

Efecto meteorológico sobre la producción y calidad de la leche en dos Municipios de Antioquia - Colombia*

José Julián Echeverri Zuluaga* **, Luis Fernando Restrepo* **

Resumen

Introducción. En los países tropicales los cambios meteorológicos ejercen un efecto sobre la producción y composición de la leche, los que más influencia tienen son la temperatura, precipitación, humedad relativa y brillo solar. **Objetivo.** Determinar la influencia de los cambios meteorológicos sobre la producción y calidad de la leche. **Materiales y métodos.** Más de 240.000 registros correspondientes a la producción, calidad sanitaria y composicional de la leche de hatos en 2 municipios del Departamento de Antioquia, fueron recolectados durante 4 años y asociados a los cambios en temperatura, humedad relativa, brillo solar y precipitación reportados por el IDEAM en el mismo periodo de tiempo. El análisis se llevó a cabo mediante la utilización del programa SAS. V.9.0 **Resultados.** A pesar de que la relación entre la producción de leche, porcentaje de proteína y grasa, recuento de células somáticas y calidad bacteriológica fue significativa ($p < 0.05$), el coeficiente de correlación fue bajo. Se encontró efecto significativo de la temperatura, el brillo solar, precipitación sobre los parámetros de producción y calidad de la leche ($p < 0.05$). Los hallazgos en esta investigación coinciden en su mayoría con los presentados por otros autores en investigaciones similares. **Conclusiones.** 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.

Palabras clave: Producción de leche, calidad de la leche, UFC, cambios meteorológicos.

Weather effects on production and milk quality in two municipalities of Antioquia-Colombia

Abstract

Introduction. In the tropical countries the meteorological changes exert an effect on the production and composition of milk, The most important effect is due to the temperature, precipitation, relative humidity and solar brightness. **Materials and methods.** More than 240,000 registers corresponding to the production and sanitary and compositional quality of the milk of dairy herds in 2 municipalities of the Department of Antioquia were collected during 4 years and associated to the changes in temperature, relative humidity, solar brightness and precipitation reported by IDEAM in the same period of time, the statistical analysis was carried out with SAS. **Results.** Was not correlation between the milk production, percentage of protein and fat, CSC and bacteriological quality, the analysis had statistical significance ($p < 0,01$), was significant effect of the temperature, the solar brightness, precipitation on the production parameters and quality of milk. **Discussion.** The results found in this investigation agree in their majority with the presented by other authors in similar investigations. **Conclusions.** Perhaps the parameters of production and quality of milk are affected by the change in the meteorological factors the main cause is the effect that these changes generate on the forage production in the dairy herds and the additional problems generated by caloric stress that physiologically undergo the bovines with these changes.

Key words. Milk production, milk quality, UFC, weather changes.

* Artículo derivado de la investigación del mismo nombre, realizada entre los años 2003 y 2006 en los municipios de Rionegro y Santa Rosa de Osos, Antioquia, Colombia y financiado por la Cooperativa COLANTA Ltda.

** Zootecnista, MSc Biotecnología Animal, Estudiante Doctorado en Ciencias Animales, Profesor Auxiliar Facultad de ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Correo electrónico jjecheve@unal.edu.co

*** Estadístico, Esp. Estadística y Biomatemática; Docente Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Antioquia.

Efeito meteorológico sobre a produção e qualidade do leite em dois Municípios de Antioquia – Colômbia

Resumo

Introdução. Nos países tropicais as mudanças meteorológicas exercem um efeito sobre a produção e composição do leite, os que mais influência têm são a temperatura, precipitação, umidade relativa e brilho solar. **Objetivo.** Determinar a influência das mudanças meteorológicas sobre a produção e qualidade do leite. **Materiais e métodos.** Mais de 240.000 registros correspondentes à produção qualidade sanitária e composicional do leite de farnel em 2 municípios do Departamento de Antioquia, foram coletados durante 4 anos e sócios às mudanças em temperatura, umidade relativa, brilho solar e precipitação reportados pelo IDEAM no mesmo período de tempo. A análise se levou a cabo mediante a utilização do programa SAS. V.9.0 **Resultados.**

