

2017

Influencia de los fenómenos climáticos sobre la producción y calidad composicional de la leche en sistemas de producción lechero en Colombia

Andrea Fernanda Gomez Pataquiva
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia>



Part of the [Dairy Science Commons](#)

Citación recomendada

Gomez Pataquiva, A. F. (2017). Influencia de los fenómenos climáticos sobre la producción y calidad composicional de la leche en sistemas de producción lechero en Colombia. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/198>

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ciencias Agropecuarias at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Zootecnia by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

INFORME DE INVESTIGACIÓN

Objetivo: Análisis del efecto de las variables climáticas (temperatura, humedad y precipitación) sobre las características producción de leche, grasa, proteína y sólidos totales en los sistemas de producción de leche del departamento de Antioquia

Proyecto: Influencia de los fenómenos climáticos sobre la producción y calidad composicional de la leche en sistemas de producción lechero en Colombia

ANDREA FERNANDA GOMEZ PATAQUIVA

13112026

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
BOGOTÁ

Resumen

El propósito del proyecto de investigación era observar y analizar, la influencia del comportamiento climático en la calidad y producción de leche, en sistemas de lechería especializada en el departamento de Antioquia. Se recolectaron datos de producción y calidad composicional de leche en ocho hatos, de cinco municipios. Se determinó el efecto de la temperatura máxima, precipitación y índice de temperatura humedad (ITH), sobre la producción diaria, porcentaje de grasa, proteína y sólidos totales de la leche. Se utiliza estadística descriptiva en el análisis de los datos, mediante el programa SAS®. El análisis y la discusión de los resultados, logro revelar que los cambios tanto en índice temperatura/humedad, temperatura y precipitación no fueron significativos para algunas variables.

Palabras clave: Estrés calórico, variabilidad climática, industria láctea.

Introducción

Las condiciones climáticas en los países tropicales, ejercen un efecto significativo, sobre la producción y composición de la leche, encontrándose variación en periodos secos y de lluvias. Estos cambios son producto del efecto de las variables climáticas sobre las relaciones que se presentan en el suelo – pastura – animal, la reducción de la humedad en el suelo afecta la absorción de nutrientes por parte de la planta y la concentración de los mismos en el forraje, también el estrés calórico tiene efectos sobre el aprovechamiento de los forrajes por parte del animal. Estos efectos se han tratado de explicar a partir del análisis del índice temperatura/humedad (ITH), temperatura y precipitación.

Los bovinos, son animales homeotermos, tienen una temperatura corporal relativamente constante por sus procesos vitales y productivos. La temperatura corporal de los animales homeotérmicos es relativamente uniforme, fluctuando alrededor de los 39 ° C. Durante los procesos metabólicos, se produce calor, que sumado a las condiciones climáticas donde estén los animales, pueden generar procesos de estrés calórico que afectan el desempeño productivo y reproductivo del animal, al igual que la calidad de la leche.

El objetivo de esta investigación fue evaluar y analizar el efecto de las variables climáticas (temperatura, humedad y precipitación) sobre la producción de leche, porcentajes de grasa, proteína y sólidos totales en los sistemas de producción de leche del departamento de Antioquia.

Revisión de literatura

Índice temperatura/humedad (ITH) y su relación con la producción y calidad de leche.

Índice de temperatura y humedad (ITH) es un índice desarrollado para evaluar condiciones de estrés calórico. Las especies animales difieren en la sensibilidad a la ambiente temperatura y presión de vapor (Bohmanova, 2006).

El índice de temperatura y humedad (ITH) se usa en vacas de leche para estimar la temperatura efectiva y se obtiene, tal como su nombre indica, a partir de la temperatura ambiente y la humedad relativa. Normalmente se ha considerado que cuando el ITH es superior a 72, las vacas empiezan a sufrir estrés por calor. Estudios recientes sugieren que incluso con un ITH inferior a 72 algunas vacas especialmente las de alta producción pueden verse afectadas negativamente (Collier et al 2000).

