilibrios en los suelos; - transporte de nutrientes, especialmente micronutrientes, de camadas profundas del suelo a las camadas superficiales para tornar disponibles esos nutrientes a las cultivos y pastos; - mejoran, y hasta corrigen, la aireación y retención de agua en el suelo; - protección del suelo a la incidencia directa de la radiación solar; — muchas de esas plantas son comestibles para el humano; - la mayoría de ellas tiene acción medicinal, son fitoterápicas; — varias son apícolas; las raíces pivotantes, como la escoba dura y otras, almacenan C en camadas profundas del suelo, mejorando la calidad ambiental; - y, por fin, y tal vez lo más importante desde el punto de vista de la naturaleza, destaco la obstinada lucha por su biodiversidad.

Como se ve, son innumerables las funciones positivas de esas plantas. ¿Será justo nombrarlas despreciativamente como hierba dañina, maleza,

invasora o renuevo? Ciertamente, no. Por eso, procurando asociar el adjetivo a la función, las denomino **indicadores**, ya que son plantas que, invariablemente, aparecen en situaciones específicas y con un objetivo determinado. Estas plantas siempre indican algo; generalmente alguna práctica desastrosa derivada de la acción antrópica, que ellas procuran corregir. Además, Schütte, en el inicio de la década del 60, usaba la expresión “plantas indicadoras”, pero con un significado diferente: plantas cuya presencia indican la existencia de yacimientos minerales, como se ve en el cuadro 3.5.

CUADRO 3.5 – ALGUNAS PLANTAS INDICADORAS DE YACIMIENTOS MINERALES

MINERAL	PLANTA	LUGAR
Cobre	<i>Arenaria verna</i>	Australia
	<i>Mielihoferia nitida</i>	
	<i>Scopelophila liguta</i>	
	<i>Lychuris alpina</i>	Noruega
	<i>Silene spp.</i>	USA
	<i>Alsine verna</i>	Alemania
Oro	<i>Cercropia laetevirens</i>	Brasil
Aluminio	<i>Carduella sublimis</i>	
Boro	<i>Polymia spp.</i>	
Manganeso	<i>Trapanataus</i>	
Selenio	<i>Astragalus pectinatus</i>	
Uranio	<i>Astragalus spp.</i>	
Zinc	<i>Armeria halleri</i>	
	<i>Alsine verna</i>	

FUENTE: Tomado de Schütte, 1966.

También Hardy (1970), con referencia de Chenery (1950), usó la expresión *indicadores* para designar plantas que indican particularidades ambientales, como drenaje interno deficiente (*Axonopus aureus*, *Paspalum plicatulum*, *Andropogon leucostachys* y otras); suelos húmedos e inundables (*Eragrostis glomerata*, *Echinochloa colonum*, *Cyperus* spp. y otras); suelos calcáreos o alcalinos (*Cynodon dactylon*, *Setaria pamiculifera* y otras); suelos ácidos (*Paspalum virgatum*, *Setaria pobretiana* y otras) y otras indicaciones ambientales a través de las plantas, como calcícolas, calcífugas, halófitas, hidrófilas y tantas otras.

Por no tener esta comprensión dinámica y dialéctica de la naturaleza, hay muchos autores, de íntegra idoneidad científica, quiero aclarar, que cometen equivocaciones conceptuales incomprensibles. No contemplan, por ejemplo, que en la naturaleza, como dice Fukuoka, entre las plantas, y aún entre otros seres, hay coexistencia y no competición, y que más del 80% de la actividad biológica del suelo es provocado por las raíces (Gassen y Gassen, 1996), función también importante de los indicadores, aunque normalmente olvidada.

### 3.10.3 – LAS CONTRADICCIONES

Un respetable autor, en una excelente e ilustrada publicación, describe centenares de **plantas dañinas** que, o bien son utilizables como alimento humano, o bien poseen funciones medicinales...

Otro autor, igualmente respetado, refiriéndose a los factores que reducen la erosión, dice textualmente: "...ocurrencia generalizada de hierbas dañinas en buena parte del ciclo final de los cultivos económicos y hasta el reinicio de la nueva preparación del suelo". Del ítem "Hierbas dañinas", extraigo: "...el suelo normalmente se encuentra cubierto por diversas especies de malezas de verano... formando un denso tapiz de cobertura muerta... pudiendo ser consideradas plantas útiles para fines de cobertura del suelo, en función de las siguientes características: no compiten con los cultivos de verano, se resiembran espontáneamente y promueven la cobertura del suelo antes de la cosecha del maíz...".

Es por lo menos paradójal, llamar "dañinas" a plantas que sirven como alimento humano, o que tienen funciones medicinales, o que protegen el suelo de su mayor catástrofe: la erosión.

En razón de los beneficios causados por estas plantas y, principalmente, por las señales que su presencia ofrece para comprender cómo y por qué determinada especie emerge en determinado lugar, en un cultivo o en una pastura, es que las denomino **indicadores**. La cuestión es identificar qué indica cada planta. Hay una primera razón para su presencia: el mantenimiento de la biodiversidad, que es un principio básico de los ecosistemas naturales, y una condición esencial para la vida en el planeta.

Es frecuente que un suelo cubierto con vegetación natural, al ser preparado para un cultivo cualquiera, quede cubierto con alguna planta indicadora.

Ciertamente, nadie sembró las plantas-indicadoras. ¿De dónde vienen, entonces, las semillas? Ellas están en el suelo; hay millares aguardando el momento de emerger para proteger el ecosistema cuando es agredido. En cada m<sup>2</sup> de suelo, hay entre 7.000 y 60.000 semillas pertenecientes a más de 100 especies (Pearson & Ison, 1994; Klapp, 1977) que permanecen allí en latencia, con la finalidad de proteger a los ecosistemas naturales. De esta manera, el primer paso para entender la función de los indicadores, antes de combatirlos, es saber por qué emerge una determinada especie y no otra u otras. Si deseamos que los indicadores no crezcan, y que permanezcan en latencia en el suelo, es necesario que no creemos, con procedimientos equivocados, las condiciones que predispongan y demanden su presencia.

En relación a las pasturas, muchas veces la presencia de indicadores es bienvenida porque son excelentes plantas de cobertura, generalmente consumidas por los animales — en PRV, naturalmente — y lo que es muy importante, muchas veces, con un ciclo vegetativo más prolongado que el

de las especies mejoradas. Por eso, al manejar la pastura por sus puntos óptimos de reposo, que normalmente son menores, se provoca una “aceleración fuera de tiempo” en los indicadores, que acaban por desaparecer. Además, como no son plantas pratenses, no resisten el pisoteo. Es bueno recordar que estas plantas tienen en su materia seca los nutrientes de cualquier pastura y, a veces, son aún más ricas en microelementos.

Cuando surgen plantas extrañas a la pastura y se quiere identificar la función que están desempeñando, se debe dejar que crezcan hasta la prefloración, y luego arrancarlas con cuidado para no romper la raíz principal. Si se trata de una raíz pivotante, como la escoba dura —*Sida rhombifolia*— está indicando que el suelo está compactado a la profundidad a la que la raíz principal se dobla en busca de una brecha por la cual pueda penetrar; si se trata, por ejemplo, de una gramínea con raíces fasciculadas y fuerte multiplicación rizomatosa, como los *Cynodon*, indica la necesidad de cubrir el suelo, para protegerlo de la erosión hídrica o eólica; hay plantas cuya presencia está asociada a la fertilidad del suelo: los helechos (samambaias) y el cebollín (tiririca, ciperus) indican suelos ácidos, y esta última puede también señalar carencia de magnesio en el suelo. En otras palabras, la presencia de una planta “indeseable” en la pastura, siempre indica alguna falla en el manejo actual o anterior. Es necesario, pues, identificarla para buscar la forma racional, orgánica, de controlarla. Una de las grandes ventajas de las pasturas permanentes es el hecho de que las plantas deseables consiguen dominar cada vez más. Pero cualquier desliz en el manejo del tapiz vegetal será acompañado por la aparición de indicadores indeseables (Klapp, 1977).

Tratándose de un asunto muy poco investigado, hay informaciones provenientes de observaciones empíricas que, aunque reales, son escasas. Ocurre, por ejemplo, que existen varias plantas que indican una misma función, pero vegetan en lugares diferentes, en la misma región. ¿Porqué? La respuesta cabe a la investigación. No obstante, esto puede ocurrir porque de un lugar a otro puede haber diferencias en la constitución del suelo, en el micro-ecosistema o en otros factores diferenciales que pueden llevar a que en suelos compactados, en un caso se dé la presencia de escoba dura (guaxuma, *Sida rhombifolia* L.) y en otro, de senecio (*Senecio brasiliensis* L.).

Parece haber una relación entre ciertas especies de indicadores y ciertas deficiencias de microelementos en el suelo. Schütte (1966) cita como ejemplo en suelos ricos en MO, que la raíz pivotante penetra hacia las capas más profundas del suelo en busca de cobre, para nutrir a la planta que se veía privada de ese elemento por la indisponibilidad producida por la MO. Es probable que los microelementos más deficientes sean boro, molibdeno, cobre y cinc. Análisis del tejido de las plantas y del respectivo suelo, ayudan a identificar la relación entre el indicador y su causa.

Sobre lo que no hay dudas, es que los indicadores, sean cuales fuesen, sólo aparecen cuando hay alguna perturbación en el ecosistema: agresión con implementos agrícolas; uso de agrotóxicos y/o fertilizantes de síntesis química de alta solubilidad; mal manejo (sistemas extensivos de pastoreo, por ejemplo) o cualquier otra conducta equivocada, de la que resultan por lo menos cuatro consecuencias: suelo descubierto, compactación del suelo, intoxicación del suelo y modificación de la cobertura vegetal, con retroceso al manto original. Estas situaciones perturban inmediatamente la biocenosis, modificándola y alterando sus relaciones bióticas, cuya consecuencia es la ruptura del ecosistema. Es, así, inevitable la emergencia de plantas indicadoras para reorganizar el ecosistema.

Veamos algunas plantas indicadoras.

**Chilca, quiebra arado** (assa-peixe, mata-pasto)-( *Vernonia tweediana* Bak.) [ *V. polyanthes* Less., *V. scorpioides* (Lam.)Pers.] – Planta perenne, medicinal, excelente melífera productora de una de las mejores mieles del mundo (Vincenzi, 2003). Arbustiva, se multiplica por semilla y vegetativamente. Tiene raíces rizomatosas subterráneas y superficiales, dotadas de numerosas yemas de rebrote. De allí su fácil multiplicación y difícil control. Indicador de manchas de suelo fértil (observación personal), aunque la literatura registra su preferencia por suelos de baja fertilidad. Desmalezadas sucesivas después del pastoreo y altas cargas instantáneas acaban por controlar su rebrote. Tiene poca resistencia al pisoteo. Aparece en parcelas con tiempos de reposo prolongados y manejo con baja carga. He observado que, cuando existen estas fallas de manejo, la chilca aparece en las manchas más fértiles y la paja colorada (rabo-de-burro), en los sitios de peor calidad de suelo. La chilca es un precursor de la recomposición del monte bajo original.

**Pasto amargo** (capim-amargoso) [ *Digitaria insularis* (L.) Mez.] – Característico de suelos muy removidos y con fertilidad limitada, en los que es invasor. Como su nombre lo indica, en los estadios más avanzados y con flor, es rechazado por los animales por su sabor amargo. En los estadios jóvenes y con altas cargas, es comido por el ganado. Se controla corrigiendo la carga y el manejo, con tiempos correctos. A medida que se mejora la estructura del suelo, desaparece. Aunque sea muy agresivo en su aparición, no debe preocupar, si las parcelas fuesen bien manejadas. En proyectos PRV en funcionamiento la invasión difícilmente ocurre. Generalmente, es una planta existente antes de iniciar el PRV, producto de una práctica anterior extensiva.

**Cardos** [cardo ( *Carduus mutans* L.), cardo negro ( *Carduus acanthoides* L.), cardo de Castilla ( *Cynara cardunculus* L.), cardo crespo ( *Carduus tenuiflorus* Curt.), cardo asnal ( *Silybum marianum* L.), cardo

cruz (*Carthamus lanatus* L.)] – Existen varias especies de cardos, planta actualmente considerada peligrosa invasora, y a la que José Hernández (1834-1886), autor de Martín Fierro, en su libro “Instrucción del Estanciero” escrito en 1881, bajo el título “Pastos tiernos” le dedica una página y media de elogiosas referencias. De allí extraigo: “Cardo:...planta especial de la Provincia de Buenos Aires... tiene gran importancia entre los pastos anuales... pastos tiernos, a pesar de la altura... Las clases conocidas de cardo son cardo santo, cardo asnal, cardo de Castilla, cardón... el cardo-asnal...produce un buen engorde. A toda clase de ganado le gusta el cardo... el ganado vacuno lo come con placer...”. El cardo (foto 4), es una planta adventicia, anual o bianual, que vegeta espontáneamente en suelos que fueron arados y están compactados. Si tienen un fuerte desarrollo vegetativo indican suelos fértiles; si el crecimiento es débil, los suelos están muy compactados, y la fertilidad, por ello, inhibida. He visto en un proyecto manchas de cardo exuberantes dentro de las parcelas, y cardos de crecimiento muy pobre en los caminos, dada la compactación ocasionada por el tránsito de los bovinos. Entre las diversas cualidades del cardo, una es la formación de matas en las que, además de no entrar predadores, hay un microambiente de sombra y humedad. Es un ambiente propicio para el desarrollo de microorganismos que corrigen la compactación, y por eso es que se forma bajo sus hojas un espacio con suelo poroso y fértil. A veces hay lombrices en estos sitios y, casi siempre, colémbolos. Las raíces del cardo son pivotantes, pero pueden modificar su arquitectura a fasciculadas cuando la compactación superficial es muy intensa. Los cardos indican, pues, suelos compactados por el arado o por el pastoreo extensivo. El control es simple. Se espera a que las plantas se sequen y se coloca el ganado a pastar todo lo que hay aprovechable en la parcela. Inmediatamente después, una desmalezada a ras del suelo. Sucesivamente, se usa la parcela con un manejo correcto de PRV. Gran parte de las plantas no vuelve, y las pocas que emergen, o son pastoreadas, o son pisoteadas por el ganado. Generalmente, el control completo se logra al cabo de un año. Como dijo Hernández hace más de un siglo, “el ganado vacuno lo come con placer”, especialmente en los estadios juveniles. En vez de aplicarle herbicidas, siempre caros y nocivos para la vida (*cida* = que mata), ¿no sería preferible desarrollar investigaciones para “hacer” cardos sin espinas, y transformarlos de “indicadores” en “pasto tierno”, que nazca espontáneamente y sin costo? Aún es tiempo.

**Carqueja** (*Baccharia trimera* Less.) – A la par de sus funciones medicinales reconocidas, la carqueja indica suelos maltratados con pisoteo, pastoreo continuo, alta carga, y suelos generalmente pobres y compactados. Es una reacción al mal uso del suelo y de las plantas. En pastos bien manejados, difícilmente aparece. Su control es hecho con altas cargas instantáneas y tiempos de reposo correctos. Los ovinos comen el rebrote. El

té de carqueja es usado como antidiarreico, como protector de los pezones después del ordeño contra la mastitis, uso de eficiencia comprobada. Dada sus propiedades terapéuticas, es cultivada en regiones en las que su incidencia es baja, como se ve en la foto 5.

**Abrojo** (carrapicho) (*Xanthium cavanillesii* Schouw.) – Planta anual que vegeta en suelos arados y/o compactados. Tiene raíz pivotante, robusta, que rompe el pic de arado y deja un canal de hasta 50 cm de profundidad. Siendo anual, una vez cumplido el ciclo vegetativo, deja un abundante material para la producción de MO humificada. Es de fácil control: se desmaleza antes de la floración, para producir un material de mejor calidad para la humificación, o bien se espera a que complete su ciclo y se desmaleza después, dejando el material triturado sobre el suelo. En proyectos bien manejados, sólo aparece en alguna mancha remanente de suelo compactado. Cuando son pocas plantas, lo mejor es arrancarlas a mano. También aparece en áreas húmedas con pastizal nativo, promovida por el pastoreo continuo.

**Eragrostis** (capim-annoni) (*Eragrostis plana* Nees) – Proscrito en Brasil como plaga nacional, indeseable. En la Argentina, el *Eragrostis curvula* Scrad, **pasto llorón**, es bienvenido, ya que ha salvado de la erosión eólica millares de hectáreas en la provincia de La Pampa. El eragrostis es invasor en las pasturas, cultivos y banquinas de rutas en RS, SC, PR y SP. Su control por los métodos convencionales es difícil y caro. En PRV, como su tiempo óptimo de reposo es más prolongado que el de la mayoría de los pastos, con manejo, con altas cargas y tiempos correctos, el eragrostis es controlado. Puede ser controlado también por especies forrajeras que le hagan sombra.

**Chirca o chilca** (*Eupatorium virgatum* DC.) – Frecuente en los campos de la Campaña Rio-grandense, con manejo extensivo y baja carga. Son arbustos perennes, de hasta 1,80 m de altura y que forman un tallo leñoso, a veces de difícil extinción. Su control es hecho con desmalezadas sistemáticas y altas cargas instantáneas. Los ovinos comen su rebrote, siendo un buen coadyuvante en su control. En campos desprovistos de abrigos, se pueden dejar algunas manchas de chirca para protección del ganado, contra la radiación solar y contra el frío.

**Chinchilla** (cravo-de-defunto) (*Tagetes minutus* L.), conocido como eficiente nematicida.

**Pasto horqueta** (grama-batatais, grama-mato-grosso, grama-común, capim-batatais, grama-forquilha) (*Paspalum notatum* Flüggé) – Todo lo que se dice del *Cynodon dactylon*, se aplica completamente al pasto horqueta. Muchos suelos de San Pablo, Paraná, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul y Goiás, si aún tienen algún nivel de fertilidad, se debe al pasto horqueta, que frenó la erosión. Además de ser una pastura razonable, acepta consociaciones y, ante un manejo correcto de las pasturas mejoradas, desaparece sin dificultad. El pasto horqueta comienza ocupan-

do el espacio dejado por el pasto Guinea (*Panicum maximum* Jacq.). Inicialmente, el pasto Guinea emite raíces superficiales, que no consiguen penetrar en el suelo compactado en los caminos formados por los animales entre sus matas. El pasto Guinea pierde su exuberancia, y el pasto horqueta emerge para cubrir el suelo desnudo de las calvas en primer lugar, y después para, con su sistema radicular robusto y con adaptación milenaria, recomponer la estructura del suelo compactado.

**Gramón** (grama-paulista, gramão, grama-seda, capim-bermuda, prefeitura, graminha) (*Cynodon dactylon* L. Pers; *Cynodon* spp.) – Esta gramínea ha sido, tal vez, el indicador más combatido por los técnicos y productores convencionales; quizás sea también la planta que la naturaleza más ha usado para corregir las imprudencias humanas en el uso del suelo. Es, sin duda, una planta que merece nuestro mayor respeto. Antes que nada, es necesario decir que las plantas del género *Cynodon* son excelentes forrajeras: desde la Coastal Bermuda (de enorme expansión en los Estados Unidos de América del Norte) hasta el gramón (*Cynodon dactylon* L.). El *C. dactylon*, en su punto óptimo de reposo, tiene una composición nutritiva similar a la de la alfalfa. Esta planta adventicia aparece en suelos agredidos por el laboreo, con la finalidad de proveerlos de cobertura y protegerlos contra la erosión. Es, por lo tanto, una planta de virtuosas funciones que, antes de ser combatida, debe ser estudiada, y sus funciones utilizadas en beneficio de una agricultura realmente sustentable. Hasta porque se trata de una planta muy educada, pues se retira, después de haber cumplido su misión: es una planta rastrera, susceptible a las heladas, que necesita mucha luz. En competencia con plantas que le hacen sombra, o que tienen períodos de reposo más cortos, desaparece, o permanece apenas cubriendo las calvas no ocupadas por las especies forrajeras clásicas. Naturalmente, puede ser utilizada como forrajera, observando su sensibilidad a las heladas. Otros *Cynodon*, como la estrella africana, la estrella roja y tantas más, son pasturas excelentes utilizadas en la faja tropical y subtropical de Brasil y de otros países de América Latina. Es un género de plantas muy rústicas y agresivas, motivo por el que han sobrevivido al pastoreo extensivo. En PRV, sus resultados son excelentes. Se consocia bien con forrajeras erectas, como la alfalfa. Foto 6. Cuando se seca por las heladas dejando una gran masa de pasto seco, se le atribuyen efectos tóxicos. Jamás constaté este efecto. Seguramente, los eventuales casos registrados fueron de animales hambrientos, que ingirieron grandes cantidades de pasto seco, sin la presencia de otras especies vegetales. Según Riet Corrêa (1993), se desconoce el principio activo que provoca la toxicidad del gramón, y sus manifestaciones son termogénicas.

**Escoba dura** (guanxuma, guaxuma) (*Sida rhombifolia* L., *S. carpinifolia* L., *S. cordifolia* L., *S. glaziovii* K.Sch., *S. santaremnensis* H.Mont.) Fotos 7 y 8 – Como se ve, hay diversas especies agrupadas en la

misma denominación de escoba dura. Es uno de los indicadores más frecuentes, y ha prestado un gran servicio para la recuperación de suelos, aunque rechazada y combatida por los técnicos y productores convencionales. Hay varias especies de escoba dura, lo que le otorga un alto cosmopolitismo. Vegeta desde el Ecuador a la Patagonia. Arbusto fibroso, de raíz pivotante y robusta, indicador de suelos compactados. Es consumida por el ganado, y las partes cortadas son atacadas por un hongo. Concluido su ciclo, o atacada por algún enemigo natural, perece y deja en el suelo los canales ocupados por las raíces putrefactas, por donde pasa a entrar el aire y el agua, indispensables para el desencadenamiento de una intensa actividad biológica. Es una planta que procura corregir el pie de arado, tanto profundo (15-20 cm) como superficial (8-10 cm). La escoba dura nos indica cuál fue el proceso de agresión al suelo anterior, por la distancia desde la corona de la planta hasta el desvío de la raíz principal en la busca de una brecha para la penetración.

**Senecio** (berneira) [*Senecio brasiliensis* (spr.) Len.] – Planta perenne (Lorenzi, 1991), bianual, llamada *berneira* en las regiones tropicales y subtropicales, por ser preferida por la *mosca-del-berne* o mosca de las miasis (*Dermatobia hominis* L.). Cuando son ingeridas grandes cantidades por animales hambrientos, puede provocar intoxicación por la acción del alcaloide senecionina, que es un pirrolizidínico. Normalmente, no ofrece riesgo, y en los ovinos no tiene efecto tóxico. Es una planta con sistema radicular robusto y, después de la floración, se seca y sus raíces putrefactas dejan una preciosa red de canales en el suelo, que mejoran su estructura con el aumento de la porosidad. Es indicadora de suelos laboreados, compactados; hay años en los que ocurren verdaderas infestaciones, conocidos vulgarmente como “año de los senecios”. La mejor conducta para su control son las desmalezadas, a partir de febrero, después de la salida del ganado de la parcela. Donde los trabajos con máquinas no son viables, hay que esperar a que florezca y se seque, dándole un manejo posterior con alta carga, con tiempos de ocupación cortos y tiempos de reposo correctos. Las fotos 9, 10, 11, 12 y 13 ilustran los efectos positivos del senecio en la descompactación del suelo.

**Mio mio** (*Bacharel coridifolia* DC.) – Planta tóxica, que aparece en campos con baja carga animal, en pastoreo extensivo. En PRV, después de sucesivas ocupaciones de las parcelas, desaparece. Es preciso tener mucho cuidado, porque su toxicidad es violenta, pudiendo matar en pocos minutos. Los bovinos criados en campos con mio-mio “aprenden” a no comerlo. Pero cuando se introducen en campos infestados animales provenientes de campos en los que no hay mio-mio, es necesario tratar a los animales foráneos. Hay dos tratamientos empíricos, pero con buenos resultados. Uno es restregar plantas de mio-mio en el hocico de los animales que llegan; otro, es quemar plantas de mio-mio al lado de la manga donde se

alojan los animales foráneos, de modo que el viento lleve el humo hacia los animales, quienes lo aspiran y quedan impregnados por el olor, lo que les permite identificarlo y no comerlo cuando están pastando.

**Paja colorada** (rabo-de-burro) [*Schizachyrium condensatum* (HBK) Nees] – Indica pasto pasado, tiempos de reposo muy largos, baja carga en el proyecto. Para controlarlo se debe dar un pastoreo al ras en la parcela y desmalezar en seguida. Con el uso posterior de la parcela con tiempos de reposo correctos, la paja colorada desaparece. Cuando está tierno y en los primeros estadios de crecimiento, es apreciado por los bovinos, y como sus tiempos de reposo son largos, se produce una aceleración fuera de tiempo y la paja colorada desaparece. Observé que algunos bovinos en PRV comen con avidez sus inflorescencias.

**Helecho** (samambaia) [*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn] – Planta perenne, rizomatosa, herbácea, con propiedades medicinales y alelopáticas. Es un clásico indicador de suelos ácidos. Planta tóxica, mutagénica y carcinogénica (Gava, *in* Riet Corrêa, 1993). El ganado prácticamente no la come: sólo lo hace en estadios jóvenes, y con mucha hambre. Su control es fácil: una desmalezada bien baja y pisoteo posterior, con altas cargas en el rebrote, la controlan completamente.

**Sorgo de Alepo** [*Sorghum halepense* (L.) Pers.] – Es lo contrario del eragrostis: plaga nacional en Argentina y pasto deseado en Brasil. En verdad, no hay razón para dejar de considerarlo un buen pasto. Su densidad depende del manejo: cuando los tiempos de reposo son más largos que el óptimo, el sorgo de Alepo ocupa más espacio; con tiempos de reposo correctos, su densidad es normal y se integra perfectamente en la comunidad vegetal, con la ventaja de ser un pasto de verano, época en que escasean las buenas especies forrajeras.

**Cebollín, ciperus** (*Cyperus rotundus* L. y *Cyperus* spp.) – Es indicadora de suelos ácidos y/o pobres en magnesio. Es consumida por el ganado en PRV. Revela también tiempos de reposo excesivamente prolongados, que llevan a tener pasto pasado. Desaparece con buen manejo, esto es, altas cargas y tiempos correctos.

**Otros indicadores - Yuyo colorado** (caruru) (*Amaranthus deflexus* L. o *Amaranthus* spp.), planta adventicia en suelos fértiles y con buen tenor de MO. Algunas especies son comestibles y poseen propiedades medicinales; **Hierba del bicho, enredadera** (erva-de-bicho) (*Polygonum hidropiperoids* Mich) es una planta con savia extremadamente amarga y astringente. Es el único indicador que no vi que los bovinos comieran. Prefiere lugares húmedos, y el manejo intensivo de las parcelas lo hace desaparecer. Normalmente, su control es manual. **Flor morada** (*Echium plantagineum* L.), anual o bianual, posee gruesas raíces que mejoran la estructura del suelo; **Romerillo amarillo, vara de oro** (lanceta) (*Solidago chilensis* Meyer) está dotada de rizomas profundos y se encuentra en suelos

previamente arados; **“Leiteiro”** (*Peschiera fuchsiaeifolia* Miers) se multiplica por semillas y partes vegetativas. Se da en suelos compactados y de baja fertilidad; **Lengua de vaca** [*Chaptalia integerrima* (Vell.) Burk], planta anual, con triple función: los bovinos la comen, posee una gruesa raíz pivotante y sus hojas forman una corona de 30 cm de diámetro, dando total cobertura al suelo; **Lengua de vaca** (*Rumex obtusifolius*), planta anual, semejante a la *Chaptalia*, también aparece en suelos compactados y descubiertos. Sus hojas son anchas y largas, de donde viene su nombre vulgar. Es una planta con cuatro funciones: además de las tres descritas en la *Chaptalia*, las hojas contienen un principio activo que ayuda a controlar el timpanismo. ¿No es insólito clasificar como “plaga” o dañina” a una planta con estas virtudes?; **Paico macho** (mastruço) (*Chenopodium ambrosioides* L.) es una planta con propiedades medicinales y acción insecticida; **Nabo** (nabiça) (*Raphanus raphanistrum* L.) posee una raíz robusta y pivotante, anual. Tiene reacciones alelopáticas. Cuando se seca, deja el suelo con innumerables canales de penetración de aire y agua. A pesar de que la literatura la cita como tóxica, los bovinos la consumen perfectamente; **Amor seco** (picão) (*Bidens pilosa* L.) es una planta común en los cultivos de primavera-verano. Posee propiedades alelopáticas; **Ortiga** (urtiga) (*Urtica irens* L) es una planta exigente en MO y suelos sueltos. Tiene acción insecticida contra pulgones. Se ubica con frecuencia junto a mangas, corrales, lugares sombreados y montes frutales. Indica buena fertilidad.

La lista de plantas indicadoras es inmensa, pues hay un número mucho mayor de plantas espontáneas que de forrajeras mejoradas. Analicé aquellas mas comunes y que mas han sido “combatidas” por los técnicos y productores convencionales. Y lo hice con la intención de llamar la atención sobre la importancia de aprovechar las utilidades de las plantas en beneficio humano, en vez de proscribir las sin alguna razón inteligente.

El diálogo con la naturaleza es una categoría superior en la comprensión del manejo de las pasturas. Aunque esté al alcance de cualquier profesional o productor, es necesario entender sus mecanismos y, a partir de ahí, ejercitar la observación y la deducción. Como dice Sir Arthur C. Doyle, el creador de Sherlock Holmes, “Nuestras ideas deben ser tan vastas como la naturaleza, si queremos interpretar la naturaleza”.

Hay muchísimos otros indicadores que no son “malezas”. En climas templados, la presencia de leguminosas en el manto vegetal indica suelos con menos acidez; la presencia de una especie de garza (*Bubulus ibis*), aunque que sea un ave predatoria, indica la existencia de insectos, artrópodos y lombrices; vida, por lo tanto; la presencia de pájaros no sólo indica la existencia de seres que les pueden servir de alimento, sino que también los pájaros son excelentes predadores de insectos indeseables, como la tucura.

El principio fundamental es que ningún ser existe por casualidad o sin

función en la naturaleza, en un ecosistema. Se debe, inicialmente, investigar porqué ese ser debe estar en este lugar y en este momento. En seguida, analizar sus características morfológicas y funcionales: arquitectura de la parte aérea, tipo de raíz, presencia de espinas, vegetación circundante, si hay posibles relaciones alelopáticas, y muchos otros aspectos.

Veamos un ejemplo: con frecuencia se ven matas de escoba dura (*Sida rhombifolia*) en suelos que fueron arados y que fueron transformados en pasturas. Se observa el sitio donde se aloja la mata, su extensión y la vegetación existente. Se arrancan algunas plantas de escoba dura en diferentes estadios vegetativos (de plantas jóvenes a plantas adultas) con el cuidado de no romper las raíces. Se examinan las raíces: serán raíces pivotantes y, muchas de ellas, con desvíos del eje vertical, que se tuerce para luego retomar su dirección. La “lectura” es simple: suelo agredido, desestructurado, compactado, con presencia de pie de arado; y la interpretación es obvia: la presencia de la escoba dura está corrigiendo un error de manejo anterior del suelo; el desvío del eje vertical indica la localización de la camada de “pie de arado”. La vigorosa raíz pivotante es la “corrección” del suelo: cuando la escoba dura termina su ciclo vegetativo, se seca y se pudre, dejando en el lugar de sus raíces una red de canales que hará viable la entrada de agua y aire en el suelo, con lo cual se activa su vida y tiene lugar el proceso de recuperación, si hubiera, subsecuentemente, buen manejo.

¿Es correcto llamar a esa planta (como a muchas otras), hierba dañina?  
¿Porqué esa planta está en ese lugar ahora?

Porque el suelo fue desestructurado con la práctica anterior de laboreo y porque en ese lugar inmediatamente la naturaleza moviliza de su banco de semillas, siempre disponible en el suelo, aquella planta (escoba dura) que es capaz de corregir más rápidamente el mal uso anterior del suelo.

¿Quién desconoce que un suelo cubierto por helecho (samambaia, *Pteridium aquilinum* Kuhn) es ácido? En ese caso, si está presente el pasto gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.), en pocos años éste ocupa íntegramente el área, en función de su actividad alelopática contra este helecho; además, el pasto gordura tiene una fuerte acción repelente sobre las garrapatas y otros ectoparásitos.

Como se ve, es necesario observar y entender estas relaciones existentes en la naturaleza y tratar de maximizarlas en beneficio de la producción económica, que no siempre corresponde al beneficio para el ecosistema natural; pero hay que entender la contradicción y, racionalmente, tratar de superarla.

Este es un tema poco estudiado, pero que merece más atención por parte de nuestros investigadores.

Finalmente, reafirmo lo que fue dicho en el inicio de esta sección: en la naturaleza no hay “plagas”, ni “malezas”. Hay plantas que siempre van

a aparecer cuando hay alguna alteración en el ecosistema, que pueda comprometer su dinámica perennidad y biodiversidad. La conducta correcta no es combatir las plantas adventicias y/o espontáneas, y sí analizar porqué causas estas plantas aparecieron en ese lugar, para tratar, entonces, de actuar sobre sus orígenes. En la naturaleza no hay combate, hay comprensión y control.



# 4

## Leyes universales del Pastoreo Racional

### 4.1 - LA SIGMOIDEA

La vida de cualquier ser vivo puede ser representada gráficamente por una curva en forma de S, una sigmoidea.

Voisin, trabajando en sus pasturas, en Le Talou, Normandía, Francia, midió la producción de pasto, por día y por hectárea. El resultado de sus mediciones fue volcado en un sistema de ejes, de donde resultó la curva de las figuras 1 y 2, que muestra la producción con diferentes períodos de reposo.

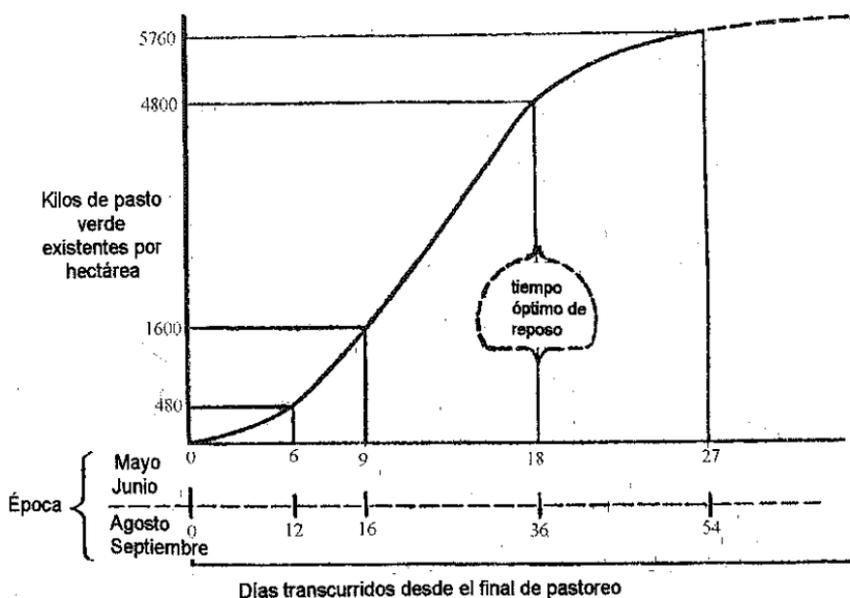


Figura 4/1- Representación gráfica original de Voisin de sus observaciones de crecimiento de la pastura después del final del pastoreo: el resultado fue la conocida curva sigmoidea, base de la formulación de las leyes universales del pastoreo racional, en que los animales deben entrar en la parcelas para pastorearlas. Los datos corresponden a Normandía en el Hemisferio Norte. (Voisin, 1957, reproducido de la traducción al portugués, 1974)

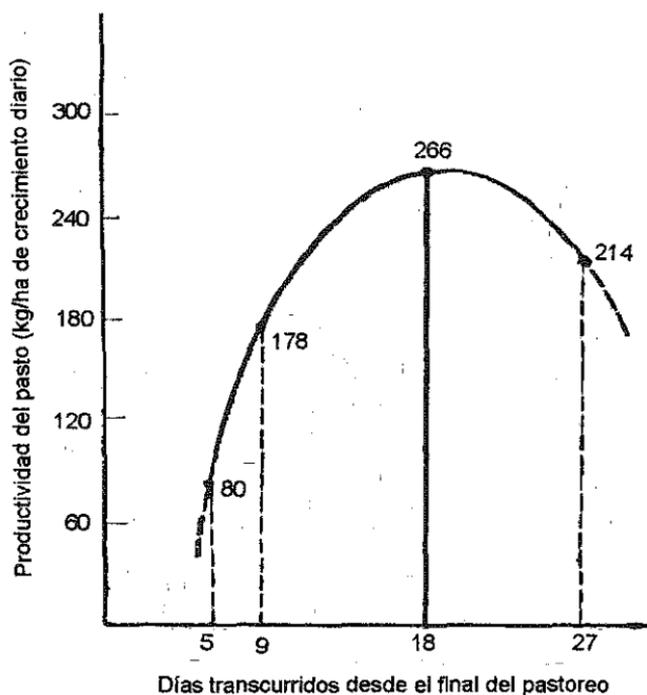


Figura 4-2- Curva de productividad del pasto en mayo y junio (según Voisin, en Normandía, Francia)

Al analizar esa curva, cuyos datos son específicos para las condiciones ambientales en que fueron obtenidos (primavera, mayo - junio de Normandía, 1954) se verificó que:

- con seis días de reposo, la pastura había producido 480 kg de pasto verde/ha;
- con nueve días de reposo, esto es, 50% más del tiempo de la primera observación, había 1.600 kg/ha, es decir, 3,3 veces más;
- con 18 días de reposo, la producción de pasto estaba en 4.800 kg/ha, o sea, con tres veces más del tiempo de la primera observación, había 10 veces más pasto;
- finalmente, a los 27 días, Voisin midió una producción de 5.760 kg/ha, que determinó una inflexión de la curva, indicando que la pastura se encaminaba hacia la madurez.

A partir del sexto día de reposo hasta el 18º, la curva tomó un crecimiento exponencial, que correspondió a la gran producción de pasto por unidad de tiempo, y que Voisin llamó "llamarada de crecimiento", período en que la captura de energía radiante supera ampliamente el gasto energético de la respiración, y las reservas de las raíces son reabastecidas; a

partir del 18º día, la intensidad de crecimiento disminuyó, tendiendo a anularse. Al punto en que termina la llamarada de crecimiento y se inicia el período de maduración, exactamente a ese punto, Voisin lo llamó punto óptimo de reposo de la pastura, y su identificación para la entrada del ganado para pastoreo es un fundamento básico del manejo racional de los pastos. La planta, a lo largo de la sigmoidea, no tiene sólo cambios cuantitativos. Posee, también, modificaciones cualitativas. La pastura del inicio del rebrote es pobre en fibra y rica en compuestos nitrogenados solubles que pueden provocar diarrea. Es común ver pasturas cultivadas o verdes de invierno usados **antes** de su punto óptimo de reposo con doble daño para el productor: la disponibilidad de pasto para los animales es menor, además de provocar diarrea. Si el productor esperase algunos días, estos inconvenientes desaparecen. Ya la pastura en punto óptimo de reposo, además de producir mucha más MS/ha, tiene su composición más equilibrada, con un tenor de fibra mejor, y con su nitrógeno bajo la forma de aminoácidos, sustancias más saludables que los nitratos y nitritos. Por lo tanto, la composición nutritiva de la pastura en su punto óptimo de reposo es superior.

#### **4.2 - EL PUNTO ÓPTIMO DE REPOSO Y EL REABASTECIMIENTO DEL SISTEMA DE RESERVAS**

El inicio del rebrote de una pastura se da, principalmente, por la movilización de las reservas existentes en la base de las plantas y, principalmente, en el sistema radicular. Los carbohidratos no estructurales son movilizados para el inicio del rebrote de la pastura. El rebrote evoluciona y adquiere capacidad fotosintética, con la consecuente formación de carbohidratos no estructurales. Este proceso va acumulando energía en la parte aérea hasta que haya un excedente. El excedente migra hacia la base de la planta y a su sistema radicular, reabasteciendo sus reservas y preparando a la planta para un nuevo pastoreo. El momento en que las reservas están reabastecidas en su plenitud es el punto óptimo de reposo de la pastura; es el momento de ser pastoreada.

La figura 4/3, según Blaser (1990), ilustra ese proceso. Observando la curva de las reservas de las raíces, se ve que, inicialmente, hay una queda, pues los carbohidratos no estructurales están siendo movilizados, transferidos para alimentar el rebrote de la parte aérea.



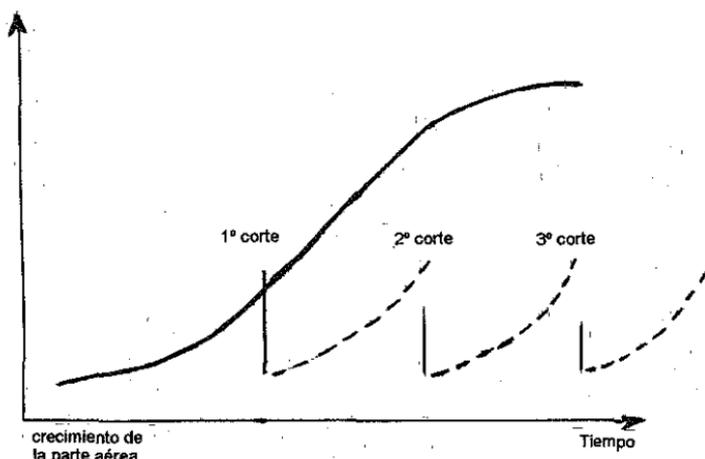


Figura 4/4 - Cuando se respetan los tiempos óptimos de reposo y hay un constante pastoreo, el sistema de reservas de las plantas se agota progresivamente, repercutiendo en el desarrollo de la parte aérea, hasta la situación extrema de la muerte de la planta. Es el resultado de la aceleración fuera de tiempo (Adaptado a partir de Vianna, 1972)

### 4.3 - LAS LEYES UNIVERSALES DEL PASTOREO RACIONAL

El PRV se rige por leyes que, obedecidas en sus directrices generales, permiten al productor obtener máximos rendimientos técnicos y económicos, no sólo sin agresión al ambiente, sino también con un balance ambiental altamente positivo, con elevado nivel de secuestro de  $\text{CO}_2$ .

El pastoreo es el encuentro del animal con el pasto, comandado por el humano. El acto de hacer pastar consiste en satisfacer plenamente las necesidades de uno y de otro, con el fin de viabilizar el máximo rendimiento entre ambos. En términos etológicos, se establece una relación alomimética entre la vaca y el pasto: la vaca necesita del pasto para sobrevivir y deja la saliva para estimular su rebrote, y el pasto, base de la supervivencia de la vaca, precisa ser comido en su punto óptimo de reposo para mantenerse perenne.

Para alcanzar ese objetivo, Voisin estableció cuatro leyes que deben ser rigurosamente cumplidas.

#### 4.3.1. LEY DEL REPOSO

Es la primera ley enunciada por Voisin y establece que:

*Para que un pasto cortado por el diente del animal pueda dar su máxima productividad, es necesario que, entre dos cortes sucesivos a diente, haya pasado el tiempo suficiente, que permita al pasto:*

- a) Almacenar en sus raíces las reservas necesarias para un inicio de rebrote vigoroso;
- b) Realizar su "llamada de crecimiento", o gran producción de pasto por día y por hectárea.

El período de reposo entre dos cortes sucesivos será variable de acuerdo con la especie vegetal, la estación del año, las condiciones climáticas, la fertilidad del suelo y otros factores ambientales.

Los pastos  $C_4$  tienen un crecimiento muy rápido y una gran sensibilidad para la formación de pared celular, que está compuesta principalmente por lignina. Bajo el punto de vista de manejo, esto significa que el punto óptimo de reposo, que ofrece la mejor calidad nutritiva del pasto, es de corta duración, demandando así mayor atención y observación en el uso de las parcelas.

Es importante destacar que el daño que se produce en el sistema radicular al dar pastoreo anticipado al punto óptimo de reposo, es irreversible, y muy superior al ocasionado cuando se pastorea una parcela pasada. Por eso, siempre que haya dudas para establecerlo, es conveniente esperar, aún asumiendo el riesgo de utilizar un pasto algo inferior, pero que asegure la persistencia de la pastura.

#### **4.3.2. LEY DE LA OCUPACIÓN**

Se refiere al tiempo de ocupación de la parcela, el cual, mientras que todo el pasto disponible sea consumido, cuanto menor, mejor. Dice la ley del tiempo de ocupación:

*El tiempo global de ocupación de una parcela debe ser lo suficientemente corto como para que un pasto cortado a diente el primer día (o al comienzo) de la ocupación, no sea cortado nuevamente por el diente de los animales, antes de que estos dejen la parcela.*

La segunda ley es, en verdad, un corolario de la primera. En efecto, si el pasto es cortado dos veces por el diente del animal durante el mismo período de ocupación de la parcela, este pasto no tuvo un período de reposo suficiente como para respetar lo que determina la primera ley. Luego, para que la primera ley sea cumplida, es necesario que la segunda también lo sea. Solamente un tiempo de ocupación corto hará que el ganado no corte el rebrote del pasto durante ese mismo período de ocupación. Lo esencial es que los animales no coman el pasto rebrotado, porque ese es el primer paso para la aceleración fuera de tiempo, y en consecuencia, para la degradación de la pastura.

Desde el punto de vista práctico, para evitar el corte del rebrote del pasto en una misma ocupación, la duración de la misma no debe exceder, según la especie de pasto y la época del año, de uno a dos días, usando, naturalmente, altas cargas instantáneas.

Las dos primeras leyes conducen a la siguiente conclusión: si existe un punto óptimo para cortar el pasto, también existe un tiempo óptimo para que el animal esté pastoreando en él. No hay dudas de que, en la producción bovina, ocupaciones no superiores a un día proporcionan las producciones más altas, siempre que en este período de tiempo se haya realizado un pastoreo a fondo, es decir, usando altas cargas instantáneas, y además, que sea prácticamente viable el cambio diario de potreros, manteniendo

un rodeo en despunte, que tendrá las producciones individuales más altas, y otro para repaso, cuyos aumentos o producción diaria serán menores.

Estas dos primeras leyes, se refieren al pasto.

### 4.3.3. LEY DE LOS RENDIMIENTOS MÁXIMOS

Cumplidas las dos leyes antes enunciadas, los rendimientos serán máximos cuando se cumple este principio:

*Es necesario ayudar a los animales de exigencias alimenticias mas elevadas para que puedan cosechar la mayor cantidad de pasto, y para que éste sea de la mejor calidad posible.*

En condiciones de clima normales, una pastura que tenga de 15 a 25 cm de altura, es la que proporciona la cantidad máxima de pasto de la mejor calidad. Cuanto menos trabajo tenga el animal para pastar a fondo una pastura, mayor será la cantidad de pasto que cosechará.

Esta altura de 15 a 25 cm fue recomendada por Voisin, como producto de sus observaciones en pasturas europeas. No debe ser tomada como regla esquemática, especialmente cuando se trabaja con especies subtropicales y tropicales como pasto elefante, colonial (colonião) y otros, cuyo hábito vegetativo es erecto y alto, y que tienen normalmente, su punto óptimo de reposo a una altura mayor.

La altura del pasto no debe ser considerada como regla para establecer el punto óptimo de reposo, que está dado, como ya fue dicho, por el estadio fenológico.

Condiciones normales de clima permiten establecer una referencia, que en condiciones anormales puede llevar a grandes engaños. Por ejemplo, con altas temperaturas y falta de agua, la planta acelera su desarrollo fenológico para florecer, fructificar y así perpetuar la especie. De esa manera, puede alcanzar el punto óptimo de reposo con pocos centímetros de altura. En esa situación, aún con escaso volumen de masa verde, debe someterse al pastoreo.

La figura 4/5 presenta una ilustración de lo que fue dicho, mostrando la disponibilidad y calidad de pasto a ofrecer a distintos tipos de animales con diferentes necesidades nutricionales.

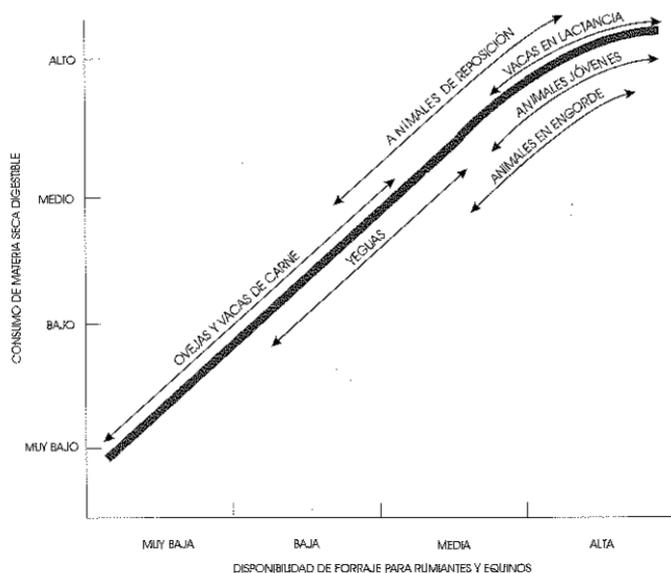


Figura 4/5 - Para una pastura en un determinado estadio vegetativo, el consumo de materia seca de los rumiantes está directamente relacionado con la disponibilidad de forraje (DF). Así, la DF debería ser manejada de modo que permita cubrir la exigencia nutricional de los distintos rumiantes y el respectivo ciclo de producción (Stobbs, 1988).

La calidad del pasto varía no sólo entre diferentes especies en distintos estadios fenológicos, sino también dentro de una misma planta. Los estratos más altos de la planta - más jóvenes - son los que poseen menor contenido de pared celular y, como consecuencia, son los más digestibles y más palatables. El cuadro 4/1 cuantifica estas diferencias.

CUADRO 4.1 - COMPOSICIÓN DE DIFERENTES ESTRATOS DE PASTO ESTRELLA - *CYNODOM NLEMFUENSIS* - CON 18 DÍAS DE REPOSO EN LA VAQUERÍA (TAMBO) 7 - NIÑA BONITA - CUBA, 19 DE JUNIO DE 1992.

Altura estrato- cm	MO digestible g/kg	Energía metabolizable Mcal/kg MS	Proteína bruta %	Consumo estimado kg MS/vaca	Producción lechera estimada kg/vaca/día
+35	544	,95 (2.1)	14,7 (14,8)	18 (20)	15 (18)
20-35	514	1,85	13,4	14	10
5-20	486	1,75	9,3	10	4

FUENTE: IIPF, 1992; NRC, 1989; Estimaciones, LCPM, 1992.

NOTA: Los números entre paréntesis corresponden al heno de alfalfa, a efectos comparativos.

Si los animales consumen solamente las partes superiores de las plantas, tendrán un máximo consumo de alimento, de máxima calidad. Los animales de menores requerimientos pueden pastar los estratos inferiores del forraje.

Este manejo, que denominamos “despunte” y “repaso” y que sólo es posible en un verdadero PRV, es el que permite maximizar la producción, ya que, junto a una alta carga, que resulte en alta productividad por área, posibilita un alto desempeño individual del grupo de despunte. El manejo de despunte y repaso sólo es viable si hay agua en cada parcela.

Para interpretar mejor esta ley, es necesario tener en cuenta las condiciones específicas de clima y vegetación de la región en que se localiza cada proyecto.

Es también primordial para mantener el estado corporal de las vacas entre 3 y 4 (en una escala de 1 a 5) durante el pre y posparto, ya que hay una expresiva influencia del estado corporal sobre el anestro posparto y sobre la alimentación del ternero en los primeros meses de vida.

#### **4.3.4. LEY DEL RENDIMIENTO REGULAR**

Es necesario que haya una regularidad en la producción. Para eso, se debe tener en cuenta este principio:

*Para que una vaca pueda dar rendimientos regulares es necesario que no permanezca más de tres días en una misma parcela. Los rendimientos serán máximos, si la vaca no permanece más de un día en una misma parcela.*

De hecho, un animal puede lograr su máximo rendimiento en el primer día de pastoreo, y su desempeño va disminuyendo en la medida en que el tiempo de permanencia en cada parcela aumenta, particularmente, en condiciones tropicales y subtropicales. A medida que la pastura va siendo comida a fondo, el animal cosechará cada vez menores cantidades de pasto y de menor valor nutritivo.

Si se miden las ganancias diarias, se verifica que del primer al tercer día las mismas son decrecientes; si el ganado entra en una nueva parcela el cuarto día, tendrá una ganancia mayor en el primer día de esa nueva ocupación, decayendo en los días subsecuentes. Esto ocurre en cada nueva ocupación. Es el llamado “efecto serrucho”. El efecto serrucho se produce cuando se maneja la pastura con un sólo rodeo. Por este motivo, siempre es conveniente manejarse con dos o más rodeos o lotes, dependiendo de las condiciones de cada proyecto.

Según Voisin (1957) la cosecha de pasto por la vaca es de 64 kg., 44 kg y 36 kg, respectivamente, en el primer, segundo y tercer día de pastoreo.

En casos extremos, cuando se demora mucho el cambio de potrero, los animales comienzan a tener hambre, que es uno de los peores factores de estrés. Se debe tener muy presente que el estrés siempre se traduce en un menor desempeño. Se han observado muchas situaciones en las que las ganancias diarias promedio no se conciben con la alta calidad de forraje ofrecida. La explicación de esto se atribuye a las demoras excesivas en los cambios de potreros.

#### 4.4. ALGUNAS IMPLICANCIAS DE LAS LEYES

Observaciones rigurosas hechas por el autor en proyectos en Brasil, Argentina y Cuba, constatan que la productividad del pasto aumenta a medida que las ocupaciones son más numerosas, las cargas instantáneas más altas, la intensidad de pastoreo máxima y los tiempos de ocupación más breves, siempre, naturalmente, respetando los tiempos óptimos de reposo. Cuanto más corto el tiempo de ocupación y cuanto mayor el número de ocupaciones con cargas instantáneas máximas, mayor el tiempo de reposo global de la parcela y mayor la acumulación de reservas en la planta para rebrotes vigorosos con alta producción de MS/ha/corte.

En relación a la calidad del pasto, la ingestión es inversamente proporcional al porcentaje de fibra bruta, y ésta aumenta con la edad del pasto, y se encuentra en los estratos más bajos de la planta, (NRC, 1981, LCPM *et al.*, 1997). Los pastos pasados son engañosos: poseen menor valor nutritivo, y el ganado consume menos. En las gramíneas C4, el contenido de pared celular es mayor. Así, la observación rigurosa del tiempo óptimo de reposo y el uso de los potreros en ese punto, implica mayor cosecha de pasto por el bovino, mejor conservación de la pastura y valor nutritivo más alto.

Realizar la cosecha del pasto antes de su punto óptimo de reposo es perder cantidad y comprometer la perennidad; hacer la cosecha después, es perder calidad y cantidad. La principal virtud de la división del área es poder comandar el pastoreo, haciendo que el ganado coma el mejor pasto que debe comer, en el momento en que debe hacerlo, conducido por el humano. Implantar la división del área y no manejar la pastura correctamente es un contrasentido.

##### 4.4.1 - EL "ARTE DE SABER SALTAR"

El manejo de los potreros en PRV es como una jugada de ajedrez: se mueve una pieza pensando en el resultado o efecto que producirá dos o tres jugadas más adelante; en PRV, muchas veces se usan potreros, o se dan indicaciones, cuyo resultado se prevé para mucho más adelante. Esto es particularmente importante para el profesional que asesora el proyecto, y principalmente, para la comprensión de quien está en el "día a día" del manejo del ganado y de los potreros. Paralelamente al *conocimiento* que se pretende con el uso de los potreros, es esencial que los potreros a utilizar sean aquellos que están en su punto óptimo de reposo. A veces, o casi siempre, los próximos potreros que serán ocupados *no son* aquellos adyacentes a los que están en uso. Pueden, asimismo, estar localizados en sitios distantes. Hay que usar estos y *no* los que están próximos al potrero en uso, aunque en la próxima rotación el ganado vuelva al potrero próximo al de uso inicial. A este verdadero zigzag con el manejo del ganado, Voisin

lo llamó el *arte de saber saltar*, que no es otra cosa que la práctica de usar *siempre y sólo* potreros en su punto óptimo de reposo, independientemente de su localización.

La expresión creada por Voisin, encierra uno de los “secretos” fundamentales para el éxito del manejo racional de los pastos; jamás hay un orden predeterminado para el uso de los potreros: la elección del potrero a utilizar no está condicionada a su ubicación, sino a su punto óptimo de reposo. Si el uso de los potreros adyacentes ocurre con frecuencia, se puede afirmar que el PRV está mal manejado, con riesgo de transformarse en un “pastoreo rotativo” en el que se cumple un circuito establecido con el ganado, sin considerar el estado fenológico de la pastura, lo cual lleva, inexorablemente, a su degradación en función de una “aceleración fuera de tiempo”.

El “arte de saber saltar”, sumado al riguroso respeto a los tiempos de reposo y de ocupación, son pilares fundamentales para obtener la perennidad de los pastos. Un proyecto bien manejado tiene el aspecto de un tablero de ajedrez, esto es, cada potrero tiene una coloración distinta porque sus tiempos de reposo son diferentes, y porque fueron comidos en el respectivo punto óptimo de reposo.

Como dice Voisin (1960), el pasto es el que dice cuando debe ser pastoreado, y las parcelas no son pastoreadas siempre en el mismo orden.

Es de primordial importancia que el manejo y el uso de las parcelas jamás se haga por módulos. En los proyectos de PRV no hay módulos; hay potreros que deben ser usados en su punto óptimo de reposo, independientemente de su localización.

Así, para cumplir eficientemente las leyes del pastoreo racional, el ganado deberá “saltar” de un potrero en punto óptimo de reposo a otro en la misma condición, independientemente de la distancia que deba recorrer. Es por eso que la división del área debe prever un sistema de circulación (caminos) lógico y funcional.

#### **4.4.2 – PUNTO ÓPTIMO DE REPOSO**

La división del área con un bebedero cada cuatro potreros es un rubro muy significativo en las inversiones del proyecto, y también el más rentable. Por ser una inversión expresiva, se debe obtener el máximo provecho para reducir su incidencia en la recuperación. En otras palabras, se debe maximizar el uso de los pastos cuali y cuantitativamente. La virtud principal de la división del área es poder orientar o comandar el pastoreo, haciendo que el ganado coma el mejor pasto que debe comer, en el preciso momento en que debe hacerlo, conducido por el humano. El manejo del despunte y repaso, que es la base para alcanzar altos rendimientos individuales y cumplir la ley de los rendimientos máximos, sólo es viable cuando todos los potreros tienen agua.

El punto óptimo de reposo, por otro lado, es la piedra angular del manejo racional de las pasturas. Tratándose de un estadio fenológico, varía de especie en especie vegetal y presenta diferencias de acuerdo con los factores climáticos – lluvia, temperatura, vientos, radiación solar y otros – fertilidad y humedad del suelo, latitud, topografía y muchas otras condiciones ambientales. Como dice Klapp (1977), de cualquier modo, no se puede indicar reglas generales para la evaluación de los períodos de reposo.

El crecimiento de la planta, o de su rebrote, tiene un desarrollo armónico entre la parte aérea y el sistema radicular: en el rebrote, en una primera fase, la parte aérea utiliza las reservas de las raíces y de las zonas basales para su crecimiento. En un momento dado, en plena “llamarada de crecimiento”, la intensidad de fotosíntesis es tal que produce, además de la masa verde, la recomposición de las reservas, preparándolas con una nueva transferencia de energía, para un nuevo rebrote. El punto en que el sistema de reservas está restablecido, corresponde al máximo de producción de materia verde por unidad de superficie y de tiempo. Este es el **punto óptimo de reposo**.

Dado que no hay investigaciones en Brasil que indiquen los diversos tiempos óptimos de reposo para las diferentes especies en las distintas regiones, me veo forzado a utilizar procedimientos empíricos, que no por eso dejan de ser precisos. Un buen pastor identifica con facilidad el punto óptimo de reposo y, consecuentemente, el momento correcto para la entrada del ganado en la parcela.

Cuando se pastorea sucesivamente antes del punto óptimo de reposo, se pierde cantidad, se provoca la aceleración fuera de tiempo, y el pasto se degrada. Es lo que ocurre en los manejos extensivos, en los que la vaca es quien comanda el pastoreo, y no el humano. En esos casos, al cabo de cuatro a cinco años, hay que renovar las pasturas en virtud de su deterioro, ya que el bovino en los sistemas extensivos, naturalmente, tiene un hábito de ingestión altamente selectivo, y por lo tanto come las plantas más tiernas, que mueren por el agotamiento de sus reservas. Sobrevienen, como es obvio, las plantas indicadoras, con la función de corregir el error de manejo, pero no son buenas forrajeras y el productor termina agravando más el problema, promoviendo la renovación de las pasturas (prácticamente por el costo de la renovación, el productor instala un proyecto PRV y jamás tendrá necesidad de renovar) (Ver sección 2.10.6). Al contrario, si la parcela es usada después del punto óptimo de reposo, es decir, con el pasto pasado, se pierde en cantidad y en calidad, con varias consecuencias deletéreas: el pasto es de peor calidad, con mayor porcentaje de pared celular que no es digestible y en consecuencia limita la ingestión y produce una bosta de baja calidad que reduce la biocenosis; la producción de materia verde por hectárea es menor; dependiendo de la especie, el rebrote puede verse comprometido y el uso de la pastura es reducido; el pasto

pasado produce un incremento calórico en el proceso digestivo que, en ambientes de temperaturas elevadas, provoca anorexia; y, finalmente, como se verá, el consumo de agua por la planta para producir materia seca pasado ese punto, puede llegar a ser nueve veces superior al promedio de su demanda hídrica total, desde la germinación hasta la fructificación.

Desde el punto de vista cualitativo, como se vio, la planta en crecimiento o en rebrote no tiene la misma composición nutritiva en todos sus estadios.

El tenor de fibra de la planta en el inicio del rebrote es inferior al de la composición equilibrada en el punto óptimo de reposo. Este punto representa, por lo tanto, no sólo el momento de mayor producción de materia seca por hectárea y por día, sino también la composición nutritiva más equilibrada.

El manejo racional de los pastos implica una serie de consecuencias positivas para el complejo suelo-pasto-animal-ambiente.

Según Demolon (1950), la cantidad de agua que la planta moviliza para la producción de 1 kg de MS es extremadamente variable, de acuerdo con su estadio vegetativo. Así, en el trigo, después de la germinación, la cantidad de agua necesaria para producir 1 kg de MS es de apenas 130 l, mientras que para la formación del grano son necesarios 2700 l, con un promedio para todo el ciclo vegetativo de 300 l/kg de MS. Después de la formación de las espigas hasta la maduración de los granos, la cantidad de agua necesaria es un poco menor a la mitad del agua total que la planta moviliza en todo su ciclo vegetativo. Aunque algunas plantas forrajeras, según Demolon, tengan un consumo más elevado de agua que el de los cereales, no hay duda de que la utilización de la pastura en su punto óptimo de reposo, esto es, antes del espigado, implica una significativa economía en la movilización del agua del suelo. Este hecho es de extraordinaria importancia, particularmente en las regiones semiáridas o con sequías periódicas prolongadas.

Ofrecer a los animales pasto pasado es un error que implica varias consecuencias: el valor forrajero y la ingestión son menores, determinados por el alto porcentaje de pared celular y, la planta pasada, espigada, consume o consumió una mayor cantidad de agua del suelo.

Las recomendaciones de mantener “reservas en pie” con el “buffel grass” y otras gramíneas tropicales precisan, por eso, ser nuevamente evaluadas.

La identificación del punto óptimo de reposo de una pastura y la consecuente entrada del ganado en la parcela en ese punto, constituyen la piedra angular del manejo correcto de los pastos.

El punto óptimo de reposo puede ser identificado de diversas maneras.

La forma más exacta de determinarlo es midiendo frecuentemente — cada dos días en verano y semanalmente en invierno— la producción de

pasto por unidad de superficie y graficando los resultados en un sistema de ejes. El punto en el que se observe la reducción de la producción exponencial de pasto/ha, será el punto óptimo de reposo. En la práctica, sin embargo, este procedimiento es poco viable, quedando reservado para trabajos de investigación.

Las gramíneas tropicales y subtropicales presentan un comportamiento fenológico diferente al de las templadas. El pangola, por ejemplo, florece, pero su multiplicación es vegetativa. Lo mismo ocurre con el pasto elefante. Estas plantas tienen un prolongado período vegetativo sin florecer. Para facilitar la exposición haré una división arbitraria entre gramíneas que florecen y tienen una secuencia de floraciones durante su ciclo vegetativo, y aquellas que sólo al final del ciclo emiten flores, fértiles o no.

Empíricamente se puede determinar el punto óptimo de reposo por diferentes procedimientos, a saber:

- **hojas basales marchitas, en senescencia:** esta es una indicación general, válida para cualquier especie. Cuando las primeras hojas basales se marchitan o secan, es el momento de poner al ganado a pastorear. Para las gramíneas y leguminosas que no florecen frecuentemente, o cuando el inicio de la floración se prolonga por razones ambientales, este es un buen indicador del punto óptimo de reposo.

- **gramíneas que florecen:** las gramíneas que florecen deben ser pastoreadas cuando aparecen los primordios florales en la base del tallo. Prácticamente, cuando alguna planta de la pastura espigó, es el momento de usar la parcela. Entre estas gramíneas se encuentran las tropicales y subtropicales como las braquiarias, la grama Rhodes, el pangola, los cynodons, los paspalums, las setarias, y todas las gramíneas templadas. Los primordios florales son pequeños bulbos de dos a cinco milímetros de diámetro localizados en la base del tallo, en la corona que se encuentra en la unión de la parte aérea con la subterránea. El pasto kikuyo es una excelente gramínea que florece, pero la mejor indicación de su punto óptimo de reposo son las hojas basales marchitas.

- **gramíneas erectas:** hay algunas gramíneas tropicales y subtropicales, como el pasto elefante, el colonial (colonião) y otras, que entran en floración en el final de la estación, cuando la planta ya está bastante lignificada y su valor forrajero muy disminuido. El punto óptimo de reposo de esas plantas se identifica por una de las dos indicaciones, o por ambas: o cuando las hojas se doblan por su propio peso o, antes de la lignificación del tallo, evitando la lignificación de los entrenudos basales, que presentan un aspecto característico de cobertura córnea, de aspecto perlado.

- **leguminosas con flores:** las leguminosas con floración —alfalfa, lotus, tréboles— están en su punto óptimo de reposo cuando del 30 al 50% de las plantas están florecidas. Es necesario tener cuidado porque a veces eso ocurre prematuramente, y puede haber una “aceleración fuera de tiempo”. Para la alfalfa y el lotus, aún cuando haya floración, los tiempos de reposo no deben ser inferiores a 35-40 días; en el trébol blanco, para evitar el timpanismo, según Pochon (1993), el tiempo de reposo no puede ser inferior a 45 días.

- **leguminosas que no florecen:** existe también el caso inverso, en que las plantas no florecen en el período que corresponde por razones climáticas y otras. En este caso, hay que guiarse por las hojas basales marchitas y secas.

- **leguminosas tropicales y subtropicales:** soja perenne, centrosema, siratro, desmodiuns, stylosanthes y otras. El mejor criterio es la asociación de la floración con la senescencia de las hojas basales. En cierta forma el manejo de las leguminosas tropicales es más fácil, porque como deben ser mantenidas en bancos de leguminosas en cultivos singulares, se puede tener un mejor control de su punto óptimo de reposo.

- **pasturas polifíticas:** hasta aquí se discutió el uso de pasturas singulares, es decir, con sólo una especie vegetal. Sin embargo, como es deseable, cuanto mayor el número de especies botánicas de una pastura, tanto mejor. Cada especie tiene un ciclo vegetativo específico, que pocas veces (o ninguna), coincide con el ciclo de las demás especies presentes en la pastura. No hay un punto óptimo de reposo ideal para todas las especies, simultáneamente. Por eso, la conducta correcta presenta dos alternativas: si la pastura está bien consociada y bien manejada, se determina el punto óptimo de reposo por el promedio, es decir, por una situación en que la mayoría de las especies presentes estén en sus respectivos puntos óptimos de reposo; la segunda alternativa es priorizar determinada especie, bien porque se desea aumentar su densidad, o porque está presentando un evidente grado de degradación. En este caso, se maneja toda la pastura en base a una única especie, aquella que se desea incrementar o proteger, despreciando la situación de las demás. Naturalmente que, en cada uso de la parcela, es necesario evaluar el punto óptimo de reposo en función de la situación en ese momento.

#### 4.4.2.A - MANCHAS DE FERTILIDAD

En los primeros años de implementación de un proyecto PRV aparecen las manchas de fertilidad (foto 14). Son los sitios donde los bovinos orinan o bostean, en los que crece, en consecuencia, un pasto más vigoroso.

so, más verde. En las parcelas se notan las elevaciones del pasto. Son las manchas de fertilidad. En esas manchas en que la fertilidad del suelo fue exaltada o incrementada por la acción de la orina o de la bosta, el pasto crece más que en las áreas adyacentes. En estas circunstancias hay una significativa diferencia en el crecimiento del pasto, siendo el pasto de la "mancha" más vigoroso. El punto óptimo de reposo es definido por el estadio de ese pasto más vigoroso, o sea, el de la "mancha". Esto se justifica porque, fenológicamente, las plantas están en el mismo estadio, pero algunas se encuentran más desarrolladas que otras. En suelos ácidos la mancha de fertilidad es más estimulada por la orina que por la bosta, porque la orina de los herbívoros es alcalina, provocando una reacción correctiva de la acidez que se refleja en el mayor crecimiento del pasto.

Cuando se corta la pastura en su punto óptimo de reposo, los microorganismos que provocan su descomposición producen una gran cantidad de nitrógeno captado de la atmósfera, realizando la misma función que las leguminosas. Faulkner (1945), hace más de medio siglo, mostró que las bacterias saprófitas nitrificantes existentes en el suelo tienen la capacidad de acumular nitrógeno atmosférico en su metabolismo. Cuando estas bacterias "comen" la MO al aire libre, o sea, en suelos no removidos por el arado, el nitrógeno atmosférico captado y producido durante la descomposición es rápidamente utilizado por las plantas, luego de morir las bacterias, afirma Faulkner. Además, continua Faulkner, la descomposición de la MO desempeña una función importante en la liberación de los minerales necesarios para la nutrición de las plantas. La MO contiene, en su composición, fósforo y otros minerales que son liberados en su descomposición, que quedan en libertad y son captados por las raíces de las plantas. Durante la descomposición de la MO, se desprende  $\text{CO}_2$  gaseoso, que es más pesado que el aire, y que, al combinarse con el agua, forma el ácido carbónico ( $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$ ). El ácido carbónico es un excelente solubilizador natural de los minerales necesarios para la nutrición de las plantas. En ese proceso, siempre que no se use el arado, todo el  $\text{CO}_2$  se transforma en ácido carbónico, y por lo tanto no hay liberación hacia la atmósfera. Por el contrario, los microorganismos que descomponen la celulosa (y no la lignina) capturan el  $\text{CO}_2$  atmosférico para la formación del  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . Esta reacción bioquímica, productora de ácido carbónico, cobra gran importancia en suelos alcalinos: dejar descomponer la MO a partir de la pastura en su punto óptimo de reposo es una forma eficiente de mejorar los suelos alcalinos, al mismo tiempo que aumenta el secuestro de C, mejorando las condiciones ambientales.

Esta es una razón más que explica porqué una pastura bien manejada libera mucho menos  $\text{CO}_2$  a la atmósfera que un cultivo hecho con laboreo previo. El arado entierra la MO y produce un ambiente anaerobio, inapropiado para las bacterias nitrificadoras. La descomposición, entonces, se da por

medio de bacterias anaerobias que liberan  $\text{CH}_4$  hacia la atmósfera. En otras palabras, una pastura bien manejada permite prescindir de la fertilización y evita la contaminación por la reducción de las emisiones de  $\text{CO}_2$  y  $\text{CH}_4$ .