Apesar de que a relação entre a produção de leite, porcentagem de proteína e gordurosa, recontagem de células somáticas e qualidade bacteriológica foi significativa ($p < 0.05$), o coeficiente de correlação foi baixo. Encontrou-se efeito significativo da temperatura o brilho solar, precipitação sobre os parâmetros de produção e qualidade do leite ($p < 0.05$). Os achados nesta investigação coincidem em sua maioria com os apresentados por outros autores em investigações similares. **Conclusões.** Os parâmetros de produção e qualidade do leite se afetam pela mudança nos fatores meteorológicos, principalmente pelos efeitos sobre a produção de forragem nos farnel e os problemas adicionais, causados pelo estresse calórico que fisiologicamente sofrem os bovinos com estas mudanças.

Palavras chaves: A produção de leite, qualidade do leite, UFC, variações climáticas.

Introducción

El clima, definido como el conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan una región geográfica, es de especial importancia para el proceso productivo y reproductivo de los seres vivos. Entre los factores climáticos que conforman el medio ambiente, la temperatura es uno de los que pueden limitar o condicionar una serie de procesos biológicos, que en condiciones tropicales adquiere su máxima importancia, pues el animal se ve obligado a recurrir a determinados mecanismos fisiológicos de regulación térmica, en detrimento de su propio nivel productivo¹⁻⁴.

Si a lo anterior le sumamos las altas humedades relativas, la radiación solar y horas de insolación de las regiones tropicales, el proceso adaptativo, en términos termorregulatorios, necesita de un eficiente mecanismo para adecuar la producción y pérdida de calor, en beneficio de una temperatura corporal estable^{1,2,4,5}.

En la producción de leche, la ecuación de predicción para las vacas con mayor porcentaje de área negra presenta un coeficiente de determinación bastante alto ($R^2 = 0,866$), lo que denota cierto grado de ajuste de estos resultados. En ella podemos indicar que la humedad relativa, insolación, temperatura ambiental, precipitación y velocidad del viento, provocan efectos negati-

vos sobre la producción, mientras que la temperatura mínima y la humedad absoluta la incrementan. Entretanto, para las vacas de color predominante blanco, la ecuación de regresión múltiple presenta un bajo coeficiente de determinación ($R^2 = 0,403$), siendo afectada negativamente su producción por la humedad relativa, temperatura ambiental y la velocidad del viento¹.

Lo importante de estas ecuaciones es la aparente interrelación entre las variables ambientales, cuya acción conjunta afecta la producción, es decir, la combinación de variables ambientales es la responsable de la respuesta productiva del animal y por una sola de ellas¹⁻⁵.

Para el porcentaje de proteína en la leche, las ecuaciones obtenidas presentan un bajo coeficiente de determinación ($R^2 = 0,328$ y $R^2 = 0,339$), sugiriendo la poca validez del modelo, aunque persista la complejidad de acción de las variables ambientales sobre las productivas^{1,6}.

El caso de la grasa es similar, diversos autores reportan una alta disminución del porcentaje de su producción en periodos de verano o de baja producción de forraje⁶⁻⁸.

Las variables ambientales (temperatura, humedad, insolación, radiación solar, precipitación y velocidad del viento) ejercen su acción en for-

ma conjunta e interrelacionadas sobre la producción y composición de la leche en vacas mestizas^{1,5,6,9}.

Los problemas del verano representan actualmente, una de las principales barreras para alcanzar mayores niveles de eficiencia y productividad en los hatos^{3,4,5,8-10}.