Bajo condiciones controladas en vacas Holstein se estableció que a determinados valores de temperatura y humedad se empezaba a disminuir la producción de leche, a la vez, la estrecha asociación entre estas dos variables permitió establecer un índice de temperatura-humedad (ITH) y un valor crítico de 72, valor por encima, del cual, se empieza a afectar la producción de leche (Johnson et al.1961).

La producción de leche reducida bajo estrés por calor es causada por efectos asociados sobre la termorregulación, del balance de energía y endocrinos cambios (Yousef, 1985). En el estudio de Ominski et al. (2002), la producción de leche se redujo en 4,8% cuando las vacas fueron expuestas al estrés por calor en comparación con la producción de leche de vacas en la zona de temperatura neutra. Bouraoui et al. (2002) informó de una disminución de la producción de leche de 0,4 kg por cada grado por encima del índice de humedad temperatura de 69 (Bohmanova, 2006).

Temperatura y su relación con la producción y calidad de leche.

Entre los factores climáticos que determinan las condiciones ambientales, la temperatura es uno de los que pueden limitar o condicionar una serie de procesos biológicos, que en condiciones tropicales adquiere máxima importancia, pues el animal se ve obligado a recurrir a determinados mecanismos fisiológicos de regulación térmica, en detrimento de su propio nivel productivo (Echeverri y Restrepo,2009).

Los animales pueden presentar estrés calórico por altas temperaturas en zonas de trópico bajo, pero también se observa en zonas de trópico alto en las cuales la temperatura baja drásticamente en las primeras horas del día y después se incrementa sobrepasando la zona de termo neutralidad de los animales. En cualquiera de los casos el estrés calórico puede afectar la salud y productividad e incluso llegar a incrementar la mortalidad en los hatos (Navas, 2010).

Cuando la temperatura aumenta, se produce una disminución de la producción de leche en las vacas que conforman la gran mayoría de los hatos, debido a que las condiciones ambientales se encuentren fuera del rango de confort de animales (Valtorta, 2003).

La producción de las vacas para la obtención de leche en el trópico, presenta limitantes para la optimización del recurso animal, las condiciones climáticas predominantes como la temperatura, la humedad relativa y la precipitación, son variables que en periodos del año según la ubicación del sistema superan el rango de termo neutralidad de estos animales, el cual fluctúa entre 5 a 25 °C (West, 2003). Fuera de este rango, el animal presenta una serie de mecanismos para poder mantener su homeostasis (Wingching y Mora, 2015).

El estrés por calor es uno de los mayores desafíos a los que se enfrentan los productores de vacuno lechero en muchas regiones del mundo. El estrés por calor reduce el consumo de alimento y la cantidad y calidad de leche producida por las vacas, además de tener efectos negativos sobre la reproducción (Temple et al., 2015).

Cuando la temperatura aumenta, se produce una disminución de la producción de leche en las vacas que conforman la gran mayoría de los hatos, por cuanto las condiciones ambientales se encuentren fuera del rango de confort para este tipo de animales; Cuanto mayor es el nivel de producción, más sensible es el animal al estrés térmico y, por lo tanto, más marcada la disminución de su rendimiento. En las vacas tipo Holstein americano de alta producción (+ 24 litros/día), el rendimiento de leche puede disminuir hasta un 25%. La raza Jersey y sus cruza son más resistentes a las altas temperaturas (Gallardo y Valtorta, 2000).

Se estima que hasta un 10% de la variabilidad en la producción de leche es consecuencia de factores climáticos tales como la temperatura. La disminución de la producción de leche en situaciones de estrés por calor se debe a que el consumo de alimento disminuye, mientras que las necesidades de energía del animal aumentan (Temple et al., 2015).

Si bien existe una amplia documentación sobre el efecto de la cantidad de oferta sobre la producción de leche, la información relacionada al impacto que tienen las variaciones diarias sobre la calidad composicional de la leche es menor (Mendoza et al. 2011).

Las mayores producciones de leche y los menores contenidos de grasa, se encontraron cuando a los animales se le suministraba un alimento de alta proteína y una relación leche: concentrado (Dávila et al., 2002).