Los pastos en su punto óptimo de reposo tienen mayor digestibilidad que los pastos pasados, y por lo tanto promueven una digestión ruminal más rápida, con menor emisión de  $\text{CH}_4$ .

#### **4.4.2.B - LA DESMALEZADORA**

La desmalezadora, cuando su uso es viable, es un implemento indispensable para el manejo racional de los pastos. Por un lado, es un equipo esencial para la preparación de heno o silo con los excedentes de pasto, y por otro, es el medio que permite poder usar siempre –con animales, o por corte- el pasto en su punto óptimo de reposo.

La producción forrajera no es igual durante los 12 meses del año: varía con las precipitaciones, con las temperaturas, con las estaciones, con las especies vegetales. Generalmente, hay un período del año en que hay una verdadera explosión en la producción del pasto que provoca un excedente que la carga existente no consigue consumir. Cuando es factible, ese excedente debe ser transformado en heno o silaje que se reserva para ser consumido en los períodos de carencia de pasto. Pero muchas veces ocurre que en el momento en que se produce ese excedente, por razones climáticas u operativas, no se pueden confeccionar las reservas. En estos casos, generalmente se recomendaba, en forma errónea, pastorear siempre los potreros en punto y dejar los que los excedentes se pasen para, posteriormente, desmalezarlos para incorporar MO al suelo.

El pasto pasado consume mucho más agua para producir 1 kg de materia seca; el pasto en su punto óptimo de reposo tiene una descomposición en MO humificada mucho más rápida y eficiente y, en ese punto, hay una mayor formación de ácido carbónico a partir del agua y del  $\text{CO}_2$ . Es por ello que el desmalezado del excedente también debe ser hecho con el pasto en su punto óptimo de reposo.

Esto significa que nunca se debe tener pasto pasado en el proyecto: o el ganado lo está pastoreando, o está siendo almacenado como heno o silo, o está siendo desmalezado para incorporarlo al suelo como MO humificada. El pasto pasado es un desperdicio de energía, de agua, de MO y de trabajo. En otras palabras, dejarlo es un error que acarrea un alto costo.

#### **4.4.3 - LA ACELERACIÓN FUERA DE TIEMPO**

Es la “enfermedad infantil del PRV”; en otras palabras, es el error más frecuente en el manejo racional de las pasturas. Esta es la explicación de cómo y porqué acontece: el proyecto está produciendo óptimos resultados en plena estación de crecimiento de los pastos; el productor se entusiasma y mantiene una alta carga sin haber tomado las medidas para compensar la

fluctuación estacional de la pastura, cuya reducción productiva comienza exactamente después de la estación de producción máxima; inesperadamente, toma conciencia de que no hay parcelas en punto óptimo de reposo, es decir, en condiciones correctas para el pastoreo; sin otra alternativa (porque no dispone de las reservas que deberían ser movilizadas exactamente en ese momento) ocupa la parcela que le parece más “adelantada”, pero que aún no completó la recuperación de su sistema de reservas; y así, sucesivamente, va ocupando las parcelas, todas antes de su punto óptimo de reposo. En el transcurso de la rotación, cuando ocupe por segunda vez aquella parcela que aún no había cumplido el reposo necesario, va a encontrarla en pleno proceso de recuperación de reservas, que se verá nuevamente interrumpido por el pastoreo; en este segundo uso, las reservas serán menores que en la ocupación anterior, y como consecuencia, la disponibilidad de pasto también será menor, lo que acelera la velocidad de avance, dilapidando cada vez más las reservas, hasta un punto en que, si no se interrumpe el manejo equivocado, la pastura pierde su capacidad productiva de rebrote y puede perecer. En síntesis, el uso sucesivo de la pastura *antes* de su punto óptimo de reposo provoca el agotamiento paulatino de su sistema de reservas, con la reducción de producción de pasto y de ganancia de peso o producción lechera. Como se vio en la figura 4.2 (atención: condiciones específicas de Normandía observadas por Voisin) el pasto en su punto óptimo de reposo, a los 18 días, presentó una producción de 266 kg/ha; si, en cambio, fuera consumido con 9 días de reposo, habría una pérdida cercana a los 9,8 kg/ha/día ( $266 - 178 = 88/9 = 9,8$ ). En 9 días son 88,2 kg de pasto, que equivalen a dos raciones/ha, aproximadamente. Es la pérdida directa de producción de leche o ganancia de peso. Más grave aún, y con consecuencias peores, es el proceso que muestra la figura 4.4, pues hay un agotamiento sucesivo del sistema de reservas, cuya recuperación es lenta, y a veces, problemática, porque los tiempos de reposo excesivamente cortos actúan en forma acumulativa sobre la potencialidad de resistencia del pasto (Voisin 1957). La aceleración fuera de tiempo produce, así, un doble daño: a la pastura y al productor.

La forma de evitar la aceleración fuera de tiempo es mantener un correcto balance forrajero, que consiste en estimar la producción de la pastura en relación a la carga existente y cubrir el déficit conforme a lo que se analiza en la sección 8.6. Lo que no se puede hacer es mantener una carga media tal que las necesidades nutricionales superen la disponibilidad de alimentos. Cuando no se atiende este concepto primario, ocurre lo que Hammond sentenció hace medio siglo: el bovino pasa a alimentarse con el alimento más caro del mundo, que es su propia carne.

Los resultados del cuadro 4.4, aparentemente sorprendentes, fueron confirmados en estudios comparativos entre pasto colonial (colonião) y estrella africana, en los que los valores de la estrella fueron superiores a los del colonial (colonião).

#### 4.4.4 - DESPUNTE Y REPASO

La calidad nutritiva de los diversos estratos de una pastura es directamente proporcional a su altura: las partes más altas tiene mejor calidad nutricional que las partes próximas al suelo, como se ve en los datos del cuadro 4.1 (Voisin, 1957) y Klapp (1977) que se refieren a estas diferencias. Voisin registra producciones lecheras de 18, 15 y 11 kg leche/día para las vacas que, respectivamente, usaron la parcela el 1º, 2º y 3º día de pastoreo; Klapp registra producciones de 19,4 kg leche/ha/día para las vacas que pastorearon los estratos más altos, y 13,8 kg leche/ha/día para las vacas que consumieron el pasto remanente. Para ganado de carne, en el mismo experimento, referido a un índice 100 que representa el pastoreo completo por un sólo rodeo, Klapp encontró un valor de 118 para el lote de punta y 79 para el de repaso.

Cuando se trabaja con un sólo lote, como la capacidad media de ingestión es de sucesivamente 64, 44 y 36 kg de pasto verde/UGM/día se produce el “efecto serrucho”, que consiste en producciones que se alternan entre altas y bajas, según el pasto ingerido. Es por ello que, si se desean producciones regulares, hay que trabajar, como mínimo, con dos rodeos en cada unidad de pastoreo.

El lote o rodeo que pasta la parte más alta recibe el nombre de lote de despunte y el otro, de repaso.

La técnica de despunte y repaso, tal como se explica en la sección 4.3.3 - Ley de los rendimientos máximos, es de fundamental importancia para el éxito del PRV. Los animales de mayores requerimientos nutricionales (terneros, recría, animales en terminación, vacas con gestación avanzada, vacas en lactancia, toros preservicio, etc.) harán solamente el “despunte” del pasto, y aquellos con menores requerimientos (vacas en engorde, vacas preñadas, vaquillonas “intermedias”, “demalezadoras biológicas” etc.) harán el “repaso”, concluyendo el pastoreo hasta el punto conveniente.

Si no hace despunte con los animales de altos requerimientos, no se les permitirá expresar su verdadero potencial de producción. Existen registros en ganado de carne de ganancias superiores a 1.400 g/cab/día en machos y 1.250 g/cab/día en hembras en despunte. Para ganado lechero, hay registros superiores a 25 kg leche/día en despunte de pasturas C<sub>3</sub>.

Por otro lado, si el potrero queda solamente “despuntado” y no se termina de comer el pasto a fondo, todo el remanente que permanece tiene un balance energético negativo entre fotosíntesis y respiración: consume las reservas acumuladas en las raíces para mantenerse, reduciendo la capacidad de rebrote y comprometiendo la vida futura de la pastura. Por eso, y para no desperdiciar alimento, el “repaso” es absolutamente imprescindible. Y si la pastura fuese estolonífera y no se hiciera un repaso conveniente, puede producir un enmarañamiento de estolones lignificados formando el denominado vulgarmente “colchón”, por todos los motivos, indeseable.

Para planificar este manejo se debe considerar que el tiempo de ocupación del potrero es contado desde el momento en que ingresa el lote de despunte, hasta el momento en que sale el lote de repaso. Así, el lote de repaso debe entrar inmediatamente después de la salida del lote de despunte, para evitar que este último coma el rebrote. Si esto no fuese posible, se debe desmalezar inmediatamente, o en última instancia dejar el pasto remanente para ser consumido en la ocupación siguiente. Como indicación básica del tamaño de los lotes para despunte y repaso, puede decirse que el lote de despunte debería tener un 30% del total de animales, y el de repaso, el 70% restante.

Como el proyecto es concebido para que un bebedero abastezca a cuatro potreros, el manejo debe ser organizado utilizando dos grupos de cuatro potreros: cuando el despunte está en un potrero del primer grupo de cuatro, el repaso debe estar en un potrero del segundo grupo de cuatro, y así se van alternando, para no superponer rodeos en el mismo bebedero. Por otro lado, si no hubiera acceso a bebedero en cada potrero, no es factible realizar despunte y repaso. Esta es una de las fuertes razones para no tener un bebedero en el camino compartido por varias parcelas, porque cuando un lote tiene acceso al agua, el otro está privado de beber, y también dentro del mismo lote, los dominantes pueden impedir que los sumisos tomen agua (ver foto 34).

Un detalle muy importante para realizar con éxito esta técnica, es hacer el cambio de potrero de ambos rodeos cuando el de repaso termina el pasto del potrero en que se encuentra, independientemente de cuanto haya conseguido comer el lote de despunte. Así, el lote de repaso “empuja” al de despunte, marcando el ritmo de cambio de potrero, y evitando un tiempo de ocupación demasiado prolongado.

La importancia del repaso para el buen manejo de la pastura es tal, que se recomienda tener en cada proyecto, un lote de 50 a 100 vacas de descarte para la función primordial de efectuar un manejo correcto. Sería un lote de repasadoras que actuarían como “*desmalezadoras biológicas*”.

Los cuadros 4/2 y 4/3 muestran resultados con ganado de carne y ganado lechero, según los estratos de la pastura consumidos.

CUADRO 4.2 – PLANTA ENTERA PASTOREADA POR NOVILLOS COMPARADA CON PASTOREOS DE LAS PARTES ALTAS Y DE LAS PARTES BAJAS, VIRGINIA, 1958.

Tipo de pastoreo	Ganancias diarias – kg
Planta entera	0,513
Partes altas	0,617
Partes bajas	0,417

FUENTE: Blaser et al, 1959; Conversión SMD, LCPM, 2003.

CUADRO 4.3 - PRODUCCIÓN DE LECHE (4% DE GRASA BUTIROSA) EN VACAS PASTANDO LAS PARTES ALTAS Y LAS PARTES BAJAS EN PASTURA DE ALFALFA Y *DACTYLIS*.

Tratamiento	Producción lechera - kg/día	
	Partes altas	Partes bajas
Pre-pastoreo de adaptación	20,40 kg	20,68 kg
Producción/día/vaca en la estación	15,69 kg	12,56 kg
Porcentaje/período de adaptación	76,7 %	60,7 %
Producción/día en los últimos 14 días de la estación	12,93 kg	8,35 kg
Porcentaje/período de adaptación	63,2 %	40,3 %

FUENTE: Blaser et al., 1959; Conversión SMD, LCPM, 2003.

CUADRO 4.4 - COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL TERCIO SUPERIOR Y DEL TERCIO INFERIOR ENTRE ALFALFA Y "GRAMÓN".

Items	Alfalfa		"Gramón"	
	Tercio superior	Tercio inferior	Tercio superior	Tercio inferior
Materia seca - %	21,2	22,7	25,7	15,0
Proteína bruta - %	28,1	13,7	23,7	15,8
Fibra detergente ácido - %	16,0	42,1	26,6	31,6
Fibra detergente neutro - %	21,4	53,7	57,0	60,6
Cenizas - %	11,3	9,6	11,0	12,8
TND - %	69	53	63	60
Energía metabólica Mcal/kg MS	2,63	1,93	2,34	2,21
Energía neta de lactancia - Mcal/kgMS	1,86	1,00	1,51	1,35

FUENTE: de Bargas, 1998.

NOTAS: Análisis de material cosechado en Colón, Pcia de Entre Ríos, Argentina; "Gramón", denominación usada en la Argentina para *Cynodon dactylon*.

La figura 4/5 presentada anteriormente ilustra una forma práctica de uso de los diferentes estadios vegetativos de la pastura por los diversos grupos de animales, según sus requerimientos nutricionales.



# 5

## El suelo y la materia orgánica

*La materia orgánica es el biocatalizador del suelo.*

Voisin (1960), al dedicar extensas páginas de su obra al papel de la vida del suelo, y después de establecer la relación directa entre el empobrecimiento del suelo y la desaparición de imperios, enfatiza: “de la vida del suelo dependen la vida humana y las civilizaciones”. Se trata, pues, de que el humano viva, no como un parásito predador del suelo, sino en armonía con sus elementos vivos. El suelo y su fracción principal, la materia orgánica - MO - son una asociación viva de cuya constitución participan fracciones inanimadas, que desempeñan funciones igualmente esenciales, como la estructura, textura, porosidad, sustancias químicas y muchas otras. Para los objetivos del manejo racional de las pasturas, aunque todos los constituyentes bioquímicos-físicos del suelo tengan funciones esenciales, los que más directamente influyen, tal vez por el grado de degradación provocado por los métodos convencionales, son la estructura y la porosidad, pues ellas son el sostén, donde las demás funciones desempeñan sus papeles, de cuya organización depende la mayor o menor eficiencia de su actividad.

### 5.1 - ESTRUCTURA Y POROSIDAD

El suelo es un organismo vivo, y con él cohabita otro organismo vivo, las raíces. Los procesos vitales dependen, básicamente, de energía, agua, carbono, nitrógeno y oxígeno. Con esto ya se define que la estructura del suelo, o sea, el manejo de sus integrantes físicos (siempre articulados con los procesos biológicos y químicos) es condición primera para el desencadenamiento de la actividad biocenótica, base para el mantenimiento y mejoría de su fertilidad. Es indispensable que exista un grado armónico entre los diversos agregados, para que se organice una macro y micro porosidad, que estimule la circulación del agua y del aire, y el acceso de los diversos organismos, conforme a sus tamaños. En un suelo con buena aireación, raramente el  $O_2$  baja de 18 a 20%, y el  $CO_2$ , difícilmente supera el orden del 1 a 2%. El tenor de agua en los suelos varía entre 15 y 30% en suelos arenosos, y 40 a 50% en suelos arcillosos. El espacio de poros ocupado por aire para una buena aireación es del 10%. Ha sido determinado que el pasaje del metabolismo aerobio al anaerobio ocurre cuando la concentración de  $O_2$  en el micro sitio es menor al 1%. Por eso, la aireación total del suelo no es tan importante como la de las partículas y agregados. Algunos cálculos mostraron (Paul and Clark, 1987) que las partículas del

suelo saturadas de agua, mayores a 3mm de radio, no tienen  $O_2$  en su centro. La presencia de bacterias anaerobias es común. Los clostridios, por ejemplo, aparecen en las capas superiores del suelo, y varios estudios han mostrado que la población de anaerobios en esas capas, a pocos centímetros, es hasta 10 veces superior a la de las capas profundas. La bacteria aerobia desempeña un papel preparatorio en la producción del ambiente en los micro sitios para el desarrollo de las anaerobias. El crecimiento inicial dentro de un micro sitio consume la reserva de  $O_2$ , y así permite el desarrollo anaerobio (Paul and Clark, 1987). Esa alternancia constante en los micro sitios es exactamente lo que ocurre con el ciclo etileno, objeto de análisis en la sección 3.7.

En conclusión, estas etapas de la biocenosis edáfica sólo son posibles cuando el suelo tiene una estructura, cuya organización de los agregados favorecen los procesos antes descritos. Es por ello que se busca una buena estructura, y también es por ello que cualquier acción de remoción del suelo es nefasta. Tanto la estructura superficial, como la subsuperficial y la profunda, son igualmente importantes, porque, además, se relacionan con la facilidad para la extensión y penetración del sistema radicular.

Una forma empírica y expeditiva para evaluar la compactación, muy útil, es usar un cuchillo puntiagudo y extraer con él un pequeño bloque de suelo para examinarlo. Ya con el esfuerzo que se necesite para enterrar el cuchillo, se puede tener una idea del grado de compactación, y de la profundidad aproximada a la que se encuentra. Como referencia de una buena estructura, se puede examinar, comparativamente, un pequeño bloque de suelo de monte o de suelo bajo un alambrado antiguo. Porque "la estructura es la llave de la fertilidad del suelo" (Baker, *apud* Kiehl, 1985).

## 5.2 - LAS AGRESIONES Y SUS CONSECUENCIAS

El suelo de los bosques naturales polifíticos, independientemente de su origen, normalmente revelan fertilidad, cuando son cultivados después de un desmonte. ¿Por qué? Es una pregunta poco respondida, pero por cierto, la fertilidad del monte está asociada a la intensa biocenosis que el sistema propicia, donde todos los procesos naturales se desarrollan y se estimulan armónica y recíprocamente.

Las agresiones - arados, rastras, subsolados y otras rupturas; fuego, pisoteo en el pastoreo extensivo - destruyen la estructura y comprometen la vida del suelo. La porosidad, la capilaridad, la vida aerobia y la vida anaerobia son perturbadas o destruidas. Se modifica violentamente el hábitat de los micro, meso y macroorganismos; se interrumpe el ciclo etileno, se perturba la transmutación de los elementos a baja energía, se modifica la trofobiosis; en fin, se rompe el inestable equilibrio natural y se instala la ruta de la dependencia de los fertilizantes sintéticos y de los agrotóxicos. Se crean condiciones para la aparición de los "años de miseria".

### 5.3 - LA COMPACTACIÓN DE LOS SUELOS EN PRV

Según Peterson (1961), la presión de pisoteo de un bovino de 400 kg es de 3,5 kg/cm<sup>2</sup>, y en los pastoreos extensivos, esa presión se ejerce continua y permanentemente, pues el bovino deambula por la pastura en busca de pasto, agua y en lo que se llama “vagabundeo o vagancia” en Etología. Esto provoca una fuerte compactación en el suelo, que afecta su estructura con la consecuente destrucción de los poros, especialmente los micro poros. En mediciones realizadas con penetrómetro, en campos con pastoreo extensivo, hemos encontrado niveles de resistencia a la penetración superiores a 22 kg/cm<sup>2</sup>, es decir, compactación que produce severa restricción a la penetración de las raíces, del agua y del aire.

El mejoramiento de las especies forrajeras ha sido realizado para la siembra en suelos sueltos, preparados mecánicamente. Estas semillas mejoradas, al encontrar una costra compactada, no germinan, o germinan mal, y las raicillas tienen dificultad de penetración en el suelo.

En el PRV, el problema se presenta de manera diferente.

Las altas cargas instantáneas, necesarias para el correcto manejo de los pastos – superiores a 200 UGMs/ha – llevan a muchos productores a cuestionar la compactación que esta técnica podría provocar en los suelos. Desde el punto de vista del manejo convencional, tal preocupación es correcta, como ya se vio. En PRV, no.

El manejo PRV, con altas cargas instantáneas, modifica el hábito de alimentación de los bovinos, que pasa de selectivo a voraz. En el pastoreo extensivo, el bovino *elige* lo que come; en PRV, come lo que hay. Esto se da porque el animal percibe la presencia de muchos otros semejantes en la disputa por el pasto disponible. El hábito pasa, así, de selectivo a voraz, y hay un intenso pastoreo. Con esto, los bovinos caminan - movimiento que determina la compactación - lo mínimo necesario para la cosecha del pasto, pues cuando éste se termina, son cambiados a otro potrero, cuyo pasto esté en punto óptimo de reposo, y el potrero recién usado entra en descanso, sin animales.

Para ejemplificar lo dicho, supongamos que la ocupación ha sido de dos días, y que normalmente el potrero recibe seis ocupaciones durante el año. Esto significa, en primer término, que en los 365 días del año el potrero fue usado solamente durante 12 días, recibiendo, por lo tanto, un descanso de  $365 - 12 = 353$  días. En segundo lugar, en promedio, después de cada uso, hubo un reposo de 59 días, tiempo suficiente para la vida del suelo – que fue enriquecida con la deposición de 15,600 kg/ha de MO bruta [  $200\text{UGM} \times 2 \text{ días} \times (24 \text{ kg bosta} + 14 \text{ l orina}) = 15,200 \text{ kg/ha MO}$  ] – y las raíces de la pastura se recomponen completamente del pequeño pisoteo provocado por la ocupación, habiendo, durante el año, un reposo de 353 días. Es por eso que se afirma que, cuanto mayor la carga instantánea, menor el pisoteo, porque el tiempo de ocupación es menor.

Muy diferente es lo que ocurre en el pastoreo extensivo, donde el ganado queda deambulando durante todo el tiempo, provocando una fuerte compactación en el suelo.

Otra cuestión relacionada con la compactación es la dificultad de resiembra en suelos que poseen una camada superficial endurecida .

En una pastura ya existente con manejo extensivo, al dividir el área, con el consecuente bosteo y con la orina, con los reposos entre los tiempos de ocupación, ocurre una reestructuración natural y, al cabo de dos a cinco años, el suelo está desintoxicado y con buena estructura. Si además ese suelo tuvo agresión anterior con prácticas de laboreo convencional, o si proviene de un pastoreo extensivo prolongado y se necesita una siembra inicial de forrajeras, puede ocurrir que la compactación sea tan alta que no permita la adherencia de las semillas al suelo para su emergencia. En este caso, y excepcionalmente, se puede pasar una rastra abierta para romper la camada superficial petrificada y tornar viable la adecuada disposición de la semilla para la germinación. Una vez germinada la semilla, sus radículas son capaces de penetrar en el suelo, gracias a su poder de turgencia. La técnica de la siembra directa a voleo siempre debe estar asociada a una buena humedad del suelo para que sus resultados sean satisfactorios. Lo ideal es distribuir las semillas con el respectivo pisoteo, después de una buena lluvia.

Este artificio de romper la camada compactada con rastra abierta es una excepción, repito. De ninguna forma se recomienda en PRV el uso de subsolador, arado, rastra o cualquier otro implemento de agresión. Es necesario resaltar que esos implementos, inclusive el arado y la rastra, sólo causan daños a la estructura del suelo. Y esto fue dicho y comprobado hace más de medio siglo por Faulkner. La descompactación y la corrección de la estructura del suelo se solucionan con los agentes bióticos, a través de un manejo racional.

Puede ocurrir que los animales estén ocupando una parcela y coincidir con una fuerte lluvia. Como es natural, el pasto es “destruido”, y el potrero puede quedar a la vista como una masa de barro. No hay que preocuparse, porque, después de la salida del ganado, la parcela entrará en reposo, con el suelo húmedo y con gran cantidad de MO – bosta y orina – que constituye un verdadero medio de cultivo para el desarrollo de la biocenosis. Como consecuencia, habrá un rebrote excelente, que mejorará la calidad de la pastura de la parcela. Se puede, inclusive, si fuese el caso, aprovechar esa situación y sembrar a voleo cuando los animales aún estén en la parcela.

#### **5.4 - LOS “AÑOS DE MISERIA”**

Esta es una expresión creada por Voisin (1957). Al mismo fenómeno, Klapp (1977) lo denominó “años de hambre”. Los “años de miseria” son frecuentes depresiones en la producción de una pastura que tuviera un

buen comportamiento inicial, después de una agresión al suelo, por ejemplo, una arada. Los “años de miseria” no ocurren siempre con la misma intensidad y hasta pueden no ocurrir en situaciones muy favorables. Esos “años” se dan en la transición de los suelos trabajados a las condiciones naturales de las pasturas permanentes. La liberación de nutrientes por la tumultuosa descomposición del antiguo tapiz proporciona condiciones favorables para el crecimiento de las plantas. Es algo semejante a la exuberancia de los cultivos inmediatamente después de la destrucción de los bosques. La rápida descomposición de la MO, la ausencia de macro fauna en el suelo y la reducción del volumen de los poros, traen consigo una creciente degradación. Surge, entonces, un período de limitada actividad biológica en el suelo, con reflejos negativos en la productividad (Klapp, 1977). Los “años de miseria” producen calvas e invasión de indicadores; si durante el primer año el rendimiento es considerado igual a 100, del sexto al noveno, baja a 34 a 56%, del 10° al 19°, 84%, y si no hubiera nueva roturación, en el 19°, es de 97%. (Voisin, 1957). Estos porcentajes deben ser tomadas apenas como una referencia, pues, como ya fue dicho, los “años de miseria” no ocurren siempre con la misma intensidad.

Bajo la influencia de la pastura y de su manejo racional, se inicia una lenta mejoría del estado del suelo: aumenta el tenor de humus, la estructura y la vida se recuperan, gracias a la alta deposición de MO y al respeto de los tiempos de reposo y de ocupación. Según Voisin (1957) y Klapp (1977), la recuperación espontánea del suelo, si no es agredido nuevamente, lleva cerca de 20 años. Antes de agredir al suelo, conviene pensar en esto!

### 5.5 – LA EROSIÓN

La erosión es una consecuencia inexorable de cualquier procedimiento que implique el movimiento del suelo, y es la mayor amenaza ambiental para la sustentabilidad y la capacidad productiva de la agricultura (Pimentel et alii, 1995). Según Phillips & Young Jr. (1979), la erosión es el factor que más restringe el uso de la tierra. El control real y previo de la erosión consiste en mantener el suelo con una adecuada cobertura vegetal, y en no utilizar ningún tipo de implemento o máquina que lo remueva: arado de disco, arado de reja, rastras, escarificadores, cincel, y otros. La gravedad del problema está reflejada en numerosas investigaciones, de las cuales mencionaré tres: con una pendiente del 11%, el cultivo de maíz, según el tipo de implemento, arrastra de 18,16 a 44,8 t de suelo/ha (Guía Rural Abril, 1991); en los últimos 50 años se perdió un tercio de los suelos en el mundo y el proceso prosigue con la pérdida de 10 millones/ha/año (Pimentel *et al*; 1995); el Paraná pierde, anualmente, una camada de suelo de la superficie del estado, de 1 cm de espesor, cuya recuperación natural demanda más de 300 años (Pinheiro Machado, 1984). En un proyecto PRV, bien diagramado y bien dirigido, prácticamente no hay ero-

sión, porque el suelo está siempre cubierto con pasturas. En el proyecto Alegría, en Taquara, RS, en suelo francamente arenoso con pendientes de hasta 30%, no hay erosión, porque el tapiz vegetal anula el impacto de la gota y filtra el agua de las lluvias reteniendo las partículas de suelo.

La erosión produce efectos deletéreos en el ambiente, porque, entre otras razones, el destino final de las aguas es resultado de los manantiales superficiales y subterráneos. La erosión lleva consigo el suelo y sus nutrientes, así como los agrotóxicos y residuos de fertilizantes, que acaban por contaminarlos, además de producir la reducción de sus cursos por el depósito de sedimentos: la gravedad del problema puede ser valorada con lo que está ocurriendo en el lago de la represa de Itaipú, donde ese proceso ya está muy avanzado en los cursos de agua que integran su gran cuenca hidrográfica de captación, llegando los sedimentos al reservorio de la represa. Estos cursos de agua son contaminados por el producto de la erosión producida en los cultivos de esa extensa región y por las producciones animales existentes. Además de la erosión, que arrastra las capas superficiales del suelo, la destrucción de los montes y la vegetación ciliar agrava el problema, porque se suman los excrementos de los confinamientos de porcinos y bovinos, que contaminan los manantiales, y también el escurrimiento de las aguas en los campos de cría extensiva de bovinos, cuyo suelo compactado dificulta su penetración y retención. Con el PRV, el problema es inicialmente minimizado, y a mediano plazo, superado, porque el efecto esponja, con el incremento de la MO, promueve una mayor retención del agua y la cobertura con la pastura retiene los detritos sólidos.

### 5.6 - LA MATERIA ORGÁNICA - MO

La MO es frecuentemente evaluada por su tenor en NPK, acrecentada, a veces, por su función física de mejoría de la estructura del suelo. Es considerada como un abono mineral. Aunque estas funciones sean reales, se trata de una apreciación unilateral y reduccionista, y por lo tanto, equivocada, porque el papel más relevante de la MO se relaciona al estímulo y desencadenamiento de la biocenosis, esto es, de los procesos bioquímicos del suelo que le dan la condición de catalizadora de la vida del suelo, de biocatalizadora.

La vida es el medio y el instrumento de recuperación y de incremento de la fertilidad del suelo. La MO es el catalizador de la vida del suelo.

Es precisamente en el desencadenamiento y en la activación de los procesos biológicos, y en consecuencia, en el incremento de la fertilidad del suelo y en la fijación y almacenaje del C que se define la importancia de la MO, como la principal fracción del suelo. Cualquier planta prospera en un medio compuesto exclusivamente de MO humificada, y ninguna otra fracción purificada del suelo es capaz de desempeñar función semejante.

La MO sirve como un reservorio de nutrientes, de agua y de C, redu-

ce la compactación e incrementa la infiltración del agua y la entrada del aire en el suelo. La MO se diferencia del material orgánico porque es humificada y estable, en cambio el material orgánico es inestable, sufre la acción de microorganismos y se descompone, con la pérdida de cerca de 90% de su composición. Son necesarios por lo menos 10 kg de material orgánico para formar 1 kg de MO. El aumento de 1% del tenor de MO en el suelo representa cerca de 20 t/ha, o sea, 200 t/ha de material orgánico. Este material orgánico es proporcionado por las raíces y por la parte aérea de las pasturas, y en PRV, también por el aporte de bosta y orina. Las raíces proveen cerca de tres veces más material orgánico que la parte aérea (Funderbug, 2002).

El incremento y la protección de la MO pasa a ser, así, el primer paso para una agricultura -animal o vegetal- técnicamente sustentable y agroecológicamente correcta. Las prácticas que reducen el nivel de MO del suelo son predatoras de la naturaleza: así es la agricultura convencional; el PRV, al contrario, incrementa el tenor de MO del suelo.

La MO desempeña múltiples y positivas funciones, de las cuales destaco:

- posee poder esponja, pues la MO tiene una elevadísima capacidad de absorción y retención de agua, puede retener una cantidad de agua equivalente a más de 10 veces su propio peso. Esta propiedad de la MO reduce los efectos erosivos de los escurrimientos, drena lentamente el agua hacia los manantiales, mantiene la temperatura del suelo más estable y retiene más su humedad;

- posee poder de resiliencia, propiedad que protege al suelo de la compactación, pues la MO actúa como una superficie elástica cuando los animales caminan;

- la MO es la fracción del suelo con mayor CIC, (Kiehl, 1985; Van Raij, 1991; Jorge, 1988), que es aproximadamente 10 a 30 veces mayor que el de la vermiculita, y su contribución es mayor en la parte del suelo próxima a la superficie, esto es, la más importante para la vida vegetal (Van Raij, 1991);

- es el principal reservorio terrestre de C – un gramo de MO secuestra 3,67 g de CO<sub>2</sub>. Se pudiésemos aumentar el tenor de MO en los suelos del globo terrestre en un 1%, el contenido de CO<sub>2</sub> atmosférico sería reducido a los niveles preindustriales (Nation 1996);

- es rica en microelementos - La MO contiene los microelementos Cu, B, Zn, Mo, Mn, y otros, en cantidades y solubilidad acordes con las necesidades de las plantas. La asimilación del Zn por las plantas es mayor, cuando está asociado a la MO (Jorge, 1988);

- mejora la estructura del suelo. La MO recompone la estructura del suelo, restableciendo la macro y micro porosidad, contribuyendo con la formación de los agregados;

- actúa en el control de la erosión. El aumento de 1 a 3% de la MO del

suelo puede reducir la erosión en 20 a 33%, porque aumenta la infiltración del agua y promueve la formación de agregados estables;

- corrige la acidez del suelo – la MO corrige la acidez del suelo (Primavesi, 1968), sin los daños del calcáreo, que dispersa los coloides (Gjorup, 1989). (Foto 15).

Con todos estos predicados positivos, ¿cómo calificar a los métodos que la destruyen?

### 5.6.1- LA BOSTA

la bosta es uno de los más fieles hermeneutas del diálogo con la naturaleza (fotos 16, 17, 18, 19, 20): el mensaje de la bosta nos dice si el manejo es correcto; si el ganado está tomando toda el agua que necesita; si está comiendo la cantidad y calidad de pasto adecuadas; si el estado sanitario de los animales es bueno; si el nivel de la biocenosis es satisfactorio y tantas otras informaciones que nos ayudan a evaluar la situación del suelo, del pasto y de los animales y, en último análisis, del propio humano que está en el comando del manejo.

Preliminarmente hay en el campo dos tipos de bosta: una que, por la actividad biológica, sufrió un proceso de mineralización de la MO y está humificada, y otra, a la que los agentes atmosféricos transformaron en material orgánico reseco e inerte, que está momificada. La bosta humificada es propia de los campos con buen manejo PRV; la bosta momificada se encuentra en los campos con pastoreo extensivo. En el PRV, la bosta se humifica en función de la ley dialéctica que enuncia que la cantidad (alta deposición concentrada por la elevada carga instantánea) transforma la calidad, y en el pastoreo extensivo se ve, por acción de la misma ley, que una pequeña porción excretada es sometida a la acción de enormes agentes atmosféricos, que transforman una masa llena de vida en una placa inerte. Hubo, igualmente, una modificación cualitativa, pero en sentido inverso. Esta actividad dialéctica cuali-cuantitativa es la que define el tamaño máximo de las parcelas en PRV. La determinación exacta del área máxima para las parcelas en las diferentes condiciones del país, es un problema que la investigación debería resolver. Hasta que eso ocurra, nos valemos de datos empíricos, utilizando la relación 1000 cabezas: 5ha, como superficie máxima.

Los bovinos no comen el pasto que crece alrededor de la bosta fresca, aunque busquen, sin embargo, los lugares donde orinaron. Pero cuando la bosta se humifica, la restricción desaparece y las “manchas de fertilidad” (pequeñas islas en las que el pasto crece más por el efecto del N de la bosta) pasan a ser pastoreadas sin restricciones. Son las manchas de fertilidad las que dan la indicación del punto óptimo de reposo de toda la parcela.

El estado de la bosta revela una serie de situaciones en relación al manejo, de las cuales pueden destacarse como principales:

- **consumo de agua** - Como se ve en el capítulo 6, la consistencia de la bosta permite evaluar el nivel de consumo de agua. En los pastoreos extensivos son numerosas las bostas anilladas, que indican un consumo insuficiente de agua, hecho siempre con repercusión negativa en la productividad;
- **pasto pasado** - El consumo de pasto pasado y, por lo tanto, señal de un mal manejo, es revelado por la presencia de bloques de una masa amarillo blanquecinos, generalmente con la presencia de hifas de hongos, mezclados con la bosta humificada. Este material revela la presencia de lignina, que transitó por el aparato digestivo sin sufrir digestión;
- **nivel de biocenosis** - Una bosta húmeda, oscura, poblada por lombrices, revela un alto nivel de biocenosis. El proyecto va bien. Si están en el campo antes del proyecto, las perspectivas son favorables; si la bosta está seca y poblada por hormigas, la biocenosis es precaria. Si la población es de colémbolos, la biocenosis está en evolución;
- **el peludo o mulita y la bosta** - Cuando hay población de lombrices en la bosta, es frecuente encontrar las placas volteadas “patas arriba”: es el trabajo de los peludos y las mulitas que, por la noche, se alimentan de las lombrices;
- **el olor** - La bosta de un animal sano tiene un olor característico, y cuando está mineralizada, agradable; si, al contrario, emana un olor fétido, está indicando alguna perturbación digestiva;
- **diarrea** - La diarrea siempre es una perturbación digestiva. Cuando la diarrea ensucia la región de las puntas de los isquiones, indica infestación por parásitos;
- **arsénico** - En campos con alto tenor de arsénico, la bosta es semi-líquida y de coloración amarillo cobre.

La bosta, como se ve, ofrece una serie de indicaciones sobre la salud de los animales y la salud de los pastos.

La bosta deseable tiene una consistencia pastosa, muy húmeda, forma una torta que se adhiere al suelo, y en animales adultos, tiene 30cm o más de diámetro. Bostas pequeñas, aún con buena consistencia y aspecto, indican ingestión insuficiente de pasto. A nivel nacional en Brasil, las existencias de bovinos están en el orden de las 165 millones de cabezas, cuyo peso medio es de aproximadamente 250kg/cab. Se puede estimar un bosteo medio diario de 8kg/cab, que representa una deposición anual total de  $165 \times 10^6 \times 8 \times 365 = 4818 \times 10^6 \text{kg}$  o 4 818 000t, valor inferior a la estimación del *New Scientist*, que asume un total para Brasil del orden de los 6 millones de toneladas de bosta/año, que es una cifra respetable.

Por todos esos números y predicados, es natural tener una actitud de consideración para con la bosta. Cuando se desea removerla para examinarla, en lugar de tirarla, es más coherente tomarla, analizarla, y al final, devolverla a su lugar de origen, considerando que aquel sitio es un micro-nicho de desarrollo de vida.

### 5.7 - LAS RAÍCES

Las raíces son los principales reservorios de los carbohidratos no estructurales, y por ende, los principales responsables de un rebrote vigoroso, y en consecuencia, de la perennidad de las pasturas. Existe una relación directa entre el desarrollo de la parte aérea y el volumen de raíces. En la aceleración fuera de tiempo, hay una reducción progresiva de la parte aérea, con el agotamiento, también progresivo, del sistema radicular. Con el crecimiento de la parte aérea aumenta el volumen de las raíces, principal alimento de los seres vivos del suelo. En la microflora subterránea, hay de 8 a 20t/ha de seres. Las bacterias están entre 5 a 15 cm de profundidad (Klapp, 1977), y la mayor parte de las raíces se sitúan en los primeros 5 cm de profundidad, como se ve en el cuadro 5/1 y en la foto 21.

CUADRO 5/1 - DISTRIBUCIÓN DE LAS RAÍCES DE UNA PASTURA DE CINCO AÑOS, CON PRODUCCIÓN DE 5t/MS/HA A DIFERENTES PROFUNDIDADES.

Profundidad de las raíces	Porcentaje
0-5 cm	89%
5-10 cm	5,9% = 94,8%
10-15 cm	2,4%
15-20 cm	1,2%
20-30 cm	1,0%
30-40 cm	0,4%
40-50 cm	0,2%

FUENTE: Klapp, 1977

Voisin (1960), en Dinámica de los Pastos, menciona que el 96% de las raíces están en los primeros 10 cm. Cifras prácticamente iguales. Por otra parte, Hardy, (1970, *apud* Vieira (1975)), registra experimentos norteamericanos según los cuales, las raíces de ciertos pastos forman, en los primeros 10cm, de 3,75 a 15t de MS/ha/año, cifra que puede superar a la producción de la parte aérea.

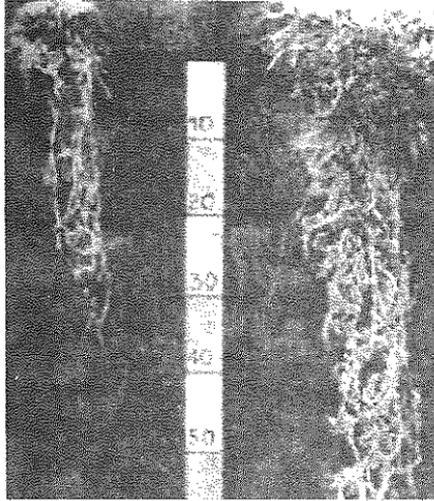


Foto 21 - Masa de raíces hasta 65 cm de profundidad después de cuatro años de pastoreo semanal (izquierda) y después del uso como pasto con tres cortes/año (derecha) en un tapiz originalmente uniforme (Foto del original en alemán (Klapp, 1971 y leyenda de la traducción portuguesa, Klapp 1977).

Es relevante la importancia del sistema radicular superficial, tanto para los inconvenientes de una compactación superficial, como para la profundidad de incorporación de abonos correctivos y fertilizantes, cuando son recomendables, que debe ser por cobertura, sin remover el suelo. En los pastoreos extensivos hay una fuerte compactación superficial, que impide la penetración de las raíces en las zonas de mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas. Mucho más importante para las necesidades vitales de las raíces es el hecho que de ellas, por sí mismas, no son capaces de elaborar sus propias sustancias, y por lo tanto se encuentran bajo la dependencia de la importación de nutrientes asimilados por la parte aérea. Todos los años, una fracción de las raíces muere y se descompone, y cada tres a cuatro años, todo el sistema radicular se renueva. Cada pastoreo provoca una súbita reducción de la actividad fotosintética y una interrupción inmediata del crecimiento radicular. Indispensable, por eso, el necesario reposo subsiguiente, para que la “llamarada de crecimiento” reabastezca el sistema de reservas y prepare la pastura para un nuevo pastoreo. En la renovación anual de las raíces, se regeneran de 5 a 6t MS/ha (datos de Klapp, 1977, para la realidad de Rengen, Alemania), y el humus bajo la pastura libera las cantidades de N, P, K, Ca que aparecen en el cuadro 5/2.

CUADRO 5/2 - CANTIDADES DE N, P, K Y CA LIBERADAS POR EL HUMUS BAJO LA PASTURA EN kg/ha.

Tipos de pastura	Nutriente - kg/ha			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
En el primer año de crecimiento	42	23	50	49
Bajo pasturas viejas	121 (+188%)	60 (+161%)	92 (+84%)	146 (+198%)

FUENTE: Datos de Reny, citados por Klapp, 1977 (p.120). Cálculos de porcentajes, LCPM, 2004.

Los datos del cuadro 5/2 son rigurosamente coincidentes con los valores encontrados por Ribeiro (1993), E. E. Escambray (1994), de Bargas (1997) y Rigotti (1999) y muestran el incremento de los nutrientes en el suelo, cuando la pastura es bien manejada.

### 5.8 - FERTILIZANTES, CORRECTIVOS Y AGROTÓXICOS

Nadie mejor que Howard (1940) para abrir esta sección, que podrá despertar alguna discusión: "Con el incremento de abono artificial y el agotamiento de las reservas originales de humus contenidas en todo suelo fértil, hubo un aumento correspondiente de las enfermedades de las plantas cultivadas y de los animales que de ellas se alimentan." Cuarenta años después, Chaboussou (1980), apoyado en numerosas investigaciones, principalmente del INRA francés, enuncia la teoría de la trofobiosis, vulgarmente llamada la enfermedad producida por los agrotóxicos y, agregó, por los fertilizantes solubles. Son muy fuertes hoy los argumentos científicos que muestran los inconvenientes de los fertilizantes solubles, especialmente respecto de la contaminación ambiental. Mas fuertes aún son los argumentos contra su deposición profunda.

En PRV, como quedó demostrado en el capítulo II, hay un crecimiento de la fertilidad en los suelos originada en la activación de la biocenosis. No obstante, hay suelos que se encuentran tan degradados, o tan pobres, que demandan una fertilización inicial. Esa fertilización, sin embargo, tiene por finalidad nutrir la vida del suelo, esto es, proporcionar el desencadenamiento de un proceso biológico que sea capaz de accionar la "hélice orgánica".

Como fue discutido en la sección 5.6, cerca del 95% del sistema radicular se encuentra a menos de 10 cm de la superficie del suelo y, como quienes absorben los nutrientes del suelo son las raíces, es fácil concluir que colocar correctivos o fertilizantes en camadas profundas, es un error. El cuadro 5.3, con datos originales de Wiedemeyer, muestra que el 92% del P y el 79% del K solubles están a menos de 10 cm de profundidad.

CUADRO 5/3 – NUTRIENTES SOLUBLES EN LACTATO, A DIFERENTES PROFUNDIDADES, DESPUÉS DE CINCO AÑOS DE FERTILIZACIONES COMPLETAS CON 80-160 kg/ha DE  $P_2O_5$  Y 160-320 kg/ha DE  $K_2O$ , EN PASTURAS DE CORTE.

Profundidades de las camadas en cm	$P_2O_5$		$K_2O$	
	Sin $P_2O_5$	Con $P_2O_5$	Sin $K_2O$	Con $K_2O$
0-3	27 (49,1%)	166 (78,7%)	41 (28,3%)	166 (55,3%)
3-6	9 (16,4%)	19 (9%)	20 (13,9%)	48 (16,0%)
6-9	6 (10,9%)	9 (4,3%)	19 (13,1%)	23 (7,7%)
9-12	4 (7,3%)	6 (2,8%)	17 (11,7%)	16 (5,3%)
12-15	4 (7,3%)	4 (1,9%)	17 (11,7%)	15 (5,0%)
15-18	3 (5,4%)	4 (1,9%)	16 (11,0%)	15 (5,0%)
18-21	2 (3,6%)	3 (1,4%)	15 (10,3%)	14 (4,7%)

FUENTE: Wiedemeyer, *in* Klapp, 1977. Cálculos de porcentaje, LCPM, 2004.

Para evaluar la consistencia de los datos del cuadro 5.3, es necesario enfatizar que es un *ensayo* que duró cinco años y fue realizado a campo. En otro experimento, Van Lieskout (1959) *apud* Klapp (1977), trabajando con P radioactivo en pastura de tres años hasta 30cm de profundidad, verificó una apreciable absorción, apenas en los tres primeros cm de la camada superficial del suelo. A partir de estos datos y, principalmente, por lo observado en decenas de proyectos y en diferentes ambientes, se puede afirmar que la aplicación de fertilizantes o correctivos, cuando se justifica, debe hacerse sobre el suelo, sin ninguna agresión (Pinheiro Machado, Pinheiro Machado F<sup>o</sup> y de Bargas, 2003). En nuestra actividad profesional, en las pocas oportunidades en que se justificó una fertilización inicial, y solamente inicial, hemos recomendado 200 kg/ha de fertilizante fosfórico, distribuido 50% bajo una forma soluble y 50% como fosfato natural. La aplicación es superficial, sin ninguna agresión al suelo. En cuanto al calcáreo, siempre dolomítico, porque el Mg es tan o más importante que el Ca para la nutrición de las plantas y de la vida del suelo, también en situaciones excepcionales (suelos con alto tenor de Al en que se quiera introducir leguminosas templadas), hemos sugerido, como máximo, 10% de las recomendaciones convencionales, solamente en cobertura.

En relación al P, es necesario analizar el P total, porque generalmente los niveles de ese elemento en el suelo son superiores a los que los análisis formales expresan como “P asimilable”. Según Lovato (2002), la cantidad de P existente en el suelo es 20 veces mayor a la de P existente en todos los yacimientos. Como los microorganismos del suelo movilizan el P que está en su ambiente, dejemos el P de los yacimientos como reserva de la naturaleza.

Cuando se procede a la siembra a voleo de leguminosas templadas, se debe incorporar molibdeno en la mezcla de la peletización, y en la distribución de fertilizantes y correctivos, agregar boro, si fuera necesario. No se debe agregar boro en la mezcla de la peletización, porque tiene un

efecto inhibitor de la germinación, debiendo ser incorporado después de que las plantas ya estén establecidas.

La conducta fitosanitaria en PRV consiste en actuar sobre las causas. Esto significa que un proyecto bien conducido tiene un suelo sano, con pastos también sanos, y por lo tanto no tiene necesidad de medidas extremas para control de plagas y enfermedades. Normalmente, las propias técnicas de manejo son suficientes para mantener las pasturas en buen estado fitosanitario. No obstante, si en situaciones excepcionales surge la necesidad de recurrir, siempre de forma pasajera, a algún producto, este debe ser de origen biológico. Jamás deben ser usados agrotóxicos de síntesis química.

La cama de pollo es un material disponible en zonas de producción avícola, pero está, casi siempre, contaminada por los aditivos de las raciones de las aves, con metales pesados y posibles residuos de antibióticos. En un proyecto en el que usamos este material con la intención de reducir el período de los “años de miseria”, hubo un crecimiento inicial vigoroso del pasto, producto del N de la cama. Posteriormente, sin embargo, hubo una fuerte regresión de la pastura, cuyas parcelas tuvieron una evolución más demorada que otras similares que no recibieron cama de pollo. Naturalmente, si la cama proviene de granjas en las que no se utilizan aditivos, no hay restricciones para su uso.

### 5.9 – LEY DE LA FERTILIDAD CRECIENTE

La economía agrícola convencional justifica el uso permanente de fertilizantes y agrotóxicos en los cultivos con la llamada ley de la fertilidad decreciente, según la cual las cosechas extraen, sucesivamente, la fertilidad del suelo, produciendo una disminución, también progresiva, en su productividad. Para reparar estas pérdidas, se incorporan fertilizantes, para reponer los nutrientes extraídos por las cosechas.

Este es el paradigma de la química agrícola convencional, enseñada, investigada y divulgada en todo el mundo. Este paradigma consumista ha sido ampliamente investigado desde que Liebig, hace 150 años, enunció principios según los cuales las plantas se nutren de sustancias mineralizadas, incluyendo productos de síntesis química.

Esto despertó el interés de industrias que han financiado una enorme masa de investigación, cuyos resultados son transmitidos a los estudiantes en las facultades de agronomía, con todos los rótulos de la ciencia formal. Así, la investigación privada y también la mayor parte de la oficial, ha desarrollado toda una conducta tecnológica basada en la supuesta imprescindibilidad del uso permanente de fertilizantes sintéticos solubles.

Para validar la ley de los rendimientos decrecientes, hay dos supuestos de partida:

- 1 - el sistema productivo agrícola es cerrado: si algo sale, hay que reponerlo;
- 2 - la producción agrícola es un proceso estático, y las extracciones deben ser compensadas con suministros.

Ambos supuestos son falsos. La producción agrícola no es un sistema cerrado, sino un sistema abierto, con la permanente influencia del humano, de la energía solar, de las lluvias, de los vientos y de otros fenómenos y agentes meteorológicos, del aire y de la biota que la rodea; el proceso agrícola es dinámico, aún cuando se pretenda transformarlo en una hidroponía. Las condiciones intrínsecas y extrínsecas de dos cosechas sucesivas nunca son iguales, como tampoco son idénticas las condiciones de dos sitios, aunque que estén localizados uno al lado del otro.

La agricultura convencional, partiendo de la ruptura de la estructura del suelo con arado o procedimientos similares, desencadena un proceso de dependencia y de inhibición de los factores bióticos, que destruye o inhibe toda la actividad biodinámica en el suelo, paralizando fenómenos esenciales para el mantenimiento y el incremento de su fertilidad, tales como el ciclo etileno y la transmutación de elementos a baja energía. Rotos esos ciclos naturales, se vuelve imprescindible el uso de fertilizantes solubles, para cubrir las necesidades nutricionales de las plantas, porque, sin la actividad biocenótica, las plantas no cuentan con nutrientes disponibles ofrecidos por esos mecanismos. Repito, se crea la dependencia. El laboreo, como cualquier agresión al suelo es, así, una verdadera trampa que, inexorablemente, lleva a la dependencia de insumos de síntesis química, porque el suelo es desestructurado, y la vida subsuperficial y superficial es destruida o, por lo menos, perturbada, con sus mecanismos bioestabilizadores inhibidos.

Hay, así, toda una doctrina fuertemente subsidiada por la industria, que lleva al consumo de los llamados “insumos modernos”, que vienen a reponer los nutrientes extraídos por las cosechas. Aparentemente, el razonamiento es lógico y, por lo tanto, correcto. Las consecuencias socioeconómicas, mientras tanto, como los costos, la erosión, la contaminación ambiental, el éxodo rural, la exclusión social y tantas otras externalidades no son tomadas en cuenta. Se puede incluso decir, que son hábilmente omitidas.

El Pastoreo Racional Voisin, cuando es llevado a la práctica correctamente, altera sustantivamente ese cuadro, por el hecho de no usar ningún tipo de fertilizante soluble ni agrotóxico, prácticas que intoxican el suelo. El proceso de desintoxicación del suelo modifica radicalmente el ecosistema. Se pasa a trabajar, dinámicamente, con factores bióticos y naturales, a través del estímulo de sus procesos generado por la acción de la biocenosis activada por la alta deposición de MO, y por un manejo que respeta y protege el

ecosistema, de modo que categorías biológicas, como el ciclo etileno, la trofobiosis, la transmutación biológica de los elementos y tantas otras sean recuperadas y estimuladas. Hay una maximización de la captura de energía solar y de secuestro de C, reacciones esenciales a toda a vida terrestre.

Los resultados alcanzados en los proyectos de PRV correctamente conducidos, han mostrado que, en oposición al paradigma convencional, hay un importante incremento de la fertilidad del suelo y de la mejoría del medio ambiente, con el consecuente aumento de la producción, como se vio en la sección 2.3. No sólo la calidad biológica es limpia, sino también la producción avanza, a medida que se desintoxica el suelo. Este proceso es acompañado por el incremento de su fertilidad, hecho comprobado por el aumento de la producción y por los niveles de nutrientes existentes en el suelo, aún medidos por los análisis convencionales.

Los límites de ese incremento aún no son conocidos. Es posible que haya un progresivo avance de la situación clímax, de manera tal que la misma progresa dinámica y dialécticamente, sin poder ser alcanzada.

Es la naturaleza en su permanente transformación.

A partir de estas premisas y de estos hechos, concluyo con el enunciado de la ley de la fertilidad creciente: *la fertilidad del suelo, cuando es manejado sin agresión – arado y procedimientos similares – y con técnicas que estimulen la biocenosis, es creciente, tendiendo a límites aún no identificados*. Como corolario de esta ley, se puede afirmar que la reestructuración y el incremento de la vida del suelo constituyen la forma de aumentar su fertilidad, y que la sucesión animal-vegetal es el método para alcanzarla.

Los puristas, de donde poco o nada ha surgido para “aliviar el dolor de la humanidad”, podrán argumentar la ausencia de bases en la investigación para la comprobación de la ley de la fertilidad creciente. Es una ley, sin duda, basada en el empirismo, en la vida, en la observación directa de los hechos y, “delante de los hechos, se cambia la teoría, aunque sea defendida por los nombres más famosos, quedándose con el hecho”. Esto, sin embargo, no impide que sean realizadas las investigaciones básicas y aplicadas para dar sustento formal a un hecho indiscutible.

En este sentido, Tilman (1998) presentó resultados que demuestran que los “métodos orgánicos pueden mejorar la fertilidad del suelo, con menores efectos deletéreos al ambiente, en comparación con los métodos convencionales, altamente intensivos”. El investigador encontró que, mientras que los métodos convencionales provocaron una pérdida de 50 a 65% de NPK, la rotación de cultivos y la adición de estiércol recuperaron el tenor de C orgánico en el suelo. Con la incorporación de estiércol, concluye: “pueden duplicarse los niveles de C orgánico y N del suelo, en cerca de 40 años”. Sagger (2001) encontró que las pasturas permanentes recuperan la MO perdida en los suelos cultivados. En PRV, por la activación de la biocenosis, ese tiempo ha sido menor.

Con los pastos divididos, y el manejo correcto, hay una mayor y más concentrada deposición de bosta y orina, que darán origen a una mayor producción de pasto, de la mejor calidad. Y así, sucesivamente, en una creciente evolución. Es la hélice orgánica de producción (Voisin, 1960) que lleva, progresivamente, al enriquecimiento del suelo en humus y, en consecuencia, a un aumento lento y progresivo de la producción de los pastos.

La productividad de la pastura será tanto más alta, cuanto menor sea el tiempo de permanencia y de ocupación, cuanto mayor el número de animales por lote para la misma superficie, o cuanto más alta sea la carga instantánea.

Allí se encuentra un nuevo y fascinante campo de investigación. Mi duda es si es posible encontrar una institución que financie investigaciones destinadas a encontrar caminos y resultados que minimicen o eliminen la necesidad de uso de los “insumos modernos”, es decir, que contraríe frontalmente la conducta consumista de la agronomía convencional.

### 5.10 – LA RUTA DE LA DEPENDENCIA

Fue a partir de Liebig (1803-1873) que las industrias de máquinas e implementos y de insumos agrícolas (fertilizantes solubles, agrotóxicos y aditivos) desarrollaron una política de envergadura junto a la agricultura convencional, cuyas prácticas pasaron a ser una sucesión de etapas de dependencia del proceso productivo en relación a estas industrias.

No obstante, es atribuida a Liebig la siguiente expresión: “el agricultor racional debe examinar si sus métodos están en armonía con ciertas verdades y leyes naturales, o si, por el contrario, las dañan”. Debe tener en mente “que el objetivo de una verdadera política agrícola no debe estar orientado solamente a la obtención de mayores rendimientos que se mantengan igualmente altos, año tras año”.

A pesar de lo que Liebig afirmara, sus investigaciones estaban al servicio de intereses industriales y, como es sabido, participó de grandes industrias de fertilizantes solubles.

El primer paso para la dependencia es el arado, la rastra y cualquier otra práctica de agresión al suelo, con la destrucción de su estructura y la exposición de la MO a la oxidación.

Con la inversión de las capas del suelo, se rompe la estructura, se destruyen la porosidad y la capilaridad, la vida aerobia sucumbe por la ausencia de aire y la anaerobia desaparece por la presencia de aire. Este es el primer paso desastroso, resultado de la remoción del suelo. Con la ruptura de la estructura y la consecuente compactación se inhiben tanto la aerobiosis, como la anaerobiosis, con lo cual se interrumpe el ciclo etileno. Posiblemente, esa perturbación biológica inhibiría también los procesos de transmutación, que serían la fuente permanente de los nutrientes para las plantas en un proceso sin agresión al suelo.

Con esto, las plantas y sus micro ecosistemas pierden la capacidad de nutrirse con elementos y sustancias disponibles en el suelo, que se tornan no disponibles, como se ve en la descripción del ciclo etileno. Con la destrucción de la capacidad natural de autorregulación de la absorción de los nutrientes, las plantas sólo pueden prosperar con el aporte externo de nutrientes solubles, listos para ser absorbidos, sin necesidad de intervención de los agentes biológicos.

Estos nutrientes se encuentran en los fertilizantes solubles de síntesis química, los cuales, por ser solubles (y extraños al micro ecosistema radicular) desarrollan una proteólisis en la savia, con la producción de aminoácidos libres y azúcares solubles, que son los alimentos preferidos de los parásitos – ácaros, insectos, nematodos, bacterias, hongos y virus-. El producto de la proteólisis atrae a los parásitos, que son, entonces, combatidos con los agrotóxicos, también de síntesis química, y que son sustancias extrañas a la naturaleza, los cuales también estimulan la proteólisis, agravando mas el cuadro.

Se establece así, el ciclo de dependencia, que trae aparejados erosión, costos crecientes para el productor y, principalmente, contaminación ambiental, pues la MO, principal reservorio de C en la superficie terrestre, es oxidada mediante un proceso inverso al de captación de C, que por lo tanto genera emisiones de C hacia la atmósfera. Así, el principal agente de sanidad ambiental, la MO, con su destrucción se transforma en contaminante.

# 6

## El agua - un nuevo concepto

Los organismos de los animales adultos tienen cerca de 70% de agua en su constitución. El agua, después del aire, es el nutriente más crítico de los animales, y su suministro, en cantidad y calidad, es primordial para un buen desempeño productivo. Un bovino sobrevive 60 días sin alimento, pero no más de siete días sin agua. Un bovino puede tomar de 1 a 1,5% de su peso vivo por minuto, y las vacas pueden beber 8 l/min (Kentes, 2002). El organismo animal puede perder toda su grasa, y sobrevive; puede perder cerca de la mitad de su proteína; pero si pierde un 10% de su agua, muere (Maynard *et al.*, 1979).

### 6.1 - EL AGUA - UN NUEVO CONCEPTO

El agua debe ir al animal, y no el animal al agua. Este es un concepto innovador cuyos resultados son altamente positivos en el proceso de producción.

El acceso al agua debe ser permanente y libre e independiente de la sombra y del salero.

A excepción de los confinamientos, donde hay con frecuencia insuficiencia en la satisfacción de las necesidades de agua de los animales, los productores, en general, utilizan manantiales, tajamares o embalses como fuente de agua de bebida, partiendo del concepto de que los animales deben ir al agua. Las fuentes naturales o construidas - tajamares y represas - sirven como bebederos. Hay casos, y no son pocos, en que los bovinos caminan varios kilómetros, desde el lugar de pastoreo hasta el sitio donde buscan agua, circunstancia en la que pasan a beber hasta día por medio.

Esta conducta tiene varios inconvenientes, que siempre se reflejan en pérdidas económicas, ya sea por el insuficiente aporte de agua, o por el desgaste energético de las caminatas, o por las consecuencias negativas de la jerarquía social, que son aún más graves.

Los bovinos son animales gregarios, que forman grupos dentro del rodeo. Esos grupos tienen uno o más animales dominantes que orientan el desplazamiento y tienen prioridad en el acceso y consumo de agua de los tajamares (Foto 22). El grupo social llega hasta el tajamar y, primero, los animales de posición más alta en la jerarquía entran en el agua hasta media canilla, sacian la sed y se mueven dentro del agua, enturbiándola. Al salir, dan lugar a los animales de posición jerárquica inmediatamente inferior,

que tienen una conducta semejante. Así, continúan hasta el grupo de animales que ocupa la posición más inferior en la jerarquía, llamada posición omega. Estos encuentran un agua sucia, que limita su ingestión al mínimo para saciar la sensación de sed, siempre que no sean interrumpidos por un nuevo desplazamiento del grupo, determinado por los dominantes. La consecuencia es que, en general, los animales sumisos pocas veces beben toda el agua que deben beber en cantidad y calidad adecuadas. Eso, como es natural, se refleja en el desempeño productivo de los animales, limitando su ganancia de peso, interfiriendo en la reproducción o la lactancia y, en situaciones extremas, en su supervivencia.

Todo esto se refleja negativamente en el resultado económico de la producción, cuando la fuente de agua son tajamares o represas.

En un proyecto, en el margen de la cuenca de acumulación de la represa en el río Tietê, en Barra Bonita, SP, varias vacas sumisas en la jerarquía social, murieron de deshidratación, aún teniendo acceso al agua: es que las dominantes, que entraban al agua antes que ellas, bosteaban, orinaban y chapoteaban de tal manera que las sumisas no conseguían saciar la sed, a pesar de estar a la vera del agua.

Si, al contrario, se instalan bebederos circulares en los potreros para que el agua vaya al animal, esos problemas son superados y el mejor desempeño económico permite recuperar rápidamente el monto de la inversión realizada, además, como es obvio, de las ventajas sanitarias.

Hasta aquí analicé el problema bajo el prisma de la producción extensiva. En PRV, el uso de aguadas naturales no es viable, pues como se ve en el capítulo Proyecto, cada parcela tiene su bebedero, que es abastecido por una red hidráulica (Foto 23).

## 6.2 - COMPORTAMIENTO DE BEBIDA<sup>1</sup>

El agua es un nutriente esencial para la vida y está presente en todos los procesos metabólicos de los organismos.

Es, también, un recurso normalmente abundante y de bajo costo. La restricción permanente de su abastecimiento - que puede tener origen en una falla de abastecimiento o en problemas de jerarquía social - produce un estrés crónico, reduciendo la productividad de los animales en niveles no claramente perceptibles (Pinheiro Machado (h), 1998). La restricción del consumo de agua en vacas lecheras tiene un impacto negativo directo en la lactación, y la restricción en los bovinos en crecimiento limita el consumo de alimentos y reduce su ganancia de peso o tasa de crecimiento (NRC, 1989 & 1996).

<sup>1</sup> Extraído de la publicación *Comportamiento de bebida de los bovinos*, de Pinheiro Machado (h), 1998.

Los bovinos son animales sociales, altamente gregarios, cuyo comportamiento está fuertemente influenciado por la facilitación social. Tienden a permanecer gran parte del tiempo en abrigos o en áreas localizadas alrededor del lugar de bebida dentro de un campo. Al tener una jerarquía social interna, el uso de los recursos disponibles - especialmente alimento y agua - es influenciado por el fenómeno de la dominancia social. Como resultado, podrá ocurrir que, en función de esos hábitos, algunos animales tengan una restricción social de acceso al agua, aún cuando ésta es ofrecida "ad libitum". Pinheiro Machado (h) et al. (1991) compararon el efecto de la forma del bebedero en el comportamiento de bebida de un grupo de aproximadamente 700 bovinos en PRV. Ambos bebederos tenían el mismo perímetro, o sea, 0,50 m por grupo de 25 bovinos. Se registró que, en el bebedero circular, la frecuencia de interacciones agonísticas junto al bebedero era menor, y la ingestión de agua, 35% más alta que en el bebedero rectangular. Una posible explicación para estas diferencias es que la forma circular del bebedero proyecta una separación de los cuerpos de los animales, y la curvatura de la pared del bebedero puede constituirse en una protección de la cabeza de animales subordinados. Nueve años después, en el 2000, los norteamericanos llegaron a resultados semejantes en un estudio del Instituto de Tecnología del estado de Virginia (USA), en el que fue comparado el suministro de agua en bebederos alimentados por una red hidráulica, con el de agua en tajamares, construidos con terraplenado. Los resultados mostraron que el bebedero alimentado por cañerías tuvo la preferencia del 92% de los animales; que, en esos lugares, el tiempo en el área de bebida se reducía en un 58%; el agua de los bebederos tuvo una reducción significativa en la concentración de sólidos totales, de N total, de P total; la concentración de coniformes fecales y estreptococos bajó, respectivamente, en 51 y 77%; y el análisis económico indicó que el costo del bebedero fue considerablemente menor que el de la construcción de los tajamares, además de la inexistencia de problemas de erosión y transporte de sedimentos ocurridos en las bebidas de tajamares. (SGF, 2000). Este estudio puede servir de referencia a los productores que construyen represas para el abastecimiento de agua para sus animales. Un bebedero que cumple con todos los requisitos humanos y de los animales se muestra en la foto 24.

En otras situaciones, con bebederos automáticos individuales, la presión y el caudal del agua pueden estar limitando, de alguna forma, su consumo. En cualquiera de las situaciones, la restricción del consumo limitará el desempeño animal, promoviendo un perjuicio muchas veces involuntario y de fácil solución.

Pinheiro Machado (h) et al. (1998) desarrollaron un método de diagnóstico indicativo de deficiencias en el consumo de agua, por apreciación

visual de la bosta de los animales. Para ello, controlaron individualmente un consumo preestablecido de agua - 130%, 100%, 77%, 59% y 45% del requerimiento diario, incluida aquella presente en el alimento - y analizaron el tenor de MS resultante en las heces de los animales. Las fotos 25, 26, 27, 28 y 29 ilustran los resultados del experimento de Pinheiro Machado (h) et al.

Se concluyó que la reducción de la oferta de agua se reflejó en el nivel de MS de las bostas, y alteró los comportamientos de bebida, defecación y orina de las vaquillonas. Es posible establecer criterios de evaluación visual de las heces que indican una posible restricción en el consumo de agua. Aún cuando existe una considerable variación entre animales en la respuesta a la disponibilidad de agua, esos resultados se constituyen en un importante alerta para los productores, y sugieren la utilidad de una observación permanente y más ajustada de los animales, pues, como fue dicho, la restricción hídrica influye directa y negativamente en el desempeño productivo. Es la bosta presentándose como hermeneuta del nivel de suministro de agua para los animales.

### 6.3 - NECESIDADES DEL RODEO

Las necesidades diarias de agua de un animal son cubiertas por el agua de bebida, por el agua contenida en los alimentos y por el agua metabólica. La necesidad de una vaca depende de su estado fisiológico, de la ingestión de MS, de la producción de leche o ganancia de peso, de la ingestión de sodio, de la temperatura y de la humedad ambiente.

El cálculo siempre debe ser hecho en función de los animales de mayores necesidades, y para ambientes de temperaturas altas.

#### VACAS EN LACTANCIA (NRC, 2001):

$$\text{Ingestión de agua (kg/día)} = 15,99 + [(1,58 - 0,271) \times \text{consumo MS en kg/día}] + [(0,90 \pm 0,157) \times (\text{kg/día de leche})] + [(0,05 \pm 0,023) \times (\text{g/día de sodio})] + [(1,20 \pm 0,106) \times (t \text{ máxima en } ^\circ\text{C})]$$

#### NOVILLOS DE CARNE (NRC, 2002):

$$\text{Ingestión de agua (kg/día)} = -18,67 + [(0,3937 \times t \text{ máxima en } ^\circ\text{F}) + (2,432 \times \text{consumo MS en kg/día}) - (3,870 \times \text{cm/día de ppt}) - (4,437 \times \% \text{ de sal en dieta})]$$

En nuestros proyectos he calculado la demanda diaria de agua del rodeo, considerando un consumo de 80 l/UGM/día. Para vacas en lactancia agregó 5 l de agua/l de leche producido. Esta indicación práctica ha suplido satisfactoriamente las necesidades de agua.

La demanda de agua del rodeo y el cálculo del caudal por bebedero y

de la respectiva red hidráulica para su abastecimiento es efectuado considerando el proyecto en su madurez, es decir, con rodeos y demandas máximas, de acuerdo con la mayor carga prevista.

Es oportuno referir que, aún cuando el proyecto fuera implantado por sectores, situación frecuente en razón de las disponibilidades financieras, las instalaciones de infraestructura deben ser previstas y ejecutadas para las demandas del proyecto con carga máxima.

#### 6.4 - CÁLCULO DE LA HIDRÁULICA

La red hidráulica es calculada a partir de la distribución de agua desde un reservorio o manantial hasta los bebederos, por gravedad o por presión generada por motobomba.

El caudal en los bebederos es calculado para la demanda máxima en litros, dividida por 16 horas = 57600 segundos. Se utiliza el valor de 16h, porque los bovinos tienen ese ritmo circadiano.

Ejemplo - en un proyecto, en que el rodeo máximo previsto es de 400 UGMs, se tiene:

---


$$\frac{400 \text{ UGMs} \times 80 \text{ agua/día}}{57600\text{s}} = \frac{32000\text{l/s}}{57600\text{s}} = 0,55 \text{ l/s}$$


---

Esto es, el caudal en el bebedero debe ser de 0,55 l/s. La red es calculada usando el doble del caudal de un bebedero, o sea, 1,1 l/s, porque más de un bebedero, en el mismo ramal, puede estar siendo usado simultáneamente.

La red hidráulica es construida con caños o mangueras plásticas asociando calidad y costo. Como se trata de un material que queda enterrado, la calidad es más importante que el costo. La cañería debe ser enterrada a una profundidad mínima de 0,3m, mejor 0,4m y, si el área va a ser usada con rotación animal-vegetal, la profundidad debe ser de 0,6m.

El asentamiento de los caños debe realizarse de manera cuidadosa, de modo que reposen sobre una superficie plana, para evitar la formación de burbujas de aire, que reducen y hasta interrumpen el caudal. En situaciones especiales, se pueden instalar respiraderos en las partes más altas de la red para "purgar" el aire.

Los reservorios, cuando se utilizan, deben tener una capacidad mínima para abastecer el proyecto durante tres días, tiempo necesario para, con seguridad, solucionar cualquiera problema en el abastecimiento.

### 6.5 - CÁLCULO DEL BEBEDERO

En la confluencia de cuatro parcelas, debe haber un bebedero, de modo que los animales de cualquier parcela tengan acceso a su respectivo bebedero. Este diseño, que reduce mucho el costo de la hidráulica, demanda un manejo mas complejo al tener que trabajar con dos grupos de cuatro parcelas, cuando se realiza despunte y repaso: se maneja el lote de despunte en un potrero de un grupo de cuatro, y, en otro, también de cuatro parcelas, con un bebedero, se mantiene el rodeo de repaso.

Como se vio, los bebederos deben ser circulares. La altura de las paredes debe ser de 0,5m y, lateralmente, la base debe estar protegida por una vereda de 0,4m de ancho.

Es conveniente hacer una protección con alambre electrificado para evitar que los animales entren al bebedero. Esa protección puede hacerse siguiendo diversos modelos, siendo el tipo "paraguas" el que ha presentado mejores resultados funcionales.