Se estima que cuando la temperatura máxima supera los 25°C, el ambiente es estresante para los animales. En condiciones cálidas y de elevada humedad atmosférica se reduce la pérdida de calor por evaporación a través de la piel y del tracto respiratorio, incrementando el nivel de estrés. La alta humedad también representa un problema sanitario ya que contribuye a la proliferación de patógenos: bacterias, hongos y ectoparásitos¹⁰.

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. Dato que es de interés para ser tenido en cuenta en posibles planteos de cruzamientos para producción de leche en zonas cálidas¹⁰.

En relación con la calidad de la leche, el estrés por calor representa un factor negativo, dado que los trastornos digestivos y metabólicos alteran su composición química con disminuciones importantes en la concentración de proteína en la leche^{2,3,6,10,11}.

Estos parámetros hallados por varios autores, pueden ser, por diversas razones, una causa fundamental en la baja producción de forraje que afecta el consumo de materia seca y por tanto el nivel energético de la dieta^{6,8,9,11,16,17}.

En Nueva Zelanda, el promedio de pastura consumida por los hatos es de 6.8 TN M.S/ha/año y el 10% TOP de los hatos ronda las 8.1 TN. Existe en este sentido una correlación positiva entre producción de pasto y productividad¹².

Un factor decisivo en la producción y consumo de pasturas son las precipitaciones que se su-

ceden durante el año. Con lluvias de 800 mm., un hato puede consumir 9 ton Ms/Ha; con 1000 mm. el consumo aumenta a 11 ton Ms y con 1150 mm. pueden llegar a consumir 14 ton Ms/Ha¹².

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 encuentran fuera del rango de confort para este tipo de animales^{5,6,8,9,11,13}.

Sin embargo, no sólo la producción se afecta. La composición de la leche también sufre los efectos de las altas temperaturas. El estrés térmico altera los contenidos de grasa, proteína, lactosa, calcio y potasio^{3,13}.

En la cuenca lechera del Uruguay, el exceso de lluvias se transformó inmediatamente en una caída de la producción,. El principal problema que enfrentan los hatos es la falta de piso en los cultivos forrajeros, lo que obliga a cuidarlos y apelar a la suplementación. Lo anterior, sumado al deterioro de la caminería interna de los hatos, como consecuencia de la formación de barro, genera un gasto extra de energía que se siente más en los ganados en producción que en las vacas secas. También, se transforman en un problema las enfermedades pódicas derivadas de la humedad y el duro tránsito hacia las salas de ordeño¹⁴.

De igual manera, en Venezuela, se presentan condiciones climatológicas muy diversas, provocadas por su ubicación geográfica (Cinturón Tropical). Estas condiciones dificultan la evacuación del excesivo calor corporal que genera la intensidad de procesos fisiológicos en vacas lecheras, que de una u otra forma tienden a afectar la calidad de la leche cruda¹⁵.

Las condiciones climáticas influyen en las variaciones de los componentes orgánicos e inorgánicos de la leche, y asu vez inciden en sus características tecnológicas. También, afectan el bienestar de las vacas, influyendo sobre los aspectos cuantitativos y cualitativos de la leche y sobre el porcentaje de grasa y otros componentes en áreas tropicales y subtropicales, aunque limitadamente¹⁵.

En los Estados Unidos, han comprobado que la composición y calidad de la leche varían de acuerdo con las áreas geográficas. En España, se ha visto que la mayor situación de estrés de los animales, podría estar asociada con la reducción en la concentración de la proteína de la leche, cuando el final de la gestación de las vacas coincide con los meses más cálidos del año. También en Israel, han observado que la diferencia de horas entre los días más cortos y más largos podría incrementar la grasa y la proteína en las vacas que paren en el invierno y la lactosa en las vacas que paren en el verano¹⁵. Para estos trabajos los valores de R^2 oscilaron de 0,020 hasta 0,550. Las relaciones entre factores meteorológicos resultaron altamente significativas ($P < 0.001$), a excepción de la precipitación con la temperatura mínima, que no resulta significativa ($p > 0.05$). La precipitación solo tuvo influencia ($P < 0.05$) sobre la densidad relativa¹⁵. Todos los modelos resultaron significativos ($P < 0.0000$). El coeficiente de determinación más alto fue para el punto crioscópico (14,0 %); esto significa que los factores climáticos (precipitación, evaporación, temperatura mínima, temperatura máxima, insolación, radiación y humedad relativa) del modelo ejercen en conjunto un efecto sobre el punto crioscópico, el cual es explicado en un 14,0 %. El coeficiente de determinación menor fue el correspondiente a la característica microbiológico TRAM con 1.3 % y en el cual sólo la radiación ejerce un efecto significativo¹⁵.