Precipitación y su relación con la producción y calidad de leche

Los peligros incluyen el incremento en las inundaciones en las áreas bajas, mayor frecuencia y severidad de sequías y calor excesivo en áreas semiáridas, condiciones que en su conjunto pueden limitar el crecimiento de los cultivos y sus rendimientos (Howden, 2007).

Los parámetros de producción y calidad de la leche se afectan por el cambio en los factores meteorológicos, principalmente por los efectos sobre la producción de forraje en los hatos

y los problemas adicionales, causados por el estrés calórico que fisiológicamente sufren los bovinos con estos cambios (Echeverri y Restrepo, 2009).

En regiones con prolongado periodo de sequía las pasturas se caracterizan por una marcada estacionalidad de su producción y calidad como resultado de las variaciones en la precipitación durante el año, con consecuencias negativas en la ganancia de peso y la producción de leche; la falta prolongada de lluvias no solo limita el crecimiento sino que ocasiona la muerte de una porción importante de la planta, también efectos sobre la calidad nutritiva de los forrajes que se manifiesta en las disminuciones importantes de proteína cruda y algunos elementos minerales, aumento fracciones fibrosas y reducción de digestibilidad y del consumo (Marmol, 2006).

La baja producción y calidad de forraje que se tiene en épocas de alta intensidad lumínica y poca precipitación, así como al cambio inmediato en la producción de forrajes cuando estos parámetros son favorables (Echeverri y Restrepo, 2009).

Materiales y métodos

Este estudio analizó el comportamiento climático, la producción y calidad de leche en cinco municipios (Bello, Don Matías, Yarumal, Carolina y San Pedro de los Milagros) del departamento de Antioquía. Se analizaron en total ocho hatos lecheros, en los cuales pastoreaban 329 animales, y se obtuvieron 2261 datos. El periodo de evaluación fue de 2014 a 2015.

Se determinó el efecto de las variables climáticas que generan estrés calórico en los animales y su efecto sobre la producción y calidad de leche, tomado como referencia el comportamiento de estas variables 24 horas antes a la toma de las muestras para calidad y producción de leche.

VARIABLES EVALUADAS

- Índice temperatura/humedad

Se determinó el índice temperatura humedad (ITH), según Bohmanova (2006) y se evaluó su efecto sobre la calidad y producción de leche.

Con la siguiente fórmula:

$$ITH = (1.8 * T_{MAX}) + (0.55 - 0.0055 * HR_{min}) * (T_{max} - 26); /*Vitali et al 2009*/$$

- Temperatura máxima

Se determinó temperatura máxima, según Bohmanova (2006) y se evaluó su efecto sobre la calidad y producción de leche.

Utilizando la siguiente fórmula:

IF $t_{max} < 27$ THEN $T = 1$ - IF $t_{max} \geq 27$ THEN $T = 2$;

En general los artículos reportan esta temperatura como punto de corte (Bohmanova, 2006)

- Precipitación

Se determinó la precipitación según Bohmanova (2006) y se evaluó su efecto sobre la calidad y producción de leche.

f precip \leq 6.39 then Pr=1 – if precip $>$ 6.39 then Pr=2;

Estos puntos de corte se sacaron teniendo en cuenta los valores superiores al cuartil 3

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados con estadística descriptiva, se utilizó el software SAS®

Resultados y discusión

- El índice temperatura/humedad (ITH)

Una asociación significativa entre el Índice de temperatura humedad (ITH) con porcentaje de grasa, porcentaje de proteína y porcentaje de sólidos totales fue encontrado en este estudio (Tabla 1). Cuando el ITH fue superior a 72 (estrés calórico) se observó una disminución en la producción de leche, aunque no existieron diferencias significativas con animales en condiciones de termorregulación. Cuando el ITH fue superior a 72 se aumentó el porcentaje de grasa en un 0.13%, la proteína se disminuyó en 0.06% y los sólidos totales se incrementan en un 0.25%.