El cálculo del diámetro del bebedero es hecho a partir de los siguientes parámetros: un arco de 0,5m de borde interno del bebedero, llamado "vaso", sirve para que beban de 10 a 30 cabezas, dependiendo del tamaño del lote (atención: el cálculo del caudal se basa en UGMs; el cálculo del tamaño del bebedero se realiza en cabezas). Para lotes de hasta 50 cabezas, se puede usar la relación de 1:10 y para rodeos de más de 600 cabezas, 1:30.

Para el lote de 400 UGMs (en este caso = 400 cabezas) tenemos:  $400 : 25 = 16$  "vasos" de 0,5m cada uno.

Luego, el perímetro (P) del bebedero tendrá  $0,5 \times 16 = 8$ m, y el diámetro (D) será igual a:

$$D = \frac{P}{\pi} = \frac{8}{3,14} = 2,55 \text{ m}$$

En el ejemplo, tendremos un bebedero circular, con diámetro interno de 2,55m, con paredes de 0,5m de altura y una vereda lateral (que debe ser cubierta con tierra) de 0,4m.

La entrada de agua puede ser controlada por boyas colocadas en los laterales o en el centro del bebedero, y no hay necesidad de salidas para desagotes. Muy raramente hay necesidad de desagotar un bebedero y, cuando esto ocurre, se utiliza la técnica del sifón con una manguera flexible. Un orificio para una válvula de desagote es siempre un sitio vulnerable. Para los perfeccionistas, se puede colocar un llave de desagote en la entrada de la cañería de la red. En cuanto al pisoteo y a la formación de barro en la base de los bebederos, no son problemas, porque los bebederos son utilizados periódicamente, habiendo tiempo suficiente entre usos para que

el suelo se recomponga. Como medida de seguridad, se debe hacer un pequeño terraplén sobre la vereda circundante, como muestra la foto 25. Lo que ocurre más frecuentemente es que el área de acceso de los bebederos se cubre de pasto completamente. Para pequeñas unidades de producción de leche - propiedades con alrededor de 10 vacas - se puede utilizar bebederos móviles, hechos con el aprovechamiento de barriles plásticos usados para envasar alimentos. Se debe tener cuidado de no usar los toneles destinados a agrotóxicos u otros venenos. En pequeñas unidades de producción, ha dado buenos resultados una red hidráulica realizada con manguera expuesta, colocada bajo los alambrados electrificados. Las fotos 30, 31, 32, 33 y 34 ilustran diversos tipos de bebederos.

**Períodos de sequía** - En períodos de sequía o de transición estacional, la pastura se lignifica y baja su calidad nutricional, provocando una reducción en el desempeño animal, en especial en las vacas en lactancia. Es un período crítico en el que el abastecimiento de agua es decisivo y, en esas situaciones, cuando es posible, se debe recurrir al recurso del silaje, siempre hecho con los excedentes de pasto de los períodos exuberantes, cortados a la tarde, en su punto óptimo de reposo.





# La división del área

## 7.1 - PRINCIPIOS

El cumplimiento de las cuatro leyes universales del pastoreo racional, condición preliminar para alcanzar los máximos rendimientos en la producción bovina, tanto de carne como de leche, sólo puede lograrse por medio de la división del área en parcelas, piquetes o potreros. Independientemente del tamaño del campo (desde micro a macro extensiones) es la división del área lo que torna viable que el pastoreo sea comandado por el humano, y que el ganado consuma el pasto en su punto óptimo de reposo.

La división del área en parcelas implica menor pisoteo, menor compactación del suelo, mayor infiltración del agua, mayor penetración del aire, raíces más profundas, menor "trilladura", más carne y más leche, menor o nula erosión del suelo, incremento del tenor de MO, mantenimiento de más humedad en el suelo.

Por otro lado, la división del área y su respectivo sistema hidráulico corresponden al rubro económico de mayor incidencia en la implementación de un proyecto PRV. Debe, por lo tanto, contemplar los 10 principios de una instalación correcta: bienestar animal, economía, perennidad, funcionalidad, higiene, orientación, modulación, localización, estética y bienestar humano.

La división del área se refleja, permanentemente, en la funcionalidad y eficiencia del manejo, razón por la cual debe ser precedida de un meticuloso examen del campo, basado en el indispensable levantamiento planialtimétrico previo.

## 7.2 - EL SISTEMA VIARIO

Las parcelas se comunican entre sí por medio de un sistema viario, es decir, de caminos o corredores. Inicialmente, se define el camino perimetral, que circundará toda el área del proyecto. Este camino, además de facilitar el manejo y el movimiento del ganado en el cambio de parcelas, desempeña una importante función de aislamiento sanitario de eventuales vecinos descuidados con la sanidad de sus animales.

Definido el camino perimetral, se diseñan las calles principales internas. Estas, siempre que sea posible, deben ser proyectadas en sentido transversal a la pendiente del terreno, con la finalidad de evitar la erosión. Por

cada grupo de dos bebederos, u ocho parcelas, se prevén caminos que interconecten los corredores principales y reduzcan las distancias de traslado del ganado durante el ejercicio del "arte de saber saltar". La figura 7.1 ilustra este concepto. Cuanto mayor el número de caminos que interconecten los potreros, más fácil y eficiente será el manejo. No obstante, a este principio axiomático se contraponen el costo en alambrados. A ello se debe la recomendación de interconexión de hasta ocho parcelas.

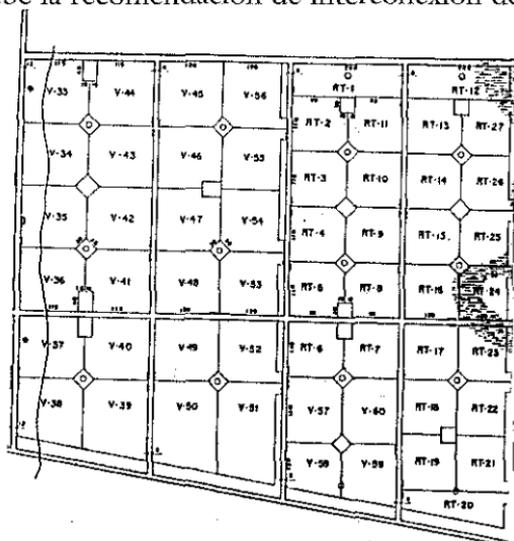


Figura 7.1 - Parcelas cuadradas y caminos intermedios cada cuatro potreros. En la convergencia de cuatro parcelas, un cuadrado en cuyo centro se encuentra el bebedero circular. Cada potrero tiene su número, con su respectiva ficha que acompaña el uso por los animales (Detalle de división del área del proyecto "La Tranquilidad", provincia de Entre Ríos, Argentina).

El ancho de los caminos varía entre 3 y 20 m, dependiendo de la intensidad de circulación, de la topografía, de la textura del suelo y del tamaño de las parcelas. También en "mini proyectos" es necesario que los caminos tengan un ancho suficiente para el manejo de los animales, sin erosión, y que permita el tránsito de una máquina o vehículo, aún de tracción animal. Caminos con más de 20 m de ancho no son necesarios, y resultan en una pérdida inútil de superficie de pasturas, aún cuando los caminos deban ser pastoreados cuando las parcelas adyacentes son ocupadas.

En el delineamiento de la división del área, todas las parcelas deben tener acceso a una calle, de manera tal que jamás un cambio de parcela se realice conduciendo el ganado por dentro de uno o más potreros. Es esencial insistir en que el cambio de parcela se haga siempre por los caminos.

### 7.3 - LAS TRANQUERAS

Las tranqueras o puertas de las parcelas deben ser previstas en sitios altos, en los que no se forme barro con el tránsito de los animales. El

ancho de la tranquera debe ser igual al ancho del camino, para facilitar la entrada de los animales. Por una cuestión de funcionalidad, las tranqueras no deben tener mas de 10 - 12 m. Existen numerosos modelos de tranqueras, que van desde dos alambres electrificados, hasta un complejo juego de palancas, con puertas de varios alambres y con balancines intermedarios. Cualquier tipo es bueno, si cumple con su objetivo esencial: contener a los animales en la parcela. En las tranqueras de alambre electrificado, la manija o gancho de cierre debe ser de alambre n° 6 o 4, para que no se abra con la tensión de sujeción.

#### 7.4 - EL NÚMERO DE PARCELAS

Cuanto mayor el número de parcelas, mejor. A este principio se contraponen el costo. Hay, sin embargo, un número mínimo para implantar el pastoreo racional. Voisin estableció la fórmula:

$$\text{N}^\circ \text{ de parcelas} = \frac{\text{TR}}{\text{TO}} + \text{n}^\circ \text{ lotes}$$

donde TR es el tiempo de reposo de la parcela y TO es el tiempo de ocupación.

No existen informaciones de tiempos de reposo para las diversas especies, en las diferentes condiciones ambientales de Brasil. He encontrado tiempos de reposo desde 18 hasta 120 días, con tiempos de ocupación, respectivamente, de 1 a 3 días. Como número mínimo de parcelas por categoría o clase de animales, he usado 40, con resultados satisfactorios. El número de parcelas debe ser coherente con su superficie.

#### 7.5 - SUPERFICIE DE LAS PARCELAS

Nuevamente, cuanto menor la parcela, mejor. Pero también a este principio se contraponen el costo. En cuanto al límite de tamaño máximo, depende de varios factores: tamaño del rodeo y facilidad de manejo; cantidad de bosta y orina mínima para el desencadenamiento de una biocenosis superior desde el punto de vista cualitativo. El manejo de rodeos con más de 600 cabezas es muy dificultoso y genera problemas en la velocidad de traslado en el cambio de parcelas; además, las instalaciones -tranqueras, alambrados- precisan ser reforzadas. El tamaño máximo de las parcelas, por eso, es de 5 ha.

El número y el tamaño de las parcelas son calculados para la carga máxima/ha en la madurez del proyecto. Así, los dos parámetros que orientan la división del área son el número mínimo de parcelas (40) y el tamaño máximo de cada parcela (5 ha). Si tuviéramos, por ejemplo, una superficie de 12 ha, la división debe prever como mínimo 40 parcelas de 3.000 m<sup>2</sup> cada; pero si la superficie fuera de 1.150 ha, el número mínimo de parcelas será 1.150/5 ha = 230.

El proyecto puede prever dos alternativas para la superficie de las parcelas: todas con el mismo tamaño básico, o parcelas con diferentes superficies, según la clase de animales. En el primer caso, hoy generalizado, se resuelve el dilema de las diferentes cargas instantáneas según la categoría de hacienda mediante la subdivisión de los potreros con alambre electrificado móvil, con carretel. Trescientos novillos de 400 kg de peso medio tienen una demanda de pasto muy diferente a la de 300 terneros de 250 kg de peso medio. Cuando se proyectan parcelas con diferentes tamaños, se estratifica la existencia en diferentes categorías -vacas con cría, vacas secas, recria, etc.- y, para cada una de ellas, se prevé un mínimo de 40 parcelas, con superficies diferenciadas de acuerdo con la carga máxima prevista en la evolución de las existencias.

### 7.6 - FORMA GEOMÉTRICA DE LAS PARCELAS

El cuadrado es la forma geométrica ideal para las parcelas, porque, para la misma superficie de un cuadrilátero, es la figura con menor perímetro. Por lo tanto, el costo de los alambrados es menor. También porque es la forma de la parcela con la cual los efectos deletéreos de la jerarquía social son menores.

No siempre, sin embargo, se pueden proyectar potreros cuadrados y con la misma superficie. A veces, como en la figura 7.2, las parcelas son completamente irregulares en función de la topografía y de la forma del campo. En áreas más regulares, si las parcelas no son cuadradas, pueden ser rectangulares, evitando las relaciones ancho : largo superiores a 1:3, porque, en parcelas estrechas, además de resultar más caras, se exacerban los efectos de la jerarquía social de los animales.

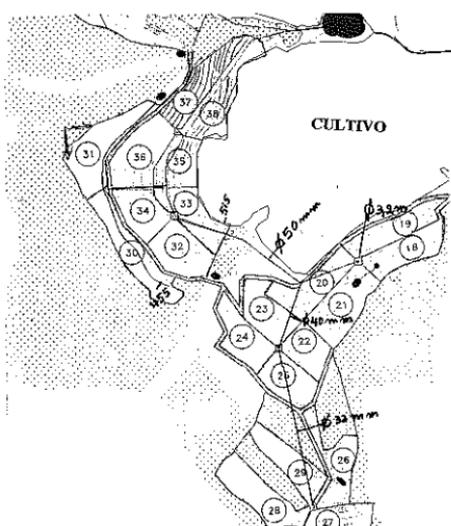


Figura 7.2 - Detalle de una división de área en un terreno con fuerte pendiente. Se aprovecharon excepcionalmente las calles existentes y el abastecimiento de agua a los bebederos fue hecho a partir de una represa localizada en la cota más alta. Las partes mecanizables son usadas para el cultivo de granos y las áreas punteadas son reservas forestales (*Proyecto Hemínio e Maria, Campo Bonito PR Brasil*).

### 7.7 - BEBEDEROS Y SALEROS

Como se vio en la figura 7.1, se propone un bebedero cada cuatro parcelas, porque esa modalidad reduce a menos de la mitad el costo de la obra hidráulica, en comparación con otras soluciones, con bebederos en cada parcela. La contrapartida del costo menor es un manejo más complejo, porque, para poder hacer despunte y repaso, es necesario manejarse con dos grupos de bebederos y con ocho parcelas, aún con sólo dos en uso; mientras que un lote despunta en una parcela de un grupo de cuatro con un bebedero, el otro repasa en otro bebedero, también con cuatro parcelas.

La técnica de despunte y repaso hace viable la obtención de altas producciones individuales en el rodeo de despunte, pero, se repite, sólo es posible implementarla con agua en cada parcela. El uso de un mismo bebedero disponible, en horarios diferentes para los distintos rodeos, no funciona porque los horarios de bebida son aleatorios, y el animal debe beber agua cuando tiene voluntad y no cuando el humano supone que él deba beber, con horario establecido.

El agua a disposición de los animales **siempre** es una condición imprescindible en la implantación del PRV.

**Saleros** - Los animales deben, siempre, tener una mezcla mineral a disposición. Esta debe ser formulada a partir de las exigencias teóricas de las diversas categorías de animales, que pueden encontrarse en las tablas de requerimientos.

Con auxilio de análisis de suelo y de tejido vegetal, se pueden determinar las exigencias específicas de un campo para los diversos tipos de animales. Se componen, así, las mezclas minerales, que son distribuidas en saleros móviles que acompañan a los animales en la ocupación de las parcelas. Los saleros deben ser colocados en la extremidad opuesta al bebedero. Un salero construido con un neumático cortado por la mitad, fotos 35 y 36, sirve para 50 a 70 cabezas. Cuando los rodeos son más numerosos y se hace necesario colocar más de un salero, deben distanciarse entre sí por lo menos 20 m para evitar los problemas de jerarquía social, que limitarán el consumo de los subordinados. El consumo normal de la mezcla mineral es de 30 a 50g/día/UGM.

### 7.8 - FICHAS

El control de los tiempos de reposo, los tiempos de ocupación, las cargas instantáneas y otras informaciones relacionadas con el uso y manejo de cada parcela deben ser registrados para una administración eficiente. Hay proyectos que poseen numerosas parcelas, y resulta imposible tener en la memoria el movimiento del ganado y el uso de las mismas. Por eso, independientemente del tamaño del proyecto, todo el manejo debe ser



El alambrado electrificado, a diferencia del convencional, no es un obstáculo físico; es un obstáculo mental, que ejerce un control psicológico (Johnston, 2002), haciendo que el animal lo respete para no recibir el impacto de la descarga de electricidad. Al recibir la descarga, el animal queda sensibilizado, y la asocia a la presencia del alambre. Se trata, por lo tanto, de un aprendizaje por rechazo, en que el animal es entrenado para evitar la descarga. Para que ese aprendizaje sea efectivo es conveniente un refuerzo periódico, y el mantenimiento de la corriente siempre conectada y con voltaje adecuado.

El alambrado eléctrico debe ser entendido como una red dentro de una determinada superficie. Así, por ejemplo, un energizador para 60 km, no significa electrificar una línea recta de 60km; significa electrificar una red de hasta 60km, circunscripta en un perímetro de un área de 450 ha, con un radio máximo, desde el energizador hasta el perímetro, de 2.500 m.

Los alambrados pueden ser construidos con alambre especial para alambrados electrificados o con alambre galvanizado n° 12 o 14 para grandes extensiones, o n° 16 para pequeñas superficies (hasta 20ha), pudiendo utilizar, también, alambre de acero galvanizado ovalado, 14 x 16.

Las cercas pueden tener uno, dos o tres líneas de alambre: una en áreas con topografía suave o en pequeñas superficies, con buena humedad del suelo, previendo dos alambres sólo en las parcelas destinadas a la parición y cría del ternero en los primeros meses de vida; dos líneas de alambre en áreas mayores, o en regiones en las que hay largos períodos de sequía o la humedad del suelo es baja, para posibilitar varias tomas de tierra del alambre más próximo al suelo en sitios más húmedos; tres alambres, electrificando sólo el del medio, en áreas muy accidentadas o en lugares en que haya necesidad de mayor protección, como en el perímetro de cultivos agrícolas, calles públicas y otros.

#### **7.10.1 - LA ESCUELITA**

El proyecto deberá prever un potrero bien cerrado, con bebedero y sombra, próximo al centro de manejo, cuyo perímetro posea seis alambres electrificados con una altura mínima de 1,40 m, llamado "escuelita", y destinado a enseñar a los animales que no respetan, que no están acostumbrados a la electricidad o a los animales de compra durante los primeros días de ingreso al proyecto, manteniéndolos con comida y agua a disposición.

Los animales que ingresan al proyecto, y aún algunos animales del proyecto -terneros destetados, por ejemplo- deben pasar por un aprendizaje para respetar el alambrado eléctrico y adquirir el reflejo del obstáculo mental. Los animales deben permanecer en esa "escuelita" durante el tiempo necesario para lograr su sensibilización. Generalmente el proceso demanda de tres a cinco días.

Como todo aprendizaje, es necesario un refuerzo, que se da cuando el animal, ya en los potreros, recibe la descarga al rozar el alambrado. Si, ocasionalmente, el alambrado no tuviera electricidad, el animal aprende que éste puede o no producir la descarga, y comienza a probarlo. Es debido a este hecho que devienen los problemas del alambre eléctrico, pues no existen registros de ningún animal (bovinos, bufalinos, ovinos, caprinos, equinos, cerdos) capaz de pasar por un alambrado electrificado con voltaje adecuado (mínimo 4.000 volts, mejor 6.000 volts). Esta es una razón más que conduce a la necesidad de una administración eficiente del proyecto.

### 7.10.2 - ENERGIZADORES

Existen en el mercado dos tipos de energizadores: de conexión a la red eléctrica y a batería, alimentadas por placas solares. Siempre que sea posible, se debe dar preferencia a los equipos que se conectan a la red de electricidad, por ser de mantenimiento más sencillo. Los energizadores con placas solares son igualmente eficientes, y son muy utilizados donde no hay electricidad. Se recomienda usar equipos de marcas idóneas, cuyos fabricantes puedan prestar efectiva asistencia técnica.

Estos aparatos son especificados según el alcance de la corriente eléctrica, con condiciones de producir una descarga en la extremidad de la red de, como mínimo, 4000 volts, siendo mejor, como fue dicho, 6.000 volts. Se destaca que es preciso tener cuidado en la compra, porque en general, ese alcance no es en línea recta (como se induce a pensar), sino distribuido dentro de un área con un radio mucho menor que esa distancia. El cuadro 7.1 da una idea de la distancia real que los aparatos alcanzan, siempre en función de sus capacidades energéticas registradas en Joules, que deben estar especificadas en los respectivos catálogos. El cuadro 7.2 muestra el alcance del energizador y la superficie a electrificar.

CUADRO 7/1 - RELACIÓN ENTRE LA DISTANCIA DE ACCIÓN DEL ENERGIZADOR, LA CAPACIDAD EN JOULES Y EL RESPECTIVO RADIO DE ACCIÓN.

Distancia de la acción del energizador en km	Capacidad energética en Joules	Radio máximo de acción del energizador - m
50 km	2.5 J	2.000 m
80 km	4.0 J	3.000 m
200 km	10.0 J	4.000 m

FUENTE: Diversos proveedores de energizadores, 2003.

CUADRO 7.2 - ALCANCE DEL ENERGIZADOR Y SUPERFICIE A ELECTRIFICAR.

Alcance del energizador -en km	Superficie a electrificar -en ha
20 km	40 - 60 ha
40 km	200 - 300 ha
60 km	350 - 450 ha
120 km	600 - 800 ha
200 km	1.200 - 1.400 ha

FUENTE: Picana, s/d.

Así, de acuerdo con el cuadro 7/1, si un equipo tiene una especificación para electrificar una red de 200km, esa distancia debe estar distribuida en diferentes ramales, pero dentro de un área cuya distancia máxima al aparato no sobrepase los 4.000m. Para la generalidad de los equipos disponibles en el mercado, valen los datos del cuadro 71. No obstante, ya existen aparatos cuya potencia puede transmitirse a distancias lineales independientes del radio de acción.

Los energizadores con placa solar y batería, foto 37, deben ser instalados en lugares soleados y protegidos de la intemperie, con las placas colocadas con exposición hacia el norte verdadero, y con inclinación de acuerdo con la latitud del lugar. Es prudente seguir las instrucciones del fabricante. La batería y la placa deben estar protegidas contra robo, en caso de que queden distantes del control humano.

Puede acumularse polvo en las placas solares, por lo cual es necesario limpiarlas periódicamente. Los datos del cuadro 7/2 son indicativos, porque pueden variar con muchos factores, tales como el diámetro del alambre, el tipo de suelo, el aislamiento de los alambres, la calidad de las enmiendas y otros.

### 7.10.3 - CUIDADOS A OBSERVAR

Tanto la construcción como el mantenimiento del alambrado electrificado exige una serie de cuidados, a fin de sumar a su cualidad de económico, la eficiencia.

Cabe recordar que se trata de un circuito eléctrico, con un polo positivo -la línea conductora de la electricidad- y un polo negativo -la tierra o masa-. Según Johnston (2002), el 99,9% de todos los problemas de las cercas electrificadas se originan en una toma a tierra inadecuada. Las fallas más comunes son: contacto con vegetación, alambres partidos u oxidados, conexiones y enmiendas mal hechas y aislamientos pobres.

**Calidad de los materiales** - Como cualquier instalación agrícola, los alambrados electrificados deben contemplar su durabilidad y economía. Esto significa que los diversos materiales empleados - energizadores, alambres, postes, varillas, aisladores, pararrayos, voltímetros - deben ser de calidad para que cumplan su finalidad con eficiencia.

La calidad de los materiales es más importante que sus precios.

**Rendimiento del trabajo** - Dependiendo del tipo de terreno, de los equipos de apoyo (perforadora para pozos) y del número de alambres, dos trabajadores pueden construir entre 500 y 2.000 m de alambrado en un día de trabajo.

**Preparación del terreno** - El terreno por donde va a pasar el alambrado debe estar limpio, para evitar contactos y pérdidas de corriente; vegetación, ramas y piedras deben ser removidos.

**Circuitos independientes** - La red eléctrica debe ser sectorizada, con un conductor principal, del que salgan las diversas ramificaciones. Estos ramales deben ser circuitos independientes por sector, interconectados por llaves interruptoras, de tal modo que queden con corriente solamente los sectores que están siendo ocupados por los animales.

**Ubicación de los energizadores** - Los energizadores conectados a la red eléctrica deben ser instalados en un lugar al abrigo de la intemperie y a 2 m del nivel del suelo. La unión entre la toma de tierra y el aparato debe hacerse con el mismo alambre usado para la masa. El energizador con batería solar debe ser instalado, siempre que sea posible, en la zona central del circuito que será electrificado.

**Control del voltaje** - El voltaje en la red debe ser verificado diariamente, a partir del punto más extremo que será utilizado. Si el voltaje es inferior a 4.000 volts en el punto extremo, es porque hay alguna pérdida de corriente por mal aislamiento o contacto con vegetación. Puede, también, deberse a un defecto o a insuficiencia de la toma de tierra que, siempre, debe ubicarse en un lugar húmedo. Antes de que los animales entren en la parcela, siempre el voltaje debe ser medido. Si estuviera por debajo de 4.000 volts, es necesario corregir el defecto antes de utilizar la parcela.

#### 7.10.4 - Detalles constructivos

Existen numerosos manuales y folletos relativos a la construcción de cercas electrificadas. Por eso, me centraré en aquellas cuestiones que presentan más problemas.

La primera observación en este sentido es que, cuando la corriente es insuficiente, o cuando los animales no están respetando el alambrado, la culpa nunca es de los animales o del alambrado, sino **siempre** de alguna falla humana. Entre ellas, las más comunes son fallas en la toma de tierra y pérdida de corriente en aisladores mal colocados, o contacto de los alambres con la vegetación.

En la construcción de los alambrados electrificados, pueden ser aprovechados los materiales - postes, varillas, torniquetas, alambres- de los alambrados convencionales que eventualmente sean desmantelados. No se debe, sin embargo, reciclar alambres oxidados, que son malos conductores de la corriente.

**Toma de tierra** - la descarga producida en el animal cuando toca un alambre electrificado, se da por el cierre del circuito eléctrico, en el que el animal es el conductor entre el alambre y la tierra. Para que la descarga sea efectiva, el energizador debe tener una muy buena toma de tierra.

La tierra o masa se hace enterrando tres caños de hierro galvanizado, conectándolos entre sí con alambre también galvanizado, y conectando ese tierra al energizador, también con alambre galvanizado n° 10. Los caños de hierro galvanizado deben ser enterrados a 2 m de profundidad y quedar distanciados entre sí, como mínimo 2 m, pudiendo ser colocados en línea o triangulados; el caño más próximo al energizador debe como mínimo a 2 m de distancia.

En lugares secos, o donde ocurran sequías prolongadas, se puede colocar una camada de 0,5 m de carbón vegetal en el fondo del pozo en el que se van a colocar los caños galvanizados, teniendo la precaución de machacar y mojar copiosamente.

En alambrados con más de un hilo o línea, en los que uno debe actuar como masa, deben buscarse lugares húmedos y aún bañados para la toma de tierra. La distancia máxima entre tierras es de 1 km.

CUADRO 7/3 - ALTURAS Y DISTANCIAS DE LOS ALAMBRES ELECTRIFICADOS Y TIERRAS.

Tipo de alambrado y categoría animal	Distancia de los alambres
1 alambre	
Bovino de leche	0,7 - 0,8 m del suelo
Bovino de carne	0,8 - 0,9 m del suelo
Bovino cebú	0,9 - 1,10 m del suelo
Equino	1,0 - 1,2 m del suelo
Búfalo	0,7 - 0,9 m del suelo
2 alambres	
Bovinos con cría	0,4/0,5 - 0,8/0,9 m del suelo
Bovinos de carne y búfalos	0,7/0,8 - 0,9 /1,00 m del suelo
Equinos	0,7 - 1,10 m del suelo
3 alambres	
Bovinos y búfalos	0,4 - 0,8(1) - 1,2 m del suelo
Equinos	0,6 - 1,0(1) - 1,4 m del suelo
Ovinos	0,2 - 0,4(1) - 0,7 m del suelo
Caprinos	0,3 - 0,6(1) - 0,9 m del suelo
Gallinas	0,15 - 0,3(1) m del suelo
Pavos	0,2 - 0,4(1) - 0,8 m del suelo
Porcinos	0,15 - 0,4(1) - 0,9 m del suelo

(1) = alambre electrificado. LCPM, 2003.

**Altura de los alambres** - La altura de los alambres al suelo depende del alambre, del tipo de animal y de la topografía del terreno. En bovinos de leche, un alambre a 0,7-0,8 m del suelo es suficiente. En cebúes, si se utiliza un sólo alambre, la altura al suelo es de 0,9 a 1,0 m. El cuadro 7.3 especifica las diferentes alturas y distancias de los alambres electrificados y tierras.

**Enmiendas o uniones** - Cualquier enmienda o unión de alambres tiene dos componentes: una enmienda física y una eléctrica. La física puede hacerse con cualquier tipo que tenga la necesaria resistencia. La enmienda eléctrica debe ser hecha con un puente del mismo alambre, con el cuidado de dar, como mínimo, ocho vueltas en cada extremidad, como se ve en la figura 7.4.



Figura 7.4 - Enmienda de alambres electrificados

**Pararrayos** - Los energizadores deben ser protegidos contra las descargas eléctricas, mediante la colocación de pararrayos en los alambres electrificados. Los pararrayos deben ser instalados de acuerdo con las instrucciones del fabricante, usando, sin embargo, la mitad de la distancia indicada por ellos, y observando la distancia mínima a la que debe quedar respecto del energizador.

**Postes y varillas** - Los alambrados son tendidos a partir de esquineros contruidos con postes. Las líneas son sostenidas por postes colocados cada 100 m y por varillas ubicadas cada 30 m. Estas distancias son referencias y pueden variar en más o en menos, dependiendo de la topografía y de los accidentes del terreno.

**Aisladores y aislamientos** - La conductividad de un alambrado electrificado está directamente relacionada con su aislamiento. Es esencial que los aisladores sean eficientes. Existen aisladores de porcelana, de plástico y de manguera plástica de pared gruesa. La elección está determinada por la calidad y el precio. Es indispensable que cumplan perfectamente la función de mantener el alambre conductor absolutamente aislado de los postes y varillas. Si los accesorios pueden ser protegidos de los rayos solares, su durabilidad es mayor.

**Tranqueras** - Para las tranqueras existen muy diversos tipos, desde un alambre electrificado, hasta modelos complejos (Foto 38). Debe evitarse que los alambres de las tranqueras sean los conductores de electricidad. El contacto de estos alambres es precario, y eso acarrea una disminución en el voltaje, con la consecuente ineficiencia del alambrado. Por ese motivo, las tranqueras deben ser independientes del circuito eléctrico, aún cuando deban estar electrificadas. La mejor solución es pasar el alambre conductor por encima de la tranquera, sostenido por dos varillas que queden como mínimo a 2,5 m de altura, ubicadas una en cada extremidad de la tranquera. La altura de ese alambre conductor debe posibilitar el pasaje de una máquina o vehículo alto. La corriente puede conducirse también por una línea subterránea aislada, pero en la mayoría de los casos su costo es prohibitivo.

**Tensión de los alambres** - Debe ser tal que evite la formación de una catenaria muy pronunciada, y que al mismo tiempo permita una buena elasticidad en ambientes con alternancia entre bajas y altas temperaturas. El uso de torniquetas reguladoras puede ser útil, pero un alambrado bien hecho no necesita de ese elemento, lo cual resulta en una reducción de su costo.

Alambrado bajo líneas de AT y BT - Cuando los alambrados electrificados pasan bajo líneas de AT o aún de BT, se debe consultar a las compañías responsables sobre los cuidados o precauciones a tomar.

### **7.10.5 - ALAMBRADOS MÓVILES**

Son usados excepcionalmente en PRV. Cuando hay una gran disponibilidad de pasto, superior a la posibilidad del rodeo de comerlo antes de la aparición de rebrotes (2ª ley), se utiliza el "carretel" para subdividir el potrero en dos o más parcelas menores, las que son usadas empezando por la más próxima al bebedero.

El manejo normal con alambrados móviles, sin embargo, no es recomendado, porque es muy difícil lograr que los animales coman siempre en las mismas áreas, como se da en los potreros con alambrados fijos. Si el uso sucesivo es hecho en superficies diferentes, se termina por producir una aceleración fuera de tiempo en los sectores en los que, eventualmente, hay superposición en el pastoreo. La manera de evitar este inconveniente es marcar los límites de cada potrero con estacas. Esta identificación, sin embargo, implica una complicación en el trabajo del operador, que termina por no colocar las estacas, produciéndose una aceleración fuera de tiempo en aquellas partes en que los tiempos de reposo hayan sido insuficientes.

Muchos productores de leche e invernares, practican el llamado pastoreo frontal, en el que, diariamente, se avanza con un alambrado electrificado, ofreciendo una faja de pasto nueva para que el ganado consuma. Esta

práctica, que no debe confundirse con el PRV, es mucho mejor que un pastoreo extensivo y proporciona mejores resultados que dejar a los animales consumiendo libremente el pasto disponible en parcelas mayores.

Las figuras 7/5 y 7/6 muestran la evolución del proyecto Alegría, desde el concepto original en 1964 a su total remodelación en 1980.

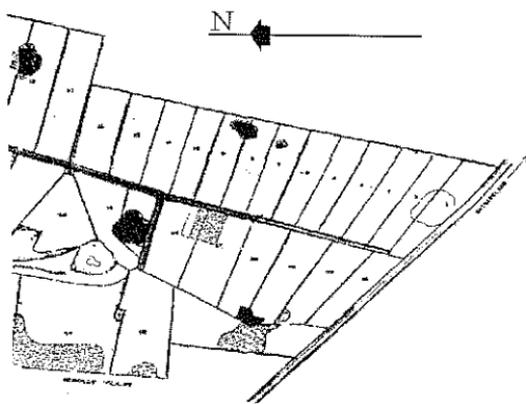


Figura 7.5 - Extremo sur del proyecto Alegría implantado en 1964: un camino central y las parcelas rectangulares convergiendo hacia él. Agua de tajamares en algunas parcelas.

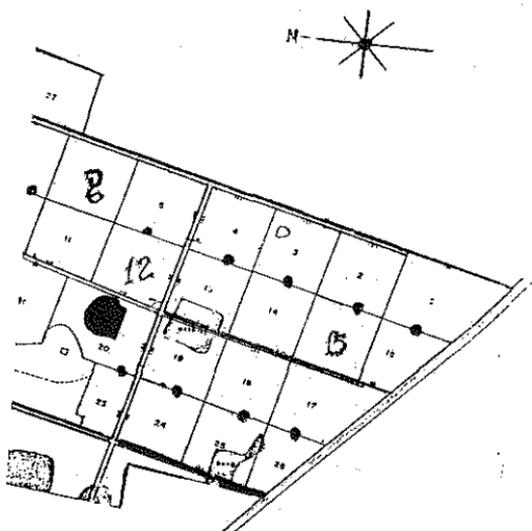


Figura 7.6 - En 1980 el proyecto Alegría fue reformulado. Se dismantelaron las instalaciones existentes y se construyeron caminos perimetrales y de circulación interna, parcelas cuadradas y agua en cada parcela. La línea punteada representa la red hidráulica. La figura corresponde exactamente al mismo sector presentado en la figura 7/5. Aún las parcelas con tajamares (20) se consideró necesario instalar bebedores alimentados por la red.

# 8

## Las pasturas y su manejo

*No debemos olvidarnos del animal, cuando nos disponemos a estudiar el pasto*

A. Voisin, 1957.

Las buenas pasturas son la piedra angular de la producción animal sobre la base de pasto. Cuando se desea producir en base a pasto, antes que nada es preciso tener pasto (Vincenzi, 2003). Su implantación, mejoramiento y manejo son los caminos para su realización. Reconocer la mutabilidad de la composición de las poblaciones vegetales y la posibilidad de la conducción en un determinado sentido significa encontrar la base de una explotación de los pastos permanentes (Klapp, 1977).

Mejorar los pastos, las pasturas permanentes y su explotación es, en general, tanto más provechoso cuanto más degradada la situación en que ellas se encuentren, pues siempre, por más degradada que esté una pastura, la intervención racional antrópica es más provechosa y económica que la roturación y la renovación.

No existe el mejor pasto para todas las condiciones. Todos los pastos son buenos, cuando están adaptados al ambiente en que se encuentran y son manejados correctamente, esto es, pastoreados en su punto óptimo de reposo, con el riguroso respeto a los tiempos de reposo y de ocupación. Los principios de manejo son los mismos para cualquier pastura, sea nativa, naturalizada o cultivada, perenne o anual, hasta porque, con amplios límites, las diferencias de suelo y clima tienen importancia relativa, si el método de pastoreo utilizado es racional.

Se sobreentiende que las consideraciones de este capítulo presuponen que existe una división de área que cuenta, como mínimo, con la infraestructura de alambrados y la hidráulica en funcionamiento.

Las pasturas han desempeñado también la noble función de dar valor económico a áreas rechazadas para cultivos, sea por la topografía, sea por suelos pedregosos o de poca profundidad. Y ese valor económico es producto de la transformación de la energía solar en energía biológica, sin costo, sin contaminación ambiental, sin erosión y sin agotamiento de los recursos naturales no renovables.

Los primeros pastos que aparecieron en la superficie terrestre, parecen haber sido gramíneas de la tribu *bambusae*, presente en el mesozoico, de 250 a 65 millones de años atrás. Las gramíneas que aparecieron después de los cataclismos modificaron la flora de los grandes bosques, y su presencia en la superficie terrestre se remonta a más de 100 millones de años atrás. (Temple, 1974).

Según el mismo autor, los primeros fósiles confiables de gramíneas pertenecen a la tribu *Stipae* y se remontan al mioceno inferior hace 15 a 20 millones de años. Temple supone que buena parte de la evolución de las especies que sobreviven debe haber aparecido antes de ese período, es decir, hace más de 20 millones de años. En el terciario de la era cenozoica ocurrieron grandes transformaciones en la conformación y en el clima terrestre que causaron la desaparición de plantas y animales, con el surgimiento de nuevas especies. En ese período, también existían especies de la familia *Leguminosae*.

Es el dialéctico mecanismo de la evolución. Esta referencia sumaria al origen de las principales plantas forrajeras que pueblan los campos naturales, aquellos que no fueron agredidos por el arado con la ruptura de la camada superficial del suelo, es hecha para dar una idea de lo que puede significar la perturbación a un ecosistema de millones de años.

Un poco más de respeto a la naturaleza implica garantizar la propia supervivencia de la humanidad.

En ese sentido, tal vez el ejemplo más elocuente de los efectos desastrosos de la agresión antrópica, sea el desierto del Sahara, hoy un mar de arena improductiva que, hace 5.000 años, fue una rica región de pastoreo (Semple, 1974).

### 8.1 - PASTURAS NATIVAS Y NATURALIZADAS

Las pasturas o pastizales nativos son el tapiz presente en los campos hace milenios, formado por numerosas especies vegetales, con predominancia de gramíneas y leguminosas.

En Brasil los pastos nativos pueblan la Campana de Rio Grande, los Planaltos de Río Grande, Santa Catarina y Paraná, el Pantanal de Mato Grosso, la sabana de Brasil Central y de Roraima y otras pequeñas áreas en varios puntos del país.

Las pasturas naturalizadas son aquellas que ocuparon y que ocupan las áreas desmontadas, y que fueron implantadas por diseminación natural, o por acción antrópica.

Los campos nativos del Uruguay, llamados naturales, ocupan el 90% del área pastoril de ese país, cuya economía reposa esencialmente en las producciones pecuarias bovina y ovina. La producción de carne y de lana están directamente relacionadas con el aumento de la producción primaria del campo nativo (Berreta, 1990).

Las pasturas nativas y naturalizadas están compuestas por especies perennes, cuya multiplicación se produce por vía sexual o por vía vegetativa, por medio de estolones, rizomas o tubérculos.

La composición botánica de las pasturas nativas es rica y variable. Hay especies que desaparecen y otras que aparecen. May *et al.* (1990) relatan que en relevamientos realizados en el Uruguay en 1935-1936, identifica-

ron 91 especies; en un trabajo semejante realizado en 1986-1987, 50 años después, sólo fueron encontradas 24 especies del primer levantamiento. En esta última investigación se identificaron 109 especies, de las cuales 67 existían en 1935-36, y 42 nuevas especies "aparecieron", distribuidas en 11 gramíneas y 21 indicadores (a las que los investigadores uruguayos llamaron "malezas").

En conclusión, los resultados de los relevamientos en los últimos 50 años muestran una disminución de la presencia de gramíneas y un aumento en el número de indicadores (malezas). ¿Puede haber mejor ejemplo de los maleficios del pastoreo extensivo, que es la práctica dominante en el Uruguay? Una vez más, se comprueba el concepto de Voisin de que la composición botánica de una pastura es producto de su manejo.

Las pasturas nativas tienen una preciosa biodiversidad. En su flora, en Rio Grande do Sul, Brasil, fueron encontradas de 52 a 100 plantas/m<sup>2</sup> en el tapiz nativo, con más de 400 especies de gramíneas y 200 de leguminosas (Quadros, 2000), además de especies de otras familias, tales como *Compositae*, *Oxidalidaceae*, *Bromeliaceae*, *Ciperaceae* y otras. Para Mohrdieck, (1993)... "la riqueza de especies (de los campos naturales de Rio Grande do Sul) es sobresaliente, estando la familia de las gramíneas representada por cerca de 800 especies y las leguminosas por cerca de 200"... En el Planalto catarinense, en las áreas no destruidas por la plantación de Pinus, la diversidad, aunque expresiva, es inferior a la de los campos de la Campaña riograndense. Allí, según Vincenzi (2003), fueron identificadas 380 especies nativas. Esa menor cantidad en el Planalto catarinense puede ser explicada por la práctica del uso del fuego en los campos de esa región.

Los campos nativos son santuarios ecológicos. Muchos nichos son únicos en el planeta. Precisan, por lo tanto, ser protegidos, y la mejor forma de hacerlo es a través de su uso racional, con el respeto y resguardo de las especies nativas y la introducción inteligente, con siembra sobre el tapiz, de especies más productivas. Cabe destacar que con manejo racional, por medio del PRV, reaparecerán numerosas especies que las prácticas extensivas pudieran haber sacrificado. Esto ocurrió en el proyecto Alegría, en Taquara, RS, donde las especies nativas y naturalizadas originales fueron protegidas, y numerosas otras, también nativas y naturalizadas, resurgieron. La actual composición botánica del tapiz vegetal es notable.

Las mismas consideraciones se aplican a las pasturas naturalizadas, en las que se encuentran numerosas especies provenientes de pastizales nativos.

Las pasturas cultivadas, en general, están compuestas por especies anuales, bianuales, o perennes, y sirven para complementar la pastura nativa, o como cultivos para satisfacer necesidades específicas, como suplementación de ganado lechero, cobertura del suelo en el invierno en áreas de cultivos estivales y otras.

De acuerdo con el último Censo Agropecuario del IBGE, en Brasil, en 1995, había 99 652 009ha de "pasturas implantadas", incluyendo supuestamente las pasturas naturalizadas y cultivadas, y 78.048.463 ha de "pasturas naturales", totalizando 177.700.477 ha de pasturas. En la época de ese relevamiento, el rebaño bovino nacional alcanzaba las 153.058.275 cabezas, o sea, 1,16ha/cabeza, o 0,85 cab/ha. Del total de la existencia de bovinos, según informa el Censo de 1995, el 20,98% del tenía menos de un año y el 19,33% tenía entre uno y dos años. Esto significa que el 49,31% del rebaño bovino brasileño tenía un peso medio inferior a 250 kg, o el equivalente a menos de 0,5 UGM. En vistas de estos datos, es engañoso, y aún temerario, decir que la receptividad a nivel nacional es de 0,86 cab/ha. Si se convierten en unidades-animal, ciertamente ese valor bajará a cerca de 0,65 cabezas adultas/ha, cifra preocupante para la producción bovina que se autodenomina "el mayor rebaño comercial del mundo".

Una de las principales causas de esa baja carga es, sin duda, el mal uso de las pasturas.

## 8.2 - PLANTAS FORRAJERAS

La casi totalidad de las plantas usadas en la alimentación animal pertenece a dos familias: gramíneas y leguminosas. Aún cuando algunas especies de otras familias tengan esta misma función - nabos y coles de las crucíferas; achicoria de *Cichoriaceae* y algunas otras- la predominancia de las dos familias antes citadas es irrefutable, razón por la que trataré sólo sus principales forrajeras.

Existe una abundante y calificada bibliografía sobre las características botánicas, fenológicas y nutricionales de las plantas forrajeras, motivo por el cual me limitaré a las informaciones generales, ya que, para los objetivos de este libro, más necesarias que aquellas características (que son imprescindibles) son las conductas de manejo, capaces de auspiciar resultados positivos y permanentes para los productores.

En la implantación de pasturas, o cuando se necesita introducir alguna nueva especie, la siembra debe hacerse sobre tapiz o cobertura, o con máquina de siembra directa. En el primer caso, es usual aumentar entre un 10 y un 20% la cantidad de semillas a utilizar, respecto de las recomendaciones convencionales.

Las semillas constituyen el rubro de inversión más significativo en el costo de implantación. Es el insumo cuyo precio más aumentó en los últimos años. Por esta razón solemos usar cantidades más modestas de semillas para la implantación o incorporación de especies perennes, para luego, con manejo, ampliar su densidad a niveles más adecuados.

## 8.3 - FORMACIÓN DE LAS PASTURAS

La primera cuestión a analizar cuando se va a implantar un PRV es la historia del área, y su ambiente, teniendo en mente que desde el punto de

vista económico es mucho mejor invertir en la mejoría de los sistemas de pastoreo, que destruir la vegetación espontánea y sembrar nuevas especies. No se debe olvidar que el pastoreo bien dirigido es el instrumento más poderoso que existe para mejorar una flora degradada; que es el manejo, y no la cantidad de semillas utilizadas, lo que determina la composición de la flora (Voisin, 1960).

Un mal comienzo del pastoreo puede tornar la conducta de manejo posterior muy difícil.

Si el área en cuestión tuvo una pastura anterior, hoy degradada y poblada por indicadores que incluyen arbustos y "pajonales", se debe observar cuál es la reacción de la vegetación ante un manejo correcto, antes de sembrar cualquier forrajera. En ese caso se procede, inicialmente, a colocar un número alto de animales (puede considerarse como referencia 50m<sup>2</sup>/cabeza) para dar un pastoreo y "limpiar" las parcelas. Estos animales permanecerán en cada parcela durante el tiempo en que haya algo para comer. Terminado el alimento disponible, se cambia el ganado a un nuevo sitio, y se desmaleza lo más al ras posible la vegetación remanente. Luego se clausura la parcela y se observa la reacción de la vegetación al reposo. Si anteriormente hubo pasto en ese lugar, en la casi totalidad de los casos, con luz y reposo, las plantas de las especies anteriores emergen, reduciendo la necesidad de introducción a sólo alguna especie mejoradora.

En el caso de mejoramiento de campos nativos o naturalizados, el procedimiento es el mismo.

### 8.3.1 - SIEMBRA SOBRE TAPIZ

La siembra sobre tapiz o cobertura consiste en la incorporación de semillas sobre la vegetación existente, sin ninguna agresión al suelo. Es el método más indicado para la formación y el mejoramiento de las pasturas. Posibilita la implantación mejoradora en campos pedregosos, o con árboles (siempre deseables) que impiden o dificultan el uso de máquinas.

Con el área dividida, se efectúa la distribución de las semillas "al voleo" en forma manual o mecánica, seguida por el pisoteo de los bovinos. Para que el procedimiento tenga los mejores resultados, es necesario que las semillas queden completamente adheridas al suelo, que debe tener humedad suficiente. Repartir las semillas después de una lluvia es ideal.

Distribuidas las semillas sobre la vegetación existente, se coloca el ganado a pastar, y en caso de que no hubiera pasto disponible, se deja al rodeo pernoctando una o más noches para que realice un buen pisoteo y provoque una correcta adherencia de las semillas al suelo, condición primera para la emergencia. Después un buen pisoteo, los animales se cambian de parcela, y se pasa una desmalezadora (cuando es factible) cortando lo más bajo posible. Luego se cierra la parcela, que sólo será pastoreada cuando las nuevas plantas estén con su sistema radicular consolidado.

La época de siembra debe armonizar los períodos de buenas precipitaciones, con los de menor crecimiento de las especies nativas (final de otoño a principios de invierno para las regiones de estaciones definidas, en siembra de leguminosas, por ejemplo). Es necesario controlar la época de ejecución para lograr la menor competencia posible de las plantas preexistentes por luz y fertilidad.

En áreas no divididas, o en los casos en que no hay ganado suficiente para este trabajo, se usan sembradoras de siembra directa. Con este método el procedimiento es diferente: primero se colocan los animales para consumir el pasto existente, a continuación se desmaleza lo más bajo posible, y luego se distribuyen las semillas con el equipo de siembra directa.

Cuando existe una fuerte compactación superficial que forma una superficie vítrea, excepcionalmente, se puede pasar una rastra abierta para romper esa camada endurecida. Esta aclaración es válida tanto para la siembra directa como para la siembra sobre tapiz.

En las pocas situaciones en las que se recomienda la aplicación de calcáreo o fertilizantes, estos deben ser usados en dosis mínimas, siempre en cobertura, pues su finalidad es estimular la vida de los pobladores de las capas superficiales del suelo, en las que se desarrolla la casi totalidad del sistema radicular.

### **8.3.2 - PRIMER PASTOREO**

Implantada la pastura, con las parcelas clausuradas, se espera hasta que el sistema radicular esté consolidado para dar el primer pastoreo. Es conveniente hacer ese primer uso (solamente el primer uso) con la pastura un poco pasada de su punto óptimo de reposo. Este es el primer paso para la perennidad de las pasturas. Como orientación básica, se puede dejar pasar, como máximo, 15 días desde el punto óptimo de reposo. Este período, como todo lo referente al PRV, no es rígido, pudiendo variar con la especie vegetal, con la fertilidad del suelo y con el clima.

### **8.3.3 - SIEMBRA EN LA BOSTA**

Cuando se quiere introducir una pastura que se multiplica vegetativamente, como el pangola, el kikuyo (que también se multiplica por semillas) el lotus Maku (ídem) y otras, sin necesidad de remover el suelo, se puede hacer introduciendo los plantines en la bosta fresca. Como el bovino rechaza la bosta con MO no mineralizada, el plantín recién colocado queda protegido del pastoreo y enraíza convenientemente (Foto 39).

### **8.3.4 - SIEMBRA VÍA SAL**

Las especies que se multiplican por semillas y que se encuentran protegidas por una epidermis cutinizada, como es el caso de algunas braquiárias y de las leguminosas en general, se pueden introducir mezclando sus semi-

llas con la mezcla mineral (sal). Como las semillas están "protegidas", pasan por el proceso digestivo sufriendo una escarificación sin comprometer el poder germinativo. Eliminadas por la bosta, germinan en ella, y si son bien manejadas, enriquecen la composición botánica de la pastura. Es un método simple, barato, pero lento (Foto 40).

### 8.3.5 - PELETIZADO

Las semillas de leguminosas deben ser inoculadas con *Rhizobium* específico y peletizadas antes de la siembra, para otorgar mejores condiciones de supervivencia a las plántulas emergidas. Con un costo despreciable, la inoculación y el peletizado son procedimientos fundamentales para el establecimiento y la persistencia de las leguminosas en las pasturas (Vincenzi, 1994).

Inicialmente, las semillas se mezclan con el material que contiene el *Rhizobium* específico.

Se procede, en seguida, al peletizado. Éste incorpora un revestimiento nutritivo, que queda pegado a la semilla por medio de un adhesivo. En primer lugar se mezcla el inoculante con el adhesivo. Inmediatamente se incorpora esa mezcla. El paso siguiente es adicionar el revestimiento, y así la semilla está peletizada. El revestimiento es un polvo secante, que sirve de protección nutritiva al *Rhizobium*. Para las leguminosas templadas, se utiliza carbonato de calcio (mejor) o calcáreo dolomítico, y para las tropicales, dada la incompatibilidad de sus *Rhizobias* con el medio alcalino, se usa fosfato natural. En ambos casos se utilizan, además, sales de Mg, Ca, P, Mo, y Fe, que son los elementos más importantes, y sales de Zn, Cu, Co y Mn, también necesarias. La mezcla de estos microelementos debe contener sales con las siguientes cantidades de elemento puro, por kilogramo de semilla a sembrar: 14,8g Fe, 11,29 Zn, 1,6g Cu, 7,6g Mg, 9,0g Mo y 1,0g Co. Además, para cada kilogramo de semilla, se usan 400 g de calcáreo dolomítico finamente molido, mas 250 g de fosfato natural, 20g de inoculante específico y 160 ml de adhesivo.

El adhesivo es preparado con fécula de arrurruz (*Marantha arundinaceae*) o de mandioca (*Manihot esculenta*). En este último caso, se utiliza la fécula dulce. Se diluyen 50 g en 1 litro de agua. Se coloca a calentar, mezclando para mantener un medio homogéneo, hasta el hervor, y luego se deja enfriar. Se usan 160 ml de adhesivo y 600 a 1000 g de revestimiento por kilogramo de semilla.

El procedimiento puede ser el siguiente: diluir el inoculante en el adhesivo; mezclar con la semilla; agregar el revestimiento y mezclar bien, de manera que cada semilla quede cubierta por una película uniforme de revestimiento. Dejar secar a la sombra, en camadas finas, durante 24h. Así, la semilla está en condiciones de ser sembrada. Es conveniente preparar la cantidad de semilla que se va a utilizar en un día, pues el inoculante expuesto al aire y a la temperatura ambiente pierde vitalidad.

Las operaciones de inoculación y peletizado deben ser realizadas a la sombra y sobre piso de cemento, o protegido por lona.

Existen en el mercado semillas de leguminosas ya peleteadas. Es necesario tener cautela y verificar si los Rhizobios permanecen activos, porque su período de vitalidad es limitado. Norris (1970), después de una exhaustiva investigación con 96 cepas de Rhizobios, con varias técnicas, verificó que los Rhizobios necesitan apenas trazas de Ca. En contraste, son muy sensibles al suministro adecuado de Mg, cuyos valores son bien superiores al Ca.

#### 8.4 - ESPECIES FORRAJERAS

Son innumerables las especies vegetales utilizadas en alimentación animal. Hay plantas rastreras, estoloníferas, rizomatosas, trepadoras, erectas, cespitosas, arbustivas y arbóreas. La primera indicación para la elección de las especies es la siguiente: cuanto mayor sea el número de especies que compone el tapiz vegetal, mejor. La sustentación de la biodiversidad es anterior al manejo de los pastos, pues está vinculada al mantenimiento de los seres humanos en la superficie de la tierra. La segunda indicación es que el proyecto debe comenzar con especies ya existentes en el área, aunque degradadas, partiendo del principio de que no hay malos pastos, hay pastos mal manejados. La tercera es que, en la medida de lo posible, las semillas o plantines (si es necesario incorporarlas) deben provenir de la región en la cual el proyecto será implantado. Véase, por ejemplo, el caso del trébol blanco: imagine sembrarlo en cobertura en Florianópolis, con semillas provenientes de la Patagonia. La evolución del manejo definirá la composición botánica de la pastura, sin que cause sorpresa la aparición natural de especies imprevistas, que estaban en latencia por el manejo impropio.

A continuación, se analizan las principales especies forrajeras (nativas, naturalizadas y cultivadas) apenas como "ayuda memoria", pues mayores informaciones pueden ser obtenidas en la amplia bibliografía específica disponible. Las cantidades de semillas/ha, cuando están indicadas, se refieren a las recomendaciones básicas, con poder germinativo y valor cultural estándares.

##### 8.4.1 - GRAMÍNEAS -

A la familia de las gramíneas pertenecen la mayoría de las especies pratenses.

**AVENA** - (*Avena sativa* - avena blanca - *Avena strigosa* Schreb - avena negra). Excelente forrajera de invierno, con cultivares adaptados a regiones de clima subtropical. Hábito erecto, anual, posee un robusto sistema radicular que mejora la estructura del suelo. Sembrada para cobertura del suelo en el invierno, es usada en pastoreo. Excelente forrajera para vacas en lactancia y terminación de bovinos. Implantada de marzo a junio, puede

dar un pastoreo a los 90 días de la siembra. La presencia de los primordios florales, o la aparición de flores en la primera planta, indican el punto de pastoreo. Se utilizan 60 a 80kg/ha de semillas de avena blanca en cultivos puros, y 45 a 65kg/ha en el caso de la avena negra. Se consocia muy bien con rye grass, centeno, vicia y serradela (*Ornithopus sativus*). Puede ser consociada con varias leguminosas, debiendo cuidar el manejo posterior para proteger estas otras especies. Como cobertura muerta, posee reacciones alelopáticas, impidiendo la emergencia de indicadores hasta 50 días después de cortada.

**RYE GRASS** - (*Lolium multiflorum* Lam). Otra excelente forrajera, más cosmopolita que la avena. Es anual, pero se perenniza, porque las semillas caídas en la maduración germinan con facilidad en el año siguiente. Erecta, es una planta de clima templado, que vegeta bien hasta en latitudes subtropicales. Se adapta perfectamente al pastoreo, y se siembra de marzo a junio; si se maneja bien, puede dar tres pastoreos. Semilla de noviembre a diciembre. Posee reacciones alelopáticas. Se consocia muy bien con avena, centeno y vicia. Produce un excelente heno. En siembras puras, se usan de 15 a 20 kg/ha de semillas. Bien manejado, sembrado una vez, se "perenniza". Asociado con avena, se le da pastoreo después de ella. Funciona muy bien en siembras sobre tapiz.

**CENTENO** - (*Secale cereale* L.) - Forrajera anual, de invierno, de pastoreo más precoz que el rye grass y la avena, se consocia bien con estas forrajeras. Puede ser sembrado a partir de la última semana de febrero, en latitudes superiores a 35°. Dependiendo de la época de siembra, de las condiciones de clima y suelo, en consociación con avena y rye grass, posibilita un pastoreo a fines de mayo. En latitudes menores, es sembrado a partir de fines de marzo, recibiendo el primer pastoreo a fines de junio. Es más rústico que la avena y el rye grass y vegeta muy bien en suelos arenosos de menor fertilidad. Pero la característica más relevante del centeno es su acción como constructor de MO y corrector de la compactación del suelo. Según el American Journal of Botany, la raíz de una planta adulta de centeno midió 607m, y cuando se contabilizaron los pelos radiculares, se alcanzaron 9.998m de raíces en una planta adulta. Las raíces de 1ha de centeno pueden cubrir 30 000ha (Nation, 1996). En razón de su extraordinario sistema radicular, acostumbro recomendarlo en todas las mezclas de semillas iniciales, y en cualquier tipo de suelo. La siembra de centeno no sólo proporciona una buena y precoz forrajera, sino que también actúa en la corrección de la estructura del suelo. Se consocia muy bien con avena, rye grass y leguminosas invernales. En monocultivo, se utilizan de 70-80 kg/ha de semillas. Responde bien a la siembra en cobertura.

**PASTO OVILLO** (*Dactylis glomerata* L.) (*Orchard grass*) - Pasto perenne, cespitoso, considerado la "reina de las gramíneas", exigente en suelo y en frío. Se reproduce por semillas, con siembra otoñal a razón de 20-30kg/ha de semilla. Se consocia perfectamente con trébol, alfalfa y lotus, multiplicándose también vegetativamente por la subdivisión de las matas. En buenas condiciones de clima, produce desde el final del invierno hasta principio del verano, momento en que entra en reposo para activarse hacia el final del otoño.

**FALARIS** - (*Phalaris arundinacea*, L. *P. tuberosa*, L.) - Especie perenne de ciclo invernal, cespitosa, formadora de matas con manejo extensivo. Rizomatosa, se multiplica también vegetativamente. Se siembra en el otoño, a razón de 8 a 12 kg/ha de semillas. Forrajera exigente en manejo y muy buscada por los animales. Se consocia con leguminosas anuales y perennes de invierno, y también con otras gramíneas perennes de invierno y con rye grass anual.

**FESTUCA** - (*Festuca arundinacea* Shreb.) - Perenne, invernal, muy rústica, de clima templado y subtropical, con buena producción forrajera desde el otoño hasta la primavera. Es sensible a los veranos secos, aunque sin perder su vitalidad. Posee una gran variabilidad genética (Gillet, 1984), y por lo tanto un gran cosmopolitismo. Por eso, se recomienda usar semillas provenientes de ambientes similares a aquel en el que será cultivada, a razón de 10 a 30 kg/ha en pasturas puras, con siembra de otoño.

La festuca es la forrajera más utilizada en los Estados Unidos de América del Norte y en Argentina, cubriendo, respectivamente, mas de 14 y 3,5 millones de ha (Ball, 1997; INTA, 1996). La casi totalidad de esas pasturas se encuentra infestada con el hongo endofítico, *Acremonium coenophialum*, (Morgan, Jones y Tams), cuya toxicidad produce la llamada festucosis, que puede causar efectos deletéreos sobre la ganancia de peso, producción de leche y reproducción, además de otras manifestaciones patológicas. La enfermedad es causada por alcaloides segregados por el endófito, de los cuales, los ergoalcaloides son los venenos más importantes. Hay una relación simbiótica mutualista entre la festuca y su endófito, con una particularidad: la contaminación se produce exclusivamente de semilla a semilla (Ball, 1997; INTA, 1996); después de un año, el hongo de las semillas pierde su vitalidad, quedando las semillas libres de festucosis. Un bajo nivel de infección, sin embargo, produce efectos muy positivos, tales como una mayor persistencia de la pastura y una mejor densidad de plantas, además de tener una repercusión favorable en el crecimiento de los bovinos, en la resistencia de las plantas al ataque de insectos, en la reducción de la población de nematodos y en mayor tolerancia a la sequía. En contraposición, las pasturas libres de festucosis disminuyen la densidad de plantas y

tienen poca persistencia. Ball (1997) afirma: la festuca libre de festucosis necesita de un ambiente de laboratorio.

La festucosis, así, antes de ser un problema, si se maneja controladamente es en verdad un factor que promueve el buen desempeño forrajero de esa gramínea que domina las pasturas norteamericanas y argentinas, dadas sus características de rusticidad, persistencia y cosmopolitismo. Antes que eliminar la festucosis, es más aconsejable aprovechar las buenas cualidades de esta excelente gramínea, por medio de técnicas de manejo tales como:

- realizar el pastoreo siempre antes de que las plantas semillen;
- dejar un remanente bien bajo, con lo cual queda un menor nivel de toxina en la planta, pero sin llegar a exponer el suelo a los rayos solares;
- evitar dar pastoreo durante el verano con animales en crecimiento y vacas en lactancia;
- transformarla en una pastura polifítica, especialmente con la participación de leguminosas, siendo el trébol blanco la más indicada;
- mantener en la composición de la pastura 10 a 20% de leguminosas (trébol, lotus, alfalfa);
- evitar el pastoreo en días de mucho calor;
- evitar la formación de órganos muertos en la planta, porque se descomponen con dificultad.

Existe un híbrido de la festuca con el rye grass, el *festulolium*, muy usado en la Europa y Canadá. Produce una abundante masa y no presenta el problema de la festucosis. Es exigente en fertilidad del suelo, al contrario de la festuca, que tiene en su sobriedad una de sus principales características.

Como se ve, un correcto manejo transforma un problema en beneficio. La festuca con infección controlada de festucosis, es una forrajera que se adapta perfectamente al manejo PRV, en el que siempre la interpretación dialéctica de las relaciones entre los seres de la naturaleza resultan en beneficios para la producción.

**MIJO** - (*Pennisetum americanum* L.) Forrajera anual, erecta, muy apreciada para pastoreo. Vegeta en una extensa faja climática, desde el trópico hasta los estados del sur de Brasil. Posee un sistema radicular robusto con raíces profundas. Sensible al fotoperíodo (Bogdan, 1975), motivo por el que se debe dar preferencia a semillas producidas en la misma región.

Para la emergencia de las semillas se necesitan condiciones de humedad, luz y temperatura. Se utiliza la siembra sobre tapiz a partir de fines de septiembre hasta marzo, dependiendo de las condiciones climáticas y de la latitud. Se usan entre 20 y 25 kg/ha de semillas, y el primer pastoreo

puede ser realizado aproximadamente a los 50 a 60 días después de la emergencia, con un período útil de pastoreo de 90 a 150 días. Los primeros pastoreos deben dejar un remanente alto, de 20-30cm, porque la planta es aún muy joven y su tallo tiene abundante tejido fotosintético. En cultivos en el sudoeste de Paraná, parece haber sufrido efectos negativos por acción alelopática del rye grass.

**PASTO DE LOS JESUITAS** - (*Axonopus compressus*). (Swantz) Beauv. (*Axonopus Spp.*) - En América tropical e India, existen 35 especies nativas perennes o anuales (Bogdan, 1975). Esta cifra muestra la importancia de las pasturas del género *Axonopus*. El pasto de los jesuitas es una de las especies más comunes en el sur de Brasil y norte de Argentina. Es una especie nativa, perenne, rastrera, con algunas variedades cespitosas y estoloníferas. Se reproduce por vía sexual y vegetativa. Es un protector del suelo insuperable contra la erosión, y posee una alta palatabilidad, (Araujo 1972), por lo cual es apreciada por los animales. También es utilizada como pasto de jardín. Se consocia fácilmente con leguminosas, especialmente con los tréboles. Es una planta estival, que produce bien desde la primavera hasta el final del otoño. Hay especies tolerantes al frío. En Santa Catarina fue identificado un híbrido, conocido como pasto jesuita gigante, que resiste a las heladas y tiene excelente palatabilidad y producción. El inconveniente que presenta es a su multiplicación vegetativa.

A pesar de su enorme importancia como forrajera nativa y de su presencia espontánea en sitios muy diversos, inclusive anegadizos, el pasto de los jesuitas es simplemente omitido en la moderna literatura nacional especializada.

**PASTO HORQUETA** - (*Paspalum notatum* Flüggé) - Nativa, perenne, rastrera, se multiplica por semilla y vegetativamente. Es, tal vez, la forrajera más difundida en Brasil. En Rio Grande do Sul, es la especie con mayor participación en las pasturas nativas, produciendo forraje desde la primavera hasta el otoño, con un pequeño, pero medible, crecimiento invernal (Maraschin, 2001). Tan importante como sus características forrajeras es su papel ecológico en la sustentación de la biodiversidad, pues su enorme producción de semillas (la "horqueta" es siempre una panoja repleta de semillas) alimenta pájaros y otros componentes de la fauna. Además, desempeña un extraordinario papel de protección contra la erosión, y aunque gracias a ella grandes extensiones de suelos arenosos de São Paulo y Paraná no son hoy áreas desérticas, es considerada allí, como invasora... En su multiplicación vegetativa, forma una robusta telaraña de rizomas subterráneos que brindan una completa protección al suelo contra la erosión. En Rio Grande do Sul el pasto horqueta ya produjo, tal vez, más de cinco millones de toneladas de carne bovina, sin mencionar a la producción ovina. Y esto, prácticamente, por la modalidad extensiva que se emplea en la

producción, a partir de la energía solar y de la fertilidad natural de los suelos. A pesar de todas estas virtudes, no ha merecido la atención de nuestros investigadores para el estudio y desarrollo de sus cualidades. Es una planta primavera - estival, a la que la helada quema las partes superiores, y que rebrota en forma exuberante con los primeros calores de primavera. Acepta la consociación con leguminosas, con siembra en cobertura. Es tolerante a inundaciones de corta duración y a las sequías. Bogdan (1975) cita una estrecha asociación del *P. notatum* con bacterias fijadoras de N del género *Azotobacter*. Esta bacteria fija N atmosférico asimbióticamente (Paul x Clark, 1989), en presencia de las raíces (rizomas) de *P. notatum*. Cabe señalar que la fijación biológica del N es un campo de estudio de gran importancia, y que la presencia de otras bacterias fijadoras fue identificada también en caña de azúcar, maíz, arroz, sorgo, trigo, cebada y otras gramíneas, en batata y mandioca (Moreira y Siqueira, 2002). El pasto horqueta tiene diversos cultivares, pero el más importante, por su productividad y tolerancia al frío es el Pensacola, seleccionado por Finlayson, en 1941, y Burton, en 1946 (Watson & Burson, 1985), en la localidad de Pensacola, Florida, USA.

**PASTO MIEL** - (*Paspalum dilatatum* Poiré) - Pasto nativo C4, perenne, frondoso, vigoroso (Bogdan, 1975), con sistema radicular profundo, de excelente valor nutritivo, subtropical-templado, con vegetación espontánea en los veranos lluviosos y en las áreas húmedas de sur de Brasil, Uruguay y provincias pampeanas y del norte de Argentina. Es la principal forrajera natural de esas regiones. Muy resistente a las heladas, sensible a la sequía y tolerante a inundaciones de hasta una semana. Se multiplica por semilla. Se consocia muy bien con trébol blanco, también exigente en humedad, y puede ser sembrado en asociación, o bien el trébol puede ser sembrado luego sobre tapiz. Bogdan registra que las raíces del pasto miel segregan sustancias alelopáticas, que pueden causar un efecto adverso a la germinación del trébol. En Australia, sin embargo, con fertilización de P, Ca y Mo, el trébol blanco ocupó el 40% de la composición de la pastura al cabo de 14 meses.

Las semillas del pasto miel son parasitadas por el hongo *Claviceps paspali*, que produce alcaloides peridínicos, tóxicos para los animales. La presencia del hongo puede ser identificada por la coloración coral en las panojas. Esta es una razón más para que el pasto miel sea pastoreado en su punto óptimo de reposo, es decir, antes de la fructificación. Es un pasto que produce excelente calidad de heno y silaje, en cuyos procesos el hongo pierde su toxicidad. El corte, tanto para heno como para silo, siempre debe ser realizado en el punto óptimo de reposo, antes de la formación de las semillas, y, de preferencia, por la tarde.

**KIKUYO** - (*Pennisetum clandestinum* Hochst.) - Originario de los altiplanos de África oriental y central (altitudes entre 1950 y 2700 m.) el nombre kikuyo proviene de la localidad homónima, en Kenia. Planta naturalizada y perfectamente adaptada a la región sur de Brasil, con baja tolerancia a temperaturas superiores a 25°C, vegeta espontáneamente en el planalto paranaense (región de Ponta Grossa) cuando el suelo es removido. Perenne, rastrero, rizomatoso y estolonífero, de raíces profundas que superan los 3m en suelos permeables, lo que le confiere buena resistencia a sequías periódicas. Resiste al pastoreo, es persistente, palatable y con elevado tenor de proteína (23 a 25%). La multiplicación sexual es poco utilizada, pues la cosecha de las semillas es dificultosa, porque las espigas se encuentran en las vainas de las hojas en brotes fértiles (Bogdan, 1975). La multiplicación vegetativa natural se da por la emisión de raíces en los nudos de los rizomas y estolones; la multiplicación antrópica se efectúa enterrando las mudas, que contienen tres o más entrenudos cada una. Un método simple y eficiente para propagar el kikuyo es enterrar las mudas en la bosta fresca. Exigente en suelo y MO. En Australia, en pastoreo extensivo, llega a producir 15.000 kg/leche/ha/año y 800kg/pv/ha/año. Donde las condiciones del medio lo permiten (altitud, temperatura, humedad y fertilidad), debe ser una pastura preferida.

**PASTO ELEFANTE** - (*Pennisetum purpureum* - Schum.) - Napier, Cameron, King-grass (Cuba) - el pasto elefante es una excelente forrajera C4, estival, con producciones de MS insuperables. Vicente Chandler cita el récord mundial de producción de 84.800kg MS/ha/año, con fertilización de 897kg N/ha/año (Skerman et al., 1992). Aunque la producción haya sido estimulada por la fertilización nitrogenada, no deja de ser extraordinaria, hasta porque producciones del orden de 20.000 kg MS/ha/año han sido obtenidas en pastoreo directo y manejo correcto. En el proyecto Alegría, en el que hay pasto elefante Cameron desde 1972 (parece haber sido la primera introducción en Rio Grande do Sul, proveniente de São Paulo), sin que jamás haya sido "renovado", ha sido uno de los recursos para compensar las bajas producciones de las fluctuaciones estacionales de las pasturas nativas, secándose con las heladas y rebrotando con los primeros calores de primavera. Es un pasto perenne, vigoroso, cespitoso, con sistema radicular robusto y sensible a las heladas, rebrotando, sin embargo, cuando la temperatura se eleva. Se presta preferentemente al pastoreo directo, pudiendo también ser usado para ensilaje o consumido como forrajera de corte. En regiones donde hay heladas, inmediatamente antes de la época de ocurrencia, se aconseja dar un pastoreo o corte muy al ras del suelo. Así, las plantas atraviesan el período de heladas sin vegetación expuesta, con lo cual el gasto energético ocasionado por la respiración de la parte aérea es mínimo. De esa manera, hay un menor gasto energético

por parte de la planta, y el rebrote de primavera es más vigoroso. Los tallos remanentes del pastoreo, o los restos de las plantas cortadas en la preparación del período invernal, deben quedar en el suelo para protegerlo de la exposición solar directa en ese período, y también de los efectos de las heladas, que pueden matar las yemas emergentes. Una semana antes de realizar esta técnica de manejo, es muy recomendable sembrar a voleo vicia o serradela, que incorporarán N al suelo y producirán un excelente pasto para ser consumido en invierno y primavera. En regiones con heladas más severas, durante el invierno, los productores acostumbran dejar el pasto elefante sin pastorear y sin desmalezar: las heladas "quemán" la parte aérea. Con el advenimiento de los primeros calores, el pasto elefante es cortado a ras del suelo, auspiciando un buen rebrote. El pastoreo o corte del pasto elefante debe hacerse lo más bajo posible, porque las yemas de rebrote más vigorosas son subterráneas, o nacen de la corona de la planta, aunque no estén visibles (Foto 41).