Algunos autores midieron los efectos de siete índices de carga calórica y el fotoperiodo sobre la producción de leche, grasa y lactosa de tres rebaños de ganado Holstein israelí, y observaron un efecto sobre la producción de leche ($R^2 = 60,8$ %) y la concentración de grasa ($R^2 = 16,5$ %), pero no sobre la lactosa ($R^2 = 13,7$ %). Los efectos fueron significativos en todos los rebaños ($P < 0,01$), así como los factores estacionales (duración del día y cambio en la duración del día)¹⁶.

Sharma *et al.* (1988), citado por Bravo 2007¹⁵ en un estudio realizado para evaluar los efectos de las interacciones entre la temperatura máxima, la humedad relativa mínima y la radiación solar sobre la producción y los componentes de la leche, vieron que los efectos de las variables climáticas y sus interacciones eran significativas. ($p < 0.05$).

El coeficiente de determinación (R^2) del modelo para cada variable oscila entre 1,3 y 14,0 %, siendo altamente significativo ($P < 0,01$), lo cual indica una baja explicación de las variables por los factores meteorológicos¹⁵.

El coeficiente de determinación más alto en este estudio fue para el punto crioscópico (14,0 %), por lo que se debe mantener vigilancia en las unidades de explotación, la disponibilidad de agua y alimento, el intervalo entre ordeños, el periodo de alimentación y suministro de agua antes del ordeño y las condiciones ambientales, por ser estos los factores que pueden comprometer el punto de crioscopia¹⁵.

De acuerdo con lo anterior y debido a que los cambios climáticos en Colombia son impredecibles y pueden llegar a afectar la producción y calidad higiénica y composicional de la leche, este trabajo pretende determinar la influencia que los factores meteorológicos como temperatura, humedad relativa, brillo solar, radiación y precipitación, tienen sobre los parámetros de producción y calidad de la leche en dos Municipios del Departamento de Antioquia.

Materiales y métodos

Este estudio se realizó con los registros de producción de leche, grasa, proteína, Recuento de Células Somáticas (RCS) y Unidades Formadoras de Colonia (UFC) recolectados por una empresa industrializadora de productos lácteos en los Municipios de Rionegro y Santa Rosa de Osos. Los datos fueron obtenidos entre los años 2003 y 2006, la producción de leche fue medida diariamente, los parámetros de calidad composicional (Porcentaje de grasa y proteína) de manera quincenal y los de calidad composicional se realizaron cada 30 días.

La información meteorológica fue obtenida a través del IDEAM (Instituto de Estudios Ambientales) en Colombia y tomada de las estaciones meteorológicas más cercanas a los hatos en evaluación, los parámetros analizados fueron temperatura, precipitación, brillo solar y humedad relativa.

Los datos fueron organizados y almacenados en el software Excel y finalmente analizados con diferentes rutinas de SAS, versión 9.0.