Tabla 1. Evaluación Índice temperatura/humedad, sobre producción de leche, porcentaje de grasa, porcentaje de proteína y porcentaje de sólidos totales en el departamento de Antioquia

Variable	ITH1 \leq 72	ITH2 $>$ 72	P valúé
Prod Leche (Kg)	17,34 \pm 0.88	17,03 \pm 0.81	0,479
% grasa	3,66 \pm 0.11	3,79 \pm 0.11	0,026
% proteína	3,33 \pm 0.05	3,27 \pm 0.05	0,019
% ST	12,07 \pm 0.17	12,32 \pm 0.16	0,0011

Según lo reportado por St-Pierre et al. (2003), cuando el ITH es de 72, el animal empieza a tener estrés por calor y así mismo se disminuye su producción de leche, pero el porcentaje de grasa y proteína no se afecta; esto no concuerda con lo encontrado en este estudio para la producción de leche, donde no se presentaron diferencias, pero se observa incremento en la grasa y sólidos totales, mientras que se observa leve reducción en la proteína.

Los animales lecheros sufren estrés por calor (EC) cuando las condiciones de temperatura efectiva salen fuera de su zona de confort térmico. Los índices de temperatura-humedad (ITH) son medidas frecuentemente usadas de EC en ganado lechero y se calculan

utilizando la temperatura ambiental y la humedad relativa. El EC en vacas lecheras comienza a un ITH de 72, que corresponde a 72°F a una humedad relativa de 100%, 77°F a una humedad relativa de 50%, o 82°F a una humedad relativa de 20%, El EC reduce la producción de leche pero no la calidad, el consumo voluntario, la reproducción, y aumenta los riesgos de cojeras y descartes.

- Temperatura máxima

Los resultados del efecto de la temperatura máxima (Tmax) sobre el porcentaje de grasa, porcentaje de proteína y porcentaje de solidos totales se presentan en la tabla 2. Cuando la Tmax fue superior a 27°C, se observó una disminución notable en la producción de leche, existiendo diferencias significativas cuando la temperatura fue menor. También se presentaron diferencias significativas cuando la Tmax fue superior a 27°C en la composición de la leche, se observa mayores contenidos de proteína, grasa y solidos totales, que con temperaturas inferiores.

Tabla 2. Evaluación de Temperatura máxima sobre la producción de leche, porcentaje de grasa, porcentaje de proteína y porcentaje de solidos totales, en el departamento de Antioquia.

Variable	Tmax < 27	Tmax >= 27	P valúe
Prod Leche (kg)	17,42 ± 0.53	15,67 ± 0.95	0,04
% grasa	3,81 ± 0.09	4,06 ± 0.14	0,03
% proteína	3,25 ± 0.04	3,43 ± 0.07	0,0002
% ST	12,15 ± 0.12	12,69 ± 0.18	0,0004

Según un estudio hecho por Yosef (1985), en el cual afirma que la temperatura afecta notablemente la producción de leche en forma negativa, pero que el porcentaje de grasa, proteína y solidos totales, pueden llegar a aumentar en pequeñas medidas; esto concuerda con lo observado en el estudio realizado. Cuanto mayor es el nivel de producción, más sensible es el animal a las altas temperaturas y, por lo tanto, más marcada la disminución de su rendimiento, Las temperaturas altas tienen un efecto indirecto, ya que afectan el consumo de materia seca, especialmente de fibra por lo que cambian los patrones fermentativos, provocando una reducción del volumen de leche y desequilibrio en los porcentajes de calidad.

- Precipitación

No se presentaron diferencias en la producción de leche, entre los niveles de precipitación promedio por día, mientras que se observan diferencias significativas, en el porcentaje de grasa, proteína y solidos totales, cuando la precipitación promedio por día se reduce (Tabla 3).

Tabla 3. Evaluación de la Precipitación sobre la producción de leche, porcentaje de grasa, porcentaje de proteína y sólidos totales, en el departamento de Antioquia.

Variable	Pr < 6.39	Pr >= 6.39	P valúé
Prod Leche (kg)	17,27 ± 0.54	17,48 ± 0.58	0,55
% grasa	3,80 ± 0.09	3,50 ± 0.10	<0.0001
% proteína	3,26 ± 0.04	3,19 ± 0.04	0,0002
% ST	12,16 ± 0.12	11,81 ± 0.13	<0.0001

Echeverri y Restrepo (2009) reportan que la precipitación y la humedad relativa no tuvieron ningún efecto sobre producción y calidad de leche (porcentaje de grasa y proteína). Esto concuerda con lo encontrado para la producción de leche, pero no con la calidad de leche, ya que en este estudio se encontraron diferencias en la calidad de la leche.