Cuando no se deja remanente, el pasto elefante es eterno, y la producción es creciente; cuando se dejan tallos de 0,6 m o mayores, en pocos años surge la necesidad de renovarlo. El punto óptimo de reposo del pasto elefante se manifiesta cuando las hojas se doblan por su propio peso, inmediatamente antes de que se lignifiquen los entrenudos basales. Es necesario observar cuidadosamente el punto óptimo de reposo, porque el pastoreo anticipado produce aceleración fuera de tiempo, y en este caso, con las reservas debilitadas y sin la necesaria cama de paja de cobertura, las plantas pueden morir. El pastoreo debe ser hecho a fondo, pero siempre permanecen los tallos que los animales no consiguen consumir. Inmediatamente después de la salida del ganado, entonces, se desmaleza o se cortan los tallos manualmente con machete, siempre a ras del suelo. Si es posible, se puede finalmente colocar algunas "desmalezadoras biológicas", para producir el efecto saliva. Aunque tenga multiplicación por semilla, y esto es considerado una ventaja, a propagación vegetativa es la más usada. Es hecha por varas, con los tallos, dejando como mínimo, tres entrenudos en cada muda. Para el manejo en pastoreo, es recomendable la plantación con distanciamiento mínimo entre las líneas. Cuando es posible, los surcos, con 0,15 a 0,20 m de profundidad, deben separarse de 0,4 a 0,6 m entre sí. Una hectárea de mudas bien lignificadas produce material para la plantación de 10 a 25 ha de pastura. Para el primer pastoreo o uso, después de la siembra, se deja pasar del punto óptimo de reposo (solamente en ese pastoreo), hasta que los entrenudos basales se lignifiquen, presentando lo que se llama vulgarmente "canilla de venado". Esto permite que la planta expanda y consolide su amplio y vigoroso sistema radicular, condición primaria para la perennidad de la pastura. El pasto elefante produce un buen ensilaje, siempre que sea cortado en su punto óptimo de reposo, durante la tarde, y que sufra un premarchitamiento hasta llevarlo a un nivel de MS del orden del 30-35% (Pinheiro Machado

(h), 1985). En buenas condiciones básicas de producción, los productores pueden calcular el área de cultivo de pasto elefante, en relación a la superficie de pastura otoño-invernal, a partir, por supuesto, del número de animales existentes. Se estima un área aproximada de 20% de pasto elefante para 80% de otras pasturas. Existen, en fin, numerosas maneras de usar bien esta excelente forrajera. Las variedades más comunes de pasto elefante son Napier, Mineirão, Cameron, Merker, Anão. La unidad de Embrapa-Ganado Lechero de Cel. Pacheco desarrolló el cultivar "Pioneiro", con producciones superiores a las actuales.

**PASTO GORDURA** - (*Melinis minutiflora* Beauv) - Pasto perenne, naturalizado, estival, pegajoso, tropical y subtropical, adaptado a suelos de baja fertilidad, se reproduce por semilla, de calidad variable, por lo cual se utilizan desde 1 a 20kg/ha. Tuvo gran popularidad, y aún persiste en establecimientos de Minas Gerais, Rio de Janeiro y São Paulo. Las hojas del pasto gordura exudan sustancias odoríferas e insectífugas que protegen a los animales de las infestaciones de garrapatas y otros parásitos. Tiene baja resistencia al pastoreo continuo (Gomide, 1995) y se presta para la confección de heno.

**JARAGUÁ** - (*Hypparrhenia rufa* (Ness) Stapf.) - También conocido como pasto provisorio, pasto rojo o sapé gigante. Perenne, estival, nativo y naturalizado. La principal pastura en los años 50/60, junto con el pasto gordura, en extensas áreas de Minas Gerais, São Paulo, Goiás, Paraná, Mato Grosso y Rio de Janeiro. Se multiplica vegetativamente y por semilla. Se necesitan 5kg/ha de semilla pura y 15 a 20kg/ha de semilla común (Bogdan, 1975; Leite, 1995; Garcia Sá, 1996). La literatura cita que el jaraguá tiene un ciclo muy corto de uso (de allí, probablemente, su epíteto de provisorio) y que debe ser pastoreado a los 80 días, dejando un remanente de 0,20 a 0,30 m.; estas indicaciones corresponden a la literatura existente, para situaciones de pastoreo extensivo. En un proyecto de PRV, en Buritizeiro, MG, Brasil, el jaraguá tuvo un excelente comportamiento manejado por los tiempos de reposo y de ocupación, con pastoreos intensos. Su aspecto era tal, que se confundía, a la distancia, con el rye grass. Es un pasto muy rústico, que permite la confección de heno y se puede consociar con algunas leguminosas, tales como centrocema, stylosanthes, pueraria. Cuando es pastoreado repetidamente, forma un denso tapiz, desarrollándose horizontalmente (Otero, 1961).

**ANDOPOGON** - (*Andropogon gayanus* Kunt.) - cv. Planaltina, perenne, naturalizado, cespitoso, forma matas de hasta 1m de diámetro. Originario de África, fue introducido en Brasil por Otero en 1942. Posee un amplio sistema radicular, y es resistente a la sequía. Se multiplica por mu-

das o semillas, a razón de 5kg/ha (Otero, 1961). Matsuda recomienda 16 a 18 kg/ha. De producción estival, es sensible al frío. Es muy palatable (Bogdan, 1975). Se combina naturalmente con *Stylosanthes fruticosa* y *Stylosanthes* spp. (Skerman et al., 1992). Estos mismos autores refieren el excelente crecimiento del andropogon y su alta producción de MS en suelos ácidos, de baja fertilidad, con tolerancia excepcional a la sequía, y a altos niveles de saturación de Al y bajos niveles de P y N. Con estas características, puede ser un excelente colonizador en suelos de baja fertilidad natural, que como ya se dijo, será incrementada con el PRV, luego de lo cual podrán ser introducidos pastos que complementen las insuficiencias del andropogon. Posee un alto potencial para el control de las garrapatas, siendo considerado por Thompson et al. apud Rodrigues (2003) "como la mejor forrajera para su control".

**PANGOLA** - (*Digitaria decumbens* Stent.) - Perenne, naturalizado, estolonífero, rastrero, de excelente palatabilidad, subtropical y tropical. Sufre con las heladas, pero se recupera con los primeros calores. Se multiplica vegetativamente por mudas, que son segmentos de los estolones. El pangola es valorizado por su facilidad de establecimiento, y por su habilidad para crecer bajo cualquier condición climática o edáfica, con tolerancia a cualquier tipo de manejo, buena producción de forraje y alto valor nutritivo (Bogdan, 1975). Por estas características, fue "el pasto" de las décadas del '60 y '70. Su inconveniente, que llega a ser limitante, es que las semillas son prácticamente estériles, y por lo tanto su multiplicación debe hacerse por mudas. Sin embargo, su implantación es muy sencilla: se hace un agujero de 20 cm de profundidad en el suelo, sin ninguna preparación previa, simplemente clavando un hierro puntiagudo de 1 cm de diámetro, y se introduce en él una muda de pangola, con tres entrenudos enterrados y uno aéreo, tomando la precaución de presionar el suelo para promover la adherencia de la muda a la tierra, eliminando así los bolsones o burbujas de aire, que impiden el logro de la muda (Foto 42).

Para la plantación con máquina, se necesitan de 500 a 2.000 kg/ha de material verde para distribuir. La persistencia de las mudas en latencia en el suelo es muy grande. En un proyecto de PRV, en Barra Bonita, SP, Brasil, un área bajo pastoreo extensivo en la que hacía mucho tiempo se había hecho una plantación, estuvo totalmente cubierta por escoba dura (*Sida rhombifolia* L.) por varios años, sin rastros del Pangola. Dividida el área, después de seis meses de manejo con altas cargas durante la estación lluviosa -500 UGMs/ha-, la escoba dura desapareció y emergió una extraordinaria pastura de pangola. En ese mismo proyecto, al año siguiente, fueron hechos 40.000 fardos de pangola, excedente de la pastura que, en 726 ha, mantenía 2000 vacas en reproducción. La literatura cita consociaciones de

pangola con varias leguminosas -centrosema, lotononis, siratro, soja perenne, stylosanthes, pueraria, calopogonium- pero, en diversas tentativas, no tuvimos éxito: las leguminosas no persistieron. Además en oposición a la bibliografía general, Bogdan es taxativo: "se debe observar que las leguminosas asociadas con el pasto pangola no durarán más que dos o tres años". La incompatibilidad del crecimiento entre las gramíneas C4 y las leguminosas tropicales aún no fue superada. El pangola puede ser conservado como heno o como silaje. La opción dependerá de las condiciones climáticas: con tiempo lluvioso, se elige el silaje; en tiempo seco, heno.

**DIGITARIA** - (*Digitaria pentzii* Stent) - Perenne, estolonífera, forma densas matas, resistente a la sequía, tolerante al frío, se multiplica por estolones y por semillas. Fue introducida hace pocos años en áreas semiáridas de la Argentina (Provincia de San Luis, por ejemplo), con resultados promisorios. Según Bogdan (1975), las semillas necesitan una dormancia de cinco meses antes de la siembra.

**SETARIA** - (*Setaria anceps* Stapf) De origen africano, tallos erectos, perenne, ciclo primavero-estival, forma matas, y se multiplica por estolones y por semillas. En el proyecto Alegría, en Taquara, RS, fue sembrada sobre tapiz. Después de consolidada, hubo buena difusión vía animal, habiendo emergido de forma espontánea en varios potreros distantes de donde se hiciera la siembra original. El proceso de consolidación de la siembra en cobertura llevó dos años; la difusión espontánea a potreros distantes ocurrió cerca de 15 años después. El diario del proyecto registra: "Día 5 de mayo de 1999... Caminé por el 24... Hay mucha braquiaria semillada, y lo que más se destaca es una parte del potrero cubierta por setaria, sembrada vía bosta, sin ninguna agresión al suelo"... Pasto tropical, se desarrolla mejor en temperaturas un poco inferiores al trópico. Es tolerante a las heladas rápidas. Se usan desde 1,5 hasta 18kg/ha de semillas, dependiendo del valor cultural. El pastoreo debe ser a fondo, pues hay más de 1500 brotes/m<sup>2</sup> (Bogdan, 1975). Referencias de Australia y África del Sur informan las dificultades para conservar la setaria por henificación o ensilaje. Existen dos cultivares principales: el kazungula y el nandi. El primero tiene plantas altas y vigorosas, vegeta bien en lugares húmedos. Los entrenudos subterráneos del cultivar kazungula emiten raíces acuáticas, y también de allí nacen hojas (Skerman, 1991). Tiene buena resistencia a la sequía. El contenido de oxalato en el cultivar nandi es alto, por lo que se recomienda cierta cautela cuando es usado como único alimento para los bovinos. El cultivar nandi es sensible a la sequía. No se deben colocar animales hambrientos en pasturas jóvenes de setaria, porque el tenor de oxalato en ese estadio vegetativo es mayor. Lo mejor es tener setaria en una comunidad vegetal, con variadas especies.

**CYNODON Spp** - *Cynodon dactylon* (L) Pers., (*Cynodon dactylon* = gramón, bermuda; *Cynodon plectostachins* = estrella africana; *Cynodon nlemfuensis* = estrella roja; híbridos de las especies anteriores: tifton 85, "coast cross" y otros) - Es una planta rizomatosa y estolonífera, principalmente de ambientes subtropicales y templados cálidos. Planta de extraordinaria persistencia, emerge en los más diversos ambientes, especialmente como un protector del suelo contra la erosión, noble función que la mayoría de los técnicos no consideran, sin percibir que su emergencia es una corrección y no una invasión. En Argentina, donde se denomina gramón, es fuertemente combatida y menospreciada, aún pese a su excelente valor forrajero, como se vio en el cuadro 4/4. En Brasil, se denomina grama-seda, grama-paulista, capim-da-cidade, bermuda. Dada su enorme resistencia al pisoteo y su preferencia por suelos compactados, es frecuente su aparición espontánea en áreas agrícolas. Es, por eso, considerada una invasora indeseable, ya que su eliminación es dificultosa. Tiene un buen valor forrajero y el análisis de su MS, en el punto óptimo de reposo, arroja más de 20% de proteína bruta. Se multiplica por estolones o rizomas, y algunas variedades, por semillas, a razón de 20-25kg/ha. Burton, en Georgia, USA, desarrolló un híbrido, el coastal-bermuda, que produce semilla estéril pero tiene alta producción de MS, hasta cinco veces más que las variedades originales, y es más resistente al frío. Es un pasto que incrementó la producción de forraje y revolucionó la industria animal en los estados sureños de USA (Halan, 1970, apud Bogdan, 1975). Produce heno de buena calidad, y las raíces tienen efecto adverso a la germinación de las semillas de trébol, aunque existen consociaciones con esa leguminosa. Estrella roja (*Cynodon nlemfuensis* Vanderst) - Pasto perenne, estolonífero, que no presenta rizomas, y en esto difiere esencialmente del gramón. Agresivo y de fácil implantación, con gran producción de MS de excelente calidad cuando es usado en su punto óptimo de reposo, como se vio en el cuadro 4/4. Es la forrajera predominante en Cuba, habiendo sustituido al pasto Guinea (*Panicum maximum*). En Brasil, se ha expandido en los estados de Paraná, São Paulo, Goiás, Mato Grosso do Sul, entre otros. Se multiplica vegetativamente y produce buen heno. Resiste al pastoreo y al pisoteo intensivo. En PRV tiene un desempeño excelente, y en períodos lluviosos, alcanza el punto óptimo de reposo en menos de 25 días. Dada la notable expansión de la parte aérea, es preciso tener cuidado, porque a veces emite estolones -señal del punto óptimo de reposo- antes de la recuperación de las reservas del sistema radicular, con el riesgo de caer en una aceleración fuera de tiempo. En Cuba, en la vaquería 117, en el valle de Picadura, tuvimos parcelas en que la estrella, aparentemente, estaba en condiciones de uso con 15 días de reposo. Para mantener la perennidad del tapiz, principal objetivo del manejo, recomendamos un tiempo mínimo de reposo de 25 días, sacrificando la calidad del pasto en

favor de su perennidad. En condiciones de clima y suelo favorables, esto puede ocurrir con otras forrajeras, no sólo gramíneas, sino también leguminosas, por lo que se debe prestar especial atención y cuidado para no producir, inadvertidamente, una aceleración fuera de tiempo. En el manejo de las pasturas, es prudente dar a las raíces la misma atención que se da a la parte aérea. Bogdan (1975) registra efectos tóxicos en la estrella por ácido cianhídrico, y actividad estrogénica por estilbestrol. En varios países, y en particular en Brasil, donde he trabajado con estrella, no encontré nunca una manifestación de toxicidad en los animales. Si los tiempos breves de reposo pueden generar aceleración fuera de tiempo, tiempos excedidos del punto óptimo de reposo producen una maraña de estolones lignificados, que comprometen seriamente la productividad de la estrella. Es el conocido "colchón", que debe ser evitado, porque es el camino para la degradación de la pastura, cuyo primer efecto es una fuerte reducción en la producción de MS digestible, llevando a los más inexpertos a un peligroso manejo equivocado. En un proyecto, esa reducción de producción fue confundida con aceleración fuera de tiempo, cuando el origen del problema no fue un sobrepastoreo (aceleración fuera de tiempo) sino por el contrario, un subpastoreo con bajas cargas y ocupaciones breves, que creó las condiciones para la aparición del "colchón" y así produjo una severa reducción de la oferta forrajera. La formación del "colchón" es la gran dificultad de manejo de la estrella, y por eso, debe evitarse siempre.

**PASTO GUINEA - COLONIAL (COLONIÃO)** (*Panicum maximum* Jacq.) - Pasto perenne, cespitoso, formador de matas, se propaga por semillas y por macollaje de las matas, agresivo y de fácil implantación. Llegó a Brasil en los barcos del siglo XVIII, donde servía de "cama" para los esclavos. Hoy es un pasto naturalizado de gran valor como forraje cultivado, en razón de su alta productividad, palatabilidad y persistencia (Bogdan, 1975). Especie con enorme variabilidad (se dice que en Brasil hay cerca de 500 variedades) pero, a los efectos de este libro, se considera sólo el pasto Guinea. Crece en climas tropicales y subtropicales cálidos y libres de heladas. Las heladas matan la parte aérea, pero las yemas basales y subterráneas brotan con los primeros calores. Como produce mucha semilla, las existentes en el suelo también emergen cuando hay condiciones de humedad y temperatura adecuadas. El pasto Guinea desarrolla macollos, a partir de meristemas apicales, localizados junto al suelo o subterráneos. El pastoreo debe ser a fondo, para dar la oportunidad de que esos meristemas se desarrollen. El corte con boca, a fondo, impide el desarrollo de los meristemas apicales aéreos, cuya permanencia acaba por debilitar a la planta. El pasto Guinea es cespitoso, pero bajo manejo PRV, tiene la tendencia de modificar su arquitectura hacia un hábito semi-rastrero. Es un pasto de excelente valor forrajero, muy palatable, responsable por la expansión de la produc-

ción bovina de carne en el centro-oeste brasileiro, donde fue sembrado sobre los restos del monte quemado y destruido. Lo lamentable es que esa expansión podría y debería haber sido hecha con el manejo equilibrado del monte, abriendo espacios para la plantación del Guinea, pero dejando la sombra, tan necesaria para los animales y para la vida. Las fortunas crecerían a un ritmo más lento, pero serían social y ambientalmente menos perversas.

La cantidad de semilla/ha varía desde 1 kg con 100% de valor cultural, hasta 100 kg/ha para distribución aérea. Existen diversos cultivares, la mayoría desarrollados por el Centro de Ganado de Carne de Embrapa, en Campo Grande, MS, de los cuales los más conocidos son tobiatã, tanzânia y mombaça. Estos cultivares tienen producciones superiores al pasto Guinea, pero son más exigentes en fertilidad del suelo. El tobiatã, creado por el IAC, SP, tiene buena palatabilidad, aunque algo inferior al mombaça y tanzânia, y es bastante resistente a la sequía; la producción de MS del tanzânia fue 60% mayor que la del pasto Guinea, y en sequía, la producción de MS fue tres veces mayor; el mombaça es exigente en suelos, pero es más eficiente en la utilización del P, y en ensayos comparativos con tobiatã en el Cerrado, se mostró superior (Souza et alii, 1996).

**HEMARTHRIA** - (*Hemarthria altissima* (Poir) Stapf & Hubb) - *La hemarthria* es una forrajera de introducción reciente, perenne, rastrera, estolonífera, con multiplicación vegetativa porque la producción de semillas viables es muy baja (Postiglioni, 1996). Hay tres cultivares en expansión en los estados del sur de Brasil: roxinha, Flórida y preferida. De estos, los dos primeros son los más comunes. La implantación vegetativa es fácil y demanda de 2000 a 3000 kg/ha de mudas. Se presta igualmente para el pastoreo y para la henificación. El cultivar roxinha es más resistente al frío, pero el Flórida es más productivo y mejor aceptado por el ganado. *La hemarthria* ha presentado mejor desempeño que las especies de los géneros *Cynodon*, *Chloris*, *Brachiaria* y *Pennisetum* en las regiones sujetas a temperaturas más bajas (Postiglioni, 1995). El cultivar roxinha tiene las hojas más estrechas, y el Flórida, además de las hojas más anchas, es más robusto y de más rápida formación.

**BRAQUIARIA DECUMBENS** - (*Brachiaria decumbens* Stapf) Pasto perenne, de origen africano, multiplicación vegetativa por mudas (hoy ya en desuso) y por semillas a razón de 2 a 5 kg/ha. Estolonífero y rizomatoso, produce buena pastura y excelente heno, posee puntos de crecimiento protegidos donde se encuentran las yemas axilares. Muy apreciado por bovinos y búfalos, pero rechazado por equinos, ovinos y caprinos. De excelente palatabilidad, cuando son plantas nuevas; produce desde la primavera hasta el final del otoño; se seca con las heladas, rebrotando con los

primeros calores; buena tolerancia a suelos de baja fertilidad. En el pastoreo extensivo, ha mostrado ser sensible a los ataques de las chicharritas (*Zulia entrecoriana*, *Deois* spp). En PRV, sin embargo, no se producen infestaciones ya que el pastoreo al ras impide la formación de su hábitat, que son las matas y la paja resultantes del pastoreo extensivo. Puede producir problemas de fotosensibilización en bovinos de 8 a 16 meses, causada por el hongo *Phytomyces chartarum*, que es parásito principalmente de las hojas muertas. Como el manejo de PRV no deja residuos muertos, el problema no ocurre. Tiene una enorme dispersión en las banquinas de las rutas por las que transitan camiones con hacienda. Desde el trópico hasta la frontera con Argentina y Uruguay, se ve la *B. decubens* a los costados de los caminos. En el proyecto Alegría se adaptó muy bien, sufriendo, sin embargo, los efectos de las heladas. En el proyecto Anju, en Glorinha, RS, fue usada como principal forrajera para la producción de leche.

**BRIZANTA** - *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf, - Como las demás braquiarias de importancia económica de Brasil, originaria de África, perenne, cespitosa, formadora de matas, tolerante a sequía, sobrevive a las heladas y produce forraje desde la primavera hasta el otoño. Se propaga por semillas, utilizándose 1,6-2,5 kg/ha con alto valor cultural. Produce óptimo heno y se consocia con *Arachis pintoi*. El cultivar marandu, también conocido como brizantão, es el que tiene mayor comercialización de semillas. Prospera en suelos de textura media a arenosos. Es un pasto sobrio; sobrevive al fuego y a la sequía. En un proyecto en el Mato Grosso, soportó quemas sucesivas y, ahora, bajo manejo PRV, está presentando una calidad sorprendente.

*Brachiaria dictyoneura* (Fig. & De Not.) Stapf - Esta braquiaria es semejante a la *Brachiaria humidicola*, y hay aún dudas en cuanto a la clasificación taxonómica final. La dictyoneura es perenne, semi-erecta a rastre- ra, estolonífera y rizomatosa. El cultivar llanero tiene estolones largos y purpúreos. Hojas blandas, con buena aceptación por bovinos y equinos. Se multiplica por semillas, con 2 a 3kg/ha de semillas puras viables. De valor nutritivo considerado moderado, se ha consociado con *Arachis pintoi*.

*Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweicherdt. - Conocida también como kikuyo de la Amazonia, es originaria de regiones africanas de altas precipitaciones pluviométricas. Perenne, estolonífera, semierecta y rastre- ra. Posee un gran número de yemas junto al suelo, lo cual indica la necesi- dad de un pastoreo a fondo. Agresiva, con valor nutritivo considerado bajo. Es sobria en relación a la fertilidad del suelo, tiene buena tolerancia a la sequía y acepta humedad que no sea de encharcamientos. Se multiplica por semilla, con 1,5 a 2,0 kg/ha de semillas puras viables.

*Brachiaria ruziziensis* - Germain & Evrard - Perenne, suberecta, rizomatosa. Palatable, tolera la sombra y tiene buen valor nutricional. Se propaga por semillas y mudas. En África, Rwanda, se cultiva con éxito en consociación con *Desmodium intortum*. La literatura menciona altos rendimientos de carne por hectárea en el Surinam, pero bajas producciones de leche.

*Brachiaria mutica* (Fuesesk.) Stapf - (Pasto angola). Perenne, estolonífera, adaptada a bajos húmedos y períodos cortos de inundación. Se propaga normalmente por mudas, porque la producción de semillas es baja. Es cultivada de norte a sur en Brasil, lo que muestra su cosmopolitismo, aunque se adapta mejor al área tropical. Tiene buena producción de MS, aún en suelos de baja fertilidad, como constató Otero (1961). Es una forrajera de suelos húmedos, bajos y frecuentemente sujetos a inundaciones.

*Brachiaria arrecta* - (Hack. ex. Th. Dur. & Schine) Stent. (Tanner grass) - Perenne, vegeta en áreas pantanosas, rastrera, estolonífera. Se multiplica por estolones, necesitándose de 1 a 1,8 t/ha. Presenta toxicidad por exceso de cobre cuando los animales son alimentados exclusivamente con ella por largos períodos de tiempo, y por nitratos, cuando es fertilizada con N, por lo cual no es recomendable.

#### 8.4.2 - LEGUMINOSAS

Las proteínas son nutrientes plásticos, esenciales a la vida de los animales. Estos, como seres heterotróficos, necesitan recibirlas a través de los alimentos. Las leguminosas son vegetales que, normalmente, tienen niveles más elevados de proteína en su composición química. Es por ello que se le ha dado tanta importancia a su presencia en las pasturas de los bovinos.

La producción de MS/ha de las leguminosas es inferior a la de las gramíneas; una gramínea fertilizada con altos niveles de N, puede hasta producir más proteína/ha que una leguminosa. Esta posición, equivocada por el uso de N sintético, es, sin embargo, la conducta seguida, por ejemplo, en América del Norte para la producción de heno y silaje, llegando al punto de usar herbicida contra el trébol blanco espontáneo, para aumentar la producción de MS/ha de las gramíneas puras.

Esta es una posición convencional, insumo-consumista y capital-intensiva, incompatible con la realidad de los países subdesarrollados. Las leguminosas no son apenas proveedores de proteínas en la nutrición de bovinos. Desempeñan, además, funciones de igual magnitud de importancia, integrando la imprescindible biodiversidad e incorporando N por medio de la simbiosis mutualista con los Rhizobios, hecho de enorme significación, pues sabido es que los suelos brasileros, en general, están insuficientemente provistos de este elemento vital. Es verdad, también, que analizada la cuestión, estrictamente bajo el prisma del aporte proteico, una

pastura sólo de gramíneas, pero manejada con PRV, y por lo tanto pastoreada en su punto óptimo de reposo, tiene en su composición de MS siempre tenores de proteína bruta superiores a 8%, nivel mínimo suficiente para atender a los requerimientos nutricionales de los bovinos. La importancia y la necesidad de las leguminosas es, sin embargo, incuestionable. Armonizar esa contradicción con las técnicas de uso de las pasturas es el papel dialéctico del conductor inteligente del manejo de los pastos y de los animales.

El primer paso para la implantación de leguminosas es el peletizado previo con *Rhizobium* específico, recordando que, para las leguminosas templadas, se usa calcáreo dolomítico o carbonato de calcio en el revestimiento; y para las tropicales, fosfato natural, o escorias Thomas.

#### 8.4.2.1 - LEGUMINOSAS TEMPLADAS

Los tréboles y la alfalfa son plantas con excepcional valor forrajero, pero que pueden producir meteorismo (timpanismo) en los bovinos. Cuando estas plantas están presentes en las pasturas, es indispensable tomar una serie de recaudos para evitar la aparición de ese disturbio digestivo, que puede llevar a los animales a la muerte.

**TRÉBOL BLANCO** (*Trifolium repens* L.) - Planta perenne, de clima templado, estolonífera, rastrera, de multiplicación por semilla (1 a 3kg/ha) portadora de una gran variabilidad genética. Encontré trébol blanco espontáneo en el Paraná y São Paulo (22-23° LS), en la Patagonia (46° LS) y en Tampere (Finlandia, 66° LN) (foto 43 y 44). Pastura de excelente valor forrajero, produce hasta 20l leche/vaca/día y es capaz de fijar más de 200kg N/ha/año. Se adapta perfectamente a la siembra sobre tapiz, que debe ser hecha entre abril y agosto, dependiendo de las condiciones de humedad. Además, el trébol blanco es muy sensible a la sequía; pierde las hojas sin perder su vitalidad, rebrotando cuando retorna la humedad. Si no fuesen adoptados cuidados de manejo, provoca meteorismo, que puede ser fatal para los animales. Es necesario, por lo tanto, siempre que la densidad de trébol blanco en la pastura supere el 50%, tener extremo cuidado, para evitar accidentes. Pochon (1993) afirma taxativamente: "yo afirmo que el meteorismo se produce únicamente sobre un trébol muy joven" ... y agrega "este fenómeno no se produce jamás sobre un trébol más viejo, con cinco a seis semanas de reposo". Hemos usado, como regla, un reposo mínimo de 45 días, pero aún con esto a veces ocurren casos de meteorismo. Vigilar, siempre es una conducta recomendable. El trébol blanco se consocia con todas las gramíneas templadas y con kikuyo, *Cynodon* spp, paspalum, presentado buen comportamiento en la asociación. El pastoreo debe ser rasante, sin llegar a dejar suelo descubierto.

**TRÉBOL ROJO** - (*Trifolium pratense* L.) - Planta invierno-primaveral, erecta y semi-erecta, bianual o anual, con resiembra natural cuando es bien manejada. Produce buen heno y se consocia con gramíneas templadas. Se multiplica por siembra en cobertura, con 3-5kg/ha de semillas. Menos predisponente que el trébol blanco, pero también provoca meteorismo.

**TRÉBOL VESICULOSO** - (*Trifolium vesiculosum* Savi) - Anual, cespitoso, con capacidad de resiembra natural, ha producido más de 18l de leche/vaca/día, fijando de 150 a 200kg N/ha/año. Invernal, con buen período de pastoreo, resiste a la sequía, se consocia bien con pangola, estrella, bermuda, kikuyo y todas las gramíneas templadas de invierno. Se siembra en otoño, por siembra sobre tapiz o directa, con semillas escarificadas, a razón de 8-10kg/ha. Es exigente en fertilidad del suelo. Baja incidencia de meteorismo, a nula cuando está consociado con cualquier gramínea.

**TRÉBOL CARRETILLA** - (*Medicago polymorpha*) - Anual, porte decumbente, con tallos más o menos rastreros, con resiembra natural, espontáneo en Rio Grande do Sul, donde fue introducido probablemente por la lana de los ovinos traídos del Uruguay (Araujo, 1953), pues los apéndices o ganchos de las vainas retorcidas dejan los frutos adheridos a la lana y a los pelos de los animales. Naturalizado en estados del sur de Brasil. Se consocia con gramíneas templadas y se multiplica por semillas a razón de 20kg/ha. Sensible a las heladas y a la sequía.

**ALFALEA** - (*Medicago sativa* L.) Es la reina de las forrajeras, perenne, erecta y cespitosa, resistente a la sequía, pues tiene un sistema radicular pivotante que puede alcanzar más de 2m de profundidad. Fue la primera especie forrajera domesticada (Jacques, 1995). Ampliamente cultivada en Argentina y Estados Unidos de América del Norte. En Argentina, es producida para heno y para pastoreo directo; en Estados Unidos, principalmente para heno y corte. Actualmente, los diferentes cultivares son clasificados de acuerdo con las necesidades de reposo invernal (latencia) en grupos del 1 al 9. Al grupo 1 pertenecen los cultivares con reposo invernal extremadamente prolongado, y al grupo 9, los cultivares que prácticamente producen todo el año, sin necesidad del período de latencia. En Brasil, la alfalfa es utilizada principalmente para corte y heno, aún cuando sea una extraordinaria forrajera de pastoreo si se maneja correctamente. Es bajo este aspecto básico que aquí es tratada, aún cuando en algunas regiones del sur de Brasil no haya tenido buen comportamiento de pastoreo. La alfalfa ha sido cultivada en las regiones tropicales y subtropicales brasileras en las que hay condiciones de suelo y humedad adecuadas. La principal variedad es la "criolla", producto de la selección natural de las variedades

que vinieran con los colonizadores europeos, y seleccionada en Rio Grande do Sul. Presenta, aún, una gran variabilidad, y en las comparaciones con cultivares importados hechas en estados sureños, siempre ha presentado los mejores desempeños. Es cultivada, casi siempre, para cortes, pero acepta bien el pastoreo. En este sentido, es interesante considerar la dicotomía existente entre las "viejas" alfalfas de la Argentina, que soportaban pastoreo y henificación durante décadas, y los cultivares actuales, con sus respectivas indicaciones técnicas, que al cabo de pocos años (4 a 6) deben ser renovadas. Se tiene la sensación de una obsolescencia programada, de la misma forma que ciertas prescripciones de uso, como la de dejar un remanente alto, se inclinan más al agotamiento de las reservas de la planta que a su persistencia. También, en relación a suelos, hay una discrepancia entre la mayoría de las referencias y el comportamiento de planta, cuando es bien manejada. Hemos tenido oportunidad de implantar alfalfa por siembra en cobertura en áreas en que la indicación convencional afirmaba que su cultivo no era viable (zonas de la Provincia de Entre Ríos y región de Mar del Plata), bien por la fertilidad del suelo, o por su escasa profundidad. Con manejo correcto, ha sido implantada y mantenida. Ciertamente, no es por casualidad su calificación como la "reina de las forrajeras". Es que su extraordinaria plasticidad genética posibilita su cultivo desde las planicies del sur de la Provincia de Buenos Aires, hasta las márgenes irrigadas del Rio San Francisco, donde hay registros de 14 cortes anuales. Su resistencia a la sequía es otro atributo positivo. Gracias a su sistema radicular robusto, es capaz de buscar agua en camadas profundas, lo que le permite una vegetación abundante aún en períodos prolongados de sequía, como ocurre en las regiones semiáridas del norte argentino. La persistencia de la pastura de alfalfa depende, naturalmente, de una serie de factores, pero hay dos que parecen ser los más decisivos: el rebrote de la alfalfa, después del pastoreo o corte, se da por el desarrollo de los meristemas de la parte aérea, por las yemas subterráneas y por las de la corona de la planta. Las yemas aéreas producen un rebrote de poco vigor, y los tallos remanentes ejercen una fuerte demanda en el sistema de reservas, porque la energía perdida por la respiración de estos órganos es mayor que la producida por su reducida fotosíntesis. El pastoreo, por lo tanto, debe ser lo más al ras posible, de manera tal de estimular las yemas subterráneas y de la corona para emitir brotes vigorosos y persistentes. El otro factor es el mantenimiento de un sistema de reservas de carbohidratos no estructurales en las raíces y en la corona de la planta, que generen un rebrote vigoroso, lo cual se obtiene a través del cumplimiento de los tiempos de reposo y de ocupación correctos. El prof. Aino Jacques, posiblemente quien más ha investigado sobre alfalfa "criolla" en Rio Grande do Sul, reconoce con propiedad "una estrecha asociación entre el nivel de reservas de glúcidos no estructurales y el vigor de rebrote y rendimiento de la alfalfa criolla". Esta asocia-

ción es real y necesaria para cualquier alfalfa, así como para cualquier forrajera. Dos técnicas de manejo son básicas para la perennidad y robustez de la alfalfa: el pastoreo a fondo, dejando el mínimo posible de remanente, y tiempos correctos de reposo, que permitan la recuperación del sistema de reservas. El límite de la altura del remanente es la protección del suelo contra la incidencia directa de los rayos solares. Como la alfalfa tiene una arquitectura erecta, es conveniente una consociación con una especie rastrera, que puede ser *cynodon*, bermuda, estrella, kikuyo o aún trébol blanco. La alfalfa pura para pastoreo puede causar meteorismo, habiendo necesidad de vigilancia para evitar sorpresas que pueden llevar los bovinos a la muerte. Los rizobios de la alfalfa fijan de 100 a 300kg/ha de N. La alfalfa puede ser implantada por siembra sobre tapiz o siembra directa tanto en monocultivo como en consociaciones. En este sentido, hemos formado excelentes pasturas sembrando alfalfa sobre gramón, y en pasturas polifíticas, con la base de trébol blanco. Se utilizan de 5 a 10kg de semillas/ha, y una forma simple y eficiente de implantar alfalfa en una pastura es distribuir heno de plantas sembradas. Hay una buena emergencia, tanto de las semillas caídas del heno, esparcido en el potrero, como a través de la bosta. A pesar de algunas referencias contrarias, es muy buena la germinación en la bosta, como se ve en la foto 40, hecho que se aprovecha cuando se necesita aumentar la densidad de plantas en la parcela, dando pastoreo en el momento en que las semillas ya son viables. La mejor época para la siembra es el otoño, y el inicio de las precipitaciones en regiones sin estación de frío. El valor energético de la alfalfa posibilita producciones de hasta 24kg/de leche/vaca/día, sin ningún suplemento. El punto óptimo de reposo de la alfalfa es alcanzado cuando el 50% de las plantas están florecidas. Es el momento de hacer entrar el ganado a la parcela. En los meses más fríos, de mayo a septiembre, la alfalfa no florece, y el punto óptimo de reposo es revelado por la presencia de hojas basales marchitas, es decir, senescentes. En esa época, el período de reposo es más prolongado, pudiendo llegar al doble del reposo estival, lo que posibilita hasta dos pastoreos. El exceso de pasto de primavera y verano debe ser almacenado como heno, con tres indicaciones: cortar el pasto en su punto óptimo de reposo; cortar durante la tarde o las primeras horas de la noche; y, después de enfardado el pasto, poner un grupo de bovinos a pastorear el remanente para el obtener el beneficio del efecto saliva.

**LOTUS** - (*Lotus corniculatus* L.) Perenne, erecto, con características similares a la alfalfa inclusive en su manejo, pero menos exigente en fertilidad. Tiene, sin embargo, la ventaja de no producir meteorismo. Se siembra en el otoño, con 3 a 6kg de semillas/ha. Se consocia bien con bermuda, estrella, trébol blanco, alfalfa. En Brasil, el cultivar más utilizado es el São Gabriel. En Uruguay, fue seleccionado el cultivar El Rincón, que proviene

de otra especie (*Lotus subbiflorus*, Carámbula et alli, 1994) y se caracteriza por su gran adaptación a ambientes de baja fertilidad de aquel país. También en Uruguay fue seleccionado el cv Ganador, con producciones superiores. Produce una flor amarilla y tiene abundante producción de semillas con vainas dehiscentes, lo que facilita su resiembra natural. Produce excelente heno. La especie *Lotus tenuis* es característica de áreas bajas y anegadizas, tolerando inundaciones periódicas. En las áreas bajas de la Provincia de Buenos Aires, Argentina, es espontánea, con excelente producción forrajera. En ese país vecino, es denominado la "alfalfa de los pobres". Poco conocido en Brasil. También entre los lotus, es necesario mencionar el *Lotus uliginosus*, conocido como Maku, que tiene la propiedad de multiplicarse por mudas, ya que es difícil encontrar su semilla en el mercado. El Maku tiene mayor resistencia al frío y es semi-estolonífero.

**VICIA** (*Vicia sativa* L.) - Anual, rastrera y trepadora, invernal, con excelente consociación con pasto elefante, mijo (siembra tardía), avena, centeno, rye grass. Frutos dehiscentes, que germinan en el año siguiente a su formación. El *Rhizobium leguminosarum* fija de 50 a 190kg N/ha/año. Se usan 40-60kg de semillas/ha, en siembras en cobertura, de marzo a mayo. En consociación con pasto elefante, se siembra en el último pastoreo o corte, en mayo. Se puede agregar la vicia 15 días antes del uso del pasto elefante, para anticipar el primer pastoreo de invierno, que ocurriría en agosto. Ya el segundo, podrá ser en asociación con el pasto elefante. Además de proveer un pastoreo de invierno, el pasto elefante se beneficia con el aporte de N por el *Rhizobium*. La serradela (*Ornithopus sativa* Brot) tiene un comportamiento semejante al de la vicia, utilizándose, sin embargo, la mitad de la cantidad de semillas.

#### 8.4.2.2 - LEGUMINOSAS SUBTROPICALES Y TROPICALES

Estas plantas no presentan riesgo de meteorismo, y tienen una alta capacidad de fijación de N atmosférico, pues la literatura registra producciones superiores a 400kg/ha/año, en el caso del calopogonio y centrosema (Varios autores apud Monegat, 1991) y 20 a 300 kg/N/ha/año como promedio (Bogdan 1975). El peletizado debe hacerse con fosfato natural, sin usar calcáreo, ya que sus *Rhizobios* específicos no toleran la alcalinidad. La mayoría de ellas son trepadoras, y su velocidad de crecimiento es menor que la de las gramíneas C4, motivo por el cual es difícil compatibilizar la consociación de las plantas de estas familias con la persistencia de las pasturas, salvo situaciones particulares, en las que no hay un uso continuado de los pastos. Una de las soluciones que ha sido propuesta para este problema es la formación de bancos de leguminosas, que consisten en parcelas con cultivo puros, situadas estratégicamente en la división del área, para el pastoreo de algunas horas diariamente. Se estima que de un 15 a un 20% de

las parcelas deberían estar cultivadas con leguminosas. Sin embargo, como se vio en el ítem 8.4.1, las gramíneas pastoreadas en su punto óptimo de reposo tienen una composición proteica superior a 8%. Esto significa que, desde el punto de vista de las necesidades nutricionales de los animales, las gramíneas bien manejadas son capaces de atenderlas. Pero la presencia de leguminosas se hace necesaria por otras razones, entre las cuales la diversidad botánica es relevante. Las leguminosas tropicales son plantas C3, en contraste con las gramíneas de ese origen, que son C4. Esta diferencia genético-fisiológica es la causa principal por la que las consociaciones entre estas plantas es difícil, y aún inviable cuando se busca la persistencia de la asociación.

Un gran número de leguminosas tropicales son plantas de hábito rastroso y trepador. Esta particularidad puede ser aprovechada en las asociaciones con caña de azúcar para pastoreo, como un recurso para compensar las fluctuaciones estacionales de las pasturas. El menor ritmo de crecimiento de estas leguminosas, hecho que limita la consociación con gramíneas, pasa a ser una ventaja en la asociación con la caña de azúcar, porque como ésta es pastoreada una vez por año, tiene también un reposo de un año, período suficiente para que la leguminosa recomponga su sistema de reservas. Existe además, la ventaja no menospreciable del aporte de N a la caña de azúcar, vía *Rhizobium* de la leguminosa.

**MANÍ FORRAJERO** (*Arachis pintoii* L.) - El maní *A. pintoii* tiene un cultivar seleccionado por el CIAT de Colombia, que recibió el nombre de cv. Amarillo. Es una planta herbácea, rastroso, perenne, estolonífera, con formación de semillas subterránea, hecho que dificulta su cosecha, y que eleva el costo de la semilla. Este es un inconveniente, porque las semillas tienen un precio prohibitivo en el mercado, que limita su expansión. Por otro lado, en la multiplicación por semillas, se deben tomar recaudos contra la predación por roedores. Almeida (2003) informó que una implantación por semillas en la estación de Epagri de Itaporanga, SC, fue totalmente diezmada por las ratas. Se recomiendan de 6 a 10 kg de semillas/ha. Se propaga también en forma vegetativa, por medio de estolones. Algunos productores hacen un vivero con semilla comprada y multiplican vegetativamente a partir de mudas obtenidas en el mismo. Se ha comportado satisfactoriamente en consociación con *Panicum* ssp, pues tiene buena tolerancia a la sombra. Su consolidación es demorada. Se asocia con las braquiarias y su producción es creciente, llegando a ocupar más del 50% del tapiz vegetal, al cabo de cinco años (Alves, 1991). La helada "quema" las partes aéreas, que se recuperan rápidamente en el inicio del período de temperaturas más acordes. Por sus características morfológicas, se presta para la cobertura del suelo en montes frutales, pues el área protegida llega al 100%. Fija entre 70 y 150 kg de N/ha/año. Es una especie que puede

tener gran expansión en función de sus características fenológicas y productivas.

**CENTROSEMA** - (*Centrosema pubescens* Benth.) - Perenne, nativa, rastreira, trepadora (hábito muy importante para su asociación con caña de azúcar), vigorosa, con gran proporción de hojas, tolerante a la sequía. Pierde sus hojas en el período seco, se arrastra en el suelo y enraíza en los entrenudos, cuando está en contacto con suelo húmedo. Su *Rhizobium* fija de 75 a 398kg N/ha/año. Es difícil la cosecha de sus semillas, que deben ser escarificadas para elevar el porcentaje de germinación. Se pueden sumergir las semillas en agua hirviendo durante un segundo (Bogdan, 1975). Se siembra a razón de 4 a 6kg/ha. Implantada con la caña de azúcar para su aprovechamiento en períodos de escasez de las pasturas, se usan 8-12 semillas por sitio de 0,6mx0,6m. Es poco exigente en cuanto a suelos y su MS en el punto óptimo de reposo tiene 22-23% de proteína bruta.

**CALOPOGONIO** (*Calopogonium mucunoides* Desv.) Nativo, trepador, voluble, perenne (Bogdan, 1975), de baja palatabilidad y crecimiento inicial lento, fija de 370 a 450 kg N/ha/año (Calegari, 1995). Prefiere calor y humedad y se reproduce por semillas, a razón de 6 a 10kg/ha, previo escarificado.

**SOJA PERENNE** [*Neonotonia wightii* (R. Grah. ex. Wight & Aru) Lackey sin. *Glycine wightii* (R. Grah. ex. Wight and Arn.) Verde] - Perenne, trepadora, voluble, rastreira, con gran variabilidad genética, exigente en suelos, raíz robusta y profunda. Estolonífera, con brotes que salen de la corona de la planta, que es subterránea, lo cual indica la conveniencia de un pastoreo al ras. Resistente a la sequía, vegeta desde el trópico hasta latitudes de 33° LS, poblando banquinas de rutas, especialmente taludes, emite raíces de los entrenudos de los estolones (Menegário, 1964). Su establecimiento es difícil, y su crecimiento y nodulación, lentos. Resiste a pocas heladas. Es una especie de días cortos, produce buen heno si es cortado durante la floración; después de la fructificación pierde muchas hojas, las cuales, con junto con los tallos secos, forman la broza. Se multiplica por semillas, usándose de 2 a 5kg/ha, previa escarificación. La siembra sobre tapiz o directa se hace desde fines de septiembre hasta diciembre, y en siembras tardías, hasta febrero. Se consocia con pasto elefante para silaje, debiendo cortar la gramínea en su punto óptimo de reposo. El *Rhizobium* fija de 30 a 450 kg N/ha/año, pero Menegário (1964) cita mediciones hechas en Brasil, del orden de 70 a 120kg N/ha/año. Consociada con caña de azúcar, produce una excelente pastura para las compensaciones estacionales en las áreas tropicales y subtropicales.

**SIRATRO** (*Macroptilium atropurpureum* - DC.) Urb - Perenne, con tallos de trepadora o rastreros, que enraízan a partir de los entrenudos (Bogdan, 1975). Espontáneo en América tropical y subtropical, estolonífero, con razonable tolerancia a la sequía, soporta algunas heladas, que lo deshojan pero no lo matan. Tiene buena productividad y es apreciado por los bovinos. Produce mejor en días largos, especialmente para la producción de semillas. Es sobrio en relación a suelos, y la semilla debe ser escarificada, usando 2-3 kg/ha en siembra en cobertura. El *Rhizobium* fija 100-175kg N/ha/año (Skerman et al., 1992). Se presta para la consociación con caña de azúcar para pastoreo de invierno y primavera.

**KUDZU** - [*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth.] - Perenne, naturalizada, tallos rastreros, trepadora, voluble, se desarrolla bien en ambientes con más de 1200 mm de precipitación, muy tolerante a suelos ácidos, con pH 4 a 5,5, y también a suelos con baja fertilidad. De crecimiento inicial lento, presenta la desventaja de poseer hojas caducas en inviernos rigurosos. Muy palatable, se multiplica vegetativamente por cortes de las ramificaciones rastreras enraizadas, y por semillas, a razón de 2-5 kg/ha. Las semillas deben ser escarificadas. Los Rhizobios fijan de 30 a 100 kg N/ha/año.

**MUCUNA** - (*Stilozobium aterrimum* Pip et Tracy.) - Este género de las mucunas engloba diversas especies. Nos ocuparemos de la mucuna negra. Es una planta anual de verano, sensible al frío, de hábito rastrero con ramas trepadoras, con capacidad de fijación de 70 a 130 kg N/ha/año (Pereira, 1999). Tiene funciones alelopáticas, controlando el cebollín (*Cyperus* spp), el amor seco (*Bidens pilosa*), la galinsoga (*Galinsoga paviflora*), el abrojo (*Xanthium macrocarpum*) y otras plantas consideradas indeseables. Reduce y controla la incidencia de nematodos. La semilla debe ser escarificada, utilizando de 60-80kg/ha en siembras con equipo convencional o de siembra directa. Por ser anual, puede ser de utilidad en la implantación de pasturas, desempeñando la función de incorporar grandes cantidades de MO y N. La mucuna es aquí citada, más como un homenaje a Roland Ristow, agricultor de Ibirama, SC, que usó la mucuna (*Stilozobium niveum*) y la braquiaria (*Brachiaria plantaginea*) como principales vehículos para la recuperación y protección del suelo y de la producción vegetal.

**ESTILOSANTES** - [*Stylosanthes guayanensis* (Aubl.) Sw., *S. hamata* (L.) Tamb., *S. humilis* H. B. K.] - Hay numerosas especies de estilosantes, con una amplia difusión, desde el Uruguay (*S. montevidensis*), hasta los estados del nordeste de Brasil. Planta nativa, herbácea, erecta, que puede volverse rastrera bajo pastoreo intensivo. Es espontánea en las regiones donde vegeta. Se puede consociar con gramíneas, dependiendo del manejo. En

PRV es difícil compatibilizar los tiempos de reposo, ya que la mayoría de las gramíneas tropicales son C4 (crecimiento rápido) y las leguminosas son C3 (crecimiento más lento). Los estilósantes tienen buena asociación simbiótica con *Rhizobium*, y la fijación de N atmosférico varía de 30 a 240 kg N/ha/año. La palatabilidad es baja en las primeras fases de crecimiento, mejorando en las etapas posteriores. La especie más común es *S. guayanensis*, resistente a la sequía y espontáneo en extensas áreas, desde la Amazonia (identificada en proyecto de PRV, en Gaúcha del Norte, MT), hasta el sur de Brasil. El sistema radicular es robusto y profundo, multiplicándose por semilla escarificada, con 0,5-2 kg semilla/ha. Embrapa desarrolló el cv mineirão, con mejores datos de productividad. *S. hamata* es resistente a la sequía y más sensible a las heladas. Perenne, se usan de 1 a 4 kg de semilla/ha. *S. humilis*, conocido en Brasil como "alfalfa del Nordeste", posee hojas estrechas y puntiagudas, tiene alta capacidad de adaptación, es de fácil establecimiento con siembra en cobertura, con 3-6 kg/ha de semillas, y tiene mejor tenor de proteína que las otras especies, manteniendo sus cualidades nutricionales por un período más prolongado, cualidades que mejoran con el tiempo. Incluso las semillas incrementan la palatabilidad y el tenor proteico, con lo cual se presta para la práctica llamada vulgarmente "diferimiento", para ser usado como "heno en pie". Resiste pH bajos (hasta 4) y altos niveles de Al y Mn. Planta anual que se perenniza por la alta producción de semillas que germinan produciendo una resiembra natural. Es, así, auto-regenerante.

**DESMODIUM** - Hay más de 300 especies del género *Desmodium* (Bogdan, 1975). La mayoría son tropicales y subtropicales, existiendo, sin embargo, algunas especies templadas. Las especies más difundidas son: *D. intortum*, *D. uncinatum* y *D. canum*.

*Desmodium intortum* (Mill.) Urb - Conocido en el exterior como "Greenleaf" (hoja verde), nativo, originario de América Latina y llevado a Australia, donde fue mejorado y bautizado con el nombre conocido. El material llevado para Australia fue tomado en Guatemala, El Salvador y las Filipinas (Skerman, 1991). Planta perenne, tallos erectos ascendentes, o trepadora, enraíza en los entrenudos. Tiene cierta tolerancia al frío, pero no a la sequía; acepta pH 5. Se propaga vegetativamente por mudas, o por siembra en cobertura con 1 a 2 kg/ha de semillas escarificadas. La palatabilidad es baja y su *Rhizobium* fija de 215 a 406 kg N/ha/año, con registros, según Monegat (1991), de hasta 897 kg N/ha/año. Responde mal a cortes frecuentes, lo que limita su consociación con gramíneas en manejo PRV.

*Desmodium uncinatum* (Jacq.) DC. - Conocido como "Silverleaf" (hoja de plata) es una planta nativa, perenne, vigorosa, serpenteante con tallos rastreros de hasta 5 m (Bogdan, 1975); sensible a las heladas, con

buena recuperación; poca resistencia a la sequía, tolerante a la acidez, exigente en fertilidad y de escasa palatabilidad. Se multiplica por mudas y por semillas con 2-3 kg/ha. Skerman et al. (1992) mencionan que el *D. uncinatum* responde modestamente a la siembra sobre tapiz. Es encontrado desde México hasta Uruguay y el centro-norte argentino. Sus Rhizobios fijan de 90-100kg N/ha/año. El material básico que dio origen al "Silverleaf" fue llevado de la Sección Experimental de Agrotología de Deodoro, RJ, en la década del '50, por el CSIRO australiano, primero para Kenia, donde fue "probada", y más tarde para Australia (Skerman et al., 1992). Hoy la semilla del *D. uncinatum*, bautizada como "silverleaf", es importada de Australia y comercializada aquí a precios elevados...

*Desmodium canum* (Gmel) Schinz y Thell., "Pega-pega" - Perenne, nativo, presente hasta en Uruguay y Argentina, puebla espontáneamente los campos nativos y naturalizados de Brasil. Tallos verticales y leñosos, rastreros; es estolonífero, rizomatoso y persistente. Sistema radicular profundo, tolera inundaciones pasajeras, vegeta con amplia gama de suelos y se propaga con mucha facilidad, pues sus vainas maduras se adhieren a cualquier superficie en la que hagan contacto. Los animales, así, son los principales diseminadores del "pega-pega". Es de difícil consociación con gramíneas tropicales en PRV, porque su período de reposo es prolongado. Se usan 5 kg/ha de semillas en la siembra. Su *Rhizobium* fija 94 kg N ha/año, pero no transfiere ese N a las gramíneas adyacentes.

**GUANDU** - *Cajanus cajan* (L.) Millop. - **Guanda** - Arbusto anual, bianual o perenne, proveniente de África de donde es originario. Los granos eran utilizados como alimento para los esclavos. Planta rústica, sobria en cuanto a su exigencia en suelos, tropical y subtropical, resistente a la sequía y sensible a la humedad en las raíces. Se siembra de septiembre a enero, dependiendo de las condiciones de humedad, a razón de 10-12 kg de semillas/ha, en siembras mecánicas, o 40-50 kg/ha cuando se hace siembra en cobertura. Fija de 40 a 280 kg N ha/año. Puede hacer una buena asociación con la caña de azúcar, para ser pastoreados ambos a partir de julio-agosto, cuando se torna crítica la producción forrajera.

**LEUCAENA** - *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit. - Es una forrajera arbórea (3 a 10m) de origen mejicano, naturalizada en toda América Latina y difundida en las zonas tropicales de Asia y África. En Cuba, vegeta en consociación con panicum, andropogon y jaraguá. La raíz es pivotante y profunda. Vegeta en una amplia faja climática, pues es encontrada en Brasil, desde los estados del nordeste hasta Uruguayana, en Rio Grande do Sul. Es una excelente fijadora de N; Lopez (1987), registra cifras de 74 a 1000 kg N ha/año, aunque el registro de 1000kg/ha no fue determinado con precisión. Las semillas deben ser escarificadas y usadas de 4-5 kg/ha en la siem-

bra, en líneas de metro en metro y de 5 en 5 m entre líneas, y 40 kg/ha en siembra en cobertura. Tiene gran resistencia a la sequía. En pastoreo directo, la altura de la copa debe ser compatible con la altura de los animales. Es rechazado por ovinos y equinos. Tiene dos inconvenientes: establecimiento inicial lento, con susceptibilidad al ataque de hormigas; y presencia de minosina (2 a 5%) aminoácido fenólico tóxico, que provoca caída del pelo, pérdida de peso y salivación. La variedad Cunninghamham tiene tenores menores de minosina. Su mejor indicación es como árbol de sombra, transplantado por mudas y con espaciamiento irregular de 5 a 10m.

#### **8.4.3 - PLANTAS TÓXICAS**

En PRV, los animales modifican su comportamiento alimentario y pasan a ser menos selectivos y más voraces. En función de eso, es necesario extremar los cuidados para evitar accidentes, casi siempre fatales, con la ingestión de plantas tóxicas. Así, las parcelas sospechosas de tener estas plantas deben ser meticulosamente revisadas, antes de las ocupaciones, y tomadas las medidas adecuadas para su eliminación. Como las plantas tóxicas no siempre son las mismas, desde la Patagonia al trópico, es preferible no listarlas, debiendo el responsable del proyecto tomar los debidos cuidados de identificación y eliminación.

#### **8.4.4 - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Para informaciones botánicas y agronómicas complementarias de las diversas plantas forrajeras, se recomienda, entre otras, la siguiente bibliografía:

- ALCÂNTARA, P. B. Plantas forrageiras Gramíneas e Leguminosas. São Paulo: Nobel, 4ª ed., 162 p. 1988.
- ARAUJO, A. A. Pastagens artificiais. São Paulo: Melhoramentos, 253p. 1953.
- BOGDAN, A. V. Pastos tropicales y Plantas de forraje. México D.F: AGT, xv+461p. 1977.
- HEATH, M. E. Forages - The science of grassland agriculture. Ames: Iowa State University Press, 4th ed., xiv-643p. 1985.
- MONTEIRO, A.L.G. Forrageiras do Paraná. Londrina: CPAF-/APAR, 291p. 1996.
- OTERO, J. R. Informações sobre algumas plantas forrageiras.. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 2ª ed., 334p. 1961.
- PEIXOTO, A. M. Plantas Forrageiras de Pastagens. Piracicaba: FEALQ, x+ 318p. 1995.
- SKERMAN, P. J. Leguminosas forrajeras tropicales. FAO, Roma, 707p. 1991.
- SKERMAN, P. J. ; RIVEROS, F. Gramíneas tropicales. Roma: FAO, xxii-849p. 1992.

- Publicaciones especializadas de Embrapa, de universidades y de instituciones estatales de investigación, del INTA, en Argentina, y del INIA, en Uruguay, y de las universidades de estos países, del CIAT, Colombia, del ICA y IIPF de Cuba y de instituciones de investigación de los diversos países, en los que las pasturas representan un valor económico.

### 8.5 - MANEJO DE LAS PASTURAS: PARTE AÉREA Y SISTEMA RADICULAR

El manejo de las pasturas es una conducta eminentemente científica, y por eso mismo, al alcance de cualquier persona que sea capaz de contribuir al progreso del conocimiento humano. Esta contribución puede ser llevada a cabo aún por un iletrado, siempre que sea inteligente, sensible, observador, perspicaz y disciplinado. Bajo esa óptica, se puede afirmar que el manejo debe ser el conjunto de técnicas oriundas de la investigación científica y/o del uso consagrado (empírico), que respetando el bienestar animal, son aplicadas en el proceso productivo con la finalidad de tornarlo más eficiente económica, administrativa, técnica, ambiental, social y culturalmente (Pinheiro Machado, 1985). Los grandes avances cualitativos en el manejo de las pasturas demandan, necesariamente, una comprensión dialéctica de la naturaleza, con el entendimiento e interpretación de la ley de las transformaciones cualitativas, como el producto de la acumulación cuantitativa. La evolución biocenótica del suelo, base fundamental del manejo, sólo es dinámicamente entendida a partir de la asimilación y el uso de esa ley, y de la dinámica de los tiempos de reposo y de ocupación de la pastura, siempre variables, conforme el **uso racional de los pastos**.

Según Aurélio (p. 1279, 1986), **pastura** significa "hierba apropiada para que el ganado pascie". Queda implícitamente entendido que se refiere a la **parte aérea** de la planta, pues el ganado come lo que está encima del suelo. Este ha sido también el entendimiento de los investigadores del área.

Complementando el *establishment*, considero las porciones aéreas de las plantas, el tapiz vegetal, apenas **una parte** de la pastura. La otra, de igual importancia, es subterránea y no está a la vista: es el sistema radicular, de cuya vida depende la parte aérea y viceversa. En otras palabras, manejar una pastura es entender la relación íntima y recíproca entre ambas partes, mutuamente interactuando con el ambiente (el humano, el animal, el suelo, el clima). Es por ello que es una buena conducta, cuando se evalúa la parte aérea de las plantas, hacer lo propio con el sistema radicular. Y, aunque, como se torna axiomático, evaluar el suelo en cuanto a su estructura, textura y principales indicadores biológicos. La primera de las cuatro leyes universales del pastoreo racional enunciadas por Voisin (ley del reposo) no tiene otro objetivo que posibilitar a la planta la recuperación de su sistema de reservas, cuya mayor parte no es visible, pero que asegura el rebrote (parte aérea) vigoroso. Así, pasto y raíz son partes de un solo todo, en que el pasto secuestra el C atmosférico, alimentando la vida subterránea, y las

raíces absorben el N y otros elementos del suelo, nutriendo el crecimiento aéreo.

Es a través de la comprensión dialéctica de ese todo que se puede conocer, primero, el estado fisiológico de la planta, para buscar a continuación las causas determinantes de ese estado y actuar sobre ellas. Si existe alguna anomalía, se trata de superarla; si no, se auspician las mejores condiciones para su desarrollo, y en consecuencia, para su real productividad, siempre, sin embargo, a partir de la condición primera, que es maximizar la captación del insumo básico e imprescindible, la energía solar.

Por lo tanto, es a partir de la evaluación, tanto de la parte aérea como de la subterránea, que se llega a un manejo correcto, con efectos directos en la real productividad de la pastura, que implica perennidad. El primer paso para alcanzarla es mantener el sistema radicular vigoroso. La parte subterránea tiene, así, la misma importancia que la parte aérea. Como la parte aérea es la consumida directamente por los animales, se comprende porque poco se estudia y se habla de las raíces, pese a su vital importancia.

La producción primaria de la pastura está determinada por la cantidad de C que ella acumula en la unidad de superficie, por unidad de tiempo. Por ejemplo, kg de C/ha/día. Esta producción primaria es igual a la fijación total de C menos las pérdidas respiratorias, y el saldo corresponde al C repartido entre la parte aérea y la subterránea. Estos procesos están condicionados por el nivel de movilización de N de las reservas del suelo, ya sea el N<sub>2</sub>, fijado por las bacterias, o bien el N mineral, los cuales, a su vez, están condicionados por la captura de C efectuada por las plantas. Así, señala Lemaire, las dinámicas de los flujos de C y N deben ser estudiados juntos, pues el C es absorbido por las hojas y el N por las raíces, y los flujos en los tejidos de las pasturas sólo pueden ser completamente entendidos analizando la captura, localización y uso de ambos en la elaboración en tejidos de las raíces y de la parte aérea, aunque solamente el crecimiento aéreo esté ligado directamente a la producción animal (Lemaire, 1997). De la misma forma que los flujos de C y N deben ser estudiados en conjunto, también la parte aérea de las pasturas debe ser estudiada y manejada junto con el sistema radicular. En el manejo del equilibrio entre la parte aérea y las raíces, un buen indicador son las hojas senescentes. El manejo ideal sería aquel en que ellas no lleguen a aparecer, lo cual es impracticable. Aún así, cuanto menor es su presencia, mejor; teniendo el cuidado de que una preocupación exagerada en este sentido no conduzca a una aceleración fuera de tiempo. Esto quiere decir que las hojas basales senescentes (amarilleadas) son un buen indicador del punto óptimo de reposo. Pero es necesario analizar, concomitantemente, los días de reposo, porque un fuerte estrés en la planta puede provocar la aparición prematura de esas hojas sin que el sistema radicular ya esté preparado para un nuevo rebrote vigoroso.

Es fascinante, sin duda, la observación de todo ese proceso: su identi-



importante función en la protección ambiental.

### 8.5.1 - EL CAMBIO DE PARCELAS

El cambio del ganado por las parcelas es una actividad permanente en PRV, y de ella se debe sacar el mayor provecho posible. El uso de las parcelas es, necesariamente, controlado por fichas que registran las fechas de entrada y salida de los rodeos, el número de cabezas y UGMs de cada uno de ellos, y los tiempos de ocupación y de reposo entre ocupaciones. Estos datos, indispensables, pueden ser informatizados. En pequeñas unidades de producción, se puede utilizar un simple cuaderno para el registro del movimiento del ganado, reservando una página para cada parcela.

**Revisación de las parcelas** - Una vez definida la o las parcelas que serán usadas, **antes** de mover los rodeos para los cambios, cada parcela debe ser revisada: si el bebedero tiene el caudal correcto y la boya funciona bien; si el voltaje del alambrado es correcto (superior a 4.000v); si los aisladores están bien instalados; si la tranquera no tiene problemas. Estando todo en orden, el pastor deja la tranquera correctamente abierta, esto es, descansando sobre el alambrado lateral. Hasta que el responsable del manejo de los pastos y de los animales adquiera "práctica" para estimar la cantidad de pasto disponible (oferta), y en consecuencia el tiempo de ocupación, puede ser conveniente hacer un muestreo para su medición. A tal efecto, con un cuadro de hierro de 1mx1m, se camina la parcela, arrojando dicho marco hacia atrás tantas veces como se considere necesario para hallar una media según la heterogeneidad del potrero (en general, tres a seis veces). En cada sitio donde cae el marco, se corta el pasto con tijera, próximo al suelo. Se embolsa y se pesa cada muestra, calculando luego el promedio de los pesos medidos y multiplicándolo por el área de la parcela. Se divide el equivalente al 75% de ese resultado por 50 y así se obtiene el número de raciones o comidas que, dividido por el número de UGMs del rodeo, dará el tiempo de ocupación en días o fracción.

Por ejemplo: supongamos que el promedio de los pesos de los cortes sea de 850g/m<sup>2</sup>, que la parcela tenga 2,35ha y el rodeo, 150UGMs. Resultará entonces, 0,85kg x 23 500m<sup>2</sup> = 19,975kg x 0,75 (eficiencia de pastoreo) = 14 982kg : 50 (cantidad de pasto de 1 ración o comida) = 300 raciones : 150 UGMs = 2 días de ocupación.

**Conducción del ganado** - Los animales siempre serán conducidos al ritmo del paso y con tranquilidad. El caballo es usado para proyectos con grandes distancias, pero la entrada y salida de los bovinos de la parcela deben ser hechas a pie (Foto 45).

Se excluye, absolutamente, la presencia de perros, pues los bovinos los

consideran ancestralmente como predadores. Cuando en el rodeo hay terneros recién nacidos, éstos determinan la velocidad del traslado. Cuanto más tranquilamente se desplaza el rodeo, más rápido llegan los buenos resultados. Para lotes grandes se recomienda trabajar con dos personas una al frente, que controla la velocidad tranquila del desplazamiento, y otra en la retaguardia, impidiendo el extravío de animales.

**El horario de los cambios** - Durante el día, las plantas acumulan azúcar por acción de la fotosíntesis, que en parte será consumida por la respiración durante la noche (Wuderman, 2002). En consecuencia, la calidad y el sabor del forraje varían: por la tarde tienen mas carbohidratos no estructurales que por la mañana. Es por eso que los bovinos prefieren los pastos cortados - heno o silaje - o pastoreados a la tarde. Los mismos producen más leche y mejor ganancia de peso, comparados con el pasto cortado o pastoreado por la mañana. Luego, para aprovechar mejor la fluctuación diaria de la calidad de la pastura, y para que los animales tengan una rumiación nocturna tranquila, la mejor hora para el cambio de parcelas es durante la tarde, una o dos horas antes del crepúsculo vespertino (puesta del sol). De este modo, además, se consigue también que la "gran comida o pastoreo de la tarde" sea realizada en una nueva parcela. Naturalmente, esta es una indicación básica que se debe cumplir siempre y cuando no se deje a los animales hambrientos en una parcela ya agotada. Si el pasto de la parcela en uso se termina por la mañana, los animales deben ser cambiados en ese horario.

**Conducta para salir de la parcela** - Si el manejo se está realizando correctamente, en el momento de cambiar de parcela, en general, los animales estarán echados o parados. Aún con la tranquera cerrada, el conductor/a entra a la parcela, camina entre los animales haciéndolos levantar a todos, y permanece "conversando" con ellos durante 10 a 15 minutos, hasta que todos los animales expresen el reflejo condicionado de bostear y orinar al levantarse. Con esta simple operación de manejo, los animales dejan la bosta fertilizando la parcela que va a entrar en reposo, y no defecan en los caminos y en la nueva parcela, hecho que produciría manchas que el ganado no pasta. En el caso de vacas en ordeño, bostearán y orinarán menos en los corrales de espera y salas de ordeño, reduciendo el trabajo de limpieza. En Cuba, en la "vaquería 117", aplicando esta conducta en un rodeo de cerca de 200 vacas, apenas una esperaba a bostear en la sala de ordeño.

### 8.5.2 - TRANQUILIDAD DEL PROYECTO

En la práctica del manejo, es imposible tener una programación exacta de las parcelas en su punto óptimo de reposo, con lo cual **siempre** habrá más de una parcela apta para ser pastoreada, y **siempre** alguna parcela pasará del momento ideal para ser consumida. Es importante destacar una

vez más que es preferible pasarse un día del punto óptimo de reposo, que anticipar un día el uso, porque es siempre es mejor perder un poco de calidad del pasto, que perder el pasto. No hay dudas, sin embargo, de que la pastura debe ser siempre pastoreada en su **exacto** punto óptimo de reposo. Así, un proyecto bien manejado tiene de 15 a 20% de las parcelas en condiciones de uso. Es esto lo que da tranquilidad al proyecto, evitando la "enfermedad infantil" del PRV: la aceleración fuera de tiempo.

### 8.5.3 - PASTO EN LOS CAMINOS

Las calles o caminos que interconectan las parcelas representan más del 5% del área total del campo. Estos caminos tienen prácticamente la misma composición botánica que las parcelas, y por lo tanto, ese pasto debe ser transformado en ganancia de peso o en leche. Por eso, las calles deben ser pastoreadas. Un segmento del camino separa dos parcelas. En los límites de la parcela que será usada, se cierra la calle con alambre electrificado y se deja la tranquera abierta para que el ganado tenga libre acceso a ese sector. Hay momentos en los que la disponibilidad de pasto es superior a la posibilidad de que los animales lo consuman. En estos casos, se puede usar el excedente de pasto de las calles para heno o silaje, siempre cortando hacia el final de la tarde. Lo que no se debe hacer es perder el alimento disponible en los caminos.

### 8.5.4 - ALTURA DEL REMANENTE

En PRV, la escala de prioridades de protección es suelo-planta-animal. Esto se debe a que los tiempos de recuperación, ante algún disturbio, son inversamente proporcionales al orden anterior propuesto: es más rápido y más fácil recuperar un animal que enflaqueció, por ejemplo, que elevar el tenor de MO de un suelo mal manejado. Por lo tanto, el primer principio a observar es que el suelo jamás quede descubierto, expuesto a las radiaciones solares directas que oxidan la MO.

Existen dos escuelas en fisiología vegetal en lo referente a la altura que debe tener el remanente después del pastoreo: la que considera que el índice de área foliar - IAF - remanente es el principal factor para el rebrote, y la posición de Voisin, apoyada en trabajos de Hughes, Klapp y, más recientemente, de Mc Guirre y Wilson, que postula que las reservas acumuladas en las raíces y en la corona de las plantas son responsables del rebrote de las pasturas. Esta última es la posición que adoptamos. Cuando se deja un remanente alto para contemplar el IAF, se mantiene una porción de tallos que tienen una capacidad fotosintética mínima o nula, pero que poseen una actividad respiratoria normal. Esto provoca un balance energético negativo justo en el momento en que la planta se está recuperando del estrés del pastoreo. En otras palabras, la planta, además de movilizar energía para el rebrote, cede energía para la respiración de la masa de tallos y

hojas remanentes, comprometiendo el vigor del rebrote y reduciendo la producción del tapiz vegetal, con lo cual se pierde buena cantidad de MS.