Para el análisis estadístico se realizó inicialmente una correlación de Spearman con el fin de determinar el grado de asociación entre las variables productivas y de calidad con los parámetros meteorológicos. Se efectuó además, un análisis de varianza para cada una de las características productivas y de calidad incluyendo como fuentes de variación los cambios estacionales de los parámetros meteorológicos estudiados. El modelo fue el siguiente:

$$Y_{ijklm} = \mu + T_i + P_j + H_k + N_l + B_s + e_{ijklm}$$

Donde,

Y_{ijklm} = Variable dependiente (Producción de leche en litros, % de proteína, % grasa, CSC, UFC)

μ = Efecto promedio

T_i = Efecto de la Temperatura (i)

P_j = Efecto de la Precipitación (j)

H_k = Efecto de la Humedad relativa (k)

N_l = Efecto de la Nubosidad (l)

B_s = Efecto del Brillo solar (s)

E_{ijklm} = Error experimental

Resultados

En la tabla 1, se observa que los parámetros de menor variación son el porcentaje de grasa y proteína de la leche, sin embargo, la producción de leche y los parámetros de calidad sanitaria presentan gran variabilidad dentro de los hatos analizados, lo que es normal debido a que en la investigación se tuvieron en cuenta todos los productores de la zona, entre los cuales hay variabilidad a nivel productivo y tecnológico.

En la tabla 2 se presentan las correlaciones entre los parámetros de producción y calidad de la leche, se puede observar que aunque las correlaciones presentan significancia estadística ($p < 0.01$), fueron muy bajas, por lo que se puede concluir que en este estudio la producción de leche, porcentaje de grasa y proteína, UFC y CSC no están asociadas en forma lineal.

Tabla 1. Análisis descriptivo para los parámetros de producción y calidad de la leche captada en los dos municipios estudiados.

Variable	Media \pm SD
Producción de leche (lts/día)	1185 \pm 1830
Proteína (%)	3.18 \pm 0.12
Grasa (%)	3.63 \pm 0.40
Unidades formadoras de colonia UFC	94 \pm 190
Reductasa	4.9 \pm 25

Tabla 2. Correlaciones de SPEARMAN

Parámetro	Litros	% Proteína	% Grasa	UFC	Reductasa
Litros	1	0.017**	-0.206**	-0.031**	0.078**

** ($p < 0.01$)

En la tabla 3 se presentan las correlaciones entre los parámetros de producción y calidad con los parámetros meteorológicos estudiados, se puede observar que las correlaciones tuvieron significancia estadística pero fueron muy bajas, lo que permite concluir que para este estudio

no existió asociación de tipo lineal entre los parámetros meteorológicos y los niveles de producción, calidad sanitaria y calidad composicional de la leche producida en los hatos que entregaban su leche a la empresa que proporcionó la información.

Tabla 3. Correlaciones entre los parámetros de producción y calidad con los parámetros meteorológicos

Parámetro	Precipitación	Nubosidad	Temperatura	Brillo Solar	Humedad relativa
Producción de leche	-0.035**	-0.114**	-0.082**	-0.016 N.S	0.028**
% proteína	0.011*	-0.188**	-0.261**	0.014**	0.099**
% grasa	0.012**	-0.083**	-0.103**	0.012N.S	0.218**
CSC	0.076**	-0.142**	0.006 N.S	-0.089**	0.148**
UFC	0.027**	0.011 N.S.	0.031**	0.050**	-0.016*

*Significancia estadística ($p < 0.05$), ** Alta Significancia estadística ($p < 0.01$), N.S: No significativo

Por medio del procedimiento GLM de SAS se realizaron análisis de varianza, asociados con modelos de regresión lineal múltiples, para cada uno de los parámetros productivos y de calidad

sanitaria y composicional, las fuentes de variación fueron los parámetros meteorológicos. Los resultados se resumen en la tabla 4

Tabla 4. Resultados de los análisis de varianza

Variable dependiente /F.V	Temperatura	Brillo solar	Humedad relativa	Nubosidad	Precipitación	R ²
Producción de leche (lts/día)	**	*	N.S	*	N.S	0.0044
Proteína (%)	**	*	**	**	**	0.0729
Grasa (%)	N.S	**	**	**	**	0.0067
Unidades formadoras de colonia UFC	N.S	**	**	**	*	0.0119