Conclusión

La calidad y producción de la leche, se ve afectada por diferentes variables climáticas (húmedad, precipitación y temperatura) afectando la relación suelo – planta –animal. Los contenidos de humedad en el suelo posiblemente pueden afectar la disponibilidad y calidad de la pastura, mientras que las altas temperaturas y humedad relativa pueden generar estrés calórico en los animales, afectando el consumo voluntario y el aprovechamiento del forraje en algunas épocas del año.

Bibliografía

Ariasa, R; Maderb, T; Escobara, P.2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche; USA. Escuela de Agronomía, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco, Chile.Department of Animal Science, University of Nebraska-Lincoln. Arch Med Vet 40, 7-22.

Altiei, M; Nicholls, C. 2008. Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas. Department of Environmental Science, Policy and Management, University of California, 137 Mulford Hall-3114, Berkeley.

Bravo. 2005. Efecto de los factores meteorológicos sobre las características físico-químicas y microbiológicas de la leche cruda producida en la región Centro Occidental de Venezuela en el periodo 2000-2002. España: Uní. De Valladolid, Dep. De Ciencias Agroforestales.

Bridget, A; Claus B; Estiarte, M; Tietema, A; Kristensen, L; Williams, D; 2004. The Response of Soil Processes to Climate Change: Results from Manipulation Studies of shrublands across an Environmental Gradient

Bohmanova, J.2006.Studies on genetics of heat stress in us Holsteins. Universidad de Georgia.Atenas, Georgia, 2006.

Böhner, J; Selige, T.2006.Spatial prediction of soil attributes using terrain analysis and climate regionalization. Gottingen geographische abhandlungen vol. 115.

Cáceres; Santana, H; Rivero, L.1990. Influencia de la época sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrimentos de tres gramíneas forrajeras. Reví. Pastos y forrajes, Cuba

Calderon, A; García, F; Martínez, G.2006.Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. Colombia. Rev.MVZ Córdoba vol.11 no.1 Córdoba, Junio, 2006.

Collier,Rj;Zimbelman, Rb; Rhoads,Rp;Rhoads,Ml;Baumgard,Lh.2006.A Re-Evaluation of the Impact of Temperature Humidity Index (THI) and Black Globe Humidity Index (BGHI) on Milk Production in High Producing Dairy Cows. Department of Animal Sciences the University of Arizona 2006

Czech,J;Brouče,J;Mihina,S;Ryba,S;Tongel,P;Kišac,P;Uhrinčať,M;Hanus,A.2006 Effects of high air temperatures on milk efficiency in dairy cows.USA. Anim. Sci., 51, pag 93–101

Dávila, C; Moreno, C; Castro, P.2002.Efectos del tipo de pastura y suplementación sobre la producción y calidad de leche en vacas doble propósito. Colombia. Revista Científica Vol. XII-Suplemento 2, Octubre, 524-527, 2002

Echeverri, J; Restrepo, L.2009.Efecto meteorológico sobre la producción y calidad de la leche en dos Municipios de Antioquia, Colombia. Revista LASALLISTA de Investigación; Enero - Junio de 2009 Vol.6, No.1.

Gallardo, M; Valtorta, S.2000. Estrategias para mejorar la producción de leche en verano. Rev. Producir XXI. Dic. vol.9, no.10, p 23.

Herrera, R; Hernández, Y.1999.Efecto de la edad de rebrote en algunos indicadores de la calidad de la bermuda cruzada-1.III. Porcentaje de hojas y rendimientos de materia seca y proteína bruta. Revista pastos y forrajes, Cuba.

Hill, DJ; Wall, E.2014.Dairy cattle in a temperate climate: the effects of weather on milk yield and composition depend on management. *Animal* (2015), 9:1, pp 138–149 the Animal Consortium

Macías, R.; Clavijo, E.; Calvache, I.2009.Efecto de diferentes niveles de disponibilidad forrajera sobre la producción y composición de sólidos lácteos funcionales. Colombia. Inf.pag 1-3.