Cuando, al contrario, el pastoreo es a fondo y no queda (o queda poco) remanente aéreo, las reservas de las plantas son movilizadas esencialmente para el desarrollo de las yemas y meristemas de rebrote. Hughes (1937, apud Voisin, 1960) estudió, durante cuatro años, la influencia combinada de la altura del remanente y la frecuencia de corte sobre *Poa pratense*, comparando cortes efectuados cada 10 y 40 días, con y sin fertilización, a 19 y 70 mm de altura. Los resultados están en el cuadro 8/1, y muestran la irrefutable superioridad del pastoreo al ras.

CUADRO 8/1 - INFLUENCIA COMBINADA DE LA ALTURA Y LA FRECUENCIA DE CORTE SOBRE *POA PRATENSE*, MEDIA DE CUATRO AÑOS (IOWA, USA).

Fertilización	Frecuencia de corte	Altura del corte sobre el nivel del suelo	Rendimientos medios 1933 a 1936, en kg MS/ha
Sin fertilizante	10 días	19 mm	1326
		70 mm	715
	40 días	19 mm	1626
		70 mm	1053
Con fertilizante	10 días	19 mm	1714
		70 mm	1200
	40 días	19 mm	2045
		70 mm	1615

FUENTE: Hughes, 1937, en Voisin, 1960.

Sin embargo, cuando se trata de un pasto recién sembrado, es posible que sea más conveniente dejar un remanente más alto para proteger el sistema de reservas. En este caso, la masa vegetal remanente, incluidos los tallos, tienen capacidad fotosintética, y entonces el IAF pasa a tener un rol importante en el rebrote. También se aplica esta excepción a los casos en los que se realiza un pastoreo sin dar el tiempo de reposo necesario para la correcta acumulación de reservas; si el pasto ha sido comido muy tierno, el remanente también tendrá capacidad de fotosintetizar. Como se ve, no hay reglas fijas, y las decisiones de manejo son el producto de un razonamiento dialéctico.

Forma parte del "folclore" del manejo de las pasturas la llamada "ley del puño", según la cual la altura del remanente debe ser igual a la altura de un puño. Más allá del error fisiológico que ya fue explicado, resulta difícil saber si se refiere a un "puño" de 5 o de 10cm... La altura del remanente, por lo tanto debe ser mínima, respetando el indispensable sombreado del suelo. En las plantas rizomatosas y en las estoloníferas, el pastoreo es siempre rasante. Algunas plantas (pocas) tienen sus yemas o meristemas de rebrote solamente en las partes aéreas, situación en la que el remanente debe ser lo suficientemente alto como para atender a esa morfología específica. Cuando existen dudas, la me-

mejor conducta es arrancar una planta entera y examinar si posee yemas subterráneas o en la corona, y en función de eso establecer el manejo a realizar.

### **8.5.5 - PLAGAS Y ENFERMEDADES**

En 38 años de PRV del proyecto Alegría, con excepción de las hormigas cortadoras que infestaban las pasturas en los años iniciales del proyecto, jamás tuve plagas o enfermedades en los pastos. Según Chaboussou, los parásitos atacan las plantas nutricionalmente desequilibradas. Por lo tanto, en pasturas bien manejadas, no existe el ambiente propicio para las plagas y enfermedades. Sin embargo, suele ocurrir que en el inicio de un proyecto el suelo aún se encuentre intoxicado por el uso previo, a lo que se suma la posibilidad de que los vecinos usen fertilizantes solubles y agrotóxicos, situaciones ambas que favorecen un ambiente para la proliferación de los parásitos. En este caso, es posible que esas plagas y enfermedades pasen a las pasturas del proyecto recién implantado. La conducta para afrontar estas situaciones excepcionales es la siguiente: 1- pastorear inmediatamente las parcelas atacadas, independientemente del tiempo de reposo. Es la excepción. Al consumir el pasto con el ganado, los parásitos pierden su alimento, y el sol directo los elimina; 2- el ataque puede ser tan intenso que el ganado existente no sea suficiente para comer todo el pasto afectado. En ese caso, se utiliza algún producto biológico (jamás un agrotóxico de síntesis química) con la modalidad del control perifocal, es decir, identificando el foco, y efectuando la aplicación desde la periferia hacia el centro. Las hormigas cortadoras pueden ser controladas con el uso de cebos con hormiguicidas, u otros tratamientos localizados en el área del hormiguero. Cuando se mejora el nivel de humus, las hormigas cortadoras no afectan las pasturas (observación personal en el proyecto Alegría).

### **8.5.6 - MANEJO ALTO-BAJO**

Hay campos que presentan algunas áreas deprimidas que pueden encharcarse en períodos lluviosos pero se mantienen secos el resto del año. Estos sectores, en lugar de ser despreciables, presentan de cierto modo alguna ventaja. Durante la época de lluvias, se utilizan las parcelas de las zonas más altas y más secas; durante la sequía, se usan las parcelas más bajas, con más humedad, en las que la pastura se encontrará más tierna. Es el manejo alto-bajo.

### **8.5.7 - LO "PEQUEÑO EN LO GRANDE"**

Como se verá en la sección 8.6, la base de la compensación de las fluctuaciones estacionales es la henificación o ensilaje de los excedentes de pasturas de primavera-verano, o de la estación lluviosa, según las condiciones climáticas zonales del proyecto. En áreas tropicales con estación de lluvia definida, el uso de la caña de azúcar en pastoreo directo es una alter-

nativa. Hay algunos casos, sin embargo, en los que el productor cuenta con una superficie extensa, pero desea implantar un proyecto PRV sólo en una parte del campo. Imaginemos un ejemplo: un campo de 2.000ha en el que el productor implanta un proyecto PRV sobre 500ha. En esas 2.000ha, con manejo extensivo, el campo soportaría una carga equivalente a 2.000 cabezas. Implantando un PRV en 500ha, sobre esta superficie y en la madurez del proyecto, se pueden tener, supongamos, 2.000 cabezas, con lo cual la receptividad total pasaría a ser de 3.500 cabezas (1.500 del área sin PRV + 2000 del área de proyecto). En los períodos de abundancia de pasto, las 3.500 cabezas pueden manejarse solamente en el proyecto PRV (luego, la infraestructura de hidráulica, caminos, tamaño, número de parcelas y otros, deben ser previstos para 3.500 cabezas y no para 2.000). Durante ese tiempo, las 1.500ha convencionales estarán en reposo y diferidas. A medida que comienza a escasear el pasto del proyecto PRV, los animales vuelven al área diferida, pasando allí el período de reducción de disponibilidad de alimento motivado por la fluctuación estacional de la producción forrajera. Es una manera de resolver la fluctuación de la producción forrajera, sin tener que variar la carga, sin necesidad de ventas, ni de usar ningún método de conservación de la forraje, siempre trabajosos y costosos. Además, es una forma de elevar la carga total del campo y en consecuencia, el resultado económico. Es lo "pequeño en lo grande".

### 8.5.8 - EL USO DEL FUEGO

Son innumerables los daños producidos por la quema de los campos. Por sobre todas las cosas, esta práctica es un severo emisor de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, contribuyendo al agravamiento del "efecto invernadero", pues cada kilogramo de materia seca quemada emite 1,9kg de CO<sub>2</sub> (fotos 46 y 47). Si el material quemado (la pastura y el resto de la vegetación) pesa la modesta cifra de 0,2kg/m<sup>2</sup>, la emisión resultante será de 3,67t CO<sub>2</sub>/ha en cada quema. Quien arroja un fósforo para quemar un campo debe saber que está contaminando el ambiente innecesariamente. Pero la quema no tiene sólo ese efecto deletéreo. Al reducir la cobertura vegetal, el suelo se expone a la erosión, y se afecta su tenor de MO; el sobrecalentamiento de la camada superficial destruye lombrices, bacterias, hongos, protozoarios, algas y otros organismos vivos, y la vida silvestre (Rodale, 1946); no sólo destruye las semillas más sensibles de buenas especies forrajeras, sino que produce también la escarificación de las de especies arbustivas, estimulando su emergencia, como es el caso de la chilca (*Dodonea viscosa* Jacq) (Gonçalves, 1993). Por el contrario, cuando el exceso de pasto lignificado es cortado y dejado en descomposición en el suelo, hay una producción de MO, que es el principal reservorio de C atmosférico. Se puede, así, en lugar de contaminar y destruir, usar el mismo material y generar un producto siempre deseable como es la MO. No se puede argumentar con el

problema del costo, porque si la actividad pecuaria no permite el gasto de la desmalezada, la solución es otra, bien distinta de la destrucción de la naturaleza.

### 8.5.9 CONFINAMIENTO A CAMPO

Los confinamientos convencionales presentan diversos inconvenientes, a saber: un elevado nivel de contaminación atmosférica y del suelo; altos costos de infraestructura, que es fija; mayor proporción de grasa intramuscular y mayor nivel de colesterol en la carne obtenida, comparada con la de bovinos criados en pasturas (García y Casal, 1990); atenta contra el bienestar animal; un balance energético negativo: 10 a 20 cal de energía fósil insumidas por cada caloría producida (Steinhart y Steinhart, 1974); costo: beneficio muy dependiente de los valores de mercado de los concentrados y de la carne. Sin dejar de considerar todo esto, analizaré una situación específica para Brasil. Nussio y Balsalobre (1993) informan que la industria azucarera y de alcohol deja en Brasil, anualmente, un residuo neto superior a 20 millones de toneladas de bagazo *in natura* - BIN - de caña de azúcar. Trabajando con los datos de estos autores, y estimando una ingestión de BIN tratado con hidróxido de sodio del orden del 2,5% del peso vivo (en MS) para bovinos de 300kg que ganan 0,7kg/día, en un período de terminación de 120 días, se deduce que si todo ese bagazo fuese utilizado en la alimentación bovina, habría una producción anual del orden de 4.800.000t de res. Este potencial no puede ser menospreciado. Se estima actualmente una producción anual superior a 150.000t de res, con la utilización del BIN más una mezcla de concentrados. El valor agregado con el aprovechamiento de este residuo, es indiscutible. La utilización por los bovinos es un buen camino. La cuestión es minimizar y aún eliminar los inconvenientes antes enumerados. Un camino seguro en este sentido es el confinamiento a campo, asociado al PRV. Para esto, se puede implantar un proyecto PRV próximo a la fuente de producción, y efectuar la distribución del bagazo mezclado con el concentrado directamente sobre el suelo, sin comederos, debajo del alambre electricado. Cuando se forma barro en el lugar de suministro, o bien después de 10 a 15 días de uso, se cambia de parcela, y así se van utilizando las diversas parcelas del proyecto, que por supuesto deben tener agua, y si es posible, sombra. Esta metodología presenta varias ventajas: los excrementos, que son contaminantes en el confinamiento convencional, pasan a ser factores de incremento de fertilidad del suelo, a través del proceso biocenótico; se respeta el bienestar animal; se produce una calidad de carne superior; se trabaja con un balance energético positivo; es menor la inversión en infraestructura; se obtiene un expresivo valor agregado en el incremento de la fertilidad del suelo; la relación costo:beneficio es más favorable; hay una mejor sanidad de los animales (Pinheiro Machado y de Bargas, 1998).

Se analizó la cuestión de los residuos de la caña de azúcar por que son

los más importantes en Brasil. No obstante, el confinamiento a campo puede ser implantado cerca de cualquier industria de frutas o de alimentos que generen desperdicios utilizables por los bovinos. En la industria de cítricos, por ejemplo, un confinamiento a campo próximo a la planta industrial puede ahorrar el peletizado de la pulpa, dado que el tránsito del producto sería restringido. El confinamiento a campo también puede implementarse con el empleo de granos y/o subproductos, cuando la disponibilidad y los precios justifiquen el uso. También estos ingredientes son distribuidos en el suelo, bajo el alambre electrificado, sin la utilización de comederos (foto 48).

### 8.5.10 - EFECTO SALIVA

En 1974, Reardon et al., de Texas A&M University, realizaron una investigación de gran significación para la eficiencia productiva de las plantas pastoreadas por bovinos, ovinos y caprinos. Ellos encontraron que la saliva de estos animales tiene constituyentes que aumentan el rendimiento del rebrote del pasto en hasta un 44%. El agente responsable de ese aumento de producción es la tiamina presente en la saliva, en una concentración de 10 ppb (0,01 ppm).

El pasto utilizado en el experimento fue una gramínea [*Bouteloua curtipendula* (Michx) Torr] que se multiplica por semilla y también se propaga por rizomas. Alcanza 1 m de altura, detalle importante para entender una aparente contradicción entre los resultados de Reardon et al. y nuestras recomendaciones en cuanto a la altura del remanente.

En el ensayo fueron comparados, básicamente, el efecto de la saliva y de la tiamina pura en dos frecuencias de corte (tres y seis semanas) y dos alturas de remanente (7,5 y 15 cm).

Los mayores efectos de la tiamina se observaron con la tiamina aplicada sobre la planta, en cortes con frecuencia de seis semanas y remanente de 15 cm, en los que el aumento de producción fue del 40%; con tiamina aplicada en el suelo, con frecuencia de tres semanas y remanente de 15 cm, el aumento fue de 38%. En cuanto a la saliva, el mejor desempeño se obtuvo en el tratamiento con frecuencia de corte de tres semanas y remanente de 15 cm, que arrojó un incremento de producción del 44%; para la frecuencia de 6 semanas y el remanente de 15 cm, el aumento fue de 23%, y con remanentes de 7,5 cm, los aumentos fueron menores en todas las frecuencias, variando entre 3 y 8%.

Por el diseño experimental y por las características botánicas de la especie trabajada, es coherente que los rebrotes con remanente de 15 cm hayan tenido resultados superiores a los de 7,5 cm. Es que el estadio vegetativo de las plantas, por la frecuencia de corte, siempre fue anterior al punto óptimo de reposo, pues a los 30 días, relata el experimento, las plantas fueron transplantadas, y a partir de allí se contabilizaron los plazos de seis y tres semanas. En ese estadio vegetativo, el sistema de reservas aún

no estaba preparado para el rebrote; los tallos del remanente, jóvenes aún, poseían una buena capacidad fotosintética, por lo cual el rebrote se debió, básicamente, a la actividad del área foliar remanente.

Reardon et al concluyeron: "el animal pastando provoca un estímulo en el crecimiento de la planta por la deposición de saliva durante el pastoreo". Y agregan "Las plantas responden a ambas, a la saliva y a la tiamina, cuando crecen en suelos de baja fertilidad. Plantas que crecen en arena y son tratadas, tanto con saliva bovina como con tiamina, tuvieron rendimientos significativamente más altos de forraje que plantas con el mismo tratamiento, pero crecidas en un suelo arcilloso más fértil".

En nuestros proyectos, con pastos de menor porte que el *B. curtipendula*, y tal vez más "domesticados", el efecto saliva ha sido notable en pastoreos a fondo, con remanente mínimo, cuando el rebrote se da, básicamente, a expensas de las reservas de las raíces. Es una buena técnica de manejo, siempre que se corta el pasto para heno o silaje, colocar en el potrero después del corte un rodeo de animales, con doble finalidad: producir el efecto saliva para un rebrote más intenso, y corregir, aunque parcialmente, la laceración producida en las plantas por las desmalezadoras de cuchillas.

Sobre este tema, Klapp (1977), refiriéndose a un ensayo de Bosch/te Velde, 1958, que comparaba producción de pasto con corte y con pastoreo, dice textualmente "... la superioridad de la producción del régimen de pastoreo corresponde a todo lo que en este sentido se conoce... En algunos ensayos aún no publicados, continúa Klapp, sobre la utilización por medio de pastoreo y corte con igual frecuencia, se observaron los efectos desfavorables del corte"... Por cierto, la diferencia a favor del pastoreo se debió al "efecto saliva", desconocido en la época de los ensayos, ya que la última edición de la obra del sabio alemán es de 1971, y las investigaciones de Reardon se publicaron en 1974.

### 8.5.11- EFECTO SEQUÍA

Las sequías prolongadas o periódicas producen efectos deletéreos en la pastura que se traducen, principalmente, en la limitación del crecimiento de las plantas y en la tendencia fisiológica a la fructificación precoz y a la lignificación de la celulosa. Esto resulta en una pastura de menor calidad. En situaciones extremas, puede ocurrir la muerte de las plantas.

Además de esto, hay una consecuencia poco estudiada y que, desde el punto de vista del manejo racional de los pastos, tal vez sea la más importante: la limitación del desarrollo de la biocenosis y aún su paralización, con efectos nocivos sobre la mineralización de la MO, de la bosta (que se momifica en lugar de mineralizarse) y sobre la población de lombrices, dependientes de la humedad del suelo para sobrevivir. La primera reacción de las lombrices es migrar hacia camadas más profundas, y en caso de que persista la falta de humedad en el suelo, entrar en latencia.

La intensidad del efecto perjudicial de las sequías sobre la pastura es

inversamente proporcional al nivel de MO en el suelo. Esto significa que suelos que tuvieron agresión reciente son más sensibles a la acción negativa de la sequía, pues esa agresión reduce el tenor de MO. Hay que recordar que 1 kg de MO absorbe, por el efecto esponja, hasta 13 kg de agua. Esta retención de humedad le confiere al suelo una mayor resistencia a los efectos de la sequía, volviendo más lenta la pérdida de humedad en los suelos ricos en MO. Los suelos cuya cobertura vegetal sufrió la acción del fuego se tornan particularmente sensibles a las sequías.

#### **8.5.12 - EFECTO PODA**

En períodos de sequía, y también en suelos de muy baja fertilidad, puede ocurrir un crecimiento muy lento de la pastura, que hace que las señales indicativas del punto óptimo de reposo no aparezcan, o no sean muy nítidas. Cuando esto ocurre y se tienen parcelas con tiempos de reposo superiores a 120 días, aún cuando el punto óptimo de reposo no sea visible, se debe dar un pastoreo a fondo para estimular el rebrote. Es lo que yo llamo "efecto poda".

La esencia del manejo es asegurar al sistema radicular un correcto mecanismo de restablecimiento de reservas, y obtener de la parte aérea la mayor y mejor producción de pasto.

Como se ve, el manejo de la pastura es un proceso dinámico, y no admite ninguna receta o esquema. Demanda observación y evaluación permanentes, para que, a partir de ellas, surjan las conductas de manejo.

Acostumbro decir que el manejo es simple, pero no es fácil.

#### **8.5.13 - EL EFECTO AJEDREZ**

En un proyecto bien manejado, hay parcelas con diferentes tiempos de reposo, desde aquellas recién pastoreadas, hasta las que reúnen las condiciones para el pastoreo. Los pastos con diferentes estadios vegetativos, correspondientes a diferentes tiempos de reposo, tienen sus hojas con coloraciones diferentes: desde las pálidas de las parcelas recién usadas, hasta el verde oscuro del pasto en su punto óptimo de reposo (fotos 49 y 50).

Considerando una pastura bien manejada, esos potreros se distribuyen irregularmente en el proyecto, presentando un aspecto semejante al de un tablero de ajedrez. Es lo que denomino "efecto ajedrez", sinónimo de un proyecto bien manejado. Si, por el contrario, la coloración de los potreros es uniforme, hay una mala señal: ciertamente no se está ejercitando el "arte de saber saltar", y los tiempos de reposo no están siendo respetados. El proyecto está mal conducido.

#### **8.5.14 - METEORISMO**

También denominado timpanismo, es una grave perturbación digestiva

que puede llevar al rumiante a la muerte. Es un disturbio digestivo muy antiguo, ya descrito por los romanos en el principio del primer milenio. La causa principal es la formación de una espuma estable en el rumen, que retiene los gases producidos durante la fermentación en pequeñas burbujas rodeadas de un halo viscoso, dentro de la masa de alimentos en el retículo del rumen. El gas acumulado, al no poder ser expelido mediante la eructación, desencadena el cuadro sintomático típico que comienza con una dilatación visible en el flanco izquierdo. Si no se interviene en ese momento, la dilatación aumenta, la respiración se acelera, el animal se agita, camina para atrás, se echa hasta no poder levantarse y detiene la respiración. Si hasta ese momento no se realiza una punción en el rumen para permitir la salida de los gases, el animal muere. Esta perturbación digestiva ocurre por factores genéticos, alimenticios, ambientales y de manejo. Hay animales que presentan un meteorismo subclínico, con reducción del consumo y de la ganancia de peso. La alfalfa y los tréboles blanco y rojo son las especies que tienen niveles más altos de la llamada proteína 18S responsable del problema. La vigilancia del humano operario en la primera hora de pastoreo en estas pasturas es fundamental. Si algún animal se hincha en el flanco izquierdo, hay que socorrerlo inmediatamente. Actúan como factores predisponentes los días nublados, el viento norte, el forraje con poca fibra, animales hambrientos que entran en parcelas con plantas predisponentes, pastoreo en las primeras horas matutinas con el pasto mojado por el sereno nocturno, predisposición genética. Por medio de la selección de los animales resistentes, se puede, a largo plazo, minimizar los efectos deletéreos del meteorismo.

### 8.6 - COMPENSACIÓN DE LAS FLUCTUACIONES ESTACIONALES

Las pasturas, independientemente de su composición botánica y del lugar donde vegetan, tienen una producción forrajera diferenciada a lo largo del año. La especie forrajera y las condiciones climáticas son los dos principales factores que determinan esa producción diferencial. El diagrama del gráfico 8/1 refleja una situación específica, pero que en líneas generales, representa lo que ocurre en cualquier ambiente y en todas las especies forrajeras: siempre habrá un momento de abundante oferta de pasto, y otro en que la misma se reduce o cesa.

La carga animal de un proyecto PRV es calculada en función de la evolución de la disponibilidad forrajera. Es indispensable que el proyecto fije la carga de acuerdo con esa oferta. Como la disponibilidad fluctúa a lo largo del año, se impone la necesidad de compensar los períodos de carencia.

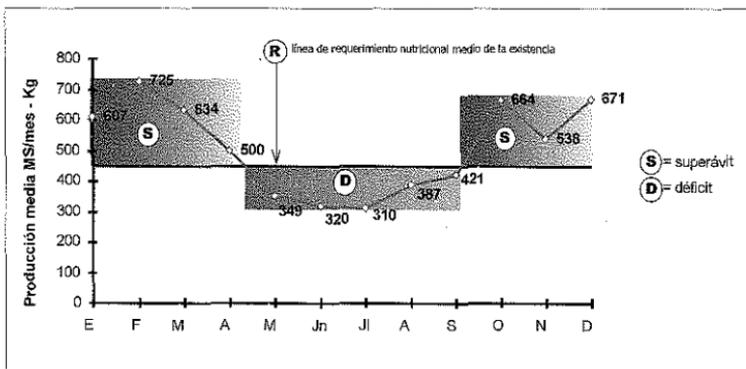
La regularidad de la producción dependerá de la estabilidad de la oferta de alimentos a lo largo del año.

La producción de pasto varía cuali y cuantitativamente en función de diversos factores: manejo, ubicación geográfica (latitud), variaciones climáticas, fertilidad del suelo, composición botánica, estación del año y

condiciones generales del campo: agua, sombra, topografía y factibilidad de trabajos mecanizados.

Por otro lado, la demanda y la necesidad de los animales no presenta grandes variaciones a lo largo del año. Se pueden, aún, considerar similares. Si la producción de pasto es variable y las necesidades son constantes para una misma carga, habrá épocas del año en que haya exceso de alimento y, otras, en que haya falta.

Gráfico. 8/1: Fluctuación de la producción de MS/ha en campo nativo en los diferentes meses del año en EMBRAPA/CPPSUL/Bagé, RS, entre 1985-1988.



Fuente: Datos primarios : EMBRAPA/CCPSUL, 2001; Salomoni, 2001. Cálculo y curva, LCPM/PADC, 2003.

El gráfico 8/1 expresa una situación real para el promedio de los años 1985-1988 de la producción de MS/ha en campo nativo, en Bagé-RS. Se trata, pues, de una situación muy específica. No obstante, en cualquier otra situación de clima, suelo, composición botánica de la pastura y manejo, la forma de curva no diferirá significativamente. La cuestión es cuantificar el período de carencia (déficit D) y cubrirlo a partir del excedente (superávit S) de la propia pastura. La línea horizontal (requerimiento R) representa el requerimiento nutritivo medio del rebaño durante el año.

La forma de la curva (con épocas de exceso y períodos de escasa o nula producción) puede ser considerada universal. Por ejemplo, en el área tropical brasilera, hay una exuberante producción de pasto en la estación de lluvias, producción que disminuye a medida que avanza la sequía, hasta la paralización. En los regímenes extensivos, en cualquier latitud, cuando no hay producción de pasto los bovinos pasan a nutrirse del alimento mas caro del mundo, que es su propia carne, como ya había destacado Hammond en la década del '50. En esas circunstancias, los bovinos llegan a perder el 50% del peso que habían adquirido en el período de abundancia de pasto.

Para mantener la misma alta carga a lo largo del año, con las pequeñas variaciones propias de la actividad (ventas, destete, pariciones), se debe disponer de mecanismos capaces de suplir las faltas motivadas por las razones antes mencionadas.

La cantidad de reservas a confeccionar es función del número de días para suplementar y del número de UGMs. Se considera que una UGM consume 12 kg MS/día. Para ejemplificar, suponiendo una existencia de 350 UGMs a alimentar durante un período de 90 días (calculados a partir de las informaciones meteorológicas que indican el lapso en que podrá haber reducción en la disponibilidad de pasto en los potreros, variable para cada situación), el cálculo de necesidades es:

$$350 \text{ UGMs} \times 12 \text{ kg MS} \times 90 \text{ días} = 378.000 \text{ kg o } 378 \text{ t MS}$$

Si la compensación se hiciera con heno o silaje (siempre del excedente de la propia pastura), y si el heno tuviera 90% de MS, y el silaje, 35% de MS, el cálculo de la cantidad de reservas será:

$$\begin{aligned} * \text{ para el heno, } & 378 \text{ t} / 0,90 = 420 \text{ t} \\ * \text{ para el silaje, } & 378 \text{ t} / 0,35 = 1.080 \text{ t} \end{aligned}$$

Para las condiciones medias de Brasil, Argentina y Uruguay, el período deficitario, también promedio, motivado por latitud, temperatura, humedad, fertilidad del suelo, composición botánica, varía entre 90 y 120 días. Por lo tanto, como se vio, el cálculo de la cantidad de alimento (MS) a complementar es igual al producto del número de días (90 a 120), por el número de UGMs total del proyecto en el año, por 12 kg. Esta es la situación de la compensación de la fluctuación estacional, exclusivamente con el excedente de la propia pastura en su período de crecimiento máximo, y que, sin duda, es el medio más eficiente de suplir el déficit de determinados períodos del año. Puede, también, existir alguna fuente externa de alimento, como verdes, rastrojos, residuos industriales u otros. En estos casos, se eleva la línea de requerimientos medios, con el consecuente aumento de carga en el proyecto.

Hay situaciones puntuales en las que la fluctuación estacional es mínima, o aún inexistente.

Para seguir la sistemática propuesta por Voisin, dividiré los métodos para compensar las fluctuaciones en internos y externos.

**Métodos internos** - Son aquellos que no dependen de recursos ajenos a la unidad de producción.

- El método más simple, pero también más problemático por las condiciones de mercado, es el de la fluctuación de la carga: cuando escasea el pasto, se baja la carga; cuando abunda, se vuelve a poblar el proyecto. Es innecesario comentar los inconvenientes de este procedimiento, que sólo puede ser usado en proyectos de engorde. En el caso de

la producción lechera, se debe estacionar la parición, de manera tal que las vacas paran en el inicio de la estación de alta producción de pasto, y cumplan el descanso de lactancia en el período de carencia de pasto. Es la rutina utilizada en Nueva Zelanda, país que puede aplicar este método porque tiene preparada su industria láctea para la elaboración de leche en polvo, cuya mayor producción es exportada.

- En las regiones de estaciones climáticas definidas, donde predominan las especies estivales y el déficit de pasto se produce en invierno, la introducción de especies invernales puede compensar, por lo menos en parte, la fluctuación productiva. En esas circunstancias, hay dos períodos críticos: la transición de las especies estivales a las invernales (abril, mayo) y de las invernales a las estivales (octubre, noviembre). Es necesario insistir en que las épocas del año y la intensidad de la fluctuación varían de región en región, correspondiendo al productor adecuar el manejo a su condición específica.
- Otra alternativa es el diferimiento de parcelas para ser consumidas en el período de déficit. Es un procedimiento simple, pero presenta el inconveniente de la reducción del valor nutritivo del pasto seco y pasado, especialmente si se trata de especies C4. Las leguminosas, cuando son diferidas, pierden menos valor nutritivo que las gramíneas.
- Finalmente, el método más utilizado universalmente: cortar el excedente de producción de pasto y transformarlo en reservas, bajo la forma de heno o silaje. La henificación (foto 51 y 52) es un proceso más simple, y su limitación, además de la presencia de piedras en el campo, está en las condiciones climáticas en el momento de la cosecha: si coincide con la estación lluviosa, se debe usar el ensilaje. Cuando se opta por el silaje, este debe ser hecho con el excedente de la pastura, en pequeños silos localizados en la misma parcela cortada, de modo tal de reducir los costos de transporte en el momento de su utilización por los animales. Es una buena técnica dejar deshidratar el pasto hasta que tenga 30 a 35% de MS. El pasto cortado en el período de la tarde tiene mayor tenor de azúcares solubles (Vaughan, 2001). No se debe olvidar que una buena compactación del pasto es esencial para obtener un buen silaje.

Tanto para el heno como para el ensilaje, hay que recordar:

- en la medida en que mejora el nivel de MO del suelo, se reduce el período de compensación;
- el pasto cortado debe estar en su punto óptimo de reposo y nunca se debe usar pasto pasado. Siempre la calidad del heno o del silo dependen de la calidad del material utilizado;
- el pasto debe ser cortado preferentemente en el período de la tarde,

para aprovechar su mejor composición en carbohidratos no estructurales;

- después del corte y la elaboración de las reservas, se debe proceder al "efecto saliva", para tener un rebrote más vigoroso;
- en áreas pedregosas, la henificación y el ensilaje son inviables.

**Métodos externos** - consisten en efectuar la compensación con recursos externos al área de pastoreo con PRV.

- En grandes superficies, donde la división con PRV ocupe sólo una parte del campo, se puede usar el área restante como reserva. La misma es diferida y usada en pastoreo extensivo con el ganado del proyecto, durante el tiempo en que las parcelas con PRV estén en reposo para alcanzar su punto óptimo, con producción de MS limitada. Es el diferimiento "lo pequeño en lo grande", descrito en la sección 8.5.7.
- Verdeos o cultivos anuales - Son cultivos convencionales de especies forrajeras de alta producción /ha, manejadas para ser usadas como pasto de corte, o en pastoreo directo. Hay diversas alternativas de uso, pero la mejor, siempre que sea posible, es el pastoreo directo.
- Compra de alimento - Es una alternativa de alto costo financiero. Debe ser usada en situaciones extremas. No obstante, puede ser recomendada cuando existe en las proximidades del proyecto, disponibilidad de residuos industriales, como pulpa de citrus y otros. Estos recursos pueden ser usados cuando el costo de flete lo justifica, y cuando no hay riesgos de contaminación por agrotóxicos o aditivos alimentarios. Hay situaciones en que la disponibilidad de granos puede justificar su uso. En este caso, es oportuno tener en cuenta: - los granos, aún cuando sean molidos, deben ser distribuidos directamente en el suelo, bajo el alambre electrificado; - el período de adaptación de la flora ruminal para el mejor aprovechamiento digestivo de los granos lleva cerca de 15 días; - para que todos los animales del lote puedan comer simultáneamente, se debe prever un "frente" de distribución equivalente a 0,7m por cabeza para animales en crecimiento, y 1,00m para animales en terminación, vacas lecheras y de carne; - observar lo que se consigna en la sección 8.5.9. Es necesario suplementar con un alimento voluminoso.
- Uso de rastrojos - Cuando la propiedad también tiene cultivos agrícolas, sus rastrojos pueden ser utilizados en la compensación de la fluctuación. Los rastrojos de maíz y sorgo son particularmente útiles para ese fin.

- Heno y silaje en áreas fuera del proyecto - A efectos de calcular las cantidades necesarias se procede como se vio en el uso de estos recursos, como método interno. El problema de esta modalidad es la dificultad de transporte y el costo. Una buena alternativa para propiedades que poseen equipos de henificación es trabajar en propiedades vecinas, cobrando la confección con parte de la producción (normalmente, 50 a 60% del heno producido). El heno llevado al proyecto, además de incorporar fertilidad, refuerza las reservas para los períodos críticos.

Cuando el método de compensación estacional empleado implica distribución de alimentos en los potreros, es una buena técnica aprovecharlos para incrementar la fertilidad de las parcelas con suelo más pobre (distribuyendo allí los rollos, fardos o pulpa de citrus, por ejemplo) y también para sembrar especies mejoradoras (por ejemplo, hacer heno de lotus y/o alfalfa semillados, y darlo en las parcelas de menor fertilidad).

En las regiones en las que las condiciones climáticas permiten, con temperaturas adecuadas, prácticamente sin heladas y con inviernos con poca o ninguna precipitación, se puede usar la caña de azúcar como recurso forrajero. Para el cálculo del área a cultivar con caña de azúcar, se considera que una UGM come 25 kg de caña entera por día. El manejo es hecho con pastoreo directo, al que le sigue un corte con desmalezadora, y, por fin, nuevamente pastoreo para el beneficio del efecto saliva (fotos 51 y 52). El área a cultivar es igual al producto del número de UGMs por 25 y por el número de días a suplementar, dividido por la productividad prevista de la caña de azúcar. Por ejemplo, para suplementar 500 UGMs por un período de 90 días, si la producción de caña prevista fuese de 100 t/ha, se tendrá:

$$\frac{500 \times 25 \times 90}{100\,000 \text{kg}} = 11,25 \text{ ha}$$

Es una buena técnica, en la división del área del proyecto, prever los potreros que se sembrarán con caña de azúcar adyacentes a bebederos, lo cual simplifica el manejo posterior en el pastoreo. Si es posible asociar a la caña alguna leguminosa trepadora (voluble o arbustiva) como soja perenne, centrosema, siratro, guandu, leucaena y otras, se logra una situación mejor. Como se trata de una dieta con alto porcentaje de fibra, es oportuno agregar urea a la mezcla mineral, hasta un máximo del 30% de la mezcla, con los cuidados necesarios para prevenir intoxicaciones.

Donde el clima lo permite, se puede usar pasto elefante, también en pastoreo directo, desmalezando bien bajo después del uso en caso de que el ganado no lo coma bien al ras. Se le da un último pastoreo a comienzos del otoño o de la sequía, volviendo a usarlo cuando el rebrote lo permita. Para pasar el invierno o la sequía debe dejarse un mínimo de parte aérea

para reducir las pérdidas energéticas por respiración, y permitir que las plantas dispongan de buenas reservas para un rebrote vigoroso.

Los productores que, además del proyecto PRV, tienen producción estival de granos (maíz, sorgo, soja) y necesitan cubrir el suelo con un cultivo invernal, pueden realizar la compensación, parcial o totalmente, con la siembra de centeno, avena, rye grass, vicia, juntos o puros, en las áreas agrícolas. Una posibilidad sería, inmediatamente después de la cosecha del grano, hacer una siembra directa de las especies mencionadas. Cuando el verdeo alcanza el punto óptimo de reposo puede ser usado por el ganado en pastoreo directo, dividiendo por sectores con alambrado eléctrico para un buen manejo. Después del primer pastoreo, se vuelve a esperar el punto óptimo de reposo para usarlo del mismo modo, tantas veces como sea posible. Es conveniente sembrar sectores escalonando las fechas de siembra para tener condiciones de pastoreo a lo largo de todo el período sin interrupciones. El uso de estos verdes debe suspenderse 25 días antes de la fecha de siembra del nuevo cultivo de granos para permitir la recomposición del suelo (Daga, 2003), aunque hay productores que siembran inmediatamente después de la salida del ganado. Dos cuidados mejoran la eficiencia de uso de estos pastos, más allá de la división del área en piquetes, parcelas o franjas: lotes de hasta 200 cabezas e instalación de una infraestructura permanente de agua, calculada para abastecer 50l/UGM/día, pues el verdeo de invierno aporta buena cantidad de agua. A efectos del dimensionamiento del cultivo, se puede considerar que la avena produce entre 10 y 15t de pasto, lo que equivale a cerca de 170 a 300 raciones o comidas/ha, esto es, para un período de compensación de 100 días, se puede calcular de 2 a 3 UGM/ha de cultivo. Estos son números indicativos, que deben ser ratificados por la asistencia técnica.

Un recurso que puede ser movilizado, pero que tiene corta duración, son los rastrojos de algunos cultivos, entre los cuales el maíz es particularmente importante, porque el tallo es macizo, con buen porcentaje de carbohidratos no estructurales, y además siempre quedan granos en el suelo y algunas espigas.

Existen otros recursos que pueden ser usados en la compensación de las fluctuaciones estacionales de la producción forrajera y que, naturalmente, deben ser movilizados. Lo que no se puede, bajo pena de graves consecuencias, es elaborar un proyecto sin la previsión de la compensación de estas fluctuaciones.

Por fin, es imperioso insistir en que la producción (de carne, leche, lana o cualquier otro producto) hecha sobre la base de pasto, es un proceso que se basa en la transformación del pasto en producto, y que sólo es posible mantener un ritmo uniforme, se existe un abastecimiento también uniforme de materia prima: el alimento. Subestimar las fluctuaciones estacionales de pasto es cometer un error fatal para el éxito del proyecto.

# 9

## Los animales y su manejo

*El animal es el juez supremo de cualquier método de explotación de los pastos*

*André Voisin (1903 - 1964)*

El manejo racional de los pastos implica una asociación íntima entre la conducta humana, los animales y la pastura. No se pueden disociar estos tres integrantes que, junto con el suelo y el ambiente, conforman el mundo de relaciones, de cuya administración resultará el producto, positivo o negativo, de la actividad pecuaria. Es tan simple como eso, sin ser fácil.

La primera regla a observar es el respeto al bienestar animal. Por razones éticas obvias y también porque el respeto al bienestar está asociado a la productividad (Smith, 1998) y a la calidad biológica del producto: carne, leche, huevos y otros. Junto a esta condición está la buena integración humano-animal, cuyos reflejos siempre son favorables.

El manejo Voisin, denominación aquí adoptada para el manejo racional de los pastos, con el permanente cambio de rodeos en las parcelas en uso, bajo el comando humano, es el producto de observaciones sobre el comportamiento del bovino frente a la pastura, y de las reacciones de ésta, ante el pastoreo que aquel ejerce. De allí resulta la conclusión fundamental de Voisin: **el pasto no debe crecer solo, y el ganado no debe comerlo sin orientación humana.**

En otras palabras, el bovino y el pasto constituyen una asociación íntima y dependiente, actuando uno sobre el otro alelomiméticamente. La presencia del animal es siempre necesaria. Un ejemplo de ello es el “efecto saliva” en el incremento del rebote (Reardon, 1974). Por este motivo, se debe ayudar al pasto en su crecimiento y al bovino en la cosecha del mismo, utilizando los recursos tecnológicos para la modificación de los factores naturales, con el fin de alcanzar mayores y mejores resultados económicos en la producción bovina, sea de carne o de leche, con los indispensables cuidados de protección ambiental.

### 9.1 – COMPORTAMIENTO DE PASTOREO DE BOVINOS<sup>(1)</sup>

“Las vacas siempre prefieren los pastos indígenas” (Voisin, 1957).

Los bovinos, como herbívoros rumiantes, son animales pastadores. El pastoreo pertenece a la categoría del comportamiento ingestivo. Así, se manifiesta en la forma de ciclos comportamentales regulares, que comprenden una fase de apetito (estado motivacional de búsqueda del alimento), una fase de consumo (período de ingestión), y una fase refractaria

<sup>(1)</sup> Extraído de “O comportamento de pastoreio” de Pinheiro Machado (b) (1998).

(con señales de saciedad). La lengua es el principal órgano utilizado en la cosecha del forraje, con la cual el pasto es envuelto, colocado dentro de la boca, presionado con los incisivos inferiores contra el paladar duro, y roto con un movimiento de la cabeza hacia adelante. Los labios son utilizados en la selección de las partes de la planta que serán consumidas. La poca motilidad de los labios de los bovinos, y la ausencia de incisivos superiores, limitan la aprehensión del pasto a, como máximo, 14 – 20 mm del suelo. Por lo tanto, la vaca es capaz de comer un rebrote de 2cm de un pasto cortado al nivel del suelo. Como especie social y gregaria, los bovinos pastan en grupo. Siguiendo ritmos circadianos, concentran dos grandes pastoreos, al amanecer y al atardecer, con pequeños ciclos durante el día y un ciclo en el medio de la noche.

Cuando pastan, los rumiantes establecen una jerarquía en la dieta seleccionada. Esta selección es una respuesta del animal al ambiente, basada en sus tendencias innatas y en las experiencias aprendidas. Los sentidos involucrados en el pastoreo son la visión, el tacto, el olfato y el gusto. Los principales factores que afectan la elección de la dieta son el tamaño y las características de la pastura, la especie y la densidad animal. Cuando se encuentran en sistemas intensivos y controlados de pastoreo, los bovinos cambian su comportamiento selectivo, y no realizan una selección del sitio de pastoreo, pues son movidos por los humanos a la parcela que será pastoreada. Una **estación de pastoreo** es establecida, cuando el animal para, baja la cabeza y comienza a pastar. Allí ocurrirá la selección inter e intra-específica de las forrajeras pudiendo haber competencia entre animales por una estación de pastoreo. En este caso, el animal subordinado se aparta del sitio inicialmente escogido y busca otra estación.

Los bovinos son hedifágicos, esto es, animales que comen por placer, aroma y gusto. Entre las diferentes especies que constituyen una pastura, seleccionan aquellas que más les gustan, y dentro de éstas, las partes más nuevas y tiernas de la planta. En general prefieren los tréboles a las gramíneas. Una vez que ocurrió la **selección de la planta**, proceden a la selección intra-específica por **defoliación progresiva**. El animal prefiere las hojas a los tallos, las partes nuevas a las viejas, y las partes superiores a las inferiores de la planta, o sea, las partes más nuevas, que contienen mayor tenor de nitrógeno, fósforo y energía y menor contenido de pared celular, son usualmente preferidas. Los bovinos tienen una aversión al olor de su bosta fresca. Así, cuanto más rápido se da de la mineralización de la bosta en el suelo, más eficiente será la utilización de la pastura (Pinheiro Machado (h) 1997).

Entre los varios factores que afectan el comportamiento de pastoreo, los más decisivos son aquellos que se relacionan con la pastura. La ingestión de pasto es función del tamaño del bocado, del número de bocados por minuto y del tiempo total de pastoreo. Cuanto más densa y más próxima a una altura de 20 – 30cm sea la pastura, mayor será el tamaño y la tasa

de bocados. La calidad del forraje es un factor determinante para el tiempo de pastoreo y la intensidad de ingestión. Bajo tenor de fibra y mayor digestibilidad del pasto favorece un mayor tiempo de pastoreo, mayor tasa de bocados y mayor consumo. Las características de la pastura (composición botánica, altura, densidad y valor nutritivo) son la consecuencia del manejo de la misma y de las condiciones de clima y suelo. Las mismas características son los principales factores que afectan el tiempo de pastoreo, el tiempo de rumia, el tamaño y la tasa de bocados y la cantidad de forraje ingerida.

Entre un pastoreo y otro, ocurren los períodos de rumia. La rumia es el acto de regurgitación de la ingestión, su remasticación, reinsalivación y reingestión.

Cualquier disturbio inesperado puede interrumpir la rumia y perjudicar la propia digestión ruminal. La alta densidad animal de los confinamientos convencionales puede llevar a disturbios en la rumia de los animales subordinados. La existencia de abrigos en las pasturas, protegiendo a los bovinos del calor en las horas críticas del verano y del viento frío en el invierno, promueve un ambiente favorable a una rumia tranquila.

La situación ideal es aquella en que un animal es capaz de ingerir la máxima cantidad de pasto posible, con la mejor calidad y con la menor selectividad posible. Entre un pastoreo y otro es necesario que tenga agua accesible y abundante y sombra para descansar.

Existe una relación inversa entre el consumo voluntario y el contenido de pared celular (NRC, 1981, figura 9.1). Por lo tanto, los pastos lignificados, además de tener un valor nutritivo más bajo, son ingeridos en menor cantidad, porque el tiempo de rumia es mayor. Ofrecer pasto pasado a los animales es engañar a los animales y a uno mismo, pues la ingestión es menor, y el valor nutritivo insignificante.

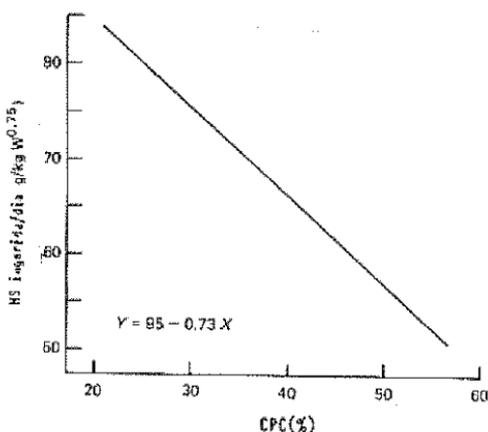


Figura 9.1 - Relación entre la ingestión diaria de MS por los rumiantes y el aumento del porcentaje del contenido de pared celular (CPC) en forrajes templados. La atención a esa curva, que ya tiene más de 20 años, evitaría numerosos errores en el manejo de las pasturas

## 9.2 – PRINCIPIOS GENERALES

En el manejo de los animales en PRV, hay principios que valen para el ganado de carne, para el ganado lechero, y para otras especies como equinos, ovinos, caprinos, búfalos y otras. Son, por eso, principios que deben ser respetados indistintamente y que, en esencia, atienden a las leyes universales (tercera y cuarta ley).

Los animales, dependiendo de la especie y del peso, tienen diferentes demandas de cantidades de alimentos. Por eso es más exacto referirlas a un denominador común, que Voisin llamó Unidad de Ganado Mayor – UGM – y que corresponde a un bovino de 500kg. Los animales son, así, expresados en UGM, de acuerdo con los factores de conversión del cuadro 9.1.

CUADRO 9/1 – FACTORES DE CONVERSIÓN DE DIFERENTES ANIMALES EN UNIDADES DE GANADO MAYOR - UGM.

Animal	Factor de conversión	Animal	Factor de conversión
<b>Equinos</b>		<b>Cerdos</b>	
Con menos de 3 años	0,75	Lechones con menos de 8 semanas	0,02
Más de tres años	1,35	Lechones con menos de 6 meses	0,10
<b>Bovinos</b>		Lechones con más 6 meses	0,25
Terneros con menos de 1 año	0,12	Cerdas y padrillos	0,30
Novillos de 1 a 2 años	0,70	<b>Ovinos</b>	
Toros	1,40	Ovejas con cría al pie	0,10
Novillos de engorde	1,00	Capones	0,10
Vaquillonas preñadas de más de 2 años	1,00	Carneros	0,10
Vacas lecheras	1,00	Corderos	0,05

FUENTE: Schlipf, in Voisin, 1957.

Para bovinos, se convierte a UGM, simplemente dividiendo el peso vivo por 500. Ejemplo, un bovino de 300kg, equivale a  $300 : 500 = 0,6$  UGM.

### 9.2.1 – DOCILIDAD E INTEGRACIÓN

Independientemente de la especie, sexo, raza, edad u origen, la casi totalidad de los animales se adaptan perfectamente al manejo PRV, y como dice Terrera (2002), después de 10 a 15 días, se comportan como perros. El comportamiento de los animales es el reflejo del tratamiento que reciben del humano. El irracional es el animal. Cabe, pues, al humano, tener conducta y actitud amable para con los animales. La integración, que es producto de la conducta humana, resulta de la docilidad de los animales, que pasan a tener un comportamiento diferente y adaptado al nuevo manejo, como el cambio de las parcelas, los movimientos frecuentes y las demás conductas del PRV (fotos 55, 56, y 57).

### 9.2.2 – PRESENCIA DE PERROS

Bajo ningún pretexto se admite la presencia de perros en el manejo de los animales. Los animales se vuelven dóciles, modifican su comportamiento, pero no pierden su herencia atávica: los bovinos ven a los perros como predadores, y por lo tanto, su sola presencia les causa estrés.

### 9.2.3 – ESPECIES COMPATIBLES CON PRV

A lo largo de este libro, las referencias hechas corresponden a la especie bovina (carne o leche) porque la casi totalidad de los proyectos PRV está destinada a bovinos. Los principios de manejo de los pastos, sin embargo, valen para otras especies, como búfalos, ovinos, caprinos, equinos, porcinos, gallináceos, pavos, ñandúes y avestruces. Naturalmente, son necesarios los respectivos ajustes en cuanto a alambrados, bebederos, instalaciones y manejo de los pastos y de los animales (fotos 58, 59 y 60).

### 9.2.4 – ORGANIZACIÓN DE LOS RODEOS O LOTES

Los mejores resultados son obtenidos cuando el manejo se hace, como mínimo (también es el más práctico) con dos lotes: uno de despunte, con los animales de mayores exigencias nutricionales, y otro de repaso, ambos de la misma especie. Se puede, sin embargo, asociar dos especies. En hacienda de cría, por ejemplo, se ha alcanzado buenos resultados con las vacas en el despunte y una tropa de equinos en el repaso; también los ovinos pueden hacer el repaso, necesiándose, en ese caso, cuidado en la altura del bebedero y un alambre más en la cerca electrificada, a 0,3 m del suelo.

En cuanto a la compatibilidad de categorías de animales, no ha habido problemas al tener en el mismo rodeo animales de edad o sexo diferentes. La separación debe estar orientada por aspectos reproductivos y de exigencias nutricionales. Naturalmente, no se puede dejar en el mismo lote vaquillonas púberes con machos enteros, ni vacas de alta producción de leche con novillos en crecimiento, y así con otros casos extremos. Una alta carga instantánea tiene efecto más positivo en el manejo de los pastos que la mezcla de animales de pelajes diferentes.

### 9.2.5 – TAMAÑO DE LOS RODEOS

La regla es la siguiente: cuanto mayor la carga instantánea, mejor el rodeo. El límite de esta regla es la funcionalidad. Lotes con más de mil cabezas acarrearán dificultades en cuanto a al ancho de tranqueras y caminos, y también en el propio desplazamiento de los animales. Los mejores resultados en cuanto a costo, manejo y funcionalidad han sido con lotes (en grandes proyectos, naturalmente) que no superen las 600 cabezas. Los rodeos de reproducción, tanto por IA como en servicio natural, y los de parición, no deben tener más que 300 cabezas. Frecuentemente, en los momentos en que la producción de pasto de la parcela excede la posibilidad de consumo

de los animales, sobra pasto y el tiempo de ocupación pasa a ser muy prolongado. En ese caso, se aumenta la carga instantánea, subdividiendo la parcela con carretel en dos o más fracciones, comenzando el pastoreo por la subdivisión más próxima al bebedero. Una vez que esa división está correctamente pastoreada, se abre la próxima, y así sucesivamente.

### 9.2.6 – DESPUNTE Y REPASO

En la sección 4.4.4, se analizó la importancia de trabajar, como mínimo, con dos lotes. El rodeo de mayores exigencias nutricionales hace el despunte (generalmente con 30% del total), y el de repaso lo sigue (con el 70% restante); eventualmente, las “desmalezadoras biológicas” completan el pastoreo. Las altas producciones individuales sólo son alcanzadas con los animales que hacen el despunte. Esta realidad no puede ser olvidada, cuando se necesitan altos desempeños individuales en PRV. Trabajando con un solo lote, las ganancias individuales no han sobrepasado el valor de 1,1kg/cab/día.

### 9.2.7 – MOVIMIENTO DE LOS RODEOS

Por definición, el manejo de los animales en PRV implica movimiento constante de los rodeos, cumpliendo con el “arte de saber saltar”, estos es, respetando la ocupación sucesiva de las parcelas en punto óptimo de reposo, que no siempre (casi nunca) son parcelas adyacentes. Pero aún cuando sean adyacentes, el traslado de los rodeos **siempre** debe hacerse por los caminos, **jamás** pasando por dentro de parcelas en descanso, ni tampoco, en el caso de parcelas adyacentes, levantando el alambrado para que el ganado pase. El movimiento de los animales debe hacerse con total tranquilidad. El conductor(a) de los animales trabajará a pie, llevando los animales al paso, sin gritos, trotes ni corridas (foto 61, 62, 63 y 64).

En proyectos grandes, este trabajo debe ser realizado por dos personas, yendo una al frente del rodeo para controlar la velocidad de la marcha. Cuando las distancias son grandes, se puede usar el caballo, pero **siempre** al paso. En la entrada de la nueva parcela, el(a) conductor(a) dejará el caballo en el camino y entrará en el potrero a pie. Para retirar el lote del potrero, el(a) conductor(a) entrará en la parcela a pie e irá al encuentro de los animales, haciéndolos levantar y esperando de 10 a 15 minutos para que se manifieste el comportamiento de bostear y orinar luego de levantarse (Sección 8.5.1).

### 9.2.8 – INGRESO DE LOS ANIMALES AL RODEO

Al formarse un rodeo, inmediatamente se establece la jerarquía, que da tranquilidad al grupo. El ingreso de nuevos animales, si son foráneos, es más sensible, pues genera problemas comportamentales con manifestacio-

nes agonísticas, siempre perjudiciales. Esas manifestaciones pueden ser atenuadas, si los nuevos integrantes del rodeo fuesen incorporados por la noche. Es prudente observar durante las primeras horas de la incorporación, porque a veces hay luchas que pueden dañar a los animales. Los animales foráneos deben, antes, pasar por la “escuelita”.

### 9.2.9 – PLÁSTICOS

Son frecuentes los accidentes con plásticos. Envoltorios de caramelos, chocolates, maní salado, bolsas de fertilizantes, de agrotóxicos, de supermercados, en fin, cualquier material plástico debe ser retirado en la inspección pre-ingreso del rodeo en la parcela. Estos materiales atraen a los bovinos, que los ingieren, regurgitándolos en la rumia, y a veces en el pasaje del abomaso al duodeno (y ahí ocurre el accidente), terminan obstruyendo el píloro (válvula que une el abomaso al duodeno) e impidiendo el pasaje del bolo alimenticio, llevando al animal a la muerte. Es preciso prestar especial atención a las visitas de niños con chocolates y caramelos.

### 9.2.10 – REPRODUCCIÓN

Este importante asunto no forma parte propiamente de los objetivos de este libro. Pero como en Zootecnia el proceso más difícil es hacer nacer (Pinheiro Machado, Pinheiro Machado (h), de Bargas, 1992), serán analizados los aspectos que más se relacionan con el manejo del PRV.

En ganado de carne, las pariciones deben ser concentradas, y el período de servicio debe durar, como máximo, 63 días. Lo ideal sería 45 días.

**Parto** – el parto es un proceso que se inicia antes del nacimiento del ternero, y se prolonga hasta la expulsión de la placenta.

Un aspecto fundamental de este evento es el **estado corporal** de la vaca. Si no es adecuado, la vaca no sólo criará mal a su ternero, porque tendrá una lactancia pobre y corta, sino que prolongará su período de anestro posparto, y en consecuencia, no se alcanzará el objetivo de “un ternero por vaca por año”.

La regularidad productiva, además de los factores genéticos y del manejo en general, está íntimamente asociada al nivel nutricional de la vaca. Si la vaca se encuentra en un buen estado corporal, el proceso ovulatorio que comienza con la evolución del folículo para la maduración y se prolonga por 60 a 100 días, se iniciará en el período “seco”, cuando la vaca está en el final de su gestación (Mahoney, 1994). Esto ocurre cuando existe un balance energético nutricional positivo. La consecuencia benéfica de este hecho es que una vaca fisiológicamente normal, presentará el estro posparto a los 40-45 días de la parición.

Con niveles nutricionales energéticos insuficientes, el inicio del proceso de maduración del folículo se posterga hasta el posparto, lo cual sig-

nifica que el primer celo aparecerá de 60 a 100 días después de la parición. Esto determina un intervalo entre partos superior a doce meses, y cada día de aumento en este intervalo más allá de los 365, equivale a una pérdida de 0,8 kg de pv de ternero por día, reduciendo el peso económico del ternero al nacer. Si un ternero nace, por ejemplo, con 30 kg a los 383 días posteriores al parto anterior, significa que, económicamente, nació con 11,6 kg de peso vivo ( $383 \text{ días} - 365 \text{ días} = 18 \text{ días} \times 0,8 \text{ kg} = 14,4 \text{ kg}$ ;  $30 \text{ kg} - 14,4 \text{ kg} = 11,6 \text{ kg}$ ) (INTA Balcarce, 1988). Por todo esto, es obvio que el cuidado de la vaca preñada, especialmente en los últimos meses de gestación, adquiere una gran importancia, y es a ella a quien debe ser dispensado el mejor manejo (pasto de despunte), porque cualquier restricción alimenticia en el preparto interfiere negativamente en su lactancia o en su desempeño reproductivo.

Las vacas que se encuentran por debajo del estado corporal aceptable indican posibles problemas de alimentación, y deben ser agrupadas en rodeo separado para recibir un tratamiento diferencial hasta recuperar su buen estado. En PRV, el tratamiento diferencial consiste en hacer el despunte de las pasturas, y en algunos casos extremos, suplementar en el mismo potrero, sobre el suelo.

La observación del estado corporal debe hacerse en los siguientes momentos:

- dos meses antes de la parición: si las vacas están flacas, deben recibir los mejores pastos y suplementación con heno o concentrados si fuera necesario. No se debe dudar de que la parición en buen estado hace viable la aparición de celos fértiles precoces;
- en los destetes, separando igualmente las vacas flacas;
- durante el mes del parto: las vacas flacas son susceptibles al “síndrome del ternero flaco”, que puede resultar en una disminución del número de terneros destetados; las vacas gordas tienen dificultades en el parto, lo que incrementa la pérdida de terneros en el nacimiento;
- antes del servicio y en la parición: buen estado corporal es necesario para mayor eficiencia reproductiva.

Las vacas, especialmente las de primer parto, pueden perder peso muy rápidamente cuando son sometidas a estrés ambiental y nutricional. Es más eficiente, desde el punto de vista económico, **mantenerlas en muy buen estado en la estación lluviosa que intentar recuperarlas en la época de sequía**. Como la vaca de carne es el más noble integrante del complejo animal-pecuaria, existe la creencia, absolutamente equivocada, de que la vaca debe destinarse a las peores situaciones. La vaca tiene, según la etapa en que se encuentra en su vida reproductiva, exigencias nutricionales más bajas en relación a otras categorías, y además, es capaz de

alimentarse de pastos de calidad inferior. Sin embargo, esto es un atributo de su nobleza, y no un indicador para someterla a regímenes de penuria, o a los peores pastos. Los campos malos deben ser mejorados. Destinarlos sin mejoramiento a las vacas de cría es un mal manejo, porque el resultado en la mayoría de los casos es una baja eficiencia reproductiva, y este es el primer paso hacia la pérdida económica.

**Parición** – En ganado de carne, un mes antes del inicio previsto de las pariciones, las vacas gestantes deben agruparse en rodeos de 300 cabezas como máximo para pasar a ocupar los potreros “maternidad”, que con una anticipación media de 45 días, han sido diferidos y estuvieron en reposo. Durante la parición, tanto para vacas de carne como de leche, no deben sufrir interferencias humanas. Ellas procurarán su lugar para parir, no debiendo ser perturbadas bajo ningún pretexto. Debe quedar expresamente prohibida la presencia de perros o cualquier otro animal que pueda perturbar el parto, así como la de personas ajenas al trabajo.

Después del parto, la **vaca come las membranas, fluidos amnióticos y la placenta**. En ese período, debe ser dejada con la cría, sin perturbación. Luego de la primera mamada se podrán dispensar los primeros cuidados al recién nacido. Se debe observar a distancia, y solamente interferir en el parto si hubiera una distocia evidente.

Si la vaca elige un abrigo para parir, su decisión debe ser respetada. Si el ternero no mamara dentro de las primeras ocho horas de vida, debe ser auxiliado, y si es necesario, recibir calostro por mamadera hasta que desarrolle el comportamiento de mamar. Las vacas que no tuvieran habilidad lechera para criar bien su ternero, deben ser descartadas.

**Integración madre-hijo** – Es el proceso mediante el cual la madre identifica a su cría y viceversa. Se trata de un período crítico en la vida de la vaca y del ternero, y por lo tanto, muy sensible al manejo, durante el cual madre y hijo no deben ser perturbados.

Los cambios de potreros deben hacerse solamente después de tres a cinco días de paridas, y los primeros, con máximo cuidado y absoluta tranquilidad. Para eso, no se obligará a la vaca recién parida a seguir el rodeo si hay que cambiar de potrero hasta que se cumpla ese plazo. Luego se incorporará nuevamente al grupo.

En las vacas lecheras, el ternero debe permanecer con la madre hasta los cinco días de vida. En ese momento son anodrizados con las vacas ama. Desde el parto, el exceso de calostro es ordeñado.

**Tratamiento de ombligo** – Después del nacimiento, pero sin perturbar la integración madre-hijo como ya se explicó, se debe aplicar a los terneros en el ombligo una solución de yodo al 5%. El ombligo debe ser

sumergido en un pequeño recipiente con la solución, y el ternero girado de manera tal de mojar toda la región umbilical.

**Cambio de parcela de las vacas en parición** – Para evitar la aparición de terneros guachos en el ganado de carne, se debe prestar especial atención a los cambios de potrero desde la parición hasta que el ternero cumpla los tres meses de edad.

Dos condiciones básicas deben ser obedecidas:

1. respetar la integración madre-hijo, que ocurre en promedio entre los tres y los cinco días de vida. Si el ternero  **fija**  bien a su madre y viceversa, el reconocimiento recíproco posterior es inmediato y fácil. Para respetar esa integración todas las vacas recién paridas o con crías de menos de cinco días no deben ser perturbadas en los cambios de potrero.  **Es la vaca quien decide se quiere o no acompañar el movimiento del lote.**  Si la decisión de la vaca es quedarse donde está, debe tener alimento a disposición. Cuando el ternero tiene cinco días, se busca esa vaca para incorporarla nuevamente a su rodeo y proseguir el manejo habitual. En situaciones específicas, inclusive, se puede dar un tiempo de ocupación mayor a la parcela para evitar los aguachamientos;

2.  **impedir que los animales se trasladen corriendo, ya que quien debe determinar la velocidad del movimiento es el ternero.**  Para eso, se deben obedecer las siguientes normas cuando se hacen cambios de potreros:

- las vacas  **no pueden salir con hambre**  del potrero en el que están, para evitar las “espantadas”. Si, por algún motivo se demora el cambio más de lo esperado, se debe dar heno u otro alimento antes de la salida para que las vacas no se desesperen por llegar a la nueva parcela;
- hacer los cambios siempre con dos personas: una adelante, controlando el desplazamiento, y otra atrás;
- no entrar a caballo en el potrero y jamás  **usar perros** ;
- abrir la tranquera del potrero en uso y esperar a que las vacas salgan solas, sin rodearlas; no caminar detrás de ellas; no conducir las hacia la tranquera juntándolas;
- la persona que va adelante debe frenar la marcha permanentemente;
- si algún ternero se escapa en el camino, dejarlo, y continuar con el grueso de la tropa hasta que ésta esté encerrada en el nuevo potrero. Inmediatamente después, buscar los terneros extraviados y llevarlos a la parcela, siempre al paso y sin prisa;
- no olvidar que  **quien determina la velocidad de la marcha es el ternero.** (foto 62)

**Destete** – En ganado de carne, los terneros se destetan cuando tienen aproximadamente ocho meses de edad. Para facilitar la operación, es conveniente llevar a las vacas a potreros distantes y dejar los terneros en el mismo potrero en que estaban, durante tres a cinco días, aunque haya que suplementar con heno si fuera necesario.

La leche materna es el alimento mejor y más barato para el ternero. La presencia de la madre cuando el ternero hace la transición de monogástrico funcional a rumiante, le da una condición de bienestar, que se refleja en una mejor ganancia de peso; el destete de ocho meses reduce el estrés de la separación de la madre.

El destete precoz es un artificio oneroso, trabajoso y estresante. Su única justificación sería estimular a ovulación de la vaca para mejorar la tasa de parición, pero la vaca en buen estado corporal no necesita artificios para ciclar.

**Edad y selección de las hembras de reposición** – Las vaquillonas deben ingresar a la etapa de reproducción con 24 a 30 meses de edad, cuando, como mínimo, alcancen el 60 a 65% del peso adulto.

Previamente, es conveniente que las vaquillonas pasen por un examen ginecológico preservicio, para eliminar aquellas que presenten cualquier anomalía en su aparato reproductivo.

Una vez inseminadas utilizando semen de toros que produzcan terneros de bajo peso al nacer, formarán un lote de predespunte para recibir la mejor calidad de pasto disponible. Deben mantenerse con un nivel de alimentación que les permita completar su desarrollo anatómico.

Cuando alcanzan los siete meses de gestación, según su estado, pueden cambiar de régimen y pasar a pastos de menor calidad para restringir el desarrollo del feto y producir un ternero pequeño para evitar la distocia. Esta recomendación no se contradice con lo indicado para las vacas, ya que en la primera cría la pelvis aún no está completamente desarrollada.

Una vez parida, la primípara pasará a tener otra vez el pasto de mejor calidad para promover una lactancia adecuada y permitir que complete su desarrollo anatómico. A partir del segundo parto se sumarán al manejo normal de las vacas adultas. La restricción preparto, sin embargo, **no significa que la vaca pierda peso, pues es necesario que llegue al parto con buen estado corporal.**

**Manejo de la reproducción** – Se reitera que lo difícil en la cría, es hacer nacer. Y hacer nacer, desde el punto de vista del progreso zootécnico, no involucra sólo la parición. Es, sobretudo, la regularidad reproductiva que se traduce, simplemente, en que la vaca tenga un ternero por año. Al alcanzar este objetivo se llega al máximo biológico productivo que la ciencia actual puede ofrecer al productor. Esto no depende de un sólo factor o

de una condición aislada. Puede decirse que es producto de una conducta que comienza cuando nace la ternera. La cría, bien manejada, debe llevar a esa ternera a llegar a los 14 a 15 meses de edad con peso y estado corporal adecuados. Así, puede ser inseminada a los 24 meses, para completar 36 meses con su primera cría ya nacida.

Planos nutricional y sanitario correctos son condiciones previas, posteriores y permanentes, indispensables para asegurar el objetivo de un ternero por vaca por año. El desempeño reproductivo pobre es la primera causa de eliminación de vacas en cualquier rodeo.

La primer medida a adoptar es establecer objetivos explícitos en cuanto al desempeño reproductivo y mantener una fuerte presión de selección, con la eliminación sistemática y permanente de las "vacas problema". El cuadro 9/2 propone objetivos reproductivos.

CUADRO 9/2 - OBJETIVOS PARA EL DESEMPEÑO REPRODUCTIVO.

DESEMPEÑO	OBJETIVO	PRECISA ATENCIÓN
Intervalo promedio del primer celo posparto	40 días	más de 60 días
Intervalo promedio de la primera inseminación posparto	70 días	más de 90 días
Promedio de días vacíos posparto	90 días	más de 120 días
Promedio de intervalo entre partos	12 meses	más de 13 meses
Promedio de inseminaciones por ternero nacido, menos de 1,2		más de 1,5
Porcentaje de vacas preñadas después del 1º servicio	70%	menos de 50%
Porcentaje de descarte por motivos reproductivos	5%	más de 10%
Edad de la primera inseminación	24 – 28 meses	mas de 30 meses

FUENTE: Murray, 1984; adaptación, LCPM, 2004.

El intervalo entre partos es el indicador más importante en la evaluación de la performance del rebaño. El atraso en la primera parición se refleja directamente en la duración de la futura vida reproductiva.

El resultado de la eficiencia reproductiva del rebaño, esencial para el éxito del emprendimiento, está condicionado por un conjunto de factores, a saber:

- falta de decisión gerencial para la eliminación sumaria de las vaquillonas y vacas con fallas en la reproducción;
- nivel insuficiente de nutrición de las vacas y vaquillonas, inclusive mineral;
- atraso en la madurez sexual de las vaquillonas;
- fallas de las vacas en el retorno al celo posparto;
- baja tasa de concepción en la primera y segunda inseminación;
- alto porcentaje de mortalidad embrionaria y de abortos;
- terneros muertos al nacer por distocia o demora en el parto;
- enfermedades del recién nacido, especialmente diarreas;
- vaquillonas vacías o subfértiles en el rebaño;

- incidencia de enfermedades específicas de la reproducción;
- intoxicación producida por el uso de agrotóxicos sistémicos y de contacto en el ganado (garrapaticidas; antiparasitarios; contacto con herbicidas y otros);
- ausencia de toros o retajos que provoquen el efecto Whitten;
- mal manejo de la inseminación artificial: fallas del inseminador, fisiológicas, etológicas y de manejo;
- período de servicio muy breve o mala elección de la época en relación a las condiciones de clima y disponibilidad de alimento;
- pérdida de recién nacidos por robo, ahogo, hambre y/o predadores;
- toros infértiles, defectuosos o hipoprolíficos; alto porcentaje de consanguinidad en el rebaño;
- elección impropia del sistema de monta.

### 9.2.11 – TERMINACIÓN DE TROPAS DE VENTA

El grado de terminación adecuado para las exigencias del mercado depende de la cantidad de grasa que el animal pueda acumular. Es sabido que cuanto más alto el aumento de peso diario, mayor es la proporción de grasa que compone ese aumento. Por ejemplo, un novillo de raza británica de 400 kg pv que aumenta 1 kg/día está depositando aproximadamente 0,450 kg de tejido adiposo, esto es, 45% de ese aumento de peso es grasa, mientras que si el mismo novillo aumenta 0,400 kg/día, la deposición de grasa baja a 0,075 kg (solamente 19%).

Un animal con un ritmo de ganancia de peso siempre alto, se “termina” a una edad y a un peso menores que otro mantenido con bajos ritmos de engorde, que sigue creciendo y acumulando tejido muscular durante mucho más tiempo.

Así, el secreto de una buena y rápida terminación es una alta tasa de aumento diario, que se consigue con buenos despuntes de pasturas bien manejadas, como ocurre en el PRV.

Treinta días antes de la venta, se puede separar la tropa elegida y ponerla en despunte en buenos potreros, sin restricciones de alimento. Este artificio permite lograr una presentación impecable para el comprador.

## 9.3 – GANADO LECHERO

La conducta básica de manejo tanto de las pasturas como de los animales para ganado lechero y de carne, es la misma. El manejo del ganado lechero, sin embargo, es más dinámico y reúne algunas particularidades.

### 9.3.1 – DIFERENCIAL DE PRODUCCIÓN

Cualquier unidad de producción lechera tiene vacas recién paridas, con producciones más altas, vacas con producciones medias y vacas en el final de su lactancia, con producciones menores. Además, cuenta con las

vacas secas, en gestación, las vacas amas o nodrizas con sus terneros, las vaquillonas de reposición, y eventualmente, los machos castrados, cuando son reservados para la venta como novillos. La conducta más simple es trabajar con dos grupos de cada categoría: siempre un lote de despunte y un lote de repaso. Dependiendo de las circunstancias, se puede tener un lote de vacas de descarte, lecheras o de carne, para cumplir la función de “desmalezadoras biológicas”. En una unidad lechera de mayor escala se puede trabajar con cuatro rodeos, divididos de dos en dos. El grupo 1 tendría las vacas de mayor producción en el despunte (y en los mejores pastos), y en el repaso estarían las vaquillonas de reposición con los novillos castrados; el grupo 2 tendría, en despunte, las vacas de producción media, y en el repaso las vacas de menor producción y vacas secas. Las vacas amas con sus terneros pueden formar un rodeo aparte, con manejo independiente, de pastoreo completo. Las vacas amas no deben estar en la misma parcela que las vacas en lactancia, porque los terneros pueden ir a mamar con sus madres. Para este manejo propuesto, naturalmente, se necesitan como mínimo 80 parcelas. Debo insistir en que ésta es una sugerencia y no una receta. Cada productor tendrá sus peculiaridades y organizará la producción como mejor le convenga, pero respetando los principios del manejo del pasto y de los animales.