*Diferencia significativa ($p < 0.05$), **Diferencia Altamente Significativa ($p < 0.01$), N.S: No significativo

De acuerdo con la tabla 4, algunos parámetros estadísticamente significativos, no tuvieron mayor incidencia en el coeficiente de determinación R² del modelo de regresión lineal múltiple, lo que indica que la producción y las demás variables no tienen una relación lineal con el ambiente. Adicionalmente, se detectó multicolinealidad entre las variables independientes, es decir, que en un mismo modelo no se podrían incluir todos los factores ambientales para explicar la dinámica del comportamiento asociado con las variables de producción de leche.

De acuerdo con los resultados se puede inferir un efecto estadísticamente significativo ($p < 0.05$) en la leche que captó la planta procesadora en el tiempo de estudio debido a las va-

riaciones de temperatura, brillo solar y nubosidad. La precipitación y la humedad relativa no tuvieron ningún efecto sobre este parámetro ($p > 0.05$). Sin embargo, el coeficiente de determinación R² obtenido en el modelo de 0.0044, indica que solo el 0.4% de la variación de esta característica está determinada por los factores antes mencionados en forma lineal y que hay otras fuentes de variación que influyen y deben ser tenidas en cuenta en el modelo.

El porcentaje de proteína y grasa también estuvo influenciado por las variaciones que tuvieron los parámetros meteorológicos, la temperatura fue el único de ellos cuya variación no afectó el porcentaje de grasa, los demás parámetros, tuvieron efecto significativo ($p < 0.05$).

La temperatura no ejerció efecto significativo sobre las UFC ($p > 0.05$), el brillo solar, humedad relativa y nubosidad tuvieron un efecto altamente significativo ($P < 0.01$) sobre este parámetro y la precipitación tuvo efecto significativo ($P < 0.05$).

Discusión

En este estudio se encontró que la producción de leche se afecta por los cambios meteorológicos, lo que coincide con lo reportado por otros autores en sus investigaciones^{1,5,6,9}, de la misma manera, este efecto se extiende a la producción de componentes lácteos como proteína y grasa, lo que es compartido con diversos estudios⁵⁻⁹. Estos parámetros, analizados a través de la correlación de Spearman, indican que están asociados en un nivel extremadamente bajo, lo cual difiere de lo hallado por otros autores quienes encontraron una interrelación aparente entre estos¹⁻⁵. Los bajos coeficientes de determinación encontrados en los modelos evaluados coinciden -en lo bajo- con otros autores que encontraron coeficientes de 0,328 y 0,339 para modelos similares. El verano y las altas temperaturas se presentan como los mayores enemigos de la productividad en términos de producción de leche y componentes lácteos, resultados que coinciden con los de otros investigadores^{3-5,8-10}. Se encontraron niveles más bajos de proteína, quizás por trastornos digestivos y metabólicos debidos al estrés calórico, lo que fue reportado también, en otras investigaciones^{2,3,6,10,11}.

Conclusiones

Esta investigación permite demostrar que la producción de leche, grasa y proteína varía de acuerdo con los cambios de los parámetros meteorológicos de mayor importancia como temperatura, brillo solar y temperatura, ésto se debe quizá, a la baja producción 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. Los resultados indican además, que todos estos parámetros no están asociados, pero los cambios relativos de algunos de ellos, sí afectan significativamente a los otros. Esta aparente contradicción se debe

a que no existe una tendencia clara entre el aumento de la temperatura, brillo, etc, con los cambios en los parámetros, pues la mayor cantidad de forraje se logra cuando las condiciones climáticas, temperatura, brillo solar y nubosidad son medias e inconstantes. Es importante recordar que la producción de forraje es el elemento determinante en la producción y composición de la leche, por tanto, los cambios favorables o desfavorables para este parámetro afectarán, sin duda, a los demás. Se recomienda realizar otros estudios que permitan dilucidar de manera más clara, el efecto de todos estos factores meteorológicos sobre la producción y calidad sanitaria y composicional de la leche, ya que ésta es una de las primeras aproximaciones que en este sentido se realiza en Colombia.