Matia, C; Ritt, S. 2008.Influencia de dos zonas edafoclimaticas diferentes en el potencial de producción de semilla de cinco cultivares de guinea (*panicummaximum jacq.*)Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" Matanzas, Cuba 2 Sub-Estación de Pastos y Forrajes de Guantánamo

Manterola, H.2007.Manejo nutricional y composición de la leche el desafío de incrementar los sólidos totales en la leche, una necesidad de corto plazo. Chile. Circular de Extensión Técnico-Ganadera, Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

Marmol, J.2006 Manejo de pastos y forrajes en ganadería de Doble proposito.postgrado de producción animal, facultad de agronomía, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela

Mendoza, F, Zoot; Pabón, M, PhD, Carulla, J, Ph.D.2011.Variaciones diarias de la oferta forrajera, efecto sobre la producción y calidad de la leche. Colombia. MVZ Córdoba vol.16 no.3 Córdoba Sept.Dec. 2011.

Navas, A.; Calvache, I.2012.Factores que influyen en la composición nutricional de la leche. Colombia. Rev. Ciencia animal N5, Uni de la Salle, Pág., 73-85.

Navas, A. 2010. Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. Rev. De MV, N.19, 113-122

Olesen, J; Bindi, M.2002.Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. *European Journal of Agronomy*. Volume 16, Issue 4, June 2002, Pages 239-262

Penton, G; Blanco, F.1997. Influencia de la sombra de los árboles en la composición química y el rendimiento de los pastos .Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" Matanzas, Cuba

Pozo, A; Fuentes, E; Hajek, E; Molina, D.1999.Zonación micro clima por efecto de los manchones de arbustos en el matorral de Chile central Microclimatic patchiness and shrub clumps in the matorral of central Chile. Departamento de Ecología , Pontificia Uni. Católica de Chile.

Rhone, J; Koonawootrittriron, S; Elzo, M. 2007. Factors affecting milk yield, milk fat, bacterial score, and bulk tank somatic cell count of dairy farms in the central region of Thailand. Springer Science, Business Media B.V.

Roca, A; González, A.2001.Variación estacional en la composición química y en el perfil de ácidos grasos de la leche de vaca. España. Departamento de Producción Animal. Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). INGACAL. Xunta de Galicia. Apdo. 10 – 15080

Ronchi, B; Lacetera, N; Ranieri, M; Bernabucci, U.2010.Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. Livestock Science, Volume 130, Issues 1–3, May 2010, Pages 57-69

Sánchez; Soto, H.1999.Calidad nutricional de los forrajes de una zona con niveles medios de producción de leche, en el trópico húmedo del norte de Costa Rica. Revista Pastos y forrajes; Cuba

Sánchez, J.2006.Utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación del ganado lechero; revisión bibliográfica

Temple, D.; Bargo, F.; Mainau, E.; Ipharraguerre, I.; Manteca, X.2015.Efecto del estrés por calor en la producción de las vacas de leche: Una visión práctica. Farm animal, Welfare, Education centre. N° 12 mayo de 2015

Valtorta, S.2003.Efecto del estrés térmico sobre la composición de la leche.Colombia.INTA, merco láctea, 2013.

Villagómez, E; Manjarrez, A; Castillo, H; Villa, A.2000. Influencia estacional sobre el ciclo estral y el estro en hembras cebú mantenidas en clima tropical. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México

Weiss, W. P. 2006a. Energy for Dairy Cattle. . IN: Curso de Nutrición de Ganado Lechero. Balsa, Atenas. Costa Rica. 1-10p

Wingching, R; Mora, E.2015.Condiciones ambientales y calidad de la leche cruda de un hato Jersey especializado en el trópico húmedo de Costa Rica. Research Journal of the Costa Rican Distance Education University (ISSN: 1659-4266) Vol. 7(2): 165-171, Diciembre, 2015

Yano. Springer, P.2014.Modelling temperature effects on milk production: a study on Holstein cows at a Japanese farm, 3:129