Un manejo eficiente de las vacas en lactancia es cambiarlas de potrero en seguida de cada ordeño.

### 9.3.2 – VACAS AMAS O NODRIZAS

La cría de terneros es uno de los problemas más serios en una unidad de producción lechera. Mortalidades de hasta 40% no son excepcionales, sin contar el barbarismo de la cría en estacas o jaulas, muy común en Argentina. De cualquier manera, los métodos convencionales demandan mucha mano de obra, los costos son elevados, y la eficiencia es relativa. Delante de ese cuadro, ¿por qué no delegar en la vaca la cría de los terneros? (Foto 65). El procedimiento es el siguiente:

· la vaca nodriza es una vaca de segunda cría en adelante, mansa, con preñez confirmada;

- se prefiere, si es posible, las vacas de menor producción;
- se puede estimar que la vaca ama produce, con el ternero mamando permanentemente, entre un 30 y un 50% más de lo que estaba produciendo en el ordeño;
- el ternero debe tomar, como base, una cantidad de leche equivalente al 10% de su peso. Un ternero de 40kg, toma 4kg leche/día;
- una vaca puede alimentar a varios terneros, dependiendo de su producción. Por ejemplo, una vaca que esté dando 12l/día ( $12+30\%=15,6$ ) puede amamantar a cuatro terneros simultáneamente;
- el ternero queda al pie de la madre hasta el 3° a 5° día de vida;
- para pasarlo a la nodriza, se deja al ternero con hambre;

- luego se pasa sobre el ternero un paño limpio y sin uso previo embebido en la leche de la nodriza;
- se lleva el ternero a la ama;
- se hubiera rechazo, se repite la operación usando, en lugar de leche, mucosidad vaginal de la nodriza;
- si aún así hubiera rechazo por parte de la vaca, o se debe a un(a) operador(a) poco hábil, o la vaca elegida no tiene buenas condiciones para ser ama. En ese caso, se cambia de vaca. Una vez “pegados”, la nodriza con sus terneros pasan a parcelas independientes. Las parcelas para vacas ama deben tener fácil acceso de los terneros al agua, y disponibilidad de heno y ración concentrada sólo para los terneros, porque son factores que estimulan el inicio del proceso de rumia.

A partir de esta idea básica, los productores han creado muchas variantes, de acuerdo con sus peculiaridades. Con el sistema de vacas ama se vuelve económicamente viable la cría del macho para ser vendido como novillo.

### 9.3.3 – REFLEJO BOSTA-ORINA

Como fue analizado en la sección 8.5.1, esperar que los animales se levanten, bosteen y orinen es una conducta positiva para el manejo de la fertilidad de las parcelas. En el caso de vacas lecheras en producción, hay además una expresiva reducción del trabajo de limpieza del centro de ordeño. Por lo tanto, para el propio interés del personal de ordeño, es recomendable observar el reflejo bosta-orina.

### 9.3.4 – DESMALEZADORAS BIOLÓGICAS

Como ya fue dicho en varias oportunidades, mantener un grupo de vacas de descarte para repasar las parcelas que por cualquier motivo no fueron correctamente pastoreadas, es una conducta deseable, que ha resuelto varias dificultades de manejo en áreas pedregosas o en pequeñas unidades de producción, que no admiten la mecanización. Al final del ciclo las “desmalezadoras biológicas”, después de desempeñar esa importante función de manejo sin usar combustible fósil, van a faena, dejando un ingreso extra.

## 9.4 – OTRAS ESPECIES

Como ya fue mencionado, el manejo PRV puede ser aplicado a las más diversas especies, realizando, naturalmente, las necesarias adaptaciones. Las alturas aconsejables de los alambrados se presentaron en el cuadro 7.3.

### 9.4.1 – BÚFALOS

El manejo con los búfalos en PRV es muy semejante al de bovinos en cuanto a alambrados, altura de líneas, bebederos y principalmente, som-

bra. Los búfalos no necesitan de charcos y aguadas si tienen sombra y si se controla la infestación de piojos. La principal razón por la que los búfalos se refugian en la agua es como defensa contra los piojos. Como son animales que tienen una gran voracidad y digieren mejor los forrajes fibrosos que los bovinos, se pueden manejar con un sólo rodeo. Sólo en situaciones especiales habrá necesidad de rodeos de despunte y de repaso. Son animales dóciles, que se acostumbran a la persona que los trata, y parecen ser más “inteligentes” que los bovinos. En el proyecto Alegría, después de seis años con búfalos, se notó una reducción en la biocenosis del suelo, con una drástica disminución de la población de lombrices. Retirados estos animales y permaneciendo solamente bovinos, al cabo de dos años retornó la población antigua de lombrices. En ese mismo proyecto, en un estudio para una defensa de tesis de maestría de la UFRGS, se comprobó que los búfalos tuvieron una ganancia de peso/ha 100% mayor que la de bovinos (Ribeiro (h), 1993).

#### **9.4.2 – OVINOS**

Son animales perfectamente adaptados al manejo PRV. Se debe cuidar el correcto pasaje de la corriente para la descarga, porque la lana puede funcionar como aislador. Cuando son usados como repaso del pastoreo de bovinos, se debe adaptar el bebedero colocándoles una rampa de acceso, y agregar un alambre electrificado más, próximo al suelo.

#### **9.4.3 – CAPRINOS**

Los caprinos tienen un proceso ruminal más sensible, motivo por el cual prefieren brotes y pastos tiernos, pues su capacidad de digerir la celulosa es menor (Van Soest, 1994). La presencia de forrajeras arbustivas es deseable, y los alambrados deben tener tres líneas, ubicando la más alta, como mínimo, a 0,9m del suelo.

#### **9.4.4 – PORCINOS**

Los rumiantes son manejados por los principios analizados en este libro. Los porcinos a campo, sin embargo, tienen un manejo diferente, porque no son animales herbívoros, aunque tengan hábitos de pastoreo. Por lo tanto, el proyecto de cerdos a campo debe prever la posibilidad de que por lo menos haya dos parcelas para cada refugio de animales, de manera tal que haya siempre una en reposo. Hay que prever, también, que cada dos años las instalaciones móviles deben ser desplazadas de lugar, debiendo calcular el doble de la superficie necesaria para poder efectuar la rotación bianual. Las cercas deben tener un alambre a 0,1m del suelo y otros dos a 0,3 y 0,5m respectivamente. En los piquetes destinados a padrillos, estos últimos debe ubicarse a 0,4 y 0,7m del suelo.

#### 9.4.5 – AVES

Las aves también pueden ser criadas a campo en un sistema de rotación de pasturas. Hay diversas alternativas, desde refugios móviles, hasta fijos con acceso a piquetes empastados. La granja Quintal de la Ilha, en Florianópolis, desarrolló un ingenioso y eficiente proceso de pastoreo de ponedoras, asociado al cultivo de legumbres, modelo que está siendo adaptado a la huerta orgánica de la COPAVI en Paracity, PR.

#### 9.5 – SANIDAD

La sanidad es la base de la pirámide de la producción (fig 1.1). Ningún animal puede expresar su potencial productivo si no posee un buen estado sanitario.

En PRV existe una condición favorable para la buena sanidad: el permanente cambio de potreros; y también una desfavorable, la alta concentración de los animales en pequeñas superficies, que facilita los procesos de transmisión y difusión de enfermedades infecciosas y parasitarias. Las contaminaciones se ven favorecidas por una condición ecológica que les es propicia; mientras que en los sistemas extensivos los animales viven esparcidos en grandes áreas donde los agentes de desinfección natural (radiación solar, vientos, lluvias) tienen una acción más eficiente, en PRV, las altas concentraciones reducen considerablemente la efectividad de estos agentes, a pesar del permanente cambio de parcelas. Cualquier descuido puede causar perjuicios considerables. Por eso, siempre, prevenir es mejor que remediar.

En este sentido, el proyecto debe contar con un calendario sanitario, bajo orientación veterinaria, que contemple las vacunaciones necesarias para todas las enfermedades existentes en la región, comenzando con la vacunación sistemática de las terneras de cuatro a ocho meses de edad contra brucelosis. Anualmente, es conveniente analizar tuberculosis, brucelosis y leucosis en el 10% de la existencia. Si se presenta algún caso positivo, se debe proceder al análisis de todo el rebaño, con la posterior eliminación sumaria de los animales reaccionantes positivos. Cuando se introducen reproductores en el proyecto, tanto machos como hembras, su adquisición debe estar condicionada a los resultados de pruebas de estas tres enfermedades citadas, más enfermedades venéreas, a criterio del veterinario actuante.

En cuanto a las parasitosis (externas e internas) los mejores resultados se obtuvieron con tratamientos estratégicos sistemáticos. Es importante observar los recaudos necesarios con productos en base a ivermectina, por los motivos ya discutidos en la sección 3.5.1.

De acuerdo con los experimentos realizados en varios centros de investigación, se recomienda el uso alternado de productos con principio activo de amplio espectro, como febendazole, oxbendazole y albendazole.

Hay investigaciones promisorias sobre el uso de ajo y azufre para el control de ecto y endoparasitosis. Ciertamente estos productos deberán tener preferencia si se llega a encontrar una indicación de uso eficiente, tomando los recaudos pertinentes para que el olor no se transfiera a los productos alimenticios. También hay trabajos en las líneas de homeopatía y fitoterapia que pueden resultar en técnicas de eficiencia comprobada. En pequeñas unidades de producción, muchos productos caseros han dado resultados satisfactorios.

La inmunidad a parasitosis que desarrollan los animales adultos se ve perjudicada en la vaca lactante, debido a las modificaciones endócrinas posteriores al parto. Esto produce una inmunodepresión que favorece la carga parasitaria. Por eso, la aplicación de antiparasitarios hasta 30 días posparto mejora la tasa de preñez de las vacas, y los terneros al pie tienen una mejor ganancia de peso (Quadros, 1999).

La conducta sanitaria, por lo tanto, debe ser preventiva, profiláctica y zootécnica. Esto significa que el procedimiento clásico de "curar" animales enfermos es siempre caro, ineficiente e indeseable. Esos animales, así como los refugos que se "atrasan" en relación a los demás, deben ser descartados y vendidos lo más rápido posible. Es la alternativa mejor y más lucrativa. Naturalmente, existen las excepciones obvias. Cuando se manejan grupos de animales jóvenes y adultos en el mismo esquema de uso de los pastos, los más jóvenes deben hacer el despunte, y los adultos el repaso, porque los bovinos adultos desarrollan una relativa inmunidad a las endoparasitosis, y las larvas de estos parásitos se alojan en las partes más bajas de los pastos.

Finalmente, la mejor conducta, aunque de largo plazo, es seleccionar para la reproducción los animales menos sensibles a la infestación parasitaria, sin olvidar la máxima de Bonsma, que dice que el 90% de las garrapatas se concentran en el 10% del rebaño. Ese 10% debe, paulatinamente, ser eliminado de la reproducción. La resistencia o la sensibilidad de los animales debe ser registrada en sus respectivas fichas individuales de seguimiento.



**Foto 1** “Cupim amazónico” (termitas) de aproximadamente 2 m de altura. Molido, se utiliza como fertilizante en producciones hortícolas



**Foto 2** El campesino exhibe una lombriz de más de 2 m de longitud.  
Foto tomada en el sur de Bahía, Brasil, 1972.



**Foto 3** Lombriz utilizada como carnada por los pescadores del Río San Francisco (MG, Brasil). Foto PADCT, 1994



**Foto 4** El cardo es una planta que aparece en campos compactados y mal manejados. Debajo de su exuberante follaje se genera un microclima propicio para el desarrollo de la actividad biológica. Planta de fácil manejo.



**Foto 5** La carqueja, tan menospreciada por muchos productores, es cultivada para usos fitoterapéuticos en Querência do Norte, Paraná, Brasil.



**Foto 6** Consociación de alfalfa con gramón (Cynodon). La alfalfa fue sembrada sobre tapiz en un área degradada cubierta por gramón.



**Foto 7** La raíz pivotante y recta de la escoba dura indica que el suelo posee una buena estructura.



**Foto 8** En el proyecto Culuene (Brasil), a pocos centímetros la raíz de la escoba dura tuvo un desvío de  $90^\circ$ . Fuerte compactación del suelo provocada por las caminatas del ganado en el pastoreo extensivo anterior.



**Foto 9** A fines del año 2000 hubo una extraordinaria emergencia de senecio en la región de Cascavel (Paraná, Brasil). Las pasturas fueron literalmente invadidas, como muestra la foto del proyecto Herminio e María, en Campo Bonito. Muchos productores gastaron mucho dinero en la aplicación de herbicidas.



**Foto 10** En octubre el senecio floreció.



**Foto 11** En noviembre el senecio comenzó a secarse y el pasto, inclusive el rye grass, creció vigoroso



**Foto 12** A fines de noviembre todo el senecio se encontraba seco, y el suelo cubierto con pastura.



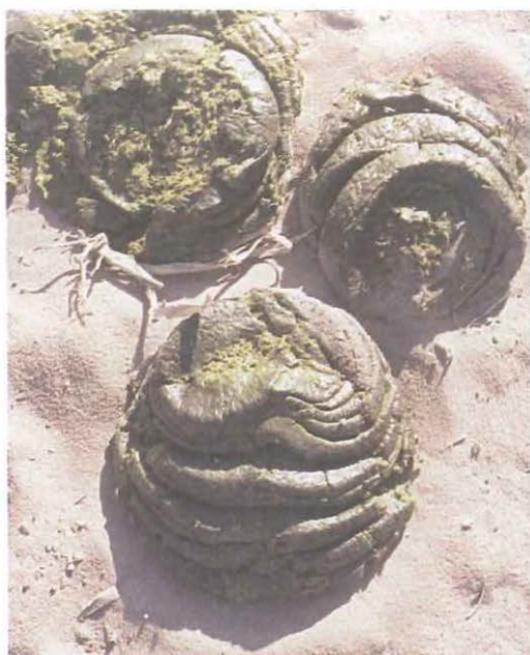
**Foto 13** El senecio dejó un robusto sistema radicular que se descompuso creando “micronichos” de fertilidad. ¿Porqué apareció el senecio? Porque el suelo estaba fuertemente compactado por el pastoreo extensivo anterior (tal como en los campos vecinos) y su función principal fue la de promover una mejora en la estructura del mismo sin gastar un centavo en ningún procedimiento de “control”.



**Foto 14** En los primeros años de un proyecto PRV, cuando la biocenosis está siendo estimulada, en los lugares en que los animales bostean y orinan crece un pasto más vigoroso: son las manchas de fertilidad.



**Foto 15** Los campos del Planalto Lageano (Lages, Brasil) son conocidos por su fuerte acidez con elevados niveles de aluminio. Los procedimientos convencionales recomiendan, para corregir la acidez, altas dosis de calcáreo. La foto registra, en el primer plano a la derecha, una exuberante pastura de trébol blanco y rye grass. No fue usado calcáreo: es un corral de espera de un centro de manejo, que ha recibido altas cantidades de bosta y orina, MO.



**Foto 16** Bostas de bovinos que ingirieron poca agua.  
Reflejo directo en la producción.



**Foto 17** Bosta de animal que comió pasto pasado: la parte oscura, mineralizó. Fue la parte de la dieta del pasto en el punto óptimo de reposo; la parte clara, crema blanquecina, es una fracción de pasto pasado, lignificada, que no sufrió el proceso digestivo.



**Foto 18** Bosta con excelente mineralización: nótese el exuberante conjunto de raíces y, abajo, la pastura en magnífico estadio vegetativo.



**Foto 19** Bosta intensamente trabajada por escarabajos. Buena biocenosis.



**Foto 20** Bosta con “personalidad”: voluminosa, buena consistencia, bien adherente al suelo. Lista para una buena mineralización.



**Foto 22** Los tajamares son engañosos. Los animales dominantes en la jerarquía social entran primero. Los demás aguardan. Normalmente toman (poca) agua sucia. A veces si los dominantes deciden trasladarse, los dominados los siguen, aún sin haber saciado la sed.



Foto 23 – Bebederos circulares con protección lateral con vereda de 0,4 m y alambres electrificados para evitar que los animales entren son los indicados para solucionar el abastecimiento de agua (Foto proyecto Tres Marías, Prov. Buenos Aires, Argentina)



Foto 24 - Una vez definido que los bebederos deben ser circulares (LCPM, 1974), hubo una enorme evolución considerando costo, funcionalidad y eficiencia. El bebedero “paraguas” es el modelo más reciente que reúne las mejores condiciones. En la foto, la vereda está cubierta por una camada de ripio (Proyecto Hermínio e Maria, Campo Bonito, PR, Brasil).



Foto 25 – Bosta de un animal con aproximadamente un 50% de restricción en el consumo de agua. Nótense los anillos en la bosta con menos porcentaje de agua.



Foto 26 – Restricción de 40% en el consumo



**Foto 27** Cuando el 77% de la necesidad de agua es satisfecha, los anillos son menos evidentes.



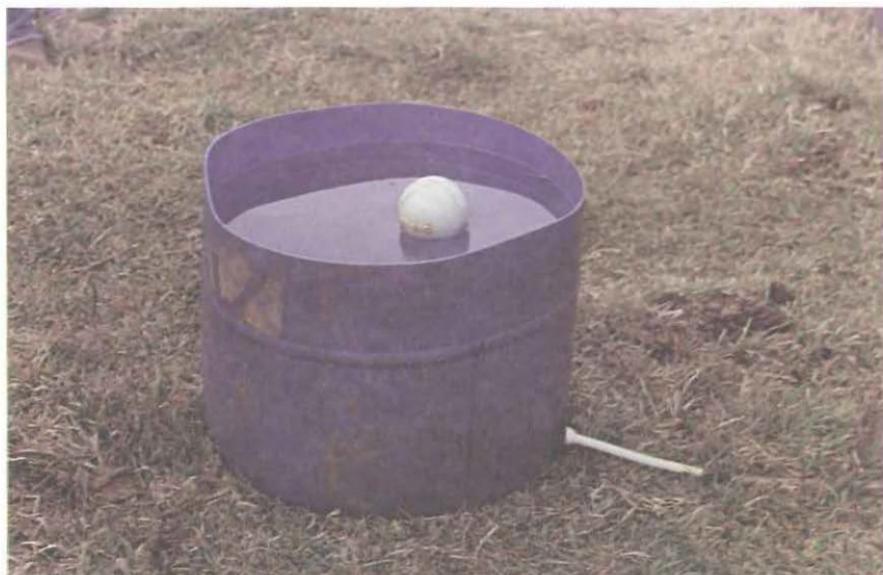
**Foto 28** Con la cobertura de las necesidades de agua la bosta es pastosa y se adhiere completamente al suelo.



**Foto 29** Ya cuando el consumo del animal sobrepasa sus necesidades, es más gelatinosa. (Fotos Pinheiro Machado (h), 1997).



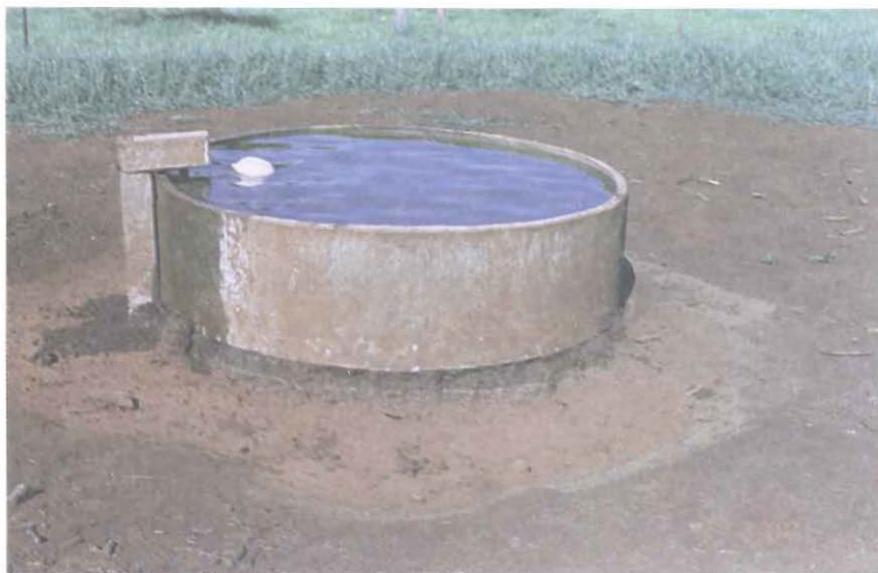
**Foto 30** Bebedero circular, antes del concepto de un bebedero para cuatro parcelas desarrollado en 1992 (Proyecto Alegría, bebedero construido en 1980).



**Foto 31** Mini bebedero construido con tonel de plástico cortado al medio. Funciona bien para pequeños productores. (Proyecto Pavan, Dionísio Cerqueira, SC, Brasil).



**Foto 32** El Núcleo de Investigación y Extensión en PRV del Departamento de Zootecnia de la UFSC desarrolló proyectos de investigación y extensión en PRV con agricultores familiares de los estados del sur de Brasil. En la foto, el Prof. Pinheiro Machado (h) muestra los "errores" del bebedero: cuadrado y colocado junto a la esquina de dos alambrados.



**Foto 33** Bebedero con forma correcta (circular), pero sin la vereda lateral. El pisoteo de los animales forma barro y compromete la estabilidad del bebedero.



**Foto 34** Muchos productores, pensando en economizar, dividen los potreros dejando un corredor central, en el que colocan un bebedero. Además de los inconvenientes higiénicos (formación de charcos) ese procedimiento tiene el grave inconveniente de que los dominantes no permiten el acceso al agua de los dominados. Sin bebedero en cada parcela, no es viable manejarse con despunte y repaso.



Foto 35 y 36 - Saleros hechos con neumáticos usados: pueden acompañar los lotes o, como el costo es mínimo, se puede tener uno para cada grupo de cuatro potreros, pero colocados en la extremidad opuesta al bebedero. Para facilidad de trabajo, se puede tener la mezcla mineral almacenada en toneles de plástico, usados anteriormente para embalaje de alimentos, y distribuidos en lugares estratégicos del proyecto. El aro central del neumático es cerrado con tablas.



**Foto 37** Los energizadores con placa solar y las baterías, además de una buena toma de tierra, necesitan ser protegidos contra daños cuando están colocados lejos de las casas.



**Foto 38** Tranquera convencional con tensión ejercida por palancas. Salvo el costo, excelentes. Nótese la varilla de hierro junto al poste. La corriente pasa por un alambre sujeto en la extremidad superior. (Proyecto Hermínio e Maria, Campo Bonito, PR, Brasil).



**Foto 39** Se introduce la muda en una bosta fresca con el cuidado de presionar sobre ella para evitar que queden bolsas de aire en el canal.



**Foto 40** Alfalfa ingerida junto con la mezcla mineral, y germinada.



**Foto 41** Rebrote vigoroso de pasto elefante que, después de pastoreado, fue desmalezado a ras del suelo. Esta plantación de pasto elefante con este manejo tiene 39 años, sin ninguna renovación. (Proyecto Alegría, Taquara, RS, Brasil)



**Foto 42** Pangola plantado con "espeto", con 20 años en el momento de la foto (1990). Persiste hasta hoy. (Proyecto Alegría, Taquara, RS, Brasil)



**Foto 43** Trébol blanco espontáneo en la Patagonia, cubierto de nieve.



**Foto 44** Trébol blanco espontáneo en los parques de Tampere, Finlandia, a 66° de latitud norte.



**Foto 45** En proyectos grandes el traslado humano puede ser hecho a caballo. Sin embargo, el manejo del ganado, aún en el centro de manejo, debe hacerse a pie. Esta disciplina es un requisito esencial para el éxito del emprendimiento. (Proyecto " El viejo remanso", Prov. de Buenos Aires, Argentina)



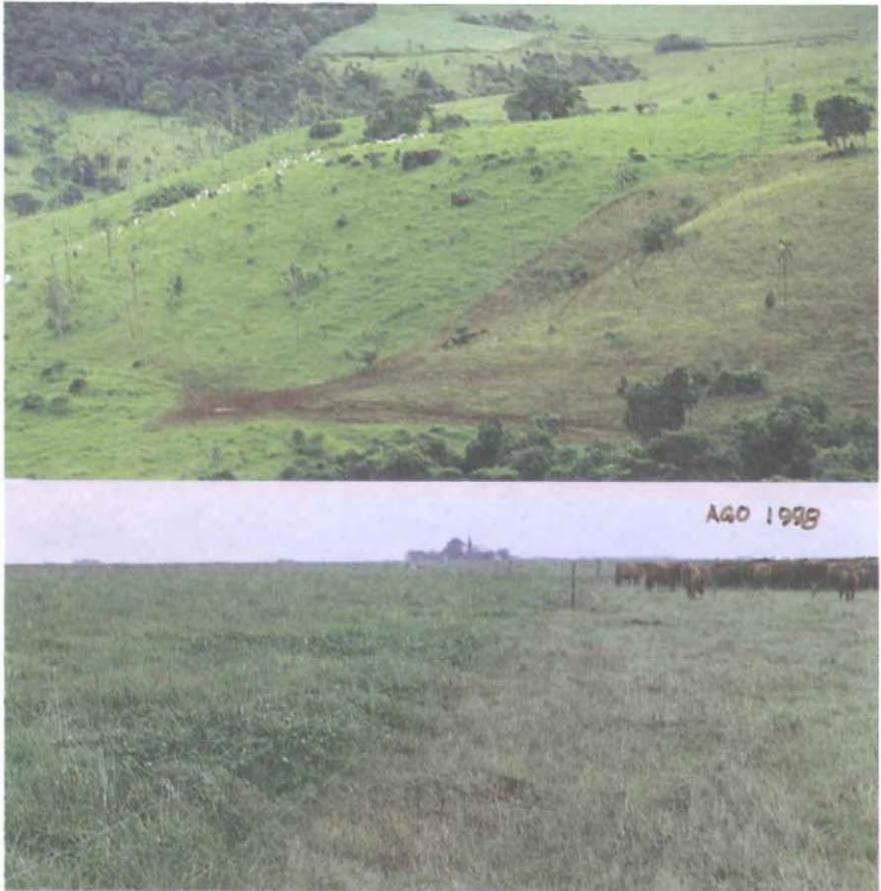
**Foto 46** Devastación irracional en áreas intensamente cultivadas (MT). ¿Tendrá conciencia el autor de este crimen ecológico de la extensión del daño que provoca? ¿Sabrá el IBAMA sobre esto?



**Foto 47** El fuego continúa siendo usado para “limpiar” las áreas amazónicas en la preparación para el cultivo de granos. En el área arrasada sobreviven las hormigas, siempre un indicador de mal manejo.



**Foto 48** Cualquier alimento (ración molida -foto-, melaza, pulpas de frutas, heno, silaje, bagazo de caña de azúcar) debe ser ofrecido a los animales en los potreros, en el suelo, bajo el alambre electricificado o junto a un alambrado convencional. Los bovinos primitivos no necesitaban los comederos; los actuales tampoco ...  
(Proyecto La Tranquilidad, Prov. Entre Ríos, Argentina).



**Fotos 49 y 50** El "Efecto Ajedrez". Foto superior – Una parcela en primer plano fue recién pastoreada: la coloración del remanente es clara; a la izquierda, una parcela recién usada, con una pastura verde en punto óptimo de reposo (Proyecto Hermínio e Maria, Campo Bonito, PR, Brasil). Foto inferior, el ganado aún está pastoreando, pero ya es notable la diferencia de coloración entre el tapiz de una parcela en reposo (a la izquierda) y en el final de uso (a la derecha) (Proyecto El Verdadero Paraíso, Prov. Santa Fe, Argentina).



**Fotos 51 y 52** El heno es, sin duda, el mejor recurso forrajero para compensar las fluctuaciones estacionales. El pasto excedente del pastoreo, cortado en su punto óptimo de reposo, y por la tarde, es la materia prima ideal para un buen heno. Hechos los rollos o fardos, entrar con las “desmalezadoras biológicas” para el “efecto saliva” (Proyecto Las Verbenas, Prov. Córdoba y Tres Marías, Prov. Buenos Aires, ambos, Argentina).



**Fotos 53 y 54** La caña de azúcar puede ser un recurso forrajero para pastoreo directo, para compensar las fluctuaciones estacionales donde el clima posibilite su cultivo. Debe ser consociada con una leguminosa tropical voluble (Proyecto



**Foto 55** El cariño por los animales forma parte de la integración humano-animal.  
Conducta correcta y necesaria  
(Proyecto Santa María, Prov. Entre Ríos, Argentina)



**Foto 56** Cornelio "conversa" con sus vaquillonas  
(Vaquería 117, Valle de Picadura, Cuba)



**Foto 57** Los búfalos tienen un manejo similar a los bovinos, pero consumen mejor los pastos fibrosos (Proyecto Alegría, Taquara, RS, Brasil).



**Foto 58** Los ovinos son buenos rapadores. Conviven con cerdos a campo, si son criados juntos desde el nacimiento. Los ovinos adultos, si no están acostumbrados a los cerdos, saltan los alambrados que son bajos. (Proyecto El verdadero Paraíso, Prov. Santa Fe, Argentina)



**Foto 59** Los equinos son excelentes complementos de los bovinos para un buen manejo: hacen el repaso.



**Foto 60** También pueden ser usados alambrados convencionales. Es una cuestión de costos y posibilidades. En Cuba, en algunos casos, los alambrados de púa para ovinos es la alternativa posible para el buen manejo de los pastos.



**Foto 61** Siempre que las dimensiones del proyecto lo permitan, el cambio de parcelas debe realizarse a pie, como está haciendo Luiz en el cambio de la parcela 16 a la 13 (Proyecto Alegría, Taquara, RS)



**Foto 62** ... Quien determina la velocidad de la marcha es el ternero... (Proyecto El Verdadero Paraíso, Prov. Santa Fe, Argentina).



**Fotos 63 y 64** La primera entrada en la parcela de un lote de 2000 vacas: nerviosismo y atropello; algunos días después (foto abajo), gracias al manejo correcto, las mismas vacas entran “disciplinadamente” en la parcela.  
(Proyecto Pujol, Barra Bonita, SP, Brasil)



**Foto 65** Vaca ama con cuatro terneros anodrizados. Cooperativa Unión, Querência do Norte, Brasil.



**Foto 66** El *Eucalyptus* spp. Es la especie más utilizada para abrigos, en función de su crecimiento rápido y de la posibilidad de obtener una renta por la madera de raleo (Proyecto Paraísos, Bagé, RS, Brasil).



**Foto 67** Aún en áreas de clima templado el ganado europeo busca sombra para protegerse de los rayos solares. Como el campo no tiene abrigos, los animales se refugian en la sombra de un cartel de propaganda... (Mar Del Plata, Argentina).



**Foto 68** Pastura con óptimo sombreado natural (Nicaragua).

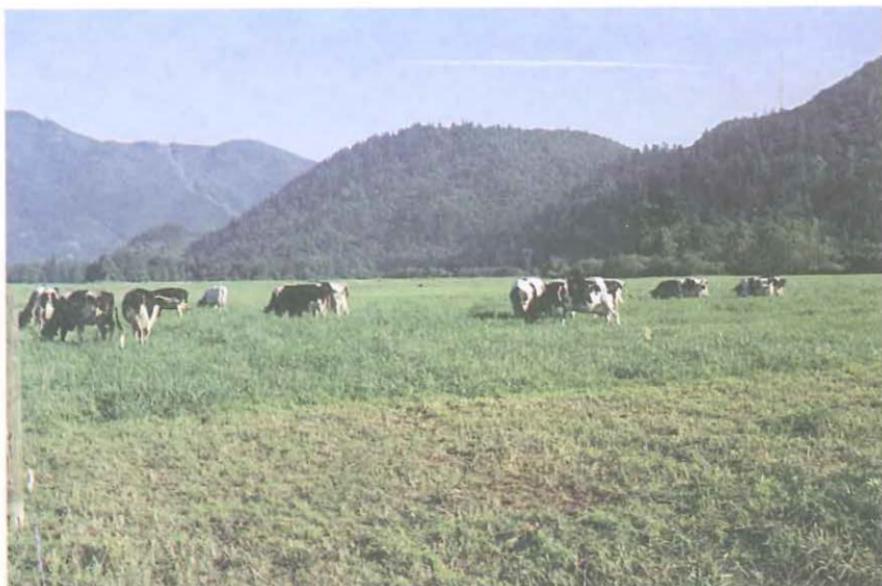


**Foto 69** Cuando, originalmente, el campo está poblado con árboles, el proyecto debe respetarlos y utilizarlos como abrigos. Son las mejores alternativas. Desmontar, en la mayoría de los casos, es un error innecesario porque con buena sombra el pasto produce más (Proyecto CALCRE, Young, Uruguay).

**Foto 70** Cuanto más árido el ambiente, más necesarios son los abrigos. Destruir la vegetación arbórea para formar pasturas, es un error común (Formosa, Argentina).



**Foto 71** Cuando se usa una sucesión PRV-cultivos, la infraestructura de la red hidráulica se mantiene y cohabita con el cultivo. El único recaudo a tomar es la instalación de las cañerías mas profundas, a 0,6m. En la foto, un bebedero en medio de un cultivo de maní (Proyecto La Tenuta, Prov. Córdoba, Argentina)



**Foto 72** El primer Pastoreo Racional Voisin de Canadá fue implantado por el Prof. L. C. Pinheiro Machado (h), en su investigación pos-doctor, en la Universidad de British Columbia, en Vancouver.



**Foto 73** En un suelo extremadamente compactado y degradado por cultivos convencionales de trigo y girasol se hizo una siembra directa de tréboles, lotus y gramíneas templadas. (Proyecto El Verdadero Paraíso, Prov. Santa Fe, Argentina)



**Foto 74** Con buen manejo, emergió una voluminosa y variada pastura (con especies sembradas y no sembradas) que hizo viable la cría orgánica de Aberdeen Angus colorado. (Proyecto El Verdadero Paraíso, Prov. Santa Fe, Argentina)



**Foto 75** El cardo residual fue manejado dejando plantas dispersas para sombrear el suelo y, después de la senescencia, mejorar la estructura del suelo (Proyecto El Verdadero Paraíso, Prov. Santa Fe, Argentina)



**Foto 76** En un proyecto bien manejado, hay pasto aún en los caminos (Proyecto El Verdadero Paraíso, Prov. Santa Fe, Argentina)



**Foto 77** Como resultado de ese buen manejo, los animales están sanos y satisfechos (Proyecto El Verdadero Paraíso, Prov. Santa Fe, Argentina)



**Foto 78** Las pasturas degradadas son recuperadas solamente con el manejo (Proyecto San Bernardo, Prov. Buenos Aires, Argentina, año 1994)



**Foto 79** Nótese la transformación de la composición botánica en cuatro años de buen manejo (Proyecto San Bernardo, Prov. Buenos Aires, Argentina, junio 1998)



**Foto 80** En la Vaquería 24, de la Empresa Genética del Este de la Habana, Cuba, la parcela invadida por "hierba amarga" iba a ser arada para renovar el pasto.



**Foto 81** Con manejo correcto, sin ninguna agresión, se observa la exuberancia de la estrella africana en sólo 120 días.



**Foto 82** Pastura de estrella africana recuperada con PRV, Vaquería 117, Valle de Picadura, Cuba.



**Foto 83** Extensas áreas degradadas en la Provincia de Córdoba, Argentina, están siendo recuperadas con una rotación inteligente PRV – agricultura (Proyecto La Tenuta, Prov. Córdoba, Argentina).



**Foto 84** Novillos mestizos, en la exuberancia de la pastura se mantienen en un excelente estado corporal, haciendo un pastoreo correcto, dejando un remanente mínimo (Proyecto La Tenuta, Prov. Córdoba, Argentina)



**Fotos 85 y 86** Cuando se da reposo y manejo correctos es sorprendente la exuberancia y la calidad de la pastura emergente. En Buritizeiro, MG, Brasil, (Proyecto Palmyra) el monte fue limpiado, sin agresión. Dando reposo posterior, emergió un excelente pastizal con especies naturalizadas. ¿De dónde vinieron las semillas?



**Foto 87** En PRV se puede utilizar, indistintamente, servicio natural o IA (Proyecto Tres Marías, Prov. Buenos Aires, Argentina).



**Foto 88** Las áreas pedregosas y accidentadas de Escocia pueden ser aprovechadas con ovinos (Foto LCPM (h)).



**Foto 89** Levantada la cosecha de trigo, permanece la pastura para ser manejada con PRV (Proyecto El Retiro, Prov. Entre Ríos, Argentina).



**Foto 90** Pasto Guinea recuperado con PRV, Sierra Maestra, Cuba.



**Foto 91** La pastura bien manejada parece un tablero de ajedrez (Proyecto Santa Aristídea, MS, Brasil). A la derecha (vecino), nótense los senderos del pisoteo extensivo.



**Foto 92** Parcela bien comida al lado de otra a la que le faltan pocos días para alcanzar el punto óptimo de reposo (Vaquería 117, Valle de Picadura, Cuba).



**Foto 93** Aún con parcelas a la orilla del lago de la represa de Barra Bonita, vacas dominadas murieron de deshidratación (Proyecto Pujol, SP, Brasil).



**Foto 94** Festuca, pasto ovillo y trébol blanco intersembrado (Proyecto El Desafío / Los Ombúes, Prov. Buenos Aires, Argentina)



**Fotos 95 y 96** Las parcelas deben ser identificadas para facilitar el control del manejo. Las hojas basales marchitas indican pasto ya pasado. Es el caso de la



**Foto 97** Un buen aislamiento en los alambrados electrificados es esencial para la eficiencia de funcionamiento: tubos de goma son aisladores eficientes de bajo costo (Proyecto El Verdadero Paraíso, Prov. Santa Fe, Argentina).

# 10

## El proyecto

El proyecto es la piedra angular del Pastoreo Racional Voisin. Un buen proyecto es la condición primordial para su éxito.

El PRV implica una serie de conductas administrativas y de manejo que sólo se tornan viables en el campo si el área en la que va a desarrollarse está organizada en el marco de una serie de principios, que a partir de una inversión mínima, pueda producir un rendimiento máximo. Esto se logra con un **proyecto** previo. No es posible manejar un campo dividido en numerosas parcelas si esa división no obedece a principios de racionalidad y eficiencia. Es por ello que el proyecto es esencial, y es condición *sine qua non* para la implementación de un PRV. Es, también, como puede deducirse, una actividad compleja que demanda al profesional actuante un bagaje de vivencias que lo habilite para desarrollar un trabajo eficiente. Una de las principales condiciones que el profesional debe ejercitar permanentemente es la autocrítica: los errores (que siempre ocurren) deben ser reconocidos, asumidos y corregidos.

El profesional, al contratar la confección de un proyecto automáticamente pasa a ser un aliado del productor, y en consecuencia, toda su conducta debe ser pautada con la mayor buena fe. Cabe al técnico movilizar, no sólo su mejor saber, sino también la colaboración de otros profesionales, si eso ayudará a aumentar la eficiencia de las soluciones que propondrá el proyecto.

No es de buena conducta que el técnico se involucre en la compra de materiales y equipos y en la contratación de servicios. Son atribuciones del productor. El profesional puede sugerir y orientar, pero no participar. Naturalmente, se exceptúan los casos en que la contratación incluye la ejecución de la obra.

Surge, entonces, la primera cuestión: ¿cuál es la dimensión de un PRV que justifica un proyecto? La respuesta es sólo una: todas. En mi vida profesional, el proyecto más pequeño tuvo 0,8 ha, y el mayor, 15.000 ha. Los principios son los mismos y su aplicación, en cada situación específica, será acorde a la realidad en la que fuera implementado, con las necesarias adaptaciones. Para un miniprodutor de 0,8 ha, una división de área con cerca electrificada, con acceso al agua, con una explicación verbal del manejo y una asistencia técnica futura para asesorar serán suficientes. Es una actividad social, naturalmente sin costos, que todo profesional tiene el de-

ber de ejercer. Un proyecto mayor, con objetivos empresariales, tiene otra formulación y otra dimensión.

Aunque la división del área sea esencial, el proyecto no es apenas esa división: el número, área y forma de las parcelas, el sistema viario, las soluciones hidráulicas, la distribución de la sombra y el paisajismo, y principalmente el contenido del capítulo que denomino **Técnica del proyecto**, constituyen los medios para llegar a la comprobación de que el PRV es el método más moderno, más eficiente y más económico para la producción bovina (y de herbívoros de un modo general) sobre la base de pasto. Por todo eso, el proyecto es una etapa crítica para el éxito del emprendimiento; y también por todo eso, el desarrollo de un proyecto implica condiciones previas del profesional, que le permitan visualizar las mejores soluciones y alternativas.

El primer paso para la elaboración de un proyecto PRV es la visita al área donde será implantado. En esa visita, se discuten con el productor las alternativas técnicas, se analizan las posibilidades de abastecimiento y distribución de agua para los animales y se realiza un levantamiento de los recursos para la implantación del proyecto: personal disponible, existencia de hacienda, máquinas, materiales, insumos y productos existentes. Se evalúa la potencialidad del campo, el nivel de biocenosis, la compactación del suelo, la presencia de indicadores. Se estudia la topografía para la diagramación del sistema viario. Se releva la composición botánica existente, se entrevista y se escucha a las personas que viven en el área hace varios años. No se debe despreciar la llamada "cultura campesina", cuya sabiduría puede ofrecer contribuciones positivas.

Es indispensable contar con un levantamiento planialtimétrico detallado, porque es sobre él que se diseñará la división del área, y cuanto más detallado sea, menor la posibilidad de errores. El levantamiento debe contener un croquis de localización del campo, en referencia al centro urbano relevante más próximo. Se realiza el relevamiento de los datos meteorológicos pertinentes, principalmente lluvias y temperaturas, buscando las informaciones en estaciones o centros próximos al proyecto, y cuando es necesario, se efectúan las extrapolaciones correspondientes. Cuanto mayor la serie cronológica obtenida, mejor, sin despreciar el análisis por separado de los datos de los últimos cinco años, teniendo en cuenta que están ocurriendo importantes cambios climáticos. Los datos de clima son esenciales para el cálculo de la compensación de las fluctuaciones estacionales en la producción forrajera. Se efectúa un avisado estudio de mercado, a partir del cual se definen los objetivos técnicos del proyecto y los momentos de compra y de venta, a fin de que la producción esté disponible en tiempo y forma. Se investigan también las fuentes proveedoras, y los precios de insumos y productos previstos en el desarrollo de las actividades propuestas en el proyecto.

Una pregunta frecuente es la siguiente: ¿no se puede ir dividiendo el

campo, hasta llegar al punto recomendado técnicamente? La respuesta es no. Como ya fue dicho, siempre que se reducen las superficies de los potreros, hay una mejoría. Sin embargo, para alcanzar los resultados máximos, la subdivisión paulatina y creciente no es suficiente, porque de inmediato surgen dificultades con la distribución del agua y con el sistema viario. Se necesita un proyecto previo, cuya implantación, con todo previsto, puede hacerse gradualmente. Así, en lugar de parcelar arbitrariamente el área, se construyen las divisiones que los recursos financieros posibilitan, pero de acuerdo con el proyecto previamente elaborado.

### 10.1 - EL GUIÓN

El guión del proyecto normalmente responde a uno de dos objetivos: o es un trabajo del profesional, o cumple una finalidad específica, por ejemplo, una solicitud de financiamiento. En este último caso, cuanto más se ajuste a la demanda del agente que realizará la evaluación, más fácil resultará obtener los fondos demandados.

Ya el trabajo profesional es una cuestión individual o de equipo, que responde a objetivos técnico-económicos capaces de conducir la actividad hacia el éxito. En nuestros proyectos, hemos usado un guión con una presentación y siete capítulos, a saber: **1 – sumario del proyecto**, donde se hace una síntesis de los resultados propuestos; **2 – antecedentes del proyecto**, que se ocupa de las informaciones legales de la empresa, con un croquis de localización del establecimiento, y describe la vegetación, la topografía, los recursos hídricos y el suelo. Se incluyen los análisis de suelo, de tejido vegetal y de agua realizados, y las informaciones meteorológicas; **3 – mercado**, donde se describen las mejoras, animales, máquinas, productos e insumos existentes y los que se van a adquirir, con los respectivos precios, y se analiza el mercado de compra y venta para la definición de la actividad productiva; **4 – técnica del proyecto**, sin duda el capítulo más importante desde el punto de vista del “cómo se hace”, cómo se manejan los animales, las pasturas, el suelo y el ambiente, bajo el comando humano, para poner en práctica el Pastoreo Racional Voisin. Si el proyecto es la piedra angular del PRV, la técnica del proyecto es el pulido final. En este capítulo, se define la concepción del proyecto, se describe el ciclo productivo, se calcula la evolución de la carga y las existencias, se propone un esquema sanitario, se discute la aplicación de las leyes universales del pastoreo racional y las técnicas que le son subsidiarias, como la formación de los pastos, el paisajismo, la división del área, los alambrados, el sistema viario, la hidráulica y el manejo del ganado. Finalmente, el capítulo trata el tema administración; **5 – inversiones del proyecto**, donde se enumeran y desglosan los montos necesarios para la implantación y desempeño del proyecto, que dan la base para el capítulo; **6 – costos e ingresos**. Finalmente, el capítulo **7 – análisis económico – financiero**, después de la

previsión de ventas, analiza los principales parámetros del proyecto, tales como punto de equilibrio, tasa interna de retorno y tiempo de recupero de la inversión, concluyendo con un análisis de sensibilidad.

Al final, se registra la bibliografía utilizada.

## **10.2 – SERIEDAD**

Como se vio hasta aquí, el proyecto es fundamental para el éxito de la inversión y demanda la participación de un equipo multidisciplinario. El proyecto es algo serio. La probidad contempla también el saber. Metas viables, descripción de cómo hacer, evaluaciones prudentes, decisiones **siempre** a favor del productor, con el debido respeto a la protección ambiental y a los aspectos sociales y culturales; en fin, el Pastoreo Racional Voisin es un cuerpo de doctrina muy serio, y con seriedad debe ser tratado, proyectado y manejado.

### **10.2.1 – PLAGIARIOS**

No han sido pocas las veces en que he encontrado plagios de nuestros proyectos. Más allá del escarnio ético y moral (que por último afecta sólo al plagiarlo), el asunto me preocupa, principalmente porque el fraude termina perjudicando al productor y difamando el concepto del Pastoreo Racional Voisin: no existen dos proyectos iguales, aunque en apariencia puedan dar la impresión de ser la misma cosa. Desde el primer proyecto que confeccionamos en 1964, el proyecto Alegría, hasta el proyecto Santa Cruz, el último elaborado, en los 215 proyectos producidos hay diferencias abismales, y no hay dos iguales, porque lo que califica el trabajo es precisamente la atención a las especificidades que cada ambiente posee. La división de área, por ejemplo, pasa por seis revisiones, siendo dos de ellas, como mínimo, verificaciones a campo. ¿Cómo es posible entonces transplantar soluciones para situaciones diversas? Además de eso, la ciencia avanza, la investigación esclarece e informa sobre lo nuevo, y todo eso es permanentemente incorporado a los nuevos proyectos. Cuántas veces escuché “pero este detalle no está en mi proyecto!”. Qué bueno que podemos avanzar y tener siempre algo nuevo para agregar. A veces es apenas una frase; pero esa frase representó muchos pesos economizados, o un aumento significativo de la producción. En nuestros cursos, que ya son casi 40 dictados en varios países, jamás escondemos una sola información, pues nuestro objetivo es exactamente capacitar el mayor número de profesionales y productores para que planifiquen y ejecuten bien el verdadero Pastoreo Racional Voisin.

## **10.3 – TAMAÑO DEL PROYECTO**

En los cursos que he dictado, especialmente cuando asisten pequeños productores, hay una pregunta obligatoria: ¿cuál es la menor superficie en que puede implementarse un proyecto de PRV?

La superficie del campo no es el factor limitante. Como fue dicho, se puede implementar un miniproyecto en 1 ha, como un proyecto en 1.000 ha o un megaproyecto en 10.000 ha. Las leyes universales del pastoreo racional pueden ser aplicadas en cualquier campo, independientemente de su tamaño. La cuestión es dotar el campo de la infraestructura que haga viable la aplicación de las leyes.

Naturalmente, un proyecto para un área pequeña tiene especificidades bien diferentes de un proyecto para un área grande, aunque ambos contemplen igualmente los principios fundamentales del PRV.

En un miniproyecto de 2 ha, por ejemplo, que es un caso común para los pequeños productores de leche, se hace la división de área con alambre electrificado; los caminos pueden tener 3 m de ancho, pues el número de animales a transitar es pequeño, 4 o 5 vacas; el agua, además de la bebida en el propio lugar de ordeño, puede ser provista en bebederos circulares de plástico, en toneles utilizados como envases de productos no tóxicos. Las cañerías pueden ser superficiales, de manguera negra, colocadas debajo de los alambrados; el número mínimo de divisiones es 30. Por lo tanto, para 2 ha, cada parcela tendrá 650 m<sup>2</sup> o, básicamente, 26 x 26 m. Generalmente las áreas de pasto de esas pequeñas propiedades tienen una cobertura vegetal con especies nativas o naturalizadas, que reaccionan muy bien al manejo correcto, con tiempos de reposo adecuados. Los pastos pueden, también, ser mejorados con siembras en cobertura, con la introducción de especies más productivas. Todo, sin embargo, sin agredir al suelo, cuya cobertura vegetal preexistente debe ser mantenida y mejorada.

En un proyecto de 1.000 ha, ya la obediencia a los principios de un manejo racional implica conductas diferentes; los potreros no pueden tener más de 5 ha, y el número mínimo básico de 40 es superado, porque 1.000 ha: 5 ha = 200, y el proyecto tendrá, como mínimo, 200 potreros; y los corredores deberán tener un ancho de hasta 20 m.

En conclusión, se puede implantar el PRV en cualquier área, independientemente de su tamaño. Lo que es necesario, como es natural, es hacer las indispensables adaptaciones, siempre respetando y cumpliendo los principios básicos.

Para los pequeños productores de leche (y también para los grandes...) la producción sobre la base de pasto tiene un costo más bajo, que puede hacer viable económicamente la propiedad, ya que un ingreso diario, aunque modesto, sin gastos de alimentos concentrados y otros insumos externos comprados, puede modificar positivamente el presupuesto familiar.

#### **10.4 – ÍNDICES A CONSIDERAR**

El desarrollo del capítulo referente a la técnica dependerá de diversos índices, que serán utilizados en la medida en que el proceso de cría se desarrolle.

#### 10.4.1 – EVOLUCIÓN DEL REBAÑO

Una de las características más notables del PRV es el incremento de la fertilidad del suelo, y en consecuencia, de la capacidad de carga de las pasturas.

El proyecto comienza con una carga animal que evoluciona hasta su madurez, que ocurre, normalmente, entre el quinto y el octavo año de explotación.

Ese incremento es el producto de un manejo correcto, a partir de condiciones materiales mínimas, tales como las pasturas, la división de área en parcelas y la implantación de la hidráulica. Aunque la sombra sea un componente indispensable del sistema, se inicia el uso de las parcelas con la sombra eventualmente existente en el área, mientras los árboles del conjunto paisajístico plantados crecen protegidos del ganado y de las hormigas, hasta que puedan ser usados como sombra y abrigo.

La carga inicial es calculada multiplicando por tres la carga media vigente en la región. No se considera la carga preexistente en el área del proyecto, porque el campo puede haber tenido algún tipo de mejoramiento que le haya permitido sostener una carga mayor al promedio de la zona. Comenzar con una carga inicial excesiva comprometería el éxito del proyecto. En la descripción de la curva sigmoidea, se vio que la producción de pasto por hectárea, en el punto óptimo de reposo, es tres veces mayor que la producción en los estadios iniciales del rebrote.

En los sistemas extensivos, donde quien comanda el pastoreo es el bovino, el pasto es comido en sus estadios iniciales del rebrote. Ya se explicó que ese es el primer paso para la degradación de las pasturas convencionales, porque produce, sucesivamente, el agotamiento del sistema de reservas de la planta, llevándola a una “aceleración fuera del tiempo”.

Ahora, si la vaca come cuando aún el rebrote es aproximadamente un tercio del punto óptimo de reposo, naturalmente, la disponibilidad de pasto pasará a ser tres veces mayor cuando pase a comer en ese punto.

Por otro lado, la eficiencia de pastoreo (relación entre la oferta de pasto y la que el animal realmente consume) en los sistemas convencionales no supera el orden del 25 a 30%. En PRV, esa eficiencia oscila entre 75 y 90%. Esto equivale a tres veces más en PRV, en comparación al extensivo. Si se suman ambas relaciones, se concluye que en el PRV el aprovechamiento de la pastura disponible puede ser seis veces mayor que en el pastoreo extensivo. No obstante, usando prudentemente un margen de seguridad, se considera como carga inicial sólo tres veces la carga media de la región.

Por ejemplo, si la carga media de la zona es 0,3 UGMs/ha, se inicia el proyecto con 0,9 UGMs/ha, lo que corresponde a 1,35 cabezas/ha, porque en promedio 1 UGM = 1,5 cabezas, y  $0,9 \times 1,5 = 1,35$ .

A partir de esa carga, se prevén los aumentos anuales progresivos, hasta alcanzar la carga máxima previsible.

La evolución de la carga en los años subsecuentes es estimada de acuerdo con las características específicas de cada situación, a partir de la fertilidad inicial del suelo, régimen pluviométrico, modalidad para compensar las fluctuaciones estacionales de la producción de pasto, y tipo de pastura.

En nuestra vivencia profesional, hemos trabajado con cargas máximas en la estabilización del proyecto de 2,5 a 4 UGMs/ha, valores que se han alcanzado entre el quinto y el octavo año, siempre, repito, en dependencia de factores humanos (administración y manejo) y ambientales (clima, suelo, pasto, animal). Estos son valores indicativos que no deben servir como receta.

En la evolución de la carga se deben prever dos situaciones que pueden ocurrir: una “explosión” de pasto después del primer reposo, y los “años de miseria”.

En pasturas antes sometidas a un manejo extensivo con pisoteo continuo hay una especie de energía reprimida que se manifiesta al dar reposo a la pastura produciendo un rebrote extraordinariamente vigoroso, y generando una situación engañosa, porque en las ocupaciones siguientes, la producción del pasto vuelve a decaer. Es a partir de esta reducción que los pastos bien manejados pasan a tener una productividad creciente, cuyo clímax no se conoce, como establece la “ley de la fertilidad creciente”. Mientras tanto, a los efectos de evaluación del proyecto, es necesario fijar un techo. Es prudente no sobrepasar de 20% el incremento de productividad de la pastura del primer al segundo año de proyecto.

Cuando la pastura ha sufrido alguna agresión previa (arado, rastra o similar) ocurrirán los “años de miseria”, a partir del segundo o tercer año, pudiendo tener una duración de dos a cuatro años. Durante ese período la productividad de la pastura se verá deprimida. La reducción en la disponibilidad de pasto producida por los “años de miseria” debe ser considerada en la evolución de la carga del proyecto.

#### **10.4.2 – ÍNDICES BIOLÓGICOS**

Los índices de parición pueden comenzar para el primer año con 75% de nacimientos (sobre el total de hembras aptas para la reproducción), elevándose a 90% en la madurez del proyecto. Esta baja tasa inicial no significa una regla en PRV. Sólo por precaución se sugiere un valor más conservador, para contemplar la adaptación, el aprendizaje y otros procesos inherentes a la adopción de una nueva tecnología protegiendo a los productores de falsas expectativas; la mortalidad total prevista no debe superar el 2%; el descarte o refugio de hembras productivas puede variar de 10 a 25%, y la conversión a UGMs se realiza dividiendo el peso promedio de la categoría por 500.

Si el proyecto fuera para ganado de carne se puede prever en la madurez una edad de faena de 20 a 24 meses con 450kg pv.

### 10.4.3 – NECESIDADES CUANTITATIVAS

De acuerdo con la fluctuación estacional de la producción forrajera, y con el apoyo de los datos meteorológicos, se calcula el número de días en que habrá necesidad de suplemento. Luego, se multiplica el número de UGMs del proyecto por 12 (cantidad de MS/UGM/día) y por el número de días a suplementar, obteniendo así la cantidad total de MS que el proyecto debe disponer como reserva para satisfacer la demanda en los períodos de menor o ninguna producción de las pasturas.

### 10.5 – ABRIGOS Y ROMPE VIENTOS

La vegetación arbórea es un complemento necesario del pastoreo Racional Voisin, porque trae beneficios de confort térmico para los animales, para los pastos y para el suelo, limitando los efectos negativos producidos por la gran amplitud térmica de verano, por la exposición directa a los rayos solares, y en el invierno, por la ocurrencia de vientos fríos. Estos factores produce un estrés que tiene consecuencias directas en la producción, tanto por la economía como por el mayor gasto energético necesario para mantener la homeostasis térmica.

#### 10.5.1 – ABRIGOS

La presencia de montes de árboles nativos o de especies cultivadas en las parcelas es una necesidad que ameniza tanto los efectos de las altas temperaturas que afectan, inclusive, la reproducción, como de las bajas temperaturas. Es, también, la etapa del proyecto más difícil de implantar. Si ya existen árboles en el campo, deben ser protegidos y usados como refugio. Cuando deben ser plantados el problema se complica, porque el crecimiento de los árboles es lento hasta que el ganado pueda entrar en los abrigos sin dañarlos. Generalmente lleva tres años, y durante ese período son necesarios cuidados permanentes, especialmente en el control de hormigas cortadoras (Fotos 66, 67, 68, 69, y 70).

Los bosques o abrigos ayudan a mantener la homeostasis de los animales. Mediciones en áreas templadas y tropicales mostraron una diferencia de temperatura de 10°C a 15°C entre el ambiente de sombra y la exposición directa de los rayos solares (observación personal, 1999 y 2001). Las áreas sombreadas producen 48% más de pasto que las que se encuentran a pleno sol (Wilson 1991), además de influir positivamente en el bienestar animal. Bortabaru et al. (1996) encontraron, en Uruguay, un aumento de 4,2% en la producción de leche y 22% en la ganancia de peso a favor de potreros con sombra comparados con otros sin sombra. Otra función muy importante de los montes es actuar como nicho o abrigo de aves, insectos y otros animales, enemigos naturales predadores de “plagas”. Es prudente, sin embargo, prestar atención a la presencia de árboles aislados en lugares elevados, que pueden atraer descargas eléctricas produciendo accidentes tales como la muerte de animales.

La base de las copas de los árboles para refugios debe quedar entre 3 y 4m del nivel del suelo para permitir una buena ventilación, especialmente donde existan temperaturas superiores de 25°C. Se necesitan de 3 a 5m<sup>2</sup> de área cubierta con árboles por cabeza. Se deben elegir sitios para los abrigos que tengan buen drenaje del agua de lluvia, para evitar la formación de charcos. Si el área es pedregosa, se pueden utilizar los lugares con afloramientos rocosos. Así, se aprovechan las áreas inútiles y los abrigos se ubican en lugares sin formación de charcos.

Las plantas utilizadas en los abrigos deben tener crecimiento rápido y no formar copas compactas que impidan el pasaje total de los rayos solares. Especies como *Anacardium occidentale* (cajú, marañón), *Psidium guayaba* (guayabo), *Hovenia dulcis* (uva de Japón, palito dulce), *Pyrus comunis* (peral) y *Diospyrus kaki* (caqui), poseen copas excelentes como abrigos, como también la *Myrciaria cauliflora* (guapurú), *Poinciana regia* (flamboyán) y *Syagrus sp.* (palmeras, coquero). Los árboles deben cubrir cerca del 80% del área de sombra. Generalmente, las diversas especies de eucaliptos han sido las más indicadas por su crecimiento rápido, plantándose con espaciamiento mínimo de 3m entre líneas. Es necesario tener el cuidado de no usar especies que puedan traer problemas a los animales, como la *Spathodea* (flores tóxicas) y otras.

En diversas regiones de América Latina (Cerrado brasileiro, Chaco, La Pampa y provincias norteafricanas argentinas, departamentos centrales de Uruguay y muchas otras regiones), aún existe una excelente cobertura arbórea en áreas con aptitud pastoril. En la preparación de esas áreas para un proyecto PRV, se procede a una limpieza sin uso de fuego para dar espacio a las pasturas. Pero siempre es conveniente dejar áreas pequeñas (manchas) con toda la vegetación original sin alterar, para proteger la sociología vegetal, manteniendo las buenas especies. Estas manchas o "montecitos" pueden tener hasta 10m de diámetro, dependiendo de las condiciones específicas del lugar y del tamaño de la parcela. Cuando se hace a "limpieza" dejando sólo los árboles más grandes aislados, terminan muriendo y pasan a desempeñar la peligrosa función de pararrayos.

### 10.5.2 – CORTINAS ROMPE VIENTOS

Según Leal (1986), citando datos de Read, en el área de protección de una cortina rompe vientos hay un aumento en la producción vegetal superior a 20%, llegando hasta el 45%. Las cortinas deben tener una permeabilidad del orden del 40% para permitir el pasaje del viento. El alcance de la protección es equivalente a 10 a 20 veces la altura de los árboles. Una cortina cuyos árboles más altos alcancen los 20m, protege una extensión de 200 a 400m. He usado en los proyectos una cortina forestal perimetral que tiene la doble función de protección ambiental y de mejorar el confort térmico de los animales. En áreas planas y proyectos de escala, se utilizan

cortinas también en el interior del proyecto, construidas perpendicularmente a los vientos dominantes, especialmente vientos fríos en climas templados. La sección de las cortinas debe tener la forma de una “V” abierto e invertida en un corte transversal, y puede estar formada por cinco filas de árboles, de las cuales la central es la de mayor altura, y las dos laterales tienen alturas decrecientes, como se ve en la figura 10.1. Los árboles quedan distanciados entre sí, 5m o más, dependiendo del porte de los mismos, y respetando la permeabilidad del 40% ya mencionada. Se plantan con distribución intercalada.

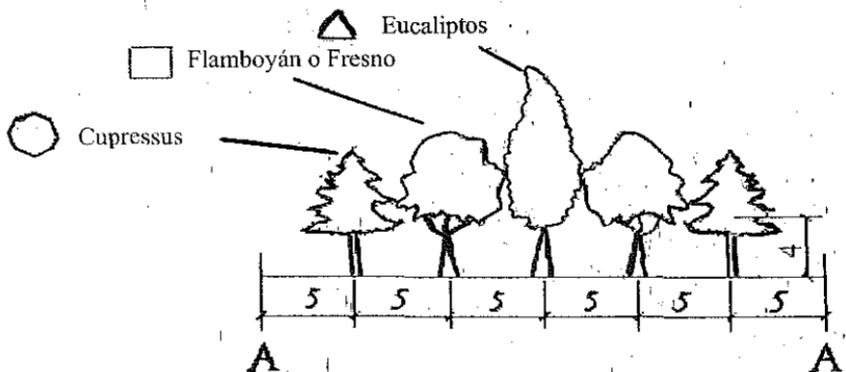
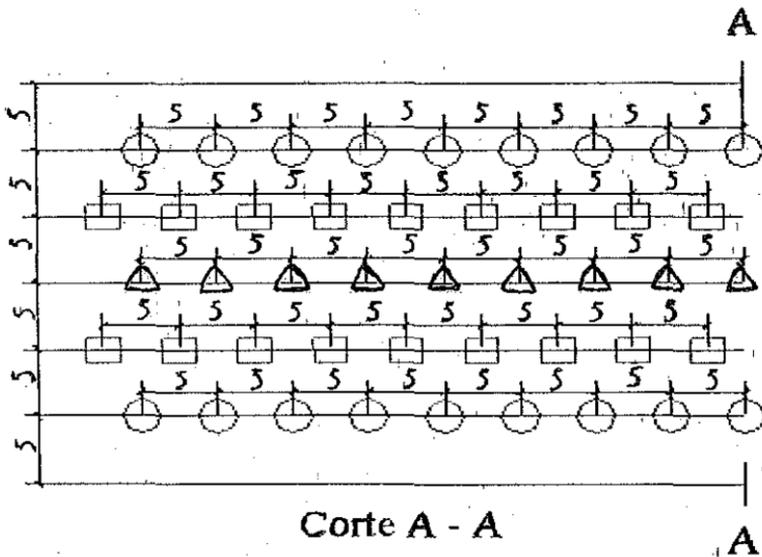


Figura 10.1 – Esquema de cortina forestal. Disposición de los árboles en una cortina forestal tipo, en corte y en planta.

De modo general, todas las especies arbóreas son buenas siempre que tengan crecimiento rápido y que puedan, también rápidamente, soportar la presencia de los bovinos sin riesgo de daños. Las cortinas forestales y los abrigos arbóreos, además de desempeñar una destacada función productiva, dan un toque de belleza al campo, compatible con la sensibilidad de los que ponen en práctica el PRV.

**Especies utilizadas** - Todas las especies son buenas, y su elección depende de la adaptación ambiental (clima y suelo), de la disponibilidad de mudas o semillas, del gusto del productor, y de la ausencia de principios tóxicos. Ejemplos para las líneas laterales: *Cupressus* sp. (ciprés), *Hibiscus* sp, *Citrus* sp (cítricos), *Psidium guayaba* (guayaba), *Leucaena leucocephala* (leucaena), *Coffea arabica* (café). Líneas intermedias: *Ligustrum* sp (ligustro), *Hovenia dulcis* (uva de Japón), *Prunus* sp., *Psidium littorale* (arazá), *Laurus nobilis* (laurel), *Ilex* sp (yerba mate, palo de yerba y otros), *Pyrus comunis* (peral), *Diospyros kaki* (caqui), *Casuarina cunninghamiana* (casuarina), *Fraxinus* sp. (fresno), *Poinciana regia* (flamboyan), *Jacaranda mimosifolia* (jacarandá), *Cassia* sp. (casia), *Acacia* sp. (aromos, acacia negra y otros), *Prosopis* sp. (algarrobos), *Morus alba* (morera), *Melia Azedarach* (paraíso). Línea central: *Eucalyptus* spp., *Populus* sp. (álamos), *Schizolobium parahybum* (guapuruvu), *Cassia* sp. (casia, canafistula), *Chorisia speciosa* (palo borracho), *Platanus orientalis* (plátano). Las especies nativas siempre tienen preferencia.

## 10.6 – EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica es la que brinda al productor la seguridad de la inversión. Por lo tanto, es esencial que sea hecha con criterios rígidos y siempre conservadores. El profesional proyectista no puede menospreciar el hecho de que está administrando recursos de terceros y que, por eso mismo, toda cautela es poca.

## 10.7 – ADMINISTRACIÓN

Es el “talón de Aquiles” de los proyectos. Todos los problemas en proyectos PRV que conozco se deben a fallas de administración, y estas fallas pueden comenzar por la contratación de profesionales sin la debida solidez para elaborarlos.

La considero como la etapa crítica del proyecto. Tratándose de una tecnología superior y de punta en la explotación bovina, aunque utilizadora de insumos de bajo costo, sólo resulta en rendimientos económicos satisfactorios si es aplicada con disciplina y pertinacia, con el control riguroso de todas las eventos. En otras palabras, con administración competente.

La administración, en este caso, consiste en la observación de las cuatro condiciones de éxito del PRV: capital, proyecto, asistencia técnica y

administración, y se materializa en el registro de todos los hechos ocurridos, en su interpretación, y en la inmediata solución de los problemas que puedan surgir. Es fundamental que las indicaciones de la asistencia técnica sean pronta y diligentemente puestas en práctica.

Independientemente del tamaño del proyecto, las parcelas deben tener fichas individuales (figura 7.3) para el control de los movimientos del ganado, de los tiempos de reposo y de ocupación, y para el registro de cualquier evento cuya información pueda auxiliar en la conducción del manejo. Dependiendo del tamaño del proyecto, el sistema puede ser computarizado.

La presencia humana en la conducción del manejo de las pasturas, como se ha visto a lo largo de este texto, es condición *sine qua non* para el cumplimiento de las leyes universales del pastoreo racional, y por lo tanto, para el éxito del PRV. Para los productores que personalmente dirigen el manejo de los pastos y del ganado, esa condición imprescindible es, *de per se*, satisfecha. Sin embargo, cuando esa función es delegada en terceros surge a veces la principal causa de los fracasos. Un empresario dueño de una industria, jamás entregaría la administración de la empresa a terceros que no posean formación y capacitación necesarias sin sus propios controles permanentes y cotidianos. Lo que sorprende es que ese mismo empresario, cuando se convierte en propietario rural, entrega la administración de sus bienes en el campo, cuyo valor patrimonial puede hasta ser superior al de su industria, a terceros sin la necesaria preparación. Estos “administradores”, por no tener la formación indispensable, pasan a gerenciar mal el proceso, lo que lleva al proyecto al fracaso. El empresario que remunera razonablemente a su administrador industrial, no procede de la misma forma con su administrador rural. Es una de las tantas distorsiones de la economía de nuestro país. Ciertamente, hay excepciones, cuyo número está creciendo, que son los usufructuarios en escala de los beneficios del PRV. Sobre este asunto, además, es oportuno recordar que la aceptación e integración de nuevas tecnologías o procedimientos innovadores es inversamente proporcional al nivel cultural del ciudadano. Cuanto más culto, más fácil su adaptación (Ribas, 2003).

#### 10.7.1 – PERFIL DEL PERSONAL

Las condiciones necesarias y casi suficientes para trabajar en un proyecto de PRV es tener la “mente abierta”, inteligencia, una gran predisposición para aceptar los cambios con rapidez, buena voluntad y actitud positiva, y tener respeto por el bienestar de los animales y una actitud de afecto hacia los mismos. Las personas que se aferran a preconceptos e intentan “adaptar” las reglas del manejo del PRV a la forma de trabajo propia de los métodos convencionales, creando “medias tecnologías”, llevan inevitablemente el proyecto al fracaso. Esto es válido tanto para las posi-

ciones de nivel gerencial como para los trabajadores de escalafón más bajo en la jerarquía administrativa. El riguroso e inteligente apego a la disciplina del trabajo es el único secreto para la viabilidad del proyecto.

Todos los trabajadores deben conocer todas las tareas aunque, lógicamente, haya una distribución de responsabilidades que acaban centralizándose en la figura del administrador o gerente del proyecto. La persona que ocupa esa función debe tener la capacidad de enseñar las tareas y de transmitir los fundamentos que conducen a que el trabajo se efectúe concientemente de la manera propuesta. Debe entender los fundamentos del proyecto y esclarecer y superar sus dudas, para estar convencido de lo que hace.

El técnicas de manejo del PRV tienen siempre una justificación lógica, respaldada científicamente, y nada se hace por “capricho”, por “receta” o porque “yo pienso”.

Irónicamente, en la mayoría de los casos las mejores experiencias se obtuvieron con personas que no tienen experiencia previa en trabajo de campo. En estos casos, existen dos requisitos imprescindibles: no tener miedo de los animales y contar con una buena capacidad de observación que permita registrar los hechos cotidianos. El PRV es un proceso dinámico y requiere la permanente interpretación de los hechos.

Las técnicas de manejo PRV y las prácticas de los métodos convencionales son antagónicas, incompatibles e irreconciliables.

### 10.7.2 – PROGRAMA DE ESTÍMULOS

El estímulo al trabajo de las personas es una conducta internacionalmente reconocida como una manera inteligente de aumentar la productividad y la eficiencia de las empresas.

Las bonificaciones deben ser fijadas en función de las actividades que dependan exclusivamente del trabajo de las personas que serán premiadas.

Tanto para la producción de carne como para la de leche, es conveniente organizar un esquema de bonificaciones que contemple un conjunto de actividades o funciones, y nunca sólo una. Por ejemplo, en ganado de carne, se puede asociar el porcentaje de parición con la edad y peso de faena, la mortalidad y el peso al destete. Establecidos los parámetros, si son alcanzados, cuenta puntos positivos; si no, cuenta negativos. El premio es otorgado si el balance final resulta positivo. Para ganado lechero el criterio es el mismo, cambiando los objetivos: porcentaje de vacas en lactancia, intervalo entre partos, producción y calidad de la leche, mortalidad de terneros, número de inseminaciones por ternero nacido y otros.