Referencias

1. VALLE, Alberto. Importancia del porcentaje de área negra en animales Holstein sobre el proceso adaptativo. En: Zootecnia tropical. 1998. vol 16, no. 1, p. :61-74.
2. AHARONI, Y; RAVAGNOLO, O and MISZTAL, I. Comparison of lactational responses of dairy cows in Georgia and Israel to heat load and photoperiod. En: Animal Science 2002. no. 75 p. 469-476.
3. BARASH, H; SILANIKOVE, N and WELLER, JI. Effect of season of birth on milk, fat, and protein production of Israeli Holsteins. En: Journal of Dairy Science. 1996. vol. 79, no. 6, p. 1016-1020.
4. DAHL, G.E.; BUCHANAN, B.A. and TUCKER, H.A.. Photoperiodic effects on dairy cattle: a review. En: Journal of Dairy Science. 2000. vol. 83, no. 83, p. 885-893.
5. AHARONI, Y; BROSH, A and EZRA, E. Effects of heat load and photoperiod on milk yield and composition in three dairy herds in Israel. En: Animal Science 1999. Science. vol. 69, no. 1, 3-47.
6. DWIGHT R, Cable. Influence of precipitation on perennial grass production in the semidesert southwest En: Ecology. July 1975. vol. 56, no. 4, p. 981-986
7. BILODEAU, P.P., *et al.* Effects of photoperiod and pairfeeding on lactation of cows fed corn or barley grain in total mixed rations. En: Journal of Dairy Science. 1989. vol. 72, p.:2999-3005.
8. DAHL, G. E, *et al.* Effects of a long daily photoperiod on milk yield and circulating

- concentrations of insulin-like growth factor-I. En: Journal of Dairy Science. 1997. vol. 80, no. 11, p.2784-2789.
9. KASHIWAMURA, F., *et al.* Relationship between photoperiod and seasonality of milk production in dairy cattle. En: Animal Feed Science and Technology. 1991. vol. 62, p. 1156-1158.
 10. GALLARDO, Miriam. y VALTORTA, Silvia., Estrategias para mejorar la producción de leche en verano. En: Producir XXI. Diciembre, 2000. vol.9, no.10, p 23.
 11. PIVA, G., *et al.* Effect of photoperiod on the performance of dairy cows. En: Atti della Societa Italiana di Buiatria. 1992. n. 24 p. 114-119.
 12. WOYIC, I. La producción lechera en Australia. [en línea]. Argentina: Agronoticias, [citado en 11 Junio 2007]. Disponible en: http://www.agro_noticias.com.ar/imprimir.asp?id=633.
 13. VALTORTA, Silvia. Efecto del estrés térmico sobre la composición de la leche. Argentina: Agro Imperio, 2001-2009 [citado en 11 junio 2007]. Disponible en: http://www.produccion-bovina.com/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/108-stres_leche.htm
 14. BENDER, B. Lluvias afectan todo el sector productivo. En: El País. [en línea]. Montevideo. [citado 11 junio 2007]. Disponible en: http://www.Elpais.com.uy/anuarios/05/12/31/anua_econ_195302.asp.
 15. BRAVO, H, et al., 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: Universidad Universidad de Valladolid, Departamento de Ciencias Agroforestales, 2005
 16. AHARONI, Y; BROSH, A., and EZRA SHOR, E. Prepartum photoperiod effect on milk yield and composition in dairy cows. En: Journal of Dairy Science. 2000. vol. 83, no.12, p. 2779-2781
 17. STANISIEWSKI, EP. *et al.* Effect of photoperiod on milk yield and milk fat in commercial dairy herds. En: Journal of Animal Science. 1985. vol. 68, p.1134-1140. 1985