Es problemático establecer una bonificación sólo por el volumen de producción comercializada.

Los trabajadores deben ser alfabetizados y capaces de entender y completar diariamente los diversos registros que eventualmente les correspondan.

Un salario fijo básico capaz de estimular a los trabajadores es una condición mínima indispensable. El PRV propicia rendimientos que permiten manejar salarios superiores.

### 10.7.3 – OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS

El registro permanente de los principales parámetros meteorológicos, especialmente temperaturas y precipitaciones pluviométricas, ofrece una importante ayuda en el análisis de las causas de eventuales problemas que puedan surgir. En función de eso es deseable contar con una estación de observaciones meteorológicas que registre diaria y regularmente, como mínimo:

- temperatura máxima y mínima;
- precipitación pluviométrica;
- humedad relativa del aire;

La estación debe quedar ubicada en un sitio que no tenga interferencia de edificaciones, árboles o cualquier otro obstáculo o accidente. Los termómetros se alojan en casillas con paredes tipo venecianas, a 1,5m del suelo y pintadas de blanco.

Las observaciones deben ser realizadas diariamente, a las 15h, y registradas en fichas apropiadas que permitan totalizar los datos de cada mes.

### 10.8 – LA IMPLANTACIÓN

El proyecto se implanta a partir de la recuperación, mejoramiento y manejo adecuados de las pasturas existentes y de la introducción de plantas forrajeras, de acuerdo con las condiciones específicas de cada campo. Las siembras, cuando son necesarias, se realizan en cobertura, con animales, por siembra directa, o con el transplante de mudas manual o mecanizado.

La implantación comienza por las áreas más favorables y capaces de producir resultados más rápidamente: áreas más planas, mejor empastadas y con agua dan mejores posibilidades de abastecimiento de agua para los bebederos.

Para la ejecución del proyecto se sugiere la siguiente secuencia de actividades:

1. replanteo de la división del área con la marcación con estacas de las parcelas, caminos, tranqueras, esquineros y bebederos;
2. construcción de la red hidráulica, incluyendo el sistema de captación y distribución del agua y la construcción de bebederos;
3. transplante de los pastos que se multipliquen vegetativamente, o siembra de semillas en caso de utilizar equipo de siembra directa;

4. drenaje y construcción de alcantarillas, cuando corresponda;
5. construcción de los alambrados de la división del área;
6. siembra sobre tapiz de las de forrajeras de semilla;
7. plantación de árboles, cuando corresponda;
8. desarme de los alambrados convencionales existentes que caen en desuso.

Es bueno destacar que el desmantelamiento de los alambrados preexistentes es la última actividad en la implantación del proyecto.



# Epílogo

Aquí está la síntesis de una larga labor de casi medio siglo en varios países y distintas latitudes. Para hacer un Pastoreo Racional Voisin, tal como pienso en honrar y perpetuar el nombre del genial creador de las leyes universales del pastoreo racional, André Voisin, hay que seguir lo que aquí se expone. El PRV, repito, es incompatible, irreconciliable y antagónico con el pastoreo convencional. Es absolutamente necesario que esto quede perfectamente establecido y entendido.

No obstante, todo lo que contiene este libro puede ser utilizado por los productores convencionales con el sentido de mejorar sus producciones. Por ejemplo, el principio de que el agua vaya al animal y de los bebederos circulares puede ser empleado en cualquier campo, y siempre habrá una mejoría. El simple hecho de colocar bebederos en una unidad de pequeños productores lecheros en Querência del Norte, PR, aumentó la producción de leche en 50% (pasó de 4 a 6 l/vaca/día). La utilización de los principios puede y debe hacerse indistintamente.

Lo que no se debe, sin embargo, es confundir el empleo de algún principio específico en situaciones particulares, con lo que desarrollamos en el Pastoreo Racional Voisin, que es un conjunto de conductas establecidas a partir de la aplicación correcta de las leyes universales del pastoreo racional.

Lo que pretendo es que este libro sea una guía para la aplicación correcta del PRV, y una contribución al mejoramiento de la actividad bovina en cualquier escala y con cualquier objetivo, que necesariamente, comienza con el cuidado del suelo y de los pastos.

Deseo que se entienda que el Pastoreo Racional Voisin, de la forma como lo presenté, es el método más moderno, más eficiente, más económico, más equilibrado energética y ambientalmente, y más dinámico para la producción de carne y leche sobre la base de pasto. Pero,

- El PRV no es una panacea;
- El PRV no produce milagros;
- El PRV no es mágico;
- Es, apenas, lo mejor.

Concluyo con Goethe: "Puedes llevar a casa, ésta es la verdad".





# Bibliografia

- ACARESC. Suinocultura intensiva ao ar livre. Florianópolis: ACARESC, 1988. 111p.
- AGGELER, K. E. Cerca elétrica. Florianópolis: EPAGRI, 1995. 68p.
- ALBAREDA, J. M. El Suelo. Madrid: SAETA, xv + 485 p. 1940.
- ALCANTARA, P. B. et al. Plantas forrageiras. Gramíneas e Leguminosas. São Paulo: NOBEL, 4ª ed., 1988. 162p.
- ALMEIDA, E. Informação pessoal. Estação Experimental da Epagri, Ituporanga, SC. 2003.
- ALMEIDA, F.S. A alelopatia e as plantas., Londrina: IAPAR, 1988. 60p. (Circular, 53).
- ALVES, S. J. Amendoim forrageiro. In: FORRAGEIRAS DO PARANÁ. Londrina: CPAF-IAPAR, 1995. 250-254p.
- ARAUJO, A.A. Forrageiras para ceifa. Porto Alegre: Sulina, 2ª ed., 1972. 157p.
- ARAUJO, A.A. Pastagens artificiais. São Paulo: Melhoramentos, 1953, 253p.
- ARAUJO, A.A. Forrageiras para o sul do Brasil. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio, 1942. 258p.
- ARNOLD, G.W.; DUDZINSKI, M.L. Ethology of free-ranging domestic animals, Elsevier, Amsterdam, xi + 198p. 1978.
- BAETHGEN, W.E. El nitrógeno en los sistemas agrícola-ganaderos. In: MANEJO Y FERTILIDADE DE SUELOS. Montevideo: INIA, 1996. 9-22p.
- BALL, D. – Fesame – America's Largest and Most Misunderstood Forage Crop. SGF, vol. 54, nº 8, Aug. 7p, 1997.
- BANDEIRA, A. G. Capinzeiros como fonte de nutrientes em solos pobres da Amazônia. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi – Zoologia, vol. 2 (1):39-48p, 1985.
- BARTABURU, D. Efecto de la Sombra sobre la Producción Lechera. Revista Plan Agropecuária, Montevideo, nº 77, dic. , 36 - 40 p., 1997.
- BERETA, E.; LEVRATTO, J.C. Estudio de la dinámica en la vegetación mejorada con fertilización e introducción de leguminosas. In: SEMINARIO NACIONAL DE CAMPO NATURAL, HEMISFÉRIO SUR, //, Montevideo, Anais? Montevideo: Editor ?, p. 197, 1990.
- BERTELSEN, B.S. et al. Beef cattle performance and forage characteristics of continuous, 6-paddock, and 11-paddock grazing systems, J. Anim. Sci. 77: 1381-1389 p., 1993. Local de edição do periódico?
- BÍBLIA (Autor?. O livro da consolação de Israel. Is40,6? ., São Paulo: Ed. Loyola, 1318 (778)p ?. 1993.
- BLASER, R.E. Manejo do complexo pastagem – animal para a avaliação de plantas e desenvolvimento de sistemas de produção de forragens. In:

- PASTAGENS. Piracicaba: FEALQ, 2ª ed., 1990. 279 – 335p.
- BLASER, R.E. Animal Performance and Yields With Methods of Utilizing Pasturage. *Agron. J.*, 51; 238-242p, 1959.
- BOELCKE, O. *Plantas Vasculares de la Argentina*. Bueno Aires: FECIC, xv+340p. 1981.
- BONNER, J.; GALSTON, A.W. *Principios de fisiología vegetal*. Madrid: Aguilar, , xvi + 485p. 1955.
- BOUCHÉ, M. B. *Lombriciens de France*. Paris: INRA, 972. 671p.
- BRADLEY, R.S. et al. Nitrogen Fixation in Nasutitermes in Central Amazonia. In: SOCIAL INSECTS IN THE TROPICS. Villetaneuse: Université Paris XIII, vol. 2, 1982. p.236-244.
- BRADLEY, R.S. et al. Fixação de nitrogênio (redução do acetileno) em cupins (Insecta: Isoptera) da Amazônia Central. *Acta Amazônica*, 8 (4): 621-627, 1978.
- BRUSSARD, L.; FERRERA-CERRATO, R. *Soil ecology. In: SUSTAINABLE AGRICULTURAL SYSTEMS.*, Boca Raton: Lewis, vi+168p. 1997.
- BURKART, A. et al. *Flora ilustrada de Entre Ríos, parte VI*. Buenos Aires: INTA, iv+554p. 1974.
- CABRERA, A. L.; ZARDINI, E.M. *Manual de la flora de los alrededores de Buenos Aires*. Buenos Aires: Acme, 755p. 1993.
- CABRERA, A.L.; ZARDINI, E.M. *Manual de la Flora de los Alrededores de Bueno Aires*. Buenos Aires: ACME, viii+755p. 1978.
- CALEGARI, A. *Leguminosas para adubação verde de verão no Paraná.*, Londrina: IAPAR, 117p. 1995.
- CAMPIGLIA, M. *Dinâmica Populacional de Besouros Coprófagos em Habitats Modificados por Sistemas Silvopastoris*. Florianópolis: UFSC, xvii + 111 p. 2002. (Dissertação de Mestrado em Agroecossistemas, CCA, UFSC).
- CANÇADOR, P, Em defesa do verde. E das verdinhas, *Forbes Brasil*, São Paulo, Ano 2, nº 23, 15 ago. 2001.
- CARÁMBULA, N. et al. *Mejoramiento de campo con Lotus subbiflorus cv El Rincón*. Montevideo: INIA, 24p. 1994. (Boletín de Divulgación 44, INIA).
- CARÁMBULA, M. *Aspectos relevantes para la producción forrajera*. Montevideo: INIA, 46p. 1991.
- CARNIE, A. G. *Glosario*. Buenos Aires: INTA/Hemisferio Sur, 50p.1991.
- CARSON, R. *Primavera silenciosa*. São Paulo: Melhoramentos, 305p. 1964.
- CHABOUSSOU, F. *Les Plantes Malades des Pesticides*. Paris: Debard, 272 p. 1980.
- CHABOUSSOU, F. *Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos*. Porto Alegre: L&PM,, 253p. 1987.
- COE, M. Unforeseen effects of control. *Nature*, vol, 327, 4 jun. 1987.
- COLBORN, T. et al. *O Futuro Roubado*. Porto Alegre: L&PM, 354 p. 2002.
- COLLINS, H. P. *et al.* (Editors). – *The Significance and Regulation of Soil Biodiversity*. Dordrecht: Kluwer, vii+292p. 1995.
- COMIS, D. Glomalin: The Real Soil Builder. *The Stock man Grassfarmer*, Vol. 60, April, p.15, 2003.
- COMPAGNONI, L. PUTZOLU, G., – *Cria moderna de las lombrices y utilizacion rentable del humus*, De Vecchi, Barcelona: 1999.127p.
- COOK, J. *Early Research on Ethylene Biosynthesis by Soil Microorganisms*, 1997.Internet, 24 mar 2001.

- COSTA, M. B. B, Coord. *Adubação orgânica*, Icone, São Paulo: 1986. 104p.
- COSTANZA, R. *et alli*. *Una introducción a la economía ecológica*, CECSA, México: xiv + 303p. 1999.
- DAGA, M. *Comunicação pessoal*, Cascavel, PR, 2003.
- DARTORA, V. *Produção Intensiva de Leite à Base de Pasto: Processamento, Transformação e Comercialização como Alternativa para a Agricultura Familiar de Pequeno Porte*, Dissertação de Mestrado em Agroecossistemas, CCA, UFSC, Florianópolis: 2002. xvi + 169 + 3 + 3 + 10 p.
- DARWIN, C. *The Formation of Vegetable Mould*, 4<sup>th</sup> imp. Faber and Faber, London: 1966. 153p. (First publication 1881)
- de BARGAS, S. *Introducción a la determinación del costo social de la producción de carne vacuna en la Argentina*, Primeras Jornadas de la Asociación Argentina – *Uruguaya de Economía Ecológica*, Buenos Aires: 2001. 16p.
- El polémico Pastoreo Racional Voisin, *Agrogestion*, nº 1, marzo, Buenos Aires: 1998. 28-32p.
- de BARGAS, S. y PINHEIRO MACHADO, L. C. *Un nuevo concepto de feedlot – Asociación con Pastoreo Racional Voisin*, I Congreso Multidisciplinario de Ecología para el Desarrollo, San Luís: 1999. iv-55p.
- DE CANDOLE, A. *Origine des plantes cultivées*, 5<sup>o</sup> Ed., Félix Alcan, Paris: 1912. iv + 385p.
- DECKER, J.S. *Aspectos biológicos da flora brasileira*, Rotermund, São Leopoldo: 1936. xiv + 640p.
- DEMOLON, A. *Croissance des Végétaux Cultivées*, 4<sup>o</sup> Ed., Dunod, Paris: 1950. xxii + 477p.
- \_\_\_\_\_ *Dinâmica del suelo*, 5<sup>o</sup> Ed., Omega, Barcelona: 1965. 527p.
- DEVLIN, R.M. *Fisiología vegetal*, Omega, Barcelona: 1976. 517p.
- DHIMAN, T. *High Soil Organic Matter Helps Fight Weeds In Fields*, *The Stockman Grassfarmer*, 2001. 58 (2) 9 p.
- DICKINSON, R. E. – *Impact of human activities on climate – a framework*. In.: W. C. Clark y R. E. Munn (comp.) *Sustainable Development of the Biosphere*, 1986. pp.252-282. Cambridge University Press, Cambridge.
- DOHI, H. *et alli*. *Cattle feeding deterrents emitted from cattle feces*, *J. Chem. Eco.*, vol. 17, nº 6, 1991. 1197-1203p.
- DUCHAUFOUR, P. *Manual de Edafología*, Toray – Masson, Barcelona: 1975. 476p.
- EDWARDS, C. A. and LOFTY, J. R. *Biology of Earthworms*, 2<sup>nd</sup> ed. Chapman and Hall, London: 1977. xviii+333p.
- EMBRAPA, *Workshop sobre o potencial forrageiro da alfafa (Medicago sativa L.) nos trópicos*, Embrapa, Juiz de Fora: 1994. 233p.
- ENSMINGER, M. E. *Beef Cattle Science*, 6<sup>th</sup> ed. Interstate, Danville: 1987. xiv + 1.030 p.
- ERPEN, J. G. *Comunicação pessoal*, Curso Pós-Graduação em Agroecossistemas, CCA, UFSC, Florianópolis: 2003.
- ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE ESCAMBRAY. *Resultados Preliminares del Proyecto PRV en Escambray*, Informe de Investigación en Reunión técnica, Escambray, Cuba: 1994.
- EUGELS, F. *Dialéctica da Natureza*, Presença e Martins Fontes, Lisboa/Rio de Janeiro: 1974. 341p.

- FAO – Statistical databases, [http://fao.org/], 2000.
- , *Production Yearbook 1996* – FAO, Roma: 1997. xxxiii + 235p.
- , *Production Yearbook 1985* – FAO, Roma: 1986. xxviii + 330p.
- FARIA, V. P. *et alli*, *Evolução do Uso das Pastagens para Bovinos*, in *Produção de Bovinos a Pasto*, FEALQ, Piracicaba: DATA 1-14p.
- FAULKNER, E.H. *La insensatez del labrador*, El Ateneo, Buenos Aires: 1945. 243p.
- *A second look*, Island Press, Washington D.C., 1987. xiii + 193p.
- FEDERACITE. *A pecuária em novos moldes*, 2ª ed. Federacite, Porto Alegre: 1986. 195p.
- *Pastoreio Rotativo Racional*, *Federacite*, Porto Alegre: 1999. 117p.
- FERRUZZI, C. *Manual de Lombricultura*, Mundi-Prensa, Madrid: 1987. 138 p.
- FLOSS, E.L. *Aspectos bioquímicos e fisiológicos do desenvolvimento vegetal*, Curso sobre Receituário Agronômico, SARGS, Porto Alegre: Mime. 1978. 33p.
- FUKUOKA, M. *The one-straw revolution*, Rodale Press: Emmaus, Berkeley: 1978. xxviii + 181p. (Traduzido para o português, Ed. Nobel).
- FUNDESBURG, E. What does Organic Matter do in our Soil, *SGF*, vol. 59, jan. # 1. 2002. p. 38 - 40.
- GARCIA, P. T. y CASAL, J. J. *Composición Lipídica de la Carnes Bovinas en Sistemas de Pastoreo versus Sistemas en Base a Grano*, *CAAA*, nº 173, jul. Buenos Aires: 1990. 28 - 32 p.
- GASSEN, D. e GASSEN F. *Plantio Direto*, Aldeia Sul, Passo Fundo: 1996. 206 p.
- GILLET, M. *Las gramíneas forrajeras*, Acribia, Zaragoza: 1984. 355p.
- GLIESSMAN, S.R. *Agroecología*, Ed. Universidade, UFRGS, Porto Alegre: 2000. 651p.
- GOMIDE, J. A. *Sistemas de manejo de gramíneas do gênero Melinis*, in *Plantas forrageiras de pastagens*, FEALQ, Piracicaba: 1995. 1-16p.
- GONÇALVES, J. O. N. *Fatores que concorrem para a degradação ou melhoramento das pastagens naturais*, in *FEDERACITE IV*, Campo Nativo, 1993. 88-91p.
- GRAY, T. R. G. And WILLIAMS, S. T. *Soil micro-organismus*, Longman, London: 1975. viii+240p.
- GUIA RURAL ABRIL, *Manual Agricultura Orgânica*, Editora Abril, São Paulo: 1991. 226p.
- HALL, D.O. e RAO, K.K. *Photosynthesis*, 4ª Ed, Edward Arnold, London: 1987. vi + 122p.
- HARDY, F. *Edafología tropical*, Herrero Hnos, México, D.F: 1970. xx+416p.
- HAWKEN, P. *et alli*. *Capitalismo natural*, Cultrix, São Paulo: 2000. xxii + 358p.
- HENNING, J. *et alli*, *Rotational grazing*, Cooperative Extension Service, University of Kentucky, Lexington: 2000. 16p.
- HERNÁNDEZ, J. *Instrucción del Estanciero*, Roca, Buenos Aires: 1995 (1845). 225p.
- HOLMES, C.W. e WILSON, G.F. *Producción de leche en praderas*, Acribia, Zaragoza: 1989. xi + 446p.
- HOWARD, A. *An agricultural testament*, Oxford University Press, New York: 1943. xvii + 253p.
- IBGE, *Censo Agropecuário*, IBGE, Rio de Janeiro: 1995-1996. 366p.
- INTA, *Festucosis: Conocimiento de la Asociación Festuca Endófito y su Rela-*

- ción com la Producción Animal, INTA – Entre Ríos, in *Los 100 temas más importantes para ganar*, Forrajes, Buenos Aires: 1996. 643-673p.
- JACQUES, A. V. A. Manejo das espécies do gênero *Medicago*, in *Plantas forrageiras de pastagens*, FEALQ, Piracicaba: 1995. 229-243p.
- JOHNSTON, D. Good Grounding Is the Heart of Effective Electric Fence, SGF, vol. 59, nº 10, 2002. oct. p 32-33.
- JORGE, J. A. Solo manejo e adubação, 2ª ed. Nobel, São Paulo: 1988. 315p.
- KAUFMANN, W. e SAELZER, V. Fisiología digestiva aplicada del ganado vacuno, Acribia, Zaragoza: 1976. 84p.
- KERVAN, C.L. Transmutations a faible énergie, Maloine, Paris:1972. 383p.
- KINGSBERRY, B. How to plan, implement & practice controlled grazing on your place, Kingsberry Com., Woodinville: 1989. xix + 57p.
- KIEHL, E. J. Manual de Edafologia, Ceres, São Paulo:1979. 246p.
- KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos – Ceres, São Paulo: 1985. xv + 492p.
- \_\_\_\_\_, Manual de Edafologia, Ceres. São Paulo: 1979. 246p.
- KLAPP, E., Prados e pastagens, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa: 1977. 872p.
- KONONOVA, M. M. Materia Orgânica del Suelo, Oikos-tau, Barcelona:1982. 365 p.
- KÜHNELT, W. Soil Biology, 2ª ed. Faber and Faber, London:1976. 483p.
- LACAZ, et alii, O Grande Mundo dos Fungos, Ed. Poligrana e Ed. USP, São Paulo: 1970. p. (?)
- LAMPKIN, N. Organic Farming, Farming Press, Ipswich: 1990. xiii+701p.
- LARCHER, W. Ecofisiología vegetal, RIMA, São Carlos: 2000. xvii + 531p.
- LARROUSSE CULTURAL, Nova Cultural, São Paulo: 1999. p.506.
- LEAL, A. C., Quebra-ventos arbóreos – aspectos fundamentais de uma técnica altamente promissora. Informe de Pesquisa nº 67, IAPAR, Londrina: 1986. 28p.
- LEITE, G. G. Manejo das forrageiras dos gêneros *Andropogon*, *Hyparrhenia* e *Setaria*, in *Plantas forrageiras de pastagens*, FEALQ, Piracicaba: 1995. 145-178p.
- LEMAIRE, G., The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover, in *Simpósio Internacional sobre Produção Animal em Pastejo*, Anais editado por J. A. Gomide, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa: 1997. 117-144p.
- LONGO, A. D. Minhoca, Ícone, São Paulo: 1987. 79p.
- LOPEZ, M. Simbiosis rizobio – leucaena: inoculación, in *Leucaena, una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtropico*, Edica, Ha La Habana:1987. 43-61p.
- LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil, 2ª ed., Plantarum, Nova Odessa, 1991. v+440p.
- LOVATO, P. E., Seminário do Curso de Pós-Graduação em Agroecossistemas. UFSC, Florianópolis: 2002, 04 set 2002.
- MACLEOD, G. The treatment of cattle by homoeopathy, Daniel Co. Essex, 1991. vii + 148p.
- MARASCHIN, G. E. A planta forrageira no sistema de produção: gramas batatais, forquilha e bahiagrass, in *A planta forrageira no Sistema de Produção*, 2ª ed. FEALQ, Piracicaba: 2001. 285-331p.

MARICONI, F. A. M., *et alli*, A mosca doméstica e algumas outras moscas nocivas, FEALQ, Piracicaba:1998. 135p.

MATSUDA, s/d **Catálogo de sementes**, Alvares Machado, 20p.

MAURIQUE, G. M. G. e KNÄPPER, C. T. U. Considerações preliminares sobre alguns aspectos da biologia do solo, **Estudos Leopoldenses**, São Leopoldo: 1982. xvii, 18, nº 67, 59-63p.

MAY, H. *et alli*, Avances en la caracterizacion de sitios en el estudio integrado de pasturas naturales y suelos en la Estancia Palleros., **In II Seminario Nacional de Campo Natural**, Hemisfério Sur, Montevideo: 1990. 11-33p.

MAYANARD, L. A. *et alli*, **Animal nutrition**, 7th ed. McGraw – Hill New York: 1979. x + 602p.

MENEGÁRIO, A. A soja perene em pastagens. 2ª ed., Secretaria da Agricultura, São Paulo: 1964. 51p.

MERINO, D.M. **Cortavientos en agricultura**. Mundi-prensa, Madrid:1991. 80p.

MILTHORPE, F.L. e MOORBY, J. **Introducción a la fisiología de los cultivos**, Hemisferio Sur, Buenos Aires:1982., xii + 259p.

MOHRDIECK, K. H. **Formações campestres do Rio Grande do Sul**, in **Campo nativo**, Federacite, Porto Alegre: 1993.112p.

MOLINA, J.S. **Hacia una nueva agricultura**, 2ª Ed., El Ateneo, Buenos Aires: 1988. x + 222 + 15p.

—, **Tranqueras abiertas**, El Ateneo, Buenos Aires: 1986. xii + 231 + 14p.

MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo**, Ed. do Autor, Chapecó:1991. 336p.

MONTEIRO, A. L. G. *et alli*, **Forragicultura no Paraná**, CPAF/IAPAR, Londrina:1996. V-291p.

MOONEY, P.R. **O escândalo das sementes**, Nobel, São Paulo:1987. xxix + 146p.

MOORE, R. M. **Australian Grasslands**. Australian National University Press, Canberra:1970. xviii+455p.

MOREIRA, F. M. S e SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**, UFLA, Lavras: 2002. xiv-625p.

MORELLO, J., De Chernobyl a Pergamiño, Enoikos, Revista de la Facultad de Ciencias Económicas, UBA, Bueno Aires: 1996. **IV**, 10, 10-14 p.

MORTINER, J. e MORTINER, B. **Shelter & Shade**, Green Park Press, Jackson: 1996. 151p.

MOTT, G.O., **Agron. J.**, 1959, 51:223-226p.

— Proc 8<sup>th</sup>, Int Grassl. Congr., 1960. 606-611p.

MOTT, G.O. e MOORE, J.E. **Evaluation forage production**, in HEATH, M.F. *et alli*, **Forages**, 4ª Ed., Iowa University Press, Ames:1985. p.422-429.

MOURA, L.A.A. de **Economía ambiental**, Juarez de Oliveira, São Paulo: 2000. xiii + 180p.

MYLAND, H. F. **Discover the Benefits of Harverting Forages en the Afternoon**, SGF, 2002. vol. 5ª, nº 1. January, p. 28.

NATION, A. **Quality pasture**, Green Park Press, Jackson: 1996. 285p.

— **Pasture profits with stocker cattle**, Green Park Press, Jackson: 1996. 183p.

NEW SCIENTIST, **Pesticide gets insects off pal**, nº 6.121,18 jun. 1987.

NOGUEIRA, R. e BAUTISTA VIDAL, J. W. **Nação do Sol**, Graf e Ed. Stilo, Brasília, D.F: 1999. 32p.

- NOLLA, D. *Erosão do solo*, Secretaria da Agricultura, Porto Alegre: 1982. 412p.
- NORRIS, D. O. Nodulation of Pasture Legumes, in *A planta forrageira no Sistema de Produção*, 2ª ed. FEALQ, Piracicaba: 1970. 339-348p.
- NRC, *Nutrient requirements of dairy cattle*, 7<sup>th</sup> Ed., National Academy Press, Washington D.C.: 2001. viii + 381p.
- — *Nutrient requirements of beef cattle*, 7<sup>o</sup> Ed., National Academy Press, Washington D.C.:1996. xiv + 242p.
- — *Alternative Agriculture*, National Academy Press, Washington D.C.: 1989. xiv + 448p.
- — *Predicting feed intake of food – producing animals*, National Academy Press, Washington D.C.: 1987. ix + 85p.
- — *Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals*, National Academy Press, Washington D.C.:1981. xiv + 152p.
- NUSSIO, L. G. e BALSALOBRE, M. A. A. Utilização de resíduos fibrosos na industrialização da cana-de-açúcar na alimentação de bovinos, in *Anais do 5º Simpósio sobre Nutrição de Bovinos*, Ed. PEIXOTO, A. M. et alii, FEALQ, Piracicaba:1993. 127-150p.
- ODUM, E. *Ecología: El vínculo entre las ciencias naturales y las sociales*, 21ª ed., Continental, México: 1999. iv + 295p.
- — *Ecología: bases científicas para un nuevo paradigma*, Vedral, Barcelona: 1992. xii + 282p.
- OLIVEIRA, L. A. e PAIVA, W. O. Utilização do cupinzeiro e esterco de galinha como adubo em alfaca num podzólico vermelho-amarelo da região de Manaus, *Acta Amazônica*,1985. 15 (1-2):13-18p.
- PANKHURST, C., DOUBLE, B. M. and GUPTA, V. V. S. R. *Biological Indicators of Soil Health*, CAB International, Wallingford: 1997. xi+451p.
- PASCHOAL, A. D. *Produção orgânica de alimentos*, Ed. do autor, Piracicaba: 1994. 191p.
- — *Pragas, praguicidas e a crise ambiental: problemas e soluções*, FGV, Rio de Janeiro: 1979. xi + 102p.
- PAUL, E. A. and CLARK, F. E. *Soil microbiology and Biochemistry*, Academic Press, San Diego: 1989. xii+275p.
- PEARSON, C. e ISON, R.L. *Agronomía de los sistemas pastoriles*, Hemisferio Sur, Buenos Aires: 1994. iii + 157p.
- PENHACCHI, J. C. *Comunicação pessoal*, Cascavel, PR. 2000.
- PEREIRA, J. C. Roland Ristow: uma contribuição ao estudo da agricultura sustentável, Dissertação de mestrado em Agroecossistemas, Curso PG em Agroecossistemas, CCA, UFSC, Florianópolis: 1999. xiv-1110p.
- PETERSON, R.A. O sistema ecológico das pastagens, in *Fundamentos de manejo de pastagens*, II CA, Secretaria de Agricultura, São Paulo: 1961. p.21-22.
- — Fisiologia das plantas forrageiras, in *Fundamentos de manejo de pastagens*, IICA, Secretaria de Agricultura, São Paulo: 1961. p.23-36.
- —, Efeito do corte o pastoreio sobre as plantas, in *Fundamentos de manejo de pastagens*, IICA, Secretaria de Agricultura, São Paulo: 1961. p.37-44.
- — Energia radiante, in *Fundamentos de manejo de pastagens*, IICA, Secretaria de Agricultura, São Paulo: 1961. p.45-62.

- , O fator água, in *Fundamentos de manejo de pastagens*, IICA, Secretaria de Agricultura, São Paulo: 1961. p.63-75.
- PHILBRICK, H. & GREGG, R. *Plantes compagnes*, 3<sup>ème</sup> ed. Nature et Progrés, Paris, 1991.111p.
- PICANA, s/d – *Instalação dos eletrificadores Picana*. Buenos Aires, Mime, 10p.
- PIMENTEL, D., C. HARVEY, P. RESOUSUDARNMO, K. SINCLAIR, D. KURZ, M. MCNAIR, S. CRIST, LSHPRITZ, L. FITTON, R. SAFFAOURLY R. BLAIR. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science* 267:1117-1123. 1995.
- PIMENTEL, D. e PIMENTEL, M. H. *Alimentação, Energia, Sociedade*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa: 1990. 301p.
- PINHEIRO MACHADO, L.C. *Manejo racional dos pastos*, Apontamentos de aula, Curso Pós-Graduação em Agroecossistemas, CCA, UFSC, Florianópolis: 2002.
- *Desenvolvimento rural sustentável*, Apontamentos de aula, Curso Pós-Graduação em Agroecossistemas, CCA, UFSC, Florianópolis: 2002.
- *Pastoreio Racional Voisin*, Curso no Sindicato Rural de Cascavel, Cascavel, Mime,1999. 23p.
- , *Pastoreio Racional Voisin*, II Congreso Nacional para productores y profesionales, Forrajes & Granos, Buenos Aires: 1999. p.95-126.
- , *Pastoreio Racional Voisin*, Curso en El Verdadero Paraíso, Amenábar, Mime: 1998. 12p.
- , *Pastoreio Racional Voisin*, Revista Pecuaria de Nicaragua, Managua, Mime, 1998. 22p.
- , *Projeto Unidade de Gado Leiteiro*, Pastoreio Racional Voisin, Fazenda da Ressacada, CCA, UFSC, Florianópolis: 1997. xiv + 109p.
- , *Manejo de rodeos de cría en campos naturales con Pastoreio Racional Voisin*, I Congreso Mundial de Cría Vacuna, Generar, Buenos Aires: 1993. 267-282p.
- , *Pastoreo Racional Voisin – PRV*, Angus, Buenos Aires, n<sup>o</sup> 186, julio 1993, p.50-51.
- , *A pesquisa do IAPAR e a verdadeira agricultura*, in *Agricultura Alternativa*, Seminário de pesquisa, IAPAR, Londrina: 1984. 26-49p.
- , *Pasto Racional Voisin*, Banco União Comercial, São Paulo: 1972. 28p.
- PINHEIRO MACHADO F<sup>o</sup>, L. C. *Efeito do emurchecimento nas características fermentativas e qualidade nutritiva de silagens de capim-elefante cv. Cameron (Pennisetum purpureum Schumach) e de milheto – (Pennisetum americanum L. Leek)* Dissertação de Mestrado de Agronomia, Faculdade em Agronomia, UFRGS, Porto Alegre: 1985. 141p.
- PHILBRICK, H., et GREGG, R.B. *Plantes compagnes*, 3<sup>o</sup> ed., Nature et Progrés, Paris: 1981. 103p.
- PHILLIPS, S. H. y YOUNG (h), H. M. *Agricultura sin laboreo*, Hemisfério Sur, Montevideo: 1979. 224p.
- PILLSBURY, B. P. and BURNS, P. J. *Economics of Adapting Voisin Grazing Management on a Vermont Dairy Farm*, USDA - Soil Conservation Service, Winooski: 1989. 8p.
- PINHEIRO MACHADO, L.C. y de BARGAS, S.E. *Proyecto Loma Verde*, Pastoreo Racional Voisin, Félix Esteban Dufourq, Gualaguaychú, Argentina: 2000. xv + 161p.

- — —, **Cría intensiva de cerdos a campo**, Proyecto Estancia “El Alegre”, Villa Valeria, Buenos Aires:1998. 82p.
- — —, **Manual Básico de los Proyectos *Campo 21 y Campo 22***, Pastoreo Racional Voisin, Guillermo Estevez Misa, Mercedes - Gral. Alvear, Argentina: xii + 154p.
- — —, **Projeto Morada das Paineiras**, Pastoreio Racional Voisin, Antônio Augusto da Silva Soares e Rivane Marie Becker Soares, São Lourenço do Sul, Brasil: 1999. xiii + 148p.
- — —, **Análisis de factibilidad de un nuevo concepto de feedlot: asociación con Pastoreo Racional Voisin**, I Congreso Multidisciplinario de Ecología para el Desarrollo, Fundación Proyecto Alpha, San Luis, Argentina: 1999. v + 55p.
- — —, **Proyecto CALCRE**, Pastoreo Racional Voisin, Sociedad Rural de Río Negro y Cooperativa Campo de Recría de Río Negro, Young, R.O. del Uruguay: 1998. xviii + 141p.
- — —, **Proyecto El Viejo Remanso**, Pastoreo Racional Voisin, Cabaña El Nuevo Remanso S.R.L., Olavarría, Argentina: 1997. xii + 150p.
- — —, **Manual Básico de los Proyectos Charras, El Manantial, El Once, La Paz, La Tenuta y Las Verbenas**, Pastoreo Racional Voisin – Agricultura Sostenible, Aceitera General Deheza S.A., Córdoba, Argentina:1996. xiii + 164p, más seis proyectos específicos.
- — —, **Proyectos El Desafío, Los Ombúes y El Monte**, Pastoreo Racional Voisin, Camevale Agropecuaria S.A.C.I.F.I., Gral. Mansilla y Vieytes, Argentina: 1995. xv + 181p.
- — —, **Proyecto Las Tres Marías**, Pastoreo Racional Voisin, Tres Marías de Madariaga S.A., Gral. Madariaga, Argentina: 1995. xiv + 190p.
- — —, **Proyecto La Pastoriza**, Pastoreo Racional Voisin, El Madrigal S.R.L., San Miguel del Monte, Argentina: 1995. xiii + 126p.
- — —, **Proyecto San Marcos**, Pastoreo Racional Voisin, REAXANPAO S.A., Chacabuco, Argentina: 1995. xii + 151p.
- — —, **Proyecto La Candelaria**, Pastoreo Racional Voisin, Carlos J. L. de San Felix y Rosa Elena Ferrari de de San Felix, Concordia, Argentina: 1995. xi + 111p.
- — —, **Proyecto Cielo Verde**, Producción Sostenible: Pastoreo Racional Voisin, Cría Intensiva de Cerdos a Campo, Producción de huevos a campo, Huerta orgánica, Luis Cabrera y Claudia Mabel Alvarez de Cabrera, Concepción del Uruguay, Argentina: 1994. xv + 163p.
- — —, **Proyecto El Retiro**, Pastoreo Racional Voisin, Julián Rodolfo Saizar e hijos, Gualaguay, Argentina: 1994. xi + 118p.
- — —, **Proyecto San Bernardo**, Pastoreo Racional Voisin, Stanislaw Pius de Lynch Gorostiaga y sobrinos, Gorostiaga, Argentina: 1994. vii + 117p.
- — —, **Proyecto La Tranquilidad**, Pastoreo Racional Voisin y Cría Intensiva de Cerdos a Campo, Carlos Amado y Clelia Giuliani de Amado, Cnia. San Antonio, Argentina: 1993. xiv + 151p.
- — —, **Proyectos Don Martín y El Despertar**, Pastoreo Racional Voisin, Ermelinda T. de Blanc e hijos, Alberto y Patricia Scarazzini, Villa Elisa, Argentina: 1993. xi + 119p.

- — —, **Projeto El Verdadero Paraiso**, Pastoreo Racional Voisin Y Cría intensiva de cerdos a campo. Omar Coréy Noemi Echar, Amenábar, Argentina: 1992. xi + 143p.
- — —, **Proyecto Tambo Santa María**, Pastoreo Racional Voisin, FENIX S.A., Colón, Argentina: 1992. xii + 160p.
- PINHEIRO MACHADO, L.C., *et alli*, **Proyecto Siboney**, Pastoreo Racional Voisin, Ministério da Agricultura, Pinar del Rio, Cuba: 1994. 70p.
- PINHEIRO MACHADO F<sup>o</sup>, L.C. e PINHEIRO MACHADO, L.C. **Projeto Fazenda Guarda-Mor**, Pastoreo Racional Voisin, Lages-SC, DZR, UFSC, Florianópolis: 1999. v + 156p.
- PINHEIRO MACHADO, L.C., PINHEIRO MACHADO F<sup>o</sup> e de BARGAS, S.E. **Manual Básico dos Projetos Hermínio e Maria**, Primavera, Alvorada, Serra Morena, Pastoreio Racional Voisin, Condomínio José Carlos Pennacchi e outros, Cascavel, Brasil: 2000. xiii + 170p, mais quatro projetos específicos.
- PLATÃO, s/d – **Diálogos**, Ed. Tecnoprint, Rio de Janeiro, 183p.
- POCHON, A. **Tréfle blanc**, 3<sup>o</sup> ed., CEDAPA, Plérin: 1993, 118p.
- POSTIGLIONI, S. R., Falaris, in **Forragicultura no Paraná**, CPAF/IAPAR, Londrina: 1993. 214-215; 217-226; 236-238. 255-258p.
- POSTIGLIONI, S. R., *et alli*. Trevos, in **Forragicultura no Paraná**, CPAF/IAPAR, Londrina, 1996. 272-282p.
- QUADROS, F. L. F., – **Comunicação pessoal**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria: 2000.
- QUADROS, S. **Informação pessoal**, Centro de Ciências Agrárias, UFSC, Florianópolis: 1999.
- RAGONESE, A. E. **Vegetación y Ganaderia en la República Argentina**, INTA, Bueno Aires: 1967. 218+78p.
- RAMBO, P. B., **A Fisionomia do Rio Grande do Sul**, 2<sup>a</sup> ed. Selbach, Porto Alegre: 1956. 456-16p.
- REARDON, P.O. *et alli*. Response of sideoats grama to animal saliva and thiamine, **J. Range Manag.** 1974. 27 (5) 400-401p.
- — —, Effect of bovine saliva and thiamine on regrowth of grass, **Rangeland Resources Research**, 1971-1974, **The Texas A&M University**, Consolidated PR-3341, 1975. 16-17p.
- REUTER, R. Water is The Most Important Nutrient, in **SGF**, n<sup>o</sup> 12, vol.59, 2002. p. 26.
- RIBAS, C. **Comunicação pessoal**, 3<sup>o</sup> Forum Social Mundial, Porto Alegre: 2003.
- RIBEIRO FILHO, H.M.N. **Estimativa do consumo de matéria orgânica e ganho de peso em búfalos e bovinos em regime de pastoreio rotativo racional**, Dissertação de Mestrado, UFRGS, Porto Alegre: 1993. 138p.
- RIET-CORREA, F. *et alli*, **Intoxicações plantas e micotoxicoses em animais domésticos**, Hemisfério Sul do Brasil, Pelotas: 1993. ix+340p.
- RIGOTTI, S.S., **Carbono da biomassa microbiana como indicador de qualidade de solos sob Pastoreio Racional Voisin**, Dissertação de mestrado em Agroecossistemas, CCA, UFSC, Florianópolis: 2000. xiv+114p.
- ROBERTSON, E., **Impacts of Livestock Grazing on Soils and Recommendations for Management**, California Native Plants Society, **J. Range Management**, 1996. 30 p.
- RODALE, J. L., **Fertilizantes Orgânicos**, Editorial "Tres Enes", Buenos Aires: 1946. 278 p.

- RODRIGUES, A. F. S. T. Forrageiras com propriedades antibióticas e repelentes no controle do carrapato de bovinos, *Boophilus microphus*, Agropec. Catarin., v. 16, nº 1, março 2003, 51-55p.
- RODRIGUES, L. R. A. *et alli*, Alelopatia em Plantas Forrageiras, FUNEP, Jaboticabal: 1992. 18 p.
- RUIZ, T. E. y FEBLES, G., *Leucaena*, una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtropico, Edica, La Habana: 1987. v+202p.
- RUSSELL, E. J. Comodidades del suelo y crecimiento de las plantas, (Trad. 6ª ed. Inglesa), Poblet, Buenos Aires: 1984. viii + 546p.
- SATCHELL, J. E., *Lumbricas in Burger*, A. y Raw, F. *Biología del Suelo*, Omega, Barcelona: 1971., 305-378p.
- SCHULTZ, A.R., *Os nomes científicos e populares das plantas do Rio Grande do Sul*, POC-RS/Emma, Porto Alegre: 1975. 164p.
- SCHÜTTE, K.H. *Biología de los microelementos y su función*, Tecnos, Madrid: 1966. 277p.
- SCOTTA, E. S., *Esimación de la erosión hídrica en la agricultura de Entre Rios*. INTA, EEA Paraná: 1996. informe inédito.
- SCOTTA, E. Y GARCIAARENA, *Cálculo del costo de la erosión en la provincia de Entre Rios*. Curso Taller Economía-Ecología, inédito, INTA, Buenos Aires: 1996.
- SEMPLE, A. T., *Grassand Improvement*, Leonard Hill, London: 1970. xxii-400p.
- SGF, *Climate change: What It's All About, and How Grassfed Beef Could Help Stop Global Warming*, SHENCK, R., Vol. 58, nº 1, 19-28p. 2001.
- SHAKESPEARE, W. *Romeu e Julieta*, LPM, Porto Alegre: 2000. 162p. (p.58).
- SILVA, S. C. *et alli* Sistema intensivo de produção de leite em pastagem de capim elefante do Departamento de Zootecnia da Esalq, *in Conceitos Modernos de Exploração Leiteira*, FEALQ, Piracicaba: 1996. 97-122p.
- SIMMONS, F. W., *Tillage and Compactation on Root Distribution*, Un of Illinois, Urbano: 1992. 61 - 88 p.
- SISSON/GROSSMAN, *Autonomia dos animais domésticos*, 5ª ed. Vol. 1, Interameicana: 1981. xxxii + 1134p.
- SKERMAN, P. J. y RIVERDS, F. *Gramíneas tropicales*, FAO, Roma: 1992. xxii-849p.
- SKERMAN, P. J. *et alli*. *Leguminosas forrajeras tropicales*, FAO, Roma: 1991., 707p.
- SMITH, A. W., *Ethylene Production by Bacteria in Reduced Microsites in Soil and Some Implications to Agriculture*, in *Soil Biology and Chemistry*, Dec. 1978, *Abstract*.
- SMITH, A. W. and COOK, R. J., *Implications of ethylene production by bacteria for biological balance of soil*, *Nature*, vol. 252, Dec. 20/27, 703-705p. 1974.
- SMITH, A. W. *Ethylene as a Cause of Soil Fungistasis*, *Nature*, vol 246, vol 30, 1973. 311-313p.
- SMITH, B. *Moving 'Em*, *The Graziers Hui*, Hawaii: 1998. x+352p.
- SMITH, F.A. *Methane gas from materials*, *Span: 1978*, 21, 3, 123-125p.
- SMITH, K. A. and RESTALL, W. F. *The Occurrence of Ethylene in Anaerobic Soil*, *J Soil Sci*, vol. 22, nº 4, 1971. 430-443p.
- SNAPP, R.R., *Beef cattle*, 4ª ed., John Willey, New York: 1952. xiv + 641p.
- SOUZA, A. G. *et alli*, *Capim-colonião*, in *Forrageiras do Paraná*, CPAF/ IAPAR, Londrina: 1996. 196-205p.

- SOUZA, A. G. Milheto, in *FORAGEIRAS DO PARANÁ*, CPAF/IAPAR, Londrina: 1996. 239-243p.
- STEINHART, J.S. and STEINHART, C.E., Energy in US Sistem, *Science* 194, 307-316p. 1974.
- STRASBURGER, E. *et alli*, *Tratado de Botânica*, Marim, Barcelona: 1974. xvi-799p.
- SUBAK, S., Global environmental costs of beef production, *Ecological Economics*, 1999. 30, 79-91p.
- TERRERA, N., *Informação pessoal*, Buenos Aires, outubro, 2002.
- TILMANN, D., The greening of the green revolution, *Nature*, 326, 19 nov 1998, 211-214p.
- THE STOCKMAN GRASSFARMER, Research Attempts to Echange CLA in Confinement Meat and Milk Production Fall Far Short of Direct Grazing, *The Stockman Grassfarmer*, 58 (2), 1+14-15p. 2001.
- THE STOCKMAN GRASSFARMER Stopping plowing can reduce atmospheric carbon dioxide, *ARS News Service*, 2000. vol. 57, nº 10, p.34.
- , Cattle prefer piped water to stream water in Virginia study, vol. 57, nº 5, 2000. p.29.
- , The value of diversity, GERRISH, J., vol. 57, nº 12, 2000. p.14.
- , Key principles of rotational grazing, HENNING *et alli*, vol. 57, nº 11, 2000. p.26-27.
- TORMENA, C.A. Efeito do tráfego de máquinas em propriedades físicas do solo, *Anais Curso Plantio Direto*, Fundação ABC, Castro, 1995. 52-70p.
- UNIVERSITY OF FLORIDA, *Latin American Table of Feed Composition*, Un. of Florida, Gainesville: 1974. xxvii+509+G-16p.
- VAINER, P. G. y MORELLI, E., Biosistemática de las especies de escarabajos coprofagos del Uruguay (Coleoptera, Scarabaeide), p. 173, in *III Seminario Nacional de Campo Natural*, Hemisfério Sur, Montevideo: 1990.
- VALLE, C. B. *et alli*, Características das plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*, in PEIXOTO *et alli*, editores, 2001 – *A Planta forrageira no Sistema de Produção*, 2ª ed. FEALQ. Piracicaba: 2001. 131-176p.
- VAN SOEST, P.J., *Nutritional ecology of the ruminants*, 2ª Ed., Cornell University Press, Ithaca: 1994. xi + 476p.
- , Composition, fiber quality and nutritive value of forages, in HEATH, M.E. *et alli*, *Forages*, 4ª Ed., Iowa State University Press, Ames: 1985. p.412-421.
- VAN RAIJ, B., *Fertilidade do solo e adubação*, Ceres/ABPPF, São Paulo/Piracicaba: 1991. 343p.
- VAUGHAN, J., Boron (B): Small Amounts Yeld Big Profits, in *SGF*, vol. 55, nº 11, 16-18p. 1998.
- VAVILOV, N.I., The Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants. *Chronica Botany*, vol. 13, #1/6, 1951. xviii+364p.
- VIANNA, M. P., *Fundamentos de fisiologia vegetal*, Publicação nº 1, Instituto André Voisin. Porto Alegre: 1972. 20-64p.
- VICENTE – CHANDLER, J. *et alli*, The intensive management of tropical forages in Puerto Rico, University of Puerto Rico, Rio Piedras: 1964. 152p.
- VIDOR, M. A. *et alli*, Principais forrageiras para o Planalto de Santa Catarina. *Boletim Técnico* nº 86; Epagri, Florianópolis: 1997. 52p.

- VIEIRA, L. S., *Manual da Ciência do Solo*, Ceres. São Paulo: 1975. xvi+464p.
- VINCENZI, M.L., *Informação pessoal*, Curso de Pós-Graduação em agroecossistemas, CCA/UFSC, Florianópolis/SC: 2003.
- , *Reflexões sobre o uso das pastagens cultivadas de inverno em Santa Catarina*. Monografia apresentada para Professor Titular, CCA, UFSC, Florianópolis: 1994. 109p.
- VITOUSEK, P. M.; EHRlich, P. R.; EHRlich, A. H. y MATSON, P. A., Human appropriation of the products of photosynthesis. *Bio Science*. 1986. 36:368-373.
- VOISIN, A., *Productivité de l'herbe*, Flammarion, Paris: 1957. 467p.
- , *Dynamique des herbages*, La Maison Rustique, Paris: 1960. xvi + 319p.
- , *Suelo, hierba, cáncer*, Tecnos, Madrid: 1961. 421p.
- & LECOMTE, A., *Rational grazing*, Crosby Lockwood, London: 1962. xiv + 85p.
- , *Tétanie d'herbe*, La Maison Rustique, Paris: 1963. xvi + 296p.
- , *Influencia del suelo sobre el animal a través de la planta*, EPUH, La Habana: 1964. xix + 284 + 30p.
- , *Adubos: novas leis científicas de sua aplicação*, Mestre Jou, São Paulo: 1973. 130 p.
- , *Productividad de la hierba*, Hemisferio Sur, Buenos Aires, Edición actualizada por L.C. Pinheiro Machado, 1994. xxxiii + 515p.
- WALL, R. & STRONG, L., Environmental consequences of treating cattle with the antiparasitic drug ivermectin, *Nature*, vol. 327, 4 jun, 418-420p. 1987.
- WALTER, S.S., *et alli*, Understing grass growth, *The key of profitable livestock production*, Trabon Printing, Kansas City: 1985. 20p.
- WATERHOUSE, D. F., The Biological Control of Dung, *Scientific American*, Ap. 100-111p. 1974.
- WATSON, V. H. and BURSON, B. L., Bahiagrass, Carpetgrass and Dallgrass, in HEATH, M. E. et alli, *Forages*, Iowa State University Press, Iowa: 1985. 255-262p.
- WHITE, A. *et alli*, *Principles of Biochemistry*, 5<sup>th</sup> ed. Mc Graw Hill Kogakusha, Tokyo: 1973. xv+1296p.
- WHITE, R.O., *et alli*, *Las gramíneas en la agricultura*, 3<sup>a</sup> reimp., FAO, Roma: 1971, ix + 464p.
- WIDDOWSON, R.W. *Hacia una agricultura holística: un enfoque científico*, Hemisferio Sur, Buenos Aires: 1993. 270p.
- WILSON, D.B. e MCGUIRRE, W.S. Efeito do corte e do nitrogênio sobre a competição entre três espécies de pasto (Tradução M.L. Vincenzi), *Canadian Journal of Plant Science*, 41: 631-42p. 1961.
- WILSON, J. R., Structural and Anatomical Traits of forage influencing their nutritive value for ruminants, in *Simpósio Internacional sobre produção animal em pastejo*, UFV, Viçosa: 1997. 173-208p.
- WHYTE, R. O. et alli, *Las Gramíneas en la agricultura*, FAO, Roma: 1971. 464p.
- WURDEMAN, J., Discover The Benefits of Harvesting Forages in the Afternoon – in, *SGF*, Vol 59, jan.2002. nº 1,28p.
- YOUNG, M. D. and SOLBRIG, O. T., Savanna management for ecological sustainability, economic profit, and social equity. *MAB Digest* 13:1-47. 1992.
- ZIMMER, A. H., *et alli*, Manejo de plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*, *in*

Plantas forrageiras de pastagens, FEALQ, Piracicaba: 1995. 101-144p.

## DICIONARIOS

ACADEMIA BRASILEIRA DE LETRAS, *Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa*, 3ª ed. Academia Brasileira de Letras, Rio de Janeiro: 1999., xliii+816p.

BRIQUET JUNIOR, R., *Pequeno dicionário inglês-português*, 2ª ed. USAID, Rio de Janeiro: 1968. 143p.

BUSSARELLO, R., *Dicionário Latino-Português*, 3ª ed. UFSC, Florianópolis: 1995. 348p.

CALDAS AULETE, 5 vols. – *Dicionário contemporâneo da língua portuguesa*, 4ª ed. brasileira, Delta, Rio de Janeiro: 1958.

CARNIE, A. G., *Glosário*, INTA – Hemisferio Sur, Buenos Aires: 1991. 50p.

CUNHA, A. G. *Dicionário etmológico Nova Fronteira de língua portuguesa*, 2ª ed. Nova Fronteira, Rio de Janeiro: 1986. xxxix + 839+x+103p.

FERREIRA, A. B. H., *Novo dicionário da língua portuguesa*, (Aurélio), 2ª ed. Nova Fronteira, Rio de Janeiro: 1986. xxii+1938p.

GOULART, L. H. S. D. *Dicionário do agrônomo*, Rigel, Porto Alegre: 1991. 173p.

GRANDE ENCICLOPÉDIA LAROUSSE CULTURAL, 21 vol, Nova Cultural, São Paulo: 1999.

LAROUSSE, *Dictionnaire Français – Portugais/Português-Francês*, Larousse, Paris: 1979. 758p.

LEXICON, *Diccionario portugues-español/espanhol-português*, Ramon Sopena, Barcelona: 1993. 384p.

MICHAELIS, *Novo Michaelis*, 2 vols, English-portuguese, portuguese-english, 27ª ed. Melhoramentos, São Paulo Brockhans, Wiesbaden. 1981.

NASCENTES, A. *Dicionário de sinônimos*, 3ª ed. Nova Fronteira, Rio de Janeiro: 1981. 486p.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, *Diccionario de la lengua española*, 19ª ed. Madrid: 1970. xxix+1424p.

SOUKHANOV, A. H., *Weelester's II*, The Riverside Publishing, Boston: 1974. 1536p.

# INDICE TEMATICO

## -A-

- Abamectina 37,  
Abono  
· artificial 96,  
· mineral 90,  
Abrigo 204  
Abrojo 55, 155,  
Acacia 207,  
Ácaros 42, 102,  
Acción  
· antrópica 34, 50,  
· biológica 45, 47,  
· dinámica 11,  
· enzimática 46,  
· medicinal 49,  
· recíproca 11,  
Aceleración fuera de tiempo  
52, 58, 66, 68, 73, 77, 80,  
123, 139, 143, 144, 160,  
164, 202,  
Achicoria 128,  
Ácido 41, 157,  
· carbónico 7, 18, 20, 79,  
· cianhídrico 144  
· dicarboxílico 30,  
· fosfoglicérico 30,  
Actividad  
· biocenótica 84, 89,  
· biológica 57,  
· estrogénica 144,  
· pecuaria 179,  
· predatoria 43  
· respiratoria 164,  
Adhesivo 130,  
Aditivo 22, 98, 101,  
Administración 5, 115, 118,  
199, 207,  
Adventicia 58,  
Aerobio 44, 101,  
Afloramiento rocoso 205,  
África 36, 138, 140, 146,  
147, 157,  
· del Sur 142,  
Agentes  
· biológico 102,  
· bióticos 88,  
Agotamiento de las reservas  
150,  
Agresión antrópica 126,  
Agregados 85, 91, 92,  
Agricultura  
· convencional 6, 22, 99,  
· sustentable 23, 24,  
Agroecológica 11, 23, 25, 49,  
166,  
Agronomía 27, 98,  
· convencional 2, 17, 43,  
45, 101,  
Agrotóxicos 1, 2, 3, 19, 20,  
22, 32, 37, 41, 42, 48, 53, 86,  
90, 96, 98, 99, 101, 102, 109,  
176, 185  
Agua 27, 84, 87, 90, 92, 103,  
106,  
· absorción 35,  
· bebida 106,  
· consumo 93,  
· demanda 106,  
· infiltración 111,  
· metabólica 106,  
· potable 4,  
Aguachamientos 188,  
Agujero 141,  
Aire 87, 99, 103,  
· burbujas 107,  
· penetración 111,  
Aireación 35, 49, 85,  
Aisladores 119, 120, 162  
Aislamiento sanitario 111,  
122  
Ajo 44, 196,  
Al -aluminio- 156,  
Alambrado 41, 86, 114, 118,  
119, 120, 125,  
· móviles 123,  
Alambre 199,  
· electrificado 108, 116,  
117,  
· oxidado 121,  
· tensión 123,  
Álamos 207,  
Albendazole 195,  
Alcalino 131, 152,  
Alcaloide 134, 137,  
Alelomimética 179,  
· relación 67,  
Alelopática 44,  
· acción 136,  
· actividad 60,  
· función 155,  
· reacciones 59, 60,  
· sustancias 137,  
· potencialidad 43,  
Alfalfa 31, 56, 77, 134, 148,  
172, 177,  
· de los pobres 152,  
· del Nordeste 156,  
Alimentación 4,  
Alimentos 105, 106, 172,  
· aditivo 176,  
· compra 176,  
· concentrado 201,  
· limpios 22,  
· voluminoso 176,  
Amanecer 180,  
Amarillo 153,  
Amazonia 156,  
Ambiental 89, 145, 172,  
· adversidad 27,  
· antrópica 27,  
· calidad 3,  
· condiciones 13,  
· contaminación 167,  
· dilapidación 24,  
· externalidad 2,  
· impacto 2, 7,  
· protección 2, 200, 205,  
· similares 134,  
Ambiente 20, 90, 204,  
América  
· Latina 56, 156, 157,  
· subtropical 155,  
· tropical 155,  
Aminoácidos 42, 65, 102,  
· fenólico tóxico 158,  
Amor seco 59, 155,  
Anabólico 28,  
Anaerobio 43, 44, 78, 101,

- Análisis  
   ·cartesianos 5,  
   ·convencionales 100,  
   ·económico 105,  
   ·linear 5,  
   ·sensibilidad 200,  
   ·suelo 115,  
 Anão 140,  
 Andropogon 140, 141, 157  
 Anestro 70,  
   ·posparto 185  
 Animal 96,  
   ·comportamiento 182  
   ·confort térmico 205,  
   ·desplazamiento 183  
   ·disturbio en la rumia 181  
   ·hambriento 142, 163,  
   172,  
   ·ingreso 184  
   ·producción 4, 8,  
   ·productores 179,  
   ·refugios 194,  
   ·sociales 104, 105,  
   ·subordinados 105, 180,  
   ·sumiso 104,  
 Anju 146  
 Años  
   ·de miseria 33, 86, 88,  
   89, 98, 203,  
   ·hambre 88,  
 Anodrizados 187,  
 Anomalia 160,  
 Anorexia 75,  
 Antibióticos 22, 98,  
 Antidiarreico 55,  
 Antiparasitario 21,  
 Anual 58,  
 Apícola 49,  
 Aporte proteico 147  
 Aprendizaje por rechazo 117,  
 Arado 20, 33, 54, 78, 86, 89,  
 101, 126, 203,  
   ·pie 60,  
 Arazá 207,  
 Árboles 204,  
 Arbórea 132,  
   ·copa 205,  
 Arbustiva 132,  
 Arbusto fibroso 57,  
 Arcilla 39, 44,  
 Área  
   ·desérticas 136,  
   ·dividida 129,  
   ·foliar 170,  
   ·historia 128,  
   ·máxima 92,  
   ·no divididas 130,  
   ·pantanosa 147  
 Argentina 36, 54, 58, 72, 137,  
 142, 143, 150, 152, 157,  
   ·Centro Norte 157,  
   ·Chaco 205,  
   ·La Pampa 205,  
   ·norleñas 205,  
   ·provincia de San Luis  
   142,  
   ·provincias pampeanas  
   137,  
 Arlington 41,  
 Aroma y gusto 180, 207,  
 Arquitectura 60, 144  
   ·erecta 151,  
 Arroz 137,  
 Arsénico 93,  
 Arte de saber saltar 72, 73,  
 112, 171, 184  
 Artrópodos 59,  
 Arveja 44,  
 Asentamiento de los caños  
 107,  
 Asia 157,  
 Asistencia técnica 5, 178,  
 208,  
 Asociación animal/vegetal 3,  
 Aspartato 30,  
 Aspecto  
   ·perlado 76,  
   ·sociales 200,  
 Assa-peixe 53,  
 Ataques cardíacos 23,  
 Atardecer 180,  
 Atmósfera 78,  
   ·aire 29,  
   ·etológica 5,  
 Átomo 30,  
 Aumento compensatorio 23,  
 Australia 35, 37, 137, 138,  
 142, 156,  
 Autocrítica 197,  
 Autofecundación 39,  
 Autoregenerante 156,  
 Autorregulación 102,  
 Autotróficos 27, 29,  
 Avena 132, 152, 178,  
   ·blanca 133,  
   ·germinada 46,  
   ·negra 44, 133,  
 Avermectina 37,  
 Aves 195,  
 Avestruces 183  
 Avícola  
   ·producción 98,  
 Azúcares solubles 42, 102,  
 175,  
 Azufre 196,

**-B-**

- B - boro - 42, 52, 91, 97,  
 Bacteria 34, 42, 47, 102,  
   ·aerobio 86,  
   ·anaerobias 79, 86,  
   ·nitrificadoras 78,  
   ·nitrificantes 78,  
 Bagazo de la caña, 168,  
 Balance energético 6, 7, 21,  
 168,  
   ·anaerobias 79, 86,  
   ·negativo 168,  
   ·positivo, 168  
*Bambusae* 125,  
 Banquinas 146, 154,  
 Barra Bonita 141,  
 Barriles plásticos 109,  
 Base de pasto 178,  
 Batata 137,  
 Batería 118, 119,  
 Bebedero 73, 82, 103, 107,  
 108, 109, 112, 115, 116,  
 123, 162, 177, 183, 184,  
 193, 201, 212  
   ·automático 105,  
   ·circulares 104, 106,  
 Beneficio  
   ·económico 21, 24  
   ·real 25,  
   ·sociales 24,  
 Bibliografía 128, 132, 200,  
 Bienestar 159,  
   ·animal 4, 5, 11, 23,  
   111, 168, 179, 204,  
   208,  
   ·humano 111,  
 Biocatalizador 33, 90,  
 Biocenosis 5, 7, 8, 12, 19,  
 24, 33, 38, 41, 53, 74, 86,  
 88, 90, 92, 96, 99, 113,  
 194, 198,  
 Biocénótico 34,  
 Biodiversidad 2, 37, 49, 51,  
 61, 127, 132, 136, 147,  
 Biológica  
   ·actividad 32, 33,  
   ·reacciones 47,  
   ·vía 45,  
 Biomasa 28,  
 Biota 99,  
 Biótico  
   ·factores 99,

- inhibición de los factores 99,
- Bocado 181
  - número de 180
  - tasa 181
- Bolo alimenticio 185
- Bosques 204,
  - naturales 86,
  - tropicales 29,
- Bosta 6, 7, 18, 19, 34, 35, 36, 37, 38, 41, 74, 78, 88, 91, 93, 94, 101, 106, 113, 131, 138, 142, 151, 163, 170, 180, 193,
  - anillada 93,
  - humificada 93,
  - mineralización 180,
  - momificada 37,
  - olor 180,
  - visual 106,
- Bosteo 35, 88,
- Bovinos 34, 145, 146, 148, 168, 180, 193,
  - de leche 122,
  - pisoteo 129,
- Brachiaria* 26, 76, 130, 142, 145, 146, 153, 155,
  - arrecta 147
  - brizantha 26, 146
  - curtipendula 170,
  - dictyonoura 146
  - humidicola 146
  - mutica 147
  - ruziziensis 147
- Brasil 36, 37, 54, 56, 72, 126, 136, 137, 138, 140, 141, 143, 144, 146, 147, 149, 151, 155, 157,
- Brizantão 26, 146
- Bromeliaceae* 127,
- Brotos fértiles 138,
- Broza 154,
- Brucelosis 195,
- Buenos Aires 54, 150, 152,
- Búfalos 35, 145, 182, 183, 193, 194,
- Buritizeiro 140,
- C-**
- C - dióxido - 2, 7, 20, 27, 28, 29, 30, 45, 47, 49, 79, 85, 91, 160
  - almacenaje 90,
  - captación 21, 102,
  - crédito 21,
  - emisión 21, 29, 102,
  - orgánico 100,
  - reservorio 20, 102, 161, 167,
  - secuestro 2, 6, 19, 27, 29, 67, 100, 159, 161,
- Caballo 184
- Cadena
  - alimentar 29,
  - trófica 7, 22,
- Ca -calcio- 16, 17, 18, 40, 44, 45, 46, 95, 97, 131, 137,
- Cafeto 207,
- Cajú 205,
- Calcáreo 45, 92, 130, 152,
  - dolomítico 97, 130, 148,
- Calendario sanitario 195,
- Calidad 92,
  - biológica 4, 22, 23, 100,
  - forraje 181
  - material utilizado 175,
  - nutricional 81,
  - nutritiva 81,
- Calle
  - principal 111,
  - pública 117,
- Calopogonio 142, 152, 154,
- Calores de primavera 137,
- Calórico incremento 75,
- Calostro 187,
- Cama de pollo 98,
- Camada endurecida 130,
- Cambio de parcelas 162, 188,
- Cameron 138, 140,
- Camino 116, 167, 183
  - perimetral 111,
- Campaña 126
  - Rio-grandense 55, 127,
- Campo
  - nativo 126,
  - mejoramiento 129,
  - pedregosos 129,
- Campo Grande 145
- Canguro 35,
- Canidia 103, 139,
- Cantidad 92,
  - reserva 174
- Caña de azúcar 31, 137, 153, 154, 155, 157, 166, 168, 177,
- Cañería 108, 201,
- Caños galvanizados 121,
- Capacidades energéticas 118,
- Capilaridad 86, 101,
- Capim
  - amargoso 53,
  - annoni 55,
  - batatais 55,
  - bermuda 56, 143, 149, 151,
  - da cidade 143,
- Capital
  - básico 25,
  - intensiva 147
  - naturata 2,
- Caprinos 145, 168, 182, 183, 194,
- Captación 2,
  - dióxido de carbono 20,
- Capullo 39,
- Caqui 205,
- Característica
  - botánicas 128, 168,
  - fenológicas 128, 154,
  - nutricionales 128,
  - productivas 154,
- Carbohidrato 28, 65,
  - no estructurales 150, 163, 176, 178,
  - reducción 30,
  - reservorios 94,
- Carbón vegetal 121,
- Carbonato de calcio 131, 148,
- Carbónico 78,
- Carboxila 30,
- Cardo 53, 54,
  - asnal 53, 54,
  - cardón 54,
  - Castilla 53, 54,
  - crespo 53,
  - cruz 53,
  - negro 53,
  - santos 54,
- Carencias
  - minerales 42, 49,
  - pasto 79,
- Cáncer 22, 23,
- Carcinogénica 58,
- Carga
  - animal 25, 172
  - capacidad 202,
  - evolución 199, 203,
  - inicial 202,
  - instantánea 6, 9, 10, 18, 53, 55, 68, 72, 87, 101, 114, 115, 183, 184
  - máxima 31,
  - parasitaria 196
- Carne bovina 136,
- Carqueja 54,

- té de 55,
- Carrapicho 55,
- Carretel 123, 184
- Casco 116,
- Casuarina 207
- Catabólico 28,
- Cataclismos 125,
- Catalizador 19, 43, 90,
- Categoría biológica 100,
- Catenaria, 123,
- Cátodo 47, 48,
- Caudal 105, 107,
- por bebedero 106,
- Cebada 137,
- Cebollín 52, 58, 155,
- Cebúes, 122
- Celo 186,
- fértil 186,
- Celular
  - contenido 30,
  - pared 30, 32, 68, 70,
  - 72, 74, 75,
- Celulosa 78,
- Cenozoica 126,
- Censo agropecuario 128,
- Centeno 133, 152, 178,
- Centro de manejo 116, 117,
- Centrosema 77, 140, 142,
- 152, 154, 177,
- Cerrado 145, 205,
- Cespitosas 132,
- Chicharritas 146
- Chilca 55,
- Chirca 55,
- Chloris 145
- CIAT 153, 159
- CIC 91,
- Cichoriaceae 128,
- Ciclo de dependencia 102,
- Ciclo etileno 18, 19, 24, 43,
- 86, 99, 100, 101, 102,
- Ciclo la noche-día 180,
- Ciclo naturales 99,
- Ciclo vegetativo 51, 75, 77,
- Ciclos comportamentales 179,
- Ciencia 19,
- convencional 1,
- del progreso 23,
- formal 98,
- Cinzel 89,
- Ciperaceae* 127,
- Cyperus 52, 58,
- Ciprés 207,
- Circuito
  - eléctrico 121,
  - independientes 120,
- Circulación 112,
- Citrus 207,
- Ciudadanía 24,
- Civilización 38,
- CLA -ácido linoleico conju-  
gado- 22, 23,
- Clasificación taxonómica 146
- Clima terrestre 126, 130,
- Climático
  - factores 74,
- Clímax 32,
- Clorofila 17, 28, 29,
- Cloroplastos 29, 30,
- Clostridios 86,
- Coast cross 143,
- Coastal Bermuda 56, 143,
- Co - cobalto 131,
- Cobertura 128, 129,
- córnea 76,
- muerta 44, 133,
- vegetal 52,
- Col 44,
- Colchón 81, 144,
- Colémbolos 54,
- Coles 128,
- Colesterol 22, 168,
- Colombia 153,
- Colonial 76,
- Colonizadores 34,
- Coloración floral 137,
- Combate perifocal 37,
- Comederos 168
- Compactación 54, 86, 95,
- 101, 175,
- superficial 130,
- Compatibilidad de categorías 183
- Compensaciones estacionales 154, 172, 174, 178,
- Comportamiento 105, 184
  - de bebidas 106,
  - ingestivo 179,
  - fenológico 76,
- Composición
  - botánica 33, 127, 132,
  - 164, 173, 174, 198,
  - proteica 153,
  - química 147
- Compostae* 127,
- Comunidad científica 48,
- Concentrado 168,
- Concepto
  - dinámico 8,
  - estático 8,
  - racional 8,
- Condiciones
  - climáticas 5, 68, 135, 141,
  - 166, 175, 177,
  - del ganado 162,
  - edáfica 141,
- Conducta
  - administrativa 197,
  - consumista 101,
  - fitosanitaria 98,
  - protectora 2,
  - sanitaria 196,
- Conductividad 122,
- Conductor inteligente 148
- Confinamientos 12, 22, 90,
- 103, 168,
- campo 6, 7, 168
- convencionales 6, 22,
- 181
- Coniformes fecales 105,
- Consecuencias socioeconómicas 99,
- Consorciación 137,
- Consumo 181
  - voluntario 181
- Contaminación 102,
- ambiental 6, 99, 102,
- manantiales 2,
- Contradicciones 51,
- Control 208,
- biológico 49,
- integrado de plagas 37,
- perifocal 166,
- psicológico 117,
- Coprólitos 40, 41,
- Coprófagos 35,
- Coprófilas 35, 39,
- Coqueiro 205,
- Corona 76, 150, 166,
- Corpúsculos mucilaginosos 33,
- Corrales de espera 163,
- Corrección 143,
- Correctivo 95, 97,
- Corte 149
- Cosmopolitismo 38, 57, 134,
- 135, 147
- Costos, 99,
- crecientes 102,
- de implantación 25, 26,
- de producción 13, 14,
- de transportes 175,
- relativos 14,
- semillas 116,
- social 37,
- Cravo-de-defunto 55,
- Crecimiento
  - aéreo 160,

- evolución 101,
  - exponencial 64,
  - foliar 30,
  - radicular 30, 95,
  - Crepúsculo vespertino 163,
  - Cría extensiva 90,
  - Crisis ambiental 1,
  - Crisis energética 1,
  - Crisis social 1,
  - Crosta compactada 87,
  - Crucíferas 128,
  - CSIRO Australiano 157
  - Cu -cobre- 42, 52, 91,
  - 131, 147 163
    - valle de la Pica Dura 143,
    - vaquería 117 143,
  - Cuadro sintomático típico 172,
  - Cuenca de acumulación 104,
  - Cuidados sanitarios 35,
  - Cultivar llanero 146
  - Cultivo
    - agrícola 117, 176,
    - estivales 127,
    - puros 133,
  - Cultura
    - campesina 198,
    - local 23,
  - Culturales 200,
  - Curva sigmoidea 202,
  - Cynodon* 76, 143, 145, 148,
  - 151,
- D-**
- Defecación 106,
  - Degradación 33, 41, 68,
  - pastura 144
  - Demanda hídrica 75,
  - Dependencia 99, 101,
  - Desarrollo anatómico 189,
  - Descapitalización 1, 2,
  - Desempeño
    - económico 104,
    - productivo 103,
    - 104, 106,
    - reproductivo 186, 190,
  - Desertificación 2,
  - Desgastes energéticos 103,
  - Deshidratación 104,
  - Desierto 126,
  - Desinfección 195,
  - Desmalezadoras 79,
  - biológicas 10, 81, 82,
  - 137, 184, 192, 193,
  - de cuchillas 170,
  - del excedente 79,
  - Desmodio 77, 156,
  - Desmontadas 126,
  - Desplazamiento del grupo 104, 188,
  - Despunte 9, 69, 71, 73, 81,
  - 82, 108, 115, 183, 184, 186,
  - 191, 192, 194, 196,
  - Destetes 186, 189,
  - Destrucción de la naturaleza 168
  - Deyección 35,
  - Diagnóstico indicativo 105,
  - Dialéctica 159
    - aplicación 11,
    - comprensión dinámica 50, 160,
    - forma 49,
    - interpretación 135,
    - ley 92
    - mecanismo 126,
    - papel 148
    - razonamiento 165,
  - Diálogo 49,
  - Diapausa 39,
  - Diarrea 65,
  - Días de reposo 64,
  - Días nublados 172,
  - Diatomeas 45,
  - Dicotomía 150,
  - Diferencia genético-fisiológica 153,
  - Diferimiento de pasturas 175,
  - Difusión espontánea 142,
  - Digestión
    - celulosa 194,
    - disturbio 148, 172,
    - intensidad 181
    - proceso 131,
    - ruminal 6, 181
  - Dilapidación 2,
  - Dilatación 172,
  - Dinámica de los pastos 94,
  - Disciplinado 159,
  - Dispersión 46,
  - Disponibilidad de granos 176,
  - Distocia 187, 189,
  - Distribución 145
  - Diversidad botánica 44,
  - División del área 26, 72, 73,
  - 111, 112, 116, 125, 198,
  - 199, 200, 202,
  - División del campo 11,
  - Docilidad 182,
  - Dogma 23,
  - Dolomita 45,
  - Dolor de la humanidad 100,
  - Dominancia social 105,
  - Dominante 82, 103, 104,
  - Doramectina 37,
  - Drenaje interno deficiente 50,
  - Duodeno 185
- E-**
- Eclósión 46,
  - Ecológico
    - condiciones 40,
    - papel 136,
    - sistema 8,
  - Economía 111,
  - agrícola 98,
  - Ecosistema 3, 29, 51, 53, 60,
  - 99, 126,
  - acuáticos 29,
  - Ectoparásitas 60,
  - Ecuador 57,
  - Efecto
    - ajedrez 171,
    - esponja 171,
    - poda 171,
    - saliva 19, 139, 143,
    - 151, 168, 177,
    - serrucho 70, 81,
    - tóxicos 144
  - Eficiencia
    - de la empresa 209,
    - pastoreo 31, 162
    - productiva 23, 33,
    - reproductiva 186, 190,
  - Ejecución de la obra 197,
  - El Rincón 151,
  - Electricidad 119,
  - Electrólisis 47, 48,
  - Eliminación sumaria 190,
  - Embalses 103,
  - Embrapa 156, 159,
  - Centro de Ganado de Carne 145
  - Embrión 46,
  - Emergencia 88, 129, 136,
  - Empleo 20,
  - de granos 168,
  - Empobrecimiento 84,
  - Encharcamientos 146
  - Energía 24, 65, 74, 84, 180,
  - baja 45,
  - biológica 125,
  - captura de energía solar 100,
  - estática 21,
  - fijada 66,
  - fósil 7, 22, 28,

- insumida 21,
  - lumínica 28,
  - mantenimiento 21,
  - producción 21,
  - química 24, 28,
  - radiante 64,
  - rebrote 164,
  - solar 2, 7, 11, 12, 17, 21, 24, 25, 27, 28, 48, 125, 137, 160, 161,
  - Energizador 117, 118, 119, 120, 121, 122,
  - Enfermedades 42, 43,
    - de las plantas 96, 166,
    - de los cultivos 3,
    - en los pastos 166,
    - infantil del PRV 79, 164,
    - venéreas 195
  - Enigma 45,
  - Enmienda, 122
  - Enquitridos 38,
  - Enredadera 58,
  - Ensilaje 138, 139, 142, 166, 176,
  - Entrenudos basales 76,
  - Enzimas 17,
    - bagaje 42,
  - EPAGRI 153,
  - Epidermis cutinizada 130
  - Equilibrio estático 8,
  - Equinos 145, 146, 182, 183
  - Equipo multidisciplinar 200,
  - Eragrostis 55,
  - Erecta 132,
  - Ergocalcoide 134,
  - Erosión 1, 13, 20, 51, 56, 90, 91, 99, 105, 111, 112, 125, 136, 143, 167,
    - eólica 33, 49, 52, 55,
    - hídrica 33, 49, 52,
  - Error total 178,
  - Erucción 172,
  - Erva de bicho 58,
  - Escarabajos 34, 35, 36, 37, 38,
  - Escarificadores 89, 154, 157,
  - Escarneo
    - ético 200,
    - moral 200,
  - Esclavos 157,
  - Escoba 52,
    - dura 52, 56, 57, 60, 141,
  - Escoria de Thomas 148
  - Escuelita 117, 185
  - Espantada 188,
  - Especies 129, 207,
    - anuales 127,
    - arbuscivas 167,
    - bianuales 127,
    - compatibles 183
    - espinas 60,
    - forrajera 132,
    - imprevistas 132,
    - invernales 175,
    - mejoradas 52,
    - nativas 127,
    - nueva 128,
    - pastoriles 33,
    - perennes 127,
    - social 180,
    - vegetal 68, 130, 132,
  - Espinaca 44,
  - Espuma 172,
  - Espumas 11,
  - Establishment 159,
  - Estación
    - climática definida 175,
    - del año 68,
    - lluviosa 166
    - observación meteorológica 210,
  - Estadio
    - ecológico 38,
    - fenológico 43, 69, 70, 73, 74,
    - juveniles 54,
    - vegetativo 83, 142,
  - 168, 171,
  - Estado
    - corporal 71, 185, 186, 189, 190,
    - fisiológico 160,
    - fitosanitario 98,
  - Estados Unidos 143,
  - Estética 111,
  - Estiércol 13, 39, 40, 100,
  - Estilbestrol, 144
  - Estilosantes 155, 156,
  - Estolones 81,
    - lignificados, 144
  - Estolonífera 81, 132,
  - Estrella 143, 144, 149, 151,
    - africana 56, 80, 143,
    - roja 56, 143
  - Estreptococos 105,
  - Estrés 23, 71, 104, 160, 164, 183, 186, 189,
  - Estro posparto 185,
  - Estructura 3, 84, 86, 87, 88, 89,
  - Estudio de mercado 198,
  - Etología 87,
  - Eucalipto 205,
  - Evaluación 5, 159, 202, 207,
  - Exclusión social 99,
  - Excreción 34,
  - Exigencias nutricionales 184
  - Existencia de bovinos 128,
  - Éxodo rural 1, 99,
  - Explosión 203,
  - Exposición directa 139
  - Externalidades 6,
  - Extracciones 99,
  - Exudados 43,
    - radiculares 161
- F-**
- Facilitación social 105,
  - Factores genéticos 172,
  - Falaris 134,
  - Fase
    - de apetito 179,
    - de consumo 179,
    - gaseosa 17,
    - líquida 17,
    - refractoria 179,
  - Fauna 34, 136,
  - Fe -hierro- 29, 48, 131,
    - Fe<sup>3+</sup>-férico- 43,
    - Fe<sup>2+</sup>-ferroso- 43, 44,
    - oxidado 43,
  - Febendazoles 195,
  - Fécula
    - arrurruz 131,
    - dulce 131,
  - Fecundidad 39,
  - Fermentación ruminal 7,
  - Fertilidad 17, 19, 85, 99, 100,
    - baja 141, 152,
    - decreciente 97,
    - incremento 100,
    - menor 133,
    - natural 137,
    - ruminal 20,
    - suelo 146, 168
  - Fertilización 165,
    - inicial 96,
    - verde 19,
  - Fertilizantes 1, 3, 20, 22, 32, 41, 42, 53, 90, 95, 97, 98, 130, 185
    - fosfóricos 97,
    - solubles 19, 41, 42, 86, 99, 101, 102, 166,
  - Festuca 134,
  - Festucosis 134, 135,
  - Festulolium 135,
  - Fibra 65, 75,

- bruta 72,
  - tenor 181
  - Fichas del potrero 162,
  - Fijadora 157,
  - Filipinas 156,
  - Financiamiento 199,
  - Fincas lecheras 3,
  - Finlandia 148
  - Física nuclear 45,
  - Fisiología
    - humana 27,
    - vegetal 27,
  - Fitoterápico 49, 196,
  - Fitotoxinas 44,
  - Flamboyán 205,
  - Flanco 172,
  - Flor morada 58,
  - Flora 127,
    - composición 129,
    - degradada 129,
  - Floración 28, 43, 57, 76, 77,
  - Florianópolis 132,
  - Florida 145
  - Fluctuaciones de la carne 174,
    - estacionales 138, 153, 166, 167, 175, 176, 198, 203, 204,
    - ruminal 176,
  - Fluidos amnióticos 187,
  - Foco 166,
  - Folclore 165,
  - Folículo 185
  - Fondos demandados 199,
  - Foráneos 57, 58, 184, 185
  - Forma geométrica 114,
  - Forrajeras
    - características 136,
    - conservación 167
    - de corte 138,
    - disponibilidad 172,
    - erectas 56,
    - intra-específicas 180
  - Fortunas crecerían 145,
  - Fosfato natural 97, 131, 148,
  - Fósiles 126,
  - Fotoperíodo 135,
  - Fotosensibilización 146
  - Fotosíntesis
    - capacidad 65, 164, 165,
    - respiración 6, 7, 20, 21, 24, 27, 28, 29, 30, 32, 45, 66, 74, 81, 161, 163,
  - Fotosintético
    - capacidad 170,
    - tejido 136,
  - Frecuencia de corte 165,
  - Frutificación 137, 170,
  - Frutilla 44,
  - Frutos dehiscentes 152,
  - Fuego 86, 146, 171,
  - Funcionalidad 183
  - Fundamentación científica 33,
  - Fusión fría 47, 48,
- G-**
- Galerías 35, 40,
  - Galinsoga 155,
  - Gallináceos 183
  - Ganadería
    - crecimiento 3,
  - Ganado
    - de carne 81, 82, 182, 185
    - lechero 81, 82, 127, 182, 191,
  - Ganador 152,
  - Ganancia
    - diarias 71,
    - peso 25, 80, 104, 106, 134, 163,
    - real 14,
  - Garrapatas 60, 140, 141, 196,
  - Garza 59,
  - Gas etileno 43,
  - Gastos
    - energético 138,
    - veterinarios 13,
  - Gaucha del Norte 156,
  - Germinación 46, 98,
  - Gestación bovina 2, 185, 186, 192,
  - Glomalina 20,
  - Glorinha 146
  - Glucosa 29,
  - Goiás 140, 143,
  - Grado de terminación 191,
  - Gramma
    - batatais 55,
    - común 55,
    - mato-grosso 55,
    - paulista 56, 143,
    - rhodes 76,
    - seda 56, 143,
  - Gramão 56,
  - Gramíneas 31, 127, 128, 132, 135, 137, 144, 147, 148, 153, 175, 180,
  - de invierno 30,
  - estivales 30,
  - forrajeras 31,
  - subtropicales 76,
  - templadas 76, 149
  - tropical 32, 76,
  - Graminha 56,
  - Gramón 56, 143, 151,
  - Gran comida 163,
  - Grandes superficies 176,
  - Gránulos minerales 34,
  - Grasas 28,
  - Green leaf 156,
  - Gregarios 103, 105,
  - Grupo social 103,
  - Guanda 157,
  - Guandu 157, 177,
  - Guarapú 205,
  - Guarapuvú 207,
  - Guatemala 156,
  - Guayaba 207,
  - Guión 199,
- H-**
- H -hidrógeno- 45, 47,
  - Hacienda 183, 198,
  - Halo viscoso 172,
  - Hamata 155,
  - Hambre de la humanidad 42,
  - Hammond 80,
  - Hecho 209,
  - Helada 136,
  - Heladas rápidas 142,
  - Helechos 52, 58, 60,
  - Hélice orgánica 96, 101,
  - Hemoglobina 29,
  - Henificación 145, 166, 175, 176, 177,
  - Heno 13, 31, 79, 133, 136, 137, 140, 142, 143, 146, 147, 149, 151, 152, 154, 163, 164, 170, 174, 175, 177, 189,
  - en pie 156,
  - Herbicidas 3, 48, 54,
  - Herbívoros 7, 21, 27, 78, 179, 194,
  - Herencia atávica 183
  - Hermafrodita 38,
  - Hermathria, 145
  - Hermeneutas 92, 106,
  - Heterogeneidad de potrero 162,
  - Heterotrófico 29, 147
  - Hidráulica 26, 104, 105, 107, 109, 115, 125, 167, 198, 202,

- Hidroponia 99,  
 Hidróxido de sodio 168,  
 Hierba  
 -dañina 48, 49, 51, 60,  
 -del bicho 58,  
 Hinojo 44,  
 Hojas  
 -basales 76, 77, 151,  
 -senescentes 160,  
 Homeopatía 196,  
 Homeostasis 204,  
 Hongo 20, 42, 57, 93, 102,  
 137, 167,  
 -endofítico 134,  
 Horario  
 -de bebida 115,  
 -de los cambios 163,  
 Hormigas 33, 93, 158, 166,  
 202, 204,  
 Hormiguicidas 166  
 Huevo 46,  
 Humanidad 22, 24, 38,  
 -sobrevivencia 126,  
 Humano 51, 66, 72, 73, 74,  
 84, 92, 99, 111, 115, 119,  
 120, 132, 159, 180, 182,  
 199, 203, 208,  
 -comando 179  
 -conducta 179, 182  
 -conocimiento, 159  
 -errores 49,  
 -especie 49,  
 -salud 22,  
 -ser 24,  
 Humedad 27,  
 -ambiente 106,  
 -retención 171,  
 Humificada 92,  
 Humus 38, 39, 40, 43, 89,  
 95, 96,
- I-**
- I.A. - Inseminación artificial  
 183,  
 I.A.F índice de área foliar 164,  
 165,  
 Iatrogenia 42,  
 ICA 159,  
 Implantación 210,  
 Incisivos  
 -inferiores 180,  
 -superiores 180,  
 Incremento de rebote 179,  
 Indicaciones  
 -biológico 159,  
 -técnicas 150,
- Indicadores 9, 33, 34, 49, 50,  
 52, 53, 57, 89, 127, 129, 133,  
 Índices  
 -biológicos 203,  
 -parición 203,  
 Industrias 99,  
 -alimentos, 168  
 -azucarera 168,  
 -citrus 168,  
 -contaminantes 21,  
 -frutas 168,  
 -insumos agrícolas 101,  
 -láctea 175,  
 -máquinas agrícolas 101,  
 Informaciones  
 -científicas 17,  
 -meteorológicas 174,  
 Infraestructura 25, 125, 168,  
 -de agua 178,  
 Ingestión 104,  
 Inglaterra 39,  
 IIPF 159,  
 Ilustrado 159,  
 INIA 159,  
 Inmunidad 42, 196,  
 Inmunodepresión 196,  
 Inoculado 131,  
 Inoculante 131,  
 Insecticida 37, 59,  
 Insecto 42, 59, 102,  
 -ataque 134,  
 -útiles 37,  
 Instalaciones 116,  
 Insumos 11, 12, 24, 27, 128,  
 198,  
 -básico 160,  
 -consumista 147  
 -energético 21,  
 -externo 116, 201,  
 -modernos 2, 99, 101,  
 -síntesis químicas 3, 99,  
 INTA 159,  
 Integración 182  
 Inteligente 159,  
 Intemperie 13, 119, 120,  
 Intemperismo 33,  
 Intensidad de pastoreo 10,  
 Interacciones agonísticas 105,  
 Intervalo entre partos 190,  
 Intervención racional  
 antrópica 125  
 Intestino posterior 34,  
 Intoxicación 191,  
 Inundaciones 137, 147  
 Invasión 143,  
 Invasoras 48, 50, 54, 136, 143,
- Inversión 197,  
 Investigación privada 98,  
 Investigadores 159,  
 Iones 43,  
 Ituporanga 153,  
 Ivermectina 37, 195,
- J-**
- Jaraguá 140, 157, 180,  
 Jerarquía 104, 180, 184  
 -social 103, 105, 114,  
 Joule 118,
- K-**
- K - Potasio- 15, 18, 35, 44,  
 47, 95, 96,  
 Kasungula 142,  
 Kenia 36, 138, 157,  
 Kicuyo 138, 146, 148, 149,  
 151,  
 King grass 138,  
 Kudzu 155,
- L-**
- Laboreo 33,  
 Lactación 104,  
 Lactancia 104, 175, 185  
 Larvas 35,  
 Latencia 51, 132, 141, 149,  
 170,  
 Latitud 135, 174,  
 -menores 133,  
 -subtropicales 133,  
 -Sul 154,  
 -superiores 133,  
 Leche 175, 189, 201,  
 Lechuga 44,  
 Leguminosas 30, 32, 126,  
 128, 130, 131, 133, 135, 136,  
 137, 140, 142, 143, 144, 147,  
 148, 152, 153, 175, 177,  
 -anuales 134,  
 -invernales 133,  
 -perennes de invierno  
 134,  
 -subtropicales 152,  
 -templadas 97,  
 -tropicales 152,  
 Leiteiro 59,  
 Lengua de vaca 59,  
*Leucaena* 157, 177,  
 Leucosis 195,  
 Levantamiento  
 planialtimétrico 111, 198,  
 Ley de la fertilidad creciente  
 100, 203,

- Ley de la fertilidad decreciente 98,  
 Ley de la ocupación 68,  
 Ley de los rendimientos máximos 69, 73,  
 Ley de reposo 67, 159  
 Ley del puño 165,  
 Ley del tiempo de ocupación 68,  
 Leyes universales del pastoreo racional 10, 11, 159, 67, 73, 111, 182, 199, 201, 208, 212,  
 Libre 42,  
 Lignificación 32, 76, 139, 170,  
 Lignificado 34, 76,  
 Lignina 32, 34, 78, 93,  
 Limitación 170,  
 -del crecimiento 170,  
 -del desarrollo de la biocenosis 170,  
 Limo 39,  
 Líquenes 33, 34,  
 Lixiviado 43,  
 Llamada de crecimiento 21, 28, 64, 65, 66, 67, 74, 95,  
 Llaves interruptoras 120,  
 Lluvia 198,  
 Localización 111,  
 Lombrices 38, 40, 41, 42, 54, 59, 93, 170,  
 Lombricultura 40, 167,  
 Lote 188,  
 Lotononis 142,  
 Lotus 77, 134, 135, 151, 177,  
 -*Maku* 130,  
 -*subbiflorus* 152,  
 -*tenuis* 152,  
 -*uliginosus* 152,  
 -M-  
 Machos enteros 183  
 Macollajes, 144  
 Macollos, 144  
 Macroelementos 43,  
 Macroorganismos 86,  
 Madre-hijo 188,  
 -integración 187,  
 Manejo 159,  
 -alto 166,  
 -bajo 166,  
 -conductas 128,  
 -convencional 87,  
 -de la reproducción 189,  
 -extensivo 74, 134, 167,  
 -principios 125,  
 -racional de las pasturas 79, 159, 160, 170, 179,  
 Magias 11,  
 Maíz 22, 31, 44, 51, 89, 137, 178,  
 Malezar 48, 49, 51, 127,  
 Manantiales 91, 103, 107,  
 Mancha de fertilidad 77, 78, 92,  
 Mandioca 31, 131, 137,  
 Manguera 108, 109,  
 Manifestaciones agonísticas 184  
 Manifestaciones patológicas 134,  
 Maní forrajero 153,  
 Maní salado  
 Mantenimiento 22,  
 Máquinas 198,  
 Marandu 146  
 Marginalidad urbana 1,  
 Mata-pasto 53,  
 Material 198,  
 -radioactivo 45,  
 Mato Grosso 55, 126, 140, 146  
 Mato Grosso do Sul 55, 143,  
 Mecanismo  
 -aerobio / anaerobio 43,  
 -homeostático 39,  
 Medicina 27,  
 Medicinales 51,  
 Medio ambiente 100,  
 -mejoría 100,  
 Mejoramiento genético 4,  
 Melífera 53,  
 Mente abierta 208,  
 Mercado 5, 199,  
 Meristemas 165,  
 -apicales, 144  
 Merker 140,  
 Mesoorganismos 86,  
 Mesozoico 125,  
 Metabólico 28, 78,  
 Metabolismo  
 -aerobio 85,  
 -anaerobio 85,  
 Metano 6, 7, 20, 79,  
 Meteorismo 148, 149, 151, 152, 171, 172,  
 Meteorización 38,  
 Meteorológico 198,  
 Métodos  
 -convencionales 14, 24, 25, 208, 209,  
 -crianza 23,  
 -de compensación estacional 177,  
 -externo 176,  
 -internos 174, 177,  
 -más utilizado 175,  
 México 157,  
 Mezcla mineral 115, 177  
 Mg - Magnesio 16, 29, 47, 52, 58, 97, 131,  
 Micorrizas 17, 18, 24,  
 Microambiente 54,  
 Micro ecosistema 52, 102,  
 -radicular 102,  
 Microelemento 91, 131,  
 Micronicho 94,  
 Micronutrientes 42, 43, 49, 52,  
 Microorganismos 17, 34, 43, 54, 78, 86, 91, 97,  
 Microporos 87,  
 Micrositios 43,  
 Microvida 33, 35,  
 Mijo 31, 135,  
 Milagros 11,  
 Minas Gerais 55, 140,  
 Mincirão 140, 156,  
 Mineralización 18, 37, 43, 170,  
 Miosina 158,  
 Mioceno 126,  
 Mn - Manganeso 131, 156,  
 MO- materia orgánica- 7, 15, 18, 19, 20, 21, 27, 29, 33, 37, 38, 39, 43, 47, 49, 52, 59, 78, 79, 85, 87, 88, 89, 91, 99, 100, 102, 111, 130, 138, 155, 161, 164, 167, 170, 171, 175,  
 -constructor 133,  
 -humificada 34, 43, 55,  
 -incrementar 20,  
 Mo -molibdeno- 52, 97, 131, 137,  
 Moderna literatura 136,  
 Modulación 111,  
 Módulos 73,  
 Molécula 30, 45,  
 Mombaça, 145  
 Momifica 35, 37, 92,  
 Monte bajo 53,  
 Montes 90, 204,  
 -frutales 59, 153,  
 Morfología específica 165  
 Mortalidad 192,  
 Mosca 37,  
 -de las bicheras 34,

- de las miasis 57,
  - de los cuernos 34, 35, 37,
  - del berne 57,
  - doméstica 34,
  - MS -materia seca- 18, 22, 29, 30, 31, 32, 35, 52, 65, 75, 95, 106, 138, 139, 141, 143, 144, 145, 147, 148, 154, 165, 168, 173, 174, 175, 176, 204,
  - Mucuna 155,
  - negra 155,
  - Mucus 39,
  - Multas 93,
  - Multiplificación
    - antrópica 138,
    - vegetativa 136,
  - Mundo de relaciones 179,
  - Mutabilidad 125,
  - Mutagénico 58,
- N-**
- N -nitrógeno- 18, 20, 34, 35, 43, 65, 78, 85, 92, 95, 138, 139, 141, 147, 148, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 160, 180
    - atmosférico 137,
    - compuestos solubles 65,
    - fertilización 138,
    - fijación 18, 137,
    - nitrate 65, 147
    - nitrito 65,
  - Na -sodio-
    - ingestión 106,
  - Nabo 59, 128,
  - Nacimiento 185
  - Nandi 142,
  - Napier 138, 140,
  - Naturaleza 28,
    - diálogo con la 48, 59, 92,
    - factores 99,
    - fuentes 103,
    - sustancias extrañas 102,
    - sustentabilidad 49,
  - Nematode 42, 55, 102, 134, 155,
  - NH<sub>4</sub>-amoníaco- 44,
  - Nicaragua 36,
  - Nicho 127,
  - Nivel nutricional 185
  - Nobleza 187,
  - Nodulación 154,
  - Nordeste 155, 157,
  - Norte verdadero 119,
  - Novillos 183
  - NPK 90,
  - Núcleo
    - de los átomos 45,
    - tetrapirrólico 17,
  - Nueva parcela 163,
  - Número
    - atómico 47,
    - de parcelas 113, 167,
    - mínimo de parcelas 113,
    - de raciones 162,
  - Nutrientes 43, 52, 103,
    - reservorio 90,
    - solubles 42, 102,
  - Ñandúes 183,
- O-**
- O -oxígeno- 16, 29, 43, 45, 85,
  - Obesidad 23,
  - Observador 159,
  - Obsolencia programada 150,
  - Obstáculo
    - físico 117,
    - mental 117,
  - Ocupación 5, 150,
  - Oligoquetas 24, 38,
  - Olor 93,
  - Ombigo 187,
  - Óptimo térmico 29,
  - Orden predeterminado 73,
  - Orgánicos
    - dominios 44,
  - Organismos 167
  - Órganos
    - aéreos 30,
    - muertos 135,
  - Orientación 111,
  - Orina 6, 19, 78, 88, 101, 113, 193,
  - Oro 48,
  - Ortiga 59,
  - Ovinos 35, 55, 57, 145, 169, 182, 183, 194,
  - Oxalato 30, 142,
  - Oxbendazoles 195,
  - Oxidalidaceae* 127,
- P-**
- P -fósforo- 15, 17, 18, 35, 43, 44, 47, 95, 96, 97, 131, 137, 141, 145, 167, 180,
    - total 16,
  - Paisajismo 198, 199,
  - Paja 6, 53, 58,
  - Pájaros 59, 136,
  - Pajonales 129,
  - Paladar duro 180
  - Palatabilidad 136,
  - Palo
    - borracho 207,
    - yerba 207,
  - Panacea 11,
  - Pangola 76, 130, 142, 149
  - Panicum 157,
  - Panoja 136, 137,
  - Pantanal 126,
  - Papa 44,
  - convencional 1, 100,
  - Paraná 136, 140, 143, 148,
  - Pararrayo 119, 122,
  - Parásitos 35, 43, 84, 93, 102, 140, 146, 166, 196,
    - agente 42,
    - intestinales 35,
  - Parasitosis 195,
    - ecto 196,
    - endo 196,
  - Parcela nueva 184
  - Parición 117, 183, 185, 186, 187,
    - estacionar 175,
  - Parte aérea 65, 74, 76, 91, 94, 95, 143, 144, 160, 161, 171,
  - Parto 185, 186, 189,
    - pos 71,
    - pre 71, 189
  - Paspalum 76,
  - Pastejo 8,
  - Pastizales nativos 126,
  - Pasto anuales 54,
  - Pasto
    - abundancia 167
    - angola 147
    - colonial 80,
    - corte 176,
    - degrada 74,
    - disponibilidad 164,
    - de jardín 136,
    - de los jesuitas 136,
    - de los jesuitas gigante 136,
    - elefante 22, 76, 139, 140, 152, 154, 177,
    - en los caminos 164,
    - gordura 140,
    - Guinea 56, 143, 144, 145
    - horqueta 55, 136, 137,
    - ingestión 180
    - Kicuío 76,
    - lignificado 167, 181
    - llorón 55,

- mal manejados 132,
- malos 132,
- miel 137,
- ovillo 134,
- pasado 181
- perennidad 73
- período de abundancia 173,
- permanente, 125,
- provisorio 140,
- remanente 81,
- rojo
- sapé gigante 140,
- transformación 178,
- Pastoreo
  - continuo 12, 25, 54, 140,
  - controlados 180
  - convencionales 19, 212
  - de la tarde 163,
  - directo 138, 149, 176, 177, 178,
  - eficiencia 202,
  - estación 180,
  - extensivo 12, 33, 54, 57, 66, 86, 87, 88, 92, 93, 124, 127, 138, 140,
  - frontal 123,
  - intensidad 72,
  - primer 130,
  - rasante 165,
  - rotativo 5, 73,
  - tiempo total 180,
- Pastura 126,
  - anual 125,
  - argentinas 135,
  - calidad 163, 164
  - composición botánica 131,
  - cultivadas 33, 125, 127,
  - formación 128,
  - implantación 128
  - implantadas 128,
  - nativa 125, 136, 138,
  - naturales 128,
  - naturalizada 125,
  - norteamericanas 135,
  - perennidad 94, 125,
  - permanente 52, 89, 100, 125,
  - polifíticas 77, 135, 151,
  - puras 134,
- Patagonia 132, 148, 158,
- Pavos 183
- Pega pega 157,
- Peletización 97,
- Peletizado 131, 148,
  - de la pulpa 169,
- Pelosos absorbentes 38, 44,
- Peludos 93,
- Pelvis 189,
- Pegamento primario 20,
- Penetrómetro 87,
- Pennisetum 145,
- Pensacola 137,
- Pentose-fosfato 30,
- Pequeño en lo grande 166, 167, 176,
- Perennidad 111, 139, 144, 160,
  - del tapiz 143,
  - dinámica 61,
- Pérdidas
  - económicas 103,
  - respiratorias 160,
- Perenniza 133,
- Perfil del personal 208,
- Periferia 166,
- Período
  - compensación crítico 175,
  - críticos 177,
  - de reposo 63, 74, 151,
  - de rumia 181
  - invernal 138,
  - lluviosos 166
  - vegetativo 76,
- Perros 183, 187, 188,
- Persistencia 131, 135,
- Personal disponible 198,
- Perspicaz 159,
- Perturbación digestiva 171,
- Peso económico 186,
- Piedra angular 75, 197, 199,
- Pigmentos verdes 28,
- Píloro 185
- Pinus 127,
- Piojos 194,
- Pioneiro 140,
- Pirámide de la producción 4,
- Pirrolizidínico 57,
- Pisoteo 9, 52, 86, 111, 143,
- Placas solares 118, 119,
- Placenta 185, 187,
- Plagas 3, 43, 48, 166,
- Plagiarios 200,
- Planaltina 140,
- Planaltos
  - Paraná 126,
  - Río Grande 126,
  - Santa Catarina 126, 127
- Planta
  - adventicia 54, 56, 61,
  - compañeras 44,
  - C<sub>3</sub> 27, 29, 30, 31, 32, 81, 153, 156,
  - C<sub>4</sub> 27, 29, 30, 31, 32, 72, 137, 138, 142, 152, 153, 156, 175,
  - dañina 51,
  - densidad 134,
  - espontáneas 59, 61,
  - estival 136,
  - forrajeras 128,
  - hortícolas 44,
  - indicadoras 48, 74,
  - pratense 9, 52,
  - rastreras 132,
  - risomatosas 165,
  - semilladas 151,
  - tóxica 57, 58, 158,
- Plantines en la bosta fresca 130,
- Plántulas emergidas 131,
- Plasticidad genética 150,
- Plástico 185
- Plátano 207,
- Piatino 48,
- Poa pratense* 165
- Poblaciones vegetales 125,
  - mutabilidad 125,
- Poder
  - esponja 91,
  - germinativo 131, 132,
- Pollito 45, 46,
- Polo
  - negativo 119,
  - positivo 119,
- Polución de la atmósfera 21,
- Ponta Grossa 138,
- Porcinos 183, 194,
- Poros 85,
- Porosidad 40, 43, 85, 86, 91,
- Poroto 44,
- Posición
  - japonesa 47,
  - omega 104,
- Postes 119, 122,
- Potencialidad de campo 198,
- Potreros
  - maternidad 187,
- PRAI 3,
- Precios 2,
- Predadores 162, 183
- Predeस्पunte 189,
- Preferida, 145
- Prefloración 52,
- Preparto 189,

- Presencia de perros 162,  
 Presión de pastoreo 10,  
 Prevenir intoxicación 177,  
 Primer milenio 172,  
 Primíparas 189,  
 Primordios florales 76, 133,  
 Principio 197, 201  
 Problemas comportamentales 184  
 Proceso
  - biocenótico 168,
  - biológico 90,
  - dinámico 171,
  - metabólicos 104,
  - ovulatorio 185
  - productivo 4,
 Producción 22,
  - agrícola 17,
  - diferencial 191,
  - estival de granos 178,
  - extensiva 104,
  - forrajera 178,
  - lechera 13, 80, 106, 134, 175,
  - orgánica 11, 22,
  - ovina 136,
 Productividad 104,  
 Producto
  - biológico 166, 179,
  - tóxicos 201,
 Proceso estático 99,  
 Productores
  - agrícolas 2,
  - agropecuarios 1,
  - primarios 29, 160,
  - rural 208,
 Programa de estímulos 209,  
 Protección 205,
  - ambiental 2, 161, 179,
  - animal 3,
  - sanitaria 116,
  - suelo 151,
  - vegetal 3,
 Protege 20,  
 Proteína 20, 28, 147, 156, 172,
  - bruta 143, 148, 154,
 Proteólisis 42, 43, 102,  
 Proteosíntesis 42, 43,  
 Protozoarios 167,  
 Proyecto 26, 31, 33, 41, 71, 72, 73, 74, 79, 82, 90, 93, 97, 98, 104, 106, 107, 111, 113, 114, 115, 132, 141, 144, 146, 156, 158, 162, 164, 166, 167, 168, 170, 171, 172, 174, 176, 177, 178, 184, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 206,
  - antecedentes 199,
  - etapas 207,
  - mega 201,
  - mini 112, 201,
  - sumario 199,
  - tamaño 200,
  - técnica 199,
 Pueraria 140, 142,  
 Puesta del sol 163,  
 Pulgones 59,  
 Pulido final 199,  
 Pulpa de citrus 176,  
 Pulverización 41,  
 Punto de equilibrio 200,  
 Punto de pastoreo 133, 137,  
 Punto óptimo 6, 176,  
 Punto óptimo de reposo 21, 32, 52, 56, 65, 67, 68, 69, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 87, 92, 109, 111, 125, 130, 137, 139, 143, 144, 148, 151, 153, 154, 160, 163, 164, 169, 171, 175, 178, 184, 202,  
**-Q-**  
 Queso
  - orgánico 22,
 Quebra arado 53,  
 Química 45,  
**-R-**  
 Rabo-de-burro 53, 58,  
 Radiación solar 28, 30, 49, 55,  
 Raicilla 36, 38, 87,  
 Raíz 9, 20, 38, 43, 50, 54, 66, 87, 91, 94, 96, 111, 150,
  - acuáticas 142,
  - fasciculada 52, 54,
  - pivotante 52, 54, 57,
  - principal 52,
  - putrefactas 57,
  - reservas 64, 81, 170,
  - volumen 94,
 Rastras 86, 88, 203,  
 Rastrojos 178,
  - de maíz 176,
  - sorgo 176,
 Ratas 153,  
 Rayos solares 27, 29, 135, 151, 204,  
 Reacción
  - alelopática 133,
  - bioquímica 45, 78,
  - subatómicas 45,
 Reactores 45,  
 Rebaño
  - mayor 128,
 Rebrote 9, 27, 53, 54, 55, 65, 67, 68, 72, 74, 80, 88, 139, 159, 160, 164, 165, 169, 169, 170, 176, 178, 202, 203,
  - estadios iniciales 202,
 Receptividad 128,  
 Recetas 11,  
 Reciclaje de minerales 35,  
 Recién nacido 187,  
 Recuperación 155,  
 Recursos
  - naturales 1, 24, 25,
  - naturales no renovables 125,
  - socioeconómicos 24,
 Red eléctrica 118, 120,  
 Reducción 43,  
 Reflejo condicionado de bostear y orinar 163,  
 Regeneración edáfica 34,  
 Régimen pluviométrico 203,  
 Regímenes extensivos 173,  
 Regiones semiáridas 150,  
 Regurgitación de la ingestión 181,  
 Reina
  - de las gramíneas 134,
  - de las forrajeras 149,
 Reingestión 181  
 Reino vegetal 46,  
 Relaciones
  - bióticas 53,
  - inversas 181
  - simbióticas mutualistas 134,
 Relevamiento 126, 127, 128,  
 ·planialtimétrico 116,  
 Remanente 135, 136, 139, 140, 165, 169, 170,
  - aéreo 165,
  - altura 164,
  - masa vegetal 165,
  - mínimo 28,
 Remasticación 181  
 Remolacha 44,  
 Rendimiento
  - de la alfalfa 150,
  - del trabajo 120,
  - económico 207,
  - máximo 32, 197,

- Renovación 125,  
 Rensalivación 181,  
 Renta neta 14,  
 Renuevos 48, 50,  
 Repaso 10, 69, 71, 73, 81,  
 82, 108, 115, 183, 184, 192,  
 194, 196,  
   -tropa de equino 183  
 Repetibilidad 5,  
 Reposo 6, 163,  
   -invernal 149,  
   -reacción de la vegetación  
   129,  
 Represas 103, 104, 105,  
 Reproducción 104, 134, 141,  
 183, 185  
 Requerimientos nutricionales  
 148, 173,  
 Reserva  
   -acumuladas en la coro-  
   na 164,  
   -acumuladas en la raíz  
   164,  
   -de glúcidos no estruc-  
   turales 150,  
   -en pie 75,  
 Reservorios 107,  
 Residuos industriales 176,  
 Resiembra 88, 149, 152,  
 Resiliencia 91,  
 Resistencia  
   -al pisoteo 143,  
   -de los animales 196,  
 Respiración 21, 27, 28, 29,  
 64, 81, 161, 163, 172,  
 Respiraderos 107,  
 Responsable del manejo 162,  
 Resultado económico 104,  
 167,  
 Revestimiento 148  
   -nutritivo 131,  
 Revisación de las parcelas 162,  
 Rhizobium leguminosarum  
 152,  
 Río de Janeiro 140,  
 Río Grande do Sul 136, 149,  
 150, 157,  
 Río San Francisco 150,  
 Ritmo  
   -de cambio de potrero  
   82,  
   -de crecimiento 32,  
 Rizoma 58,  
 Rizomatosas 132,  
 Rizosfera 161,  
 Rodcos 183, 184  
 Roedores 153,  
 Romcillo amarillo 58,  
 Rompe vientos 204, 205,  
 Rotación animal-vegetal 107,  
 Rothamsted 37,  
 Roturación 125,  
 Roxinha 145  
 Rubro de inversión 128,  
 Rumen  
   -función del 172,  
   -retículo 172,  
 Rumiante 20, 22, 24, 172,  
 Ruminación 185  
   -nocturna 163  
 Rye grass 22, 133, 134, 135,  
 136, 140, 152, 178,  
  
                   -K-  
 S -azufre- 43, 44,  
 Sabana  
   -Brasil central 126,  
   -Roraima 126,  
 Salas de ordeño 163,  
 Sales complejas 43,  
 Saleros 103,  
   -móviles 115,  
 Salir de la parcela 13,  
 Saliva 169, 170, 179,  
   -deposición de 170,  
 Salud  
   -de los animales 93,  
   -de los pastos 93,  
 Salvador 156,  
 Samambaia 52, 58,  
 Sanidad 4, 38, 102, 168, 195,  
 Santa Catarina 136,  
 Santuario ecológico, 127,  
 São Gabriel 151,  
 São Paulo 136, 140, 141, 143,  
 Secuestro 20,  
 Sede 103,  
 Selección  
   -intra-específica 180,  
 Sembrado 132, 139,  
 Semillas 88,  
   -al voleo 129, 139  
   -cantidad 128,  
   -emergencia 135,  
   -estéril 143,  
   -producción 136,  
 Senecio 52, 57,  
 Senecionina 57,  
 Senescencia 76, 77, 151, 161,  
 Sensibilización 117,  
 Sensible 159,  
 Sequías 75, 137, 138, 140,  
 141, 142, 145, 146, 148,  
 149, 150, 154, 156, 157,  
 158, 170, 171, 173, 177,  
   -efecto 170,  
   -tolerancia 134,  
 Sereno nocturno 172,  
 Seres 18,  
 Serradela 133, 139, 152,  
 Servicio natural 183  
 Setarias 76, 142,  
 Si -silicio- 47,  
 Siembra 127, 128, 129,  
   -a voleo 97,  
   -directa 44, 128, 130,  
   149, 178,  
   -en cobertura 156, 201,  
   -en la bosta 130,  
   -época 130,  
   -escalonando las fechas  
   178,  
   -otoño 134,  
   -sobre tapiz 129, 133,  
   148, 149, 157,  
   -vía sal 130,  
 Sifón 108,  
 Sigmoidea 63, 65,  
 Silajem 79, 109, 137, 142,  
 147, 154, 163, 164, 170,  
 173, 175, 177,  
 Sílice 45,  
 Silo 31, 79,  
 Silver leaf 156, 157,  
 Simbiosis mutualista 147  
 Simbiótica 156,  
 Semillas 51,  
   -sensíveis 167,  
 Sinergia 44,  
 Siratro 77, 142, 155, 177,  
 Sistema  
   -abierto 24, 27, 99,  
   -biológico 27,  
   -cerrado 17,  
   -circulación 73,  
   -de pastoreo 129,  
   -de reservas 165, 169,  
   -extensivos 5, 74, 202,  
   -hidráulico 199,  
   -productivo 99,  
   -radicular 7, 28, 44,  
   57, 65, 68, 74, 95, 96,  
   129, 130, 133, 135,  
   137, 138, 139, 140,  
   143, 150, 159, 160,  
   161, 171,  
   -reserva 80, 95, 151,  
   153, 159, 161,

- viario 111, 198, 199,
  - Sobrecalentamiento 167
  - Sobre pastoreo, 144
  - Social, 145
  - Sociedad 2, 23,
  - Sociología vegetal 205,
  - Soja 31, 77, 178,
    - perenne 142, 154,
  - Sol 21, 22, 48, 166,
  - Sólidos totales 105,
  - Sombra 103,
  - Sorgo 137, 178,
    - de Alepo 58,
  - Stylosanthes 77, 140, 141, 142,
  - Stypae 126,
  - Subpastoreo, 144
  - Subsolados 86, 88,
  - Substancias químicas 84,
  - Subterráneo 30, 76, 160, 161,
  - Sucesión 3,
  - Sucesión animal-vegetal 100,
  - Suelo 25, 38, 49, 145
    - ácidos 50, 52, 58, 92, 141,
    - actividad biológica 24, 43,
    - adherencia de las semillas 129,
    - agregado 20,
    - agresión 3, 18, 20, 32, 36, 101, 142,
    - agua 49,
    - aire 17,
    - alcalinos 50,
    - arado 20,
    - arcillosos 84, 170,
    - arenosos 84, 133, 136,
    - biofertilidad 11,
    - biología 17, 43,
    - calcáreo 50,
    - camada superficial 97, 130,
    - capacidad 20,
    - carencia 49,
    - catalizador de la vida 18,
    - cobertura 51, 127,
    - compactado 52, 53, 54, 87, 88, 111, 133, 198,
    - atmosférica 168,
    - cubierto 20,
    - degradado 34,
    - descubierto 53, 164,
    - desequilibrio 49,
    - desestructuración 18, 33,
    - desintoxicación 24,
    - enriquecimiento 101,
    - estructura 33, 34, 40, 49, 90, 99, 132, 133, 159,
    - estudio 17,
    - extractores de los nutrientes 8,
    - factores bióticos 19,
    - fértiles 42, 54,
    - fertilidad 3, 5, 7, 8, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 25, 33, 34, 38, 41, 44, 49, 52, 53, 68, 90, 96, 100, 130, 135, 145, 174, 202, 203,
    - física 18, 90,
    - formación 33,
    - húmedo 50,
    - intoxicado 53,
    - inundable 50,
    - laboreo 20, 32, 57,
    - mal manejado 164,
    - manejo 1,
    - mejorías 89,
    - microbiología 17,
    - neutro 41,
    - nutriente 48,
    - partícula 90,
    - peor calidad 53,
    - permeabilidad 35, 40, 138,
    - poroso 54,
    - preparación 51,
    - protección 49, 136, 155,
    - recuperado 3, 178,
    - reestructuración 36,
    - solución 17,
    - temperatura 91,
    - testigo 16,
    - tuvieron agresión 19,
    - utilización 25,
    - vida 3, 5, 19, 24, 27, 32, 37, 40, 84, 87, 96, 100,
  - Sulfato 43,
    - de amonio 41,
  - Sumisos 82,
  - Superficie
    - máxima 92,
    - vítrea 130
  - Supervivencia 104,
  - Surinam 147
  - Sustancias
    - insectívoras 140,
    - odoríficas 140,
    - orgánicas 28,
  - Sustrato 33,
- T-**
- Tablero de ajedrez 171,
  - Tabúes o creencias 23,
  - Tacurúes 34,
  - Tajamares 103, 104, 105,
  - Tamaño 167, 181
    - de la bocada 180
    - máximo de cada parcela 113,
  - Tampere 148
  - Tanzania 145
  - Tapiz 128,
    - nativos 127,
    - vegetal 28, 153, 161, 165,
  - Tasa
    - de aumento 191,
    - de concepción 190,
    - de crecimiento 32, 104,
    - interna de retorno 200,
  - Taurinos 35,
  - Tautología 48,
  - Tecnología convencional 1, 208,
  - Tejidos
    - muscular 191,
    - vegetales 28, 29, 42, 115,
  - Telaraña 136,
  - Temperatura 27, 174, 198,
  - Tenor proteico 156,
  - Termita 34,
    - amazónica 34,
  - Termodinámica 12, 24,
  - Termogénica 56,
  - Ternero
    - destetados 186,
    - extraviados 188,
    - guachos 188,
    - síndrome del 186,
  - Tesis 15,
  - Tetrapirrólico 29,
  - Textura 84, 112, 159
  - Tiamina 169, 170,
  - Tiempo
    - lluvioso 142,
    - seco 142,
  - Tiempo de ocupación 9, 10, 57, 72, 73, 82, 87, 88, 89,

- 101, 113, 115, 125, 140, 159, 162  
 Tiempo de pastoreo 181  
 Tiempo de permanencia 9, 71, 101,  
 Tiempo de recuperación 164,  
 Tiempos de reposo 5, 9, 54, 57, 58, 73, 89, 113, 115, 125, 140, 150, 151, 159, 162, 165, 166, 171, 200, 201,  
 Tiempo de reposo prolongado 53,  
 Tiempo de rumia 181  
 Tiempo óptimo de reposo 66, 72, 125  
 Tiempo variable 33,  
 Tifton 85, 143,  
 Timpanismo 59, 77, 148, 171,  
 Tiririca 52,  
 Tobiata 145  
 Tomas de tierra 117, 119, 120, 121,  
 Tomate 44,  
 Topografía 112, 122, 125,  
 Toxicidad 56, 57, 134, 137, 144, 147  
 Toxina 135,  
 Trampa 99,  
 Tranqueras 112, 113, 162, 163, 164, 183, 188,  
 Tranquilidad del proyecto 163, 164,  
 Transmutación de los elementos 16, 18, 19, 24, 45, 46, 47, 99, 100, 101,  
 Trébol 77, 134, 136, 143, 148, 180  
   ·blanco 132, 135, 137, 147, 151, 172,  
   ·carretilla 149,  
   ·rojo 149, 172,  
   ·vesiculoso 149,  
 Trepadoras 132, 152,  
 Trigo 137,  
 Trofobiosis 3, 42, 100,  
 Trópico 158,  
*Trifolium*  
   ·*polimorpha* 149,  
   ·*pratense* 149,  
   ·*vesiculosum* 149,  
 Tuberculosis 195,  
 Tucura 59,  
 Túneles 35, 36, 40,
- U-**
- UGM 9, 10, 18, 19, 30, 31, 108, 128, 162, 174, 177, 178, 182, 202, 203, 204,  
 Umbilical 188,  
 Unidades animal 128,  
 Uruguay 36, 126, 137, 151, 152, 155, 157,  
 Uruguayana 157,  
 Uso do fuego 167.  
 Usufructuarios 208,
- V-**
- Vacas 186,  
   ·alta producción 183,  
   ·ama 187, 192,  
   ·en ordeño 163,  
   ·estabuladas 22,  
   ·lactancia 135,  
   ·lecheras 104,  
   ·nodrizas 192, 193,  
   ·preñada 186,  
   ·problemas 190,  
 Vacunas 21,  
 Vagabundeo 87,  
 Vagancia 87,  
 Vaina  
   ·dehiscentes 152,  
   ·retorcidas 149  
 Valato 30,  
 Valor  
   ·agregado 168,  
   ·cultural 132, 145, 146  
   ·económico 125,  
   ·forrajero, 144  
   ·nutritivo 137, 175,  
 Válvula de desagote 108,  
 Vaquería 163,  
 Vaquillonas  
   ·de reposición 192,  
   ·púberes 183  
 Variabilidad 150,  
   ·genética 134,  
 Variedad 158,  
   ·Cunmingham 158,  
 Varillas 119, 122,  
 Vegetación  
   ·arbórea 204,  
   ·ciliar 90,  
   ·espontánea 129,  
   ·remanente 129,  
 Velocidad  
   ·de crecimiento 152,  
   ·traslado 163  
 Veneno 37, 41, 49, 134,  
 Ventajas sanitarias 104,  
 Veranos lluviosos 137,
- Verdad natural 28,  
 Verdeo 178,  
 Vicia 133, 139, 178,  
 Vicia sativa 152,  
 Vida 37,  
   ·silvestre 167  
   ·subterránea 159,  
   ·vegetal 27,  
 Viejas 150,  
 Viento 206,  
   ·frío 204,  
   ·norte 172,  
 Vigor de rebrote 150,  
 Virus 42,  
 Voltaje 120, 162,  
 Voltímetro 119,
- Y-**
- Yema 146, 165,  
   ·axilares 145  
   ·emergente 139,  
   ·en la corona 166,  
   ·subterráneas 150, 166,  
 Yerba mate 207,
- Z-**
- Zanahoria 44,  
 Zn -cinc- 42, 52, 131,  
 El índice temático fue hecho por el autor, con la participación del académico Angelo Brambila Reck y los maestrando en Agroecosistemas de la UFSC, Julio Graeff Erpen, Darío Fernando Milanez de Mello y Luciana Aparecida Honorato.



# INDICE DE NOMBRES CIENTIFICOS

## A

<i>Acacia</i> sp .....	207
<i>Acremonium coenophialum</i> .....	134
<i>Allolobophora calciginosa</i> .....	38
<i>Amaranthus deflexus</i> L. ....	58
<i>Amaranthus</i> spp. ....	58
<i>Anarcadium occidentale</i> .....	205
<i>Andropogon gayanus</i> Kunt. ....	140
<i>Andropogon leucostachys</i> .....	50
<i>Arachis pintoi</i> L. ....	146, 153
<i>Avena fatua</i> .....	44
<i>Avena sativa</i> .....	132
<i>Avena strigosa</i> Schreb .....	44, 132
<i>Axonopus aureus</i> .....	50
<i>Axonopus compressus</i> (Swantz) Beauv. ....	136
<i>Axonopus</i> spp. ....	136

## B

<i>Bacharel cordifolia</i> DC. ....	57
<i>Baccharia trimera</i> .....	54
<i>Bambusae</i> .....	125
<i>Bidens pilosa</i> .....	155
<i>Bidens pilosa</i> L. ....	59
<i>Bouteloua curtipendula</i> [(Michx) (Torr)] .....	169, 170
<i>Braccharia</i> .....	44, 145
<i>Braccharia arrecta</i> (Hack.ex.Th.Dur.& Schine)Stent. ....	147
<i>Braccharia brizantha</i> (A Rich) Stapf .....	146
<i>Braccharia decumbens</i> Stapf .....	145, 146
<i>Braccharia dictyoneura</i> (Fig. & De Not.) Stapf .....	146
<i>Braccharia humidicola</i> (Rendle) Schweicherdt .....	146
<i>Braccharia mutica</i> (Forsk) Stapf .....	147
<i>Braccharia plantaginea</i> .....	155
<i>Braccharia ruziziensis</i> – Germain & Evrard .....	143, 147
<i>Bromeliaceae</i> .....	127
<i>Bubulus ibis</i> .....	59

## C

<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millop .....	157
<i>Calopogonium mucunoides</i> Desv. ....	154
<i>Carduus acanthoides</i> L. ....	53
<i>Carduus mutans</i> L. ....	53
<i>Carduus tenuiflorus</i> L. ....	53
<i>Carthamus lanatus</i> L. ....	54
<i>Cassia</i> sp. ....	207
<i>Casuarina cunninghamiana</i> .....	207
<i>Centrosema pubescens</i> Benth. ....	154
<i>Chaptalia integerrima</i> [(Vell.) Burk] .....	59
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L. ....	59
<i>Chloris</i> .....	145
<i>Chorisia speciosa</i> .....	207
<i>Cichorieae</i> .....	128
<i>Ciperaceae</i> .....	127
<i>Citrus</i> sp. ....	207
<i>Claviceps paspali</i> .....	137
<i>Coffea arabica</i> .....	207
<i>Compositae</i> .....	127
<i>Cupressus</i> sp. ....	207
<i>Cynara cardunculus</i> .....	53
<i>Cynodon dactylon</i> L. Pers .....	44, 50, 55, 56, 83, 143
<i>Cynodon niemfuensis</i> Vanderst. ....	70, 143
<i>Cynodon plectostachins</i> .....	143
<i>Cynodon</i> spp. ....	52, 56, 143, 145, 148
<i>Cyperus</i> spp. ....	50, 58, 155
<i>Cyperus rotundus</i> L. ....	58

## D

<i>Dactylis glomerata</i> L. ....	134
<i>Dendrobaena</i> .....	38
<i>Dermatobia hominis</i> L. ....	57
<i>Desmodium</i> .....	156
<i>Desmodium canum</i> (Gmel) Schinz e Tell. ....	156, 157
<i>Desmodium intortum</i> (Mill.) Urb .....	156
<i>Desmodium uncinatum</i> (Jacq) DC.- .....	156, 157
<i>Digitaria decubens</i> Stent. ....	141
<i>Digitaria insularis</i> .....	53
<i>Digitaria pentzii</i> Stent. ....	142
<i>Digitaria sanguinalis</i> .....	44
<i>Diospyrus kaki</i> .....	205, 207
<i>Dodnea viscosa</i> (Jacq) .....	167
<i>Drepanocerus parallelus</i> .....	34

## E

<i>Echinochloa colunum</i> .....	50
<i>Echium plantagenum</i> L. ....	58
<i>Eisenia lumbricus</i> .....	38
<i>Eisenia faetida</i> .....	39
<i>Eragrostis curvula</i> .....	55
<i>Eragrostis glomerata</i> .....	50

<i>Eragrostis plana</i> .....	44, 55
<i>Eucaliptus</i> spp. ....	207
<i>Eupatorium virgatum</i> .....	55

## F

<i>Festuca arundinacea</i> Shreb. ....	134
<i>Fraxinus</i> sp. ....	207

## G

<i>Galinsoga paviflora</i> .....	155
<i>Glomales</i> .....	20
<i>Glycine wightii</i> (R. Grah. Ex Wighy and Arn.) Verde .....	154

## H

<i>Heliocropis dilloni</i> .....	34
<i>Hemarthria altissima</i> (Poir) (Stapf & Hubb) .....	44, 145
<i>Hibiscus</i> sp. ....	207
<i>Hovenia dulcis</i> .....	205, 207
<i>Hyparrenia rufa</i> (Ness) Stapf. ....	140

## I

<i>Ilex</i> sp. ....	207
<i>Imperata cylindrica</i> .....	44
<i>Indigofera</i> .....	44

## J

<i>Jacaranda mimosifolia</i> .....	207
------------------------------------	-----

## L

<i>Laurus nobilis</i> .....	207
<i>Leguminosae</i> .....	126
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam) De Wit. ....	44, 157, 207
<i>Ligustrum</i> sp. ....	207
<i>Lolium multiflorum</i> Lam .....	44, 133
<i>Lotus corniculatus</i> L. ....	151
<i>Lotus subbiflorus</i> .....	152
<i>Lotus tenuis</i> .....	152
<i>Lotus uliginosus</i> .....	152
<i>Lumbricus rubellus</i> .....	38

## M

<i>Macroptilium atropurpureum</i> DC. ....	155
<i>Manihot esculenta</i> .....	131
<i>Marantha arundinacea</i> .....	131
<i>Medicago polymorpha</i> .....	149

<i>Medicago sativa</i> L. ....	44, 149
<i>Melia Azedarach</i> .....	207
<i>Melinis minutiflora</i> Beauv. ....	60, 140
<i>Morus alba</i> .....	207
<i>Myrciaria cauliflora</i> .....	205

## N

<i>Neunotonia wightii</i> (R.Grah. ex. Wight & Aru) Lackey .....	154
--	-----

## O

<i>Octolasion</i> .....	38
<i>Ornithopus sativus</i> Brot .....	133, 152
<i>Onthophagus gazella</i> .....	35, 37
<i>Oxidaliidaceae</i> .....	127

## P

<i>Panicum maximum</i> Jacq. ....	56, 143, 144
<i>Panicum</i> sp. ....	153
<i>Paspalum dilatatum</i> Poir. ....	137
<i>Paspalum notatum</i> Flügge .....	55, 136, 137
<i>Paspalum plicatum</i> .....	50
<i>Paspalum virgatum</i> .....	50
<i>Pennisetum</i> .....	145
<i>Pennisetum americanum</i> L. ....	135
<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst .....	44, 138
<i>Pennisetum purpureum</i> Schom. ....	138
<i>Peschiera fuchsiaeifolia</i> Miers .....	59
<i>Phalaris arundinacea</i> L. ....	134
<i>Phalaris tuberosa</i> L. ....	134
<i>Phitomyces chartarum</i> .....	146
<i>Pinus</i> .....	127
<i>Platanus orientalis</i> .....	207
<i>Poa pratense</i> .....	165
<i>Poinciana regia</i> .....	205, 207
<i>Polygonum hidropiperoids</i> (Mich) .....	58
<i>Populus</i> sp. ....	207
<i>Prosopis</i> sp. ....	207
<i>Prunus</i> sp. ....	207
<i>Psidium guayaba</i> .....	205, 207
<i>Psidium littorale</i> .....	207
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn .....	44, 58, 60
<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth .....	155
<i>Pyrus comunis</i> .....	205, 207

## R

<i>Raphanus raphanistrum</i> L. ....	59
<i>Rhizobia</i> .....	131
<i>Rhizobium</i> .....	131, 148, 153, 154, 155, 156, 157
<i>Rhizobium leguminosarum</i> .....	152
<i>Rumex obtusifolius</i> .....	59

## S

<i>Schizachyrium condensatum</i> (HBK) Nees .....	58
<i>Schizolobium parahybum</i> .....	207
<i>Secale cereale</i> L. ....	44, 133
<i>Senecio brasiliensis</i> L. ....	52, 57
<i>Setaria anceps</i> Stapf. ....	142
<i>Setaria paniculifera</i> .....	50
<i>Setaria poretiana</i> .....	50
<i>Sida rhombifolia</i> L. ....	52, 56, 141
<i>S. carpinifolia</i> L. ....	56
<i>S. cordifolia</i> L. ....	56
<i>S. glaziovii</i> K. Sch .....	56
<i>S. santaremnensis</i> H. Mont. ....	56
<i>Silybum marianum</i> .....	53
<i>Solidago chilensis</i> Meyer .....	58
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers. ....	44, 58
<i>Spathodea</i> .....	205
<i>Stilozobium aterrimum</i> (Pip et Tracy) .....	155
<i>Stilozobium niveum</i> .....	155
<i>Stipae</i> .....	126
<i>Stylosanthes fruticosa</i> .....	141
<i>Stylosanthes guayanensis</i> (Aub.) Sw. S. ....	155, 156
<i>Stylosanthes hamata</i> .....	156
<i>Stylosanthes humilis</i> (H.B.K.) .....	155, 156
<i>Stylosanthes montevidensis</i> .....	155
<i>Stylosanthes</i> spp. ....	141
<i>Syagrus</i> sp. ....	205

## T

<i>Tagetes minutus</i> .....	55
<i>Trifolium pratense</i> L. ....	149
<i>Trifolium, repens</i> L. ....	148
<i>Trifolium vesiculosum</i> (Savi) .....	149

## U

<i>Urtica irens</i> L. ....	59
-----------------------------	----

## V

<i>Vernonia scorpioides</i> .....	53
<i>Vernonia tweediana</i> .....	53
<i>Vicia sativa</i> L.....	152

## X

<i>Xanthium cavanillesii</i> .....	55
<i>Xanthium macrocarpum</i> .....	155

## Z

<i>Zulia entreriana</i> Deois spp.....	146
--	-----

# INDICE DE AUTORES

Almeida .....	44,	de Bargas .....	7, 83, 96, 97, 168, 185,
Almeida .....	153,	Demolon .....	75,
Alves .....	153,	Dhiman .....	22, 23,
Angelo x Orlic .....	20,	Doyle .....	59,
Araujo .....	136, 149,	Escambray .....	96,
Atkinsons Thomas .....	13,	Faria .....	6,
Aurélio .....	159,	Faulkner .....	33, 78, 88,
Baker .....	86,	Finlayson .....	137,
Ball .....	134, 135,	Fleishmann .....	48,
Balsalobre .....	168,	Franz .....	33,
Bernard .....	11, 17,	Fukuoka .....	50,
Berreta .....	126,	Funderbug .....	91,
Blaser .....	65, 82, 83,	Galileo .....	19,
Bogdan .....	135, 136, 137, 138, 140,	García .....	22, 168,
.....	141, 142, 143, 144, 152, 154, 155,	García Sá .....	140,
Bortabaru .....	204,	Gassen .....	50,
Boschte Velde		Gillet .....	134,
Bradley .....	34,	Gjorup .....	92,
Burton .....	137, 143,	Goethe .....	213,
Calegari .....	154,	Gomide .....	140,
Caçado .....	21,	Gonçalves .....	167,
Carámbula .....	152,	Guia Rural Abril .....	89,
Casal .....	22, 168,	Halan .....	143,
Chaboussou .....	42, 96, 166,	Hall x Rao .....	6, 21, 29,
Chandler .....	138,	Hardy .....	50, 94,
Chapman .....	161,	Harper .....	7,
Chenery .....	50,	Hawken .....	3,
Comis .....	20,	Henning .....	12, 47,
Compagnoni .....	38, 41,	Hernández .....	54,
Constanza .....	2,	Hill .....	22,
Cook .....	43,	Howard .....	17, 38, 41, 96,
Daga .....	178,	Hughes .....	164, 165,
Dartora .....	14,	IBGE .....	128,
Darwin .....	38,	INTA .....	134, 186,
DBO .....	13,	Jacques Thompson .....	149, 150,

- Johnston ..... 117, 119,  
 Jones ..... 134,  
 Jorge ..... 91,  
 Kentes ..... 103,  
 Kervran ..... 16, 45, 47,  
 Kiehl ..... 17, 86, 91,  
 Kingsberry ..... 27,  
 Klapp ..... 33, 39, 51, 52, 74, 81, 88,  
       ..... 89, 94, 95, 96, 97, 125, 164, 170,  
 Kluson ..... 43,  
 Kononova ..... 33,  
 Larcher ..... 11, 28, 29, 30,  
 Lawlor ..... 28,  
 LCPM ..... 1, 7, 8, 9, 13, 15,  
       ..... 72, 96, 97, 121, 161, 173, 190,  
 Leal ..... 205,  
 Leite ..... 140,  
 Lemaire ..... 160, 161,  
 Lenzi ..... 25,  
 Liegbig ..... 98, 101,  
 Lopez ..... 157,  
 Lorenzi ..... 57,  
 Lovato ..... 97,  
 Mahoney ..... 185,  
 Maraschin ..... 136,  
 May ..... 126,  
 Maynard ..... 104,  
 Mc Guirre ..... 164,  
 Menegário ..... 154,  
 Mizuno ..... 47, 48,  
 Mohrdieck ..... 127,  
 Molish ..... 44,  
 Monegat ..... 152, 156,  
 Moreira ..... 137,  
 Morelli ..... 35,  
 Morgan ..... 134,  
 Mott ..... 8,  
 Murphy ..... 4,  
 Murray ..... 190,  
 Nation ..... 91, 133,  
 Norris ..... 132,  
 NRC ..... 2, 6, 72, 104, 181,  
 Nussio ..... 168,  
 Odum ..... 21,  
 Otero ..... 140, 141, 147,  
 Paul x Clark ..... 20, 85, 86, 137,  
 Pavão Vianna ..... 28,  
 Pearson x Ison ..... 51,  
 Penmetsa ..... 43,  
 Pereira ..... 155,  
 Peterson ..... 7, 87,  
 Phillips e Young Jr. .... 89,  
 Pigou ..... 2,  
 Pimentel ..... 29, 89,  
 Pinheiro Machado F° ..... 97, 104, 105,  
       ..... 139, 179, 180, 185,  
 Pinheiro Machado ..... 8, 89, 97,  
       ..... 105, 159, 168,  
 Pochon ..... 77, 148,  
 Pons ..... 48,  
 Postiglioni ..... 145,  
 Primavesi ..... 92,  
 Putzolu ..... 38, 41,  
 Quadros ..... 127,  
 Quadros ..... 196,  
 Ranger ..... 29,  
 Read ..... 205,  
 Reardon ..... 169, 170, 179,  
 Reny ..... 96,  
 Resende ..... 25,  
 Ribas ..... 208,  
 Ribeiro ..... 96,  
 Ribeiro F ..... 15,  
 Riet Corrêa ..... 56, 58,  
 Rigotti ..... 15, 40, 96,  
 Rillig ..... 20,  
 Rodale ..... 167,  
 Rodrigues ..... 44, 141,  
 Rosa ..... 6,  
 Saggar ..... 20,  
 Sagger ..... 100,  
 Salomoni ..... 173,  
 Satchell ..... 39,  
 Schenck ..... 7, 20,  
 Schlipf ..... 182,  
 Schütte ..... 50, 52,

Semple .....	126,
SGF .....	22, 105,
Shakespeare .....	48,
Siqueira .....	137,
Skerman .....	138, 141, 142, 155, 156, 157,
Smith .....	23, 180,
Smith .....	4,
Smith .....	43,
Snapp .....	18,
Souza .....	145,
Steinhart .....	7, 168,
Steinhart .....	7, 168,
Stobbs .....	67, 70,
Stockli .....	39,
Subak .....	6, 20,
Tams .....	134,
Temple .....	125,
Terrera .....	132,
Tilman .....	100,
Vainer .....	35,
van Lieskout .....	97,
van Raj .....	91,
van Soest .....	194,
Vaughan .....	175,
Vieira .....	94,
Vincenzi .....	9, 14, 53, 125, 127, 131,
Voisin .....	1, 8, 9, 10,
	42, 64, 65, 66, 67, 69, 71, 72, 73, 80,
	81, 85, 88, 89, 94, 101,
	125, 127, 129, 159, 164, 165, 174, 179, 182,
	213,
Wall x Strong .....	37,
Walter .....	30,
Waterhouse .....	35,
Watson .....	137,
Widdowson .....	43,
Wiedemeyer .....	96, 97,
Wilson .....	30, 164, 204,
Wright .....	20,
Wuderman .....	163,



## DE NUESTRO FONDO EDITORIAL

- EL ARTE DE HERRAR - *TOUCEDO, G.*  
FRENOS, FILETES Y OTRAS COSAS - *LABIANO A.*  
MANEJO DE HARAS - *BUIDE, R.*  
DOMA, DE POTRO A CABALLO - *PESCHIERA, J.M.*  
ELEMENTOS DE PODOLOGÍA EQUINA Y HERRADO CORRECTIVO -  
*FUNTANILLAS, H.*  
CONOZCAMOS NUESTRO CABALLO - *CODRINGTON, W.*  
EL ARTE DE AMANSAR - *PÉREZ FALCO, J.*  
EL CABALLO DEPORTIVO EN LA ARGENTINA - *CARRERAS, F. - BREJOV, G.*  
TRENZAS GAUCHAS, *LÓPEZ OSORNIO, M.*  
ESGRIMA CRIOLLA. CUCHILLO, REBENQUE, PONCHO Y CHUZA - *LÓPEZ OSORNIO, M.*  
EL LAZO Y LA BOLEADORA, *LÓPEZ OSORNIO, M.*  
MANUAL DE TRENZADO - *LÓPEZ OSORNIO, C., F. MEEKS.*
- SANIDAD ANIMAL EN LOS TRÓPICOS. PREVENCIÓN SANITARIA - *SEIFERT, R.*  
TÉCNICAS QUIRÚRGICAS EN ANIMALES GRANDES - *TURNER, A. - McLLWRAITH, C.*  
GÉNESIS DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN ARGENTINA - *OSTROWSKI, J.*
- PASTOREO RACIONAL VOISIN - *PINHEIRO MACHADO, LUIZ CARLOS.*  
INSTALACIONES PARA EL MANEJO DEL RODEO DE CRÍA - *CARRILLO, J.*  
EL ARTE DE ALAMBRAR - *CUADRADO, J.*  
AGRONEGOCIOS ALTERNATIVOS, enfoque, importancia y bases para la generación de actividades agropecuarias no tradicionales - *VIEITES, C. y otros*
- CULTIVO INTENSIVO DE LOS HONGOS COMESTIBLES - COMO CULTIVAR CHAMPIÑONES, GIRGOLAS, SHIITAKE Y OTRAS ESPECIES - *ALBERTÓ, E.*  
ELABORACIÓN Y CONSERVACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS - *DE MICHELIS, A.*  
ELABORACIÓN DE QUESOS ARTESANALES - *DIANDA, M. A.*  
ENVASEMOS EN FAMILIA - *CRESCIO, M.*  
MANUAL DE CULTIVOS HORTICOLAS INNOVADORES, *CASTAGNINO, A.M.*  
MANUAL DE HORTICULTURA - *VIGLIOLA, M. y otros*  
GUÍA PRÁCTICA HORTÍCOLA - *CAMPANELLI, R.*
- EL MANEJO DE LAS POLLITAS EN RECRÍA PARA FUTURAS PONEDORAS - *RODRÍGUEZ, G. A.*  
CONEJOS PARA CARNE, ORGANIZACIÓN-MANEJO-PRODUCCIÓN - *DE MAYOLAS, E.*  
CONEJOS PARA CARNE, ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN, GESTIÓN ECONÓMICA, COMERCIALIZACIÓN - *DE MAYOLAS, E.*  
EL COMPOSTAJE PROYECTADO A LA LOMBRICULTURA, *MIRABELLI, E.*  
LOMBRICULTURA, UNA ACTIVIDAD ECOLÓGICA Y RENTABLE - *CACCIAMANI, M.*  
CRÍA DE CARACOLES - *COTO, A.*  
FAISANES EN CAUTIVERIO - *SANTA CRUZ, A. - PATIÑO, E. - STAMATTI G.*
- CÓMO FORMULAR TRABAJOS CIENTÍFICOS EN LAS CIENCIAS AGROPECUARIAS, *PLENCOVICH, M.C., BOCCHICCHIO, A.M., AYALA TORALES, A., GOLLUSCIO, R., JAURENA, G., AGUIAR, M.*





Impreso en Julio de 2019 en Gráfica LAF S.R.L.  
rrlazarol@gmail.com - trazos.id@gmail.com  
Monteagudo 741 - Villa Lynch - San Martín  
Provincia de Buenos Aires