

Análisis multifactorial de la producción de leche durante 12 años en una lechería con banco de biomasa en Cuba

Multifactorial Analysis of Milk Production for 12 Years in a Dairy with a Biomass Bank in Cuba

Ana Valeria Enríquez Regalado,* Pedro Carlos Martín Méndez, Roberto García López y Verena Torres Cárdenas

Instituto de Ciencia Animal (ICA)
Carretera Central, Km 47 1/2. San José de las Lajas, La Habana, Cuba.
Código Postal: 32 700. Apartado Postal: 24.

*Correo de correspondencia: avenrique@ica.co.cu

Resumen

El objetivo del presente estudio fue analizar los factores productivos, reproductivos, alimentarios y climáticos que afectan la producción de leche en un sistema comercial en la provincia de Mayabeque, Cuba. El estudio tomó en cuenta los factores relacionados con la disponibilidad de pastos, suministro de suplemento, indicadores climáticos y época del año. Para el análisis de los resultados se utilizó el modelo estadístico de medición de impacto (MEMI) y el análisis de regresión lineal en la lechería genético cuatro, que posee un sistema con banco de biomasa *Cenchrus purpureus* cv Cuba CT-115, y ganado Siboney de Cuba en un periodo de doce años de estudio. Los resultados indicaron que la producción de leche/ha⁻¹, litros/vaca⁻¹ y kg norgold/día⁻¹, reconocido como *concentrado y producción* e identificado como componente 1, explicó 34.4% de la varianza; el segundo componente llamado *clima* y compuesto por la precipitación y temperatura máxima junto con la disponibilidad del pasto, expresó 19.0% de la varianza; y el tercer componente llamado ITH conformado por las variables humedad relativa

Abstract

The objective of the present study was to analyze the productive, reproductive, food and climatic factors that affect milk production in a commercial system in the province of Mayabeque, Cuba. The study took into account factors related to pasture availability, supplement supply, climate indicators and time of year. For the analysis of the results, the MEMI method (statistical model of impact measurement) was used, as well as linear regression analysis in genetic dairy four, which has a system with a biomass bank *Cenchrus purpureus* cv Cuba CT-115, and Siboney cattle. From Cuba in a period of twelve years of study. The results indicated that milk production/ha⁻¹, liters/cow⁻¹ and kg norgold/day⁻¹ identified as *concentrate and production* identified as component 1 explained 34.4% of the variance. The second component called *climate* made up of precipitation and maximum temperature together with pasture availability expressed 19.0% of the variance and the third component called ITH made up of the variables relative humidity and temperature-humidity index

e índice de temperatura–humedad contribuyó con 12.3% de la varianza. Lo anterior significa que estas variables incluidas en el modelo explicaron 65.0% de la varianza total. La cantidad de alimento concentrado (kg de Norgold⁻¹), la producción/ha⁻¹ y producción/vaca⁻¹ mostraron mayor importancia —siendo afectados por la época poco lluviosa—, la baja disponibilidad de concentrado, asociado al deterioro de los pastos y de la influencia negativa de la temperatura ambiente y la humedad relativa, afectaron a los animales y a los pastos en la producción láctea.

Palabras clave

Producción, temperatura, leche, bienestar, MEMI.

contributed 12.3 % of variance, this means that these variables included in the model explained 65.0% of the total variance. The amount of concentrated feed (kg of Norgold⁻¹), the production/ha⁻¹ and production/cow⁻¹, showed greater importance, being affected by the dry season, the low availability of concentrate, associated with the deterioration of pastures and the negative influence of ambient temperature and relative humidity that affected animals and pastures on milk production.

Keywords

Production, temperature, milk, well-being, MEMI.

Introducción

La producción de leche de bovino en el trópico es un reto, dado que debe conciliarse con diferentes factores, entre ellos los ambientales (Das *et al.*, 2016; Guerra *et al.*, 2019), los relacionados con el animal (Araúz y Edil, 2017; Santana *et al.*, 2016) y los de tipo alimenticio (Reyes *et al.*, 2015), entre otros. Por ello, uno de los grandes problemas que presentan los sistemas tropicales de producción de leche en muchos países es no haber logrado los niveles deseados para cubrir la demanda de la población. Según datos de la ONEI (2018), Cuba mostró una ligera recuperación en la producción de leche en el año 2016 de un 31.5% con relación a 2005, lo cual resulta insuficiente para alcanzar los niveles de consumo que requiere la población actual.

Dado que estos resultados son multicausales (Rodríguez *et al.*, 2015) y la evaluación en las empresas de los impactos en la producción de leche implica la toma de decisiones, es necesario el uso de modelos que integren los factores para que se mida dicho impacto (Torres *et al.*, 2008), ello permitirá el análisis, compresión y valoración de aquellas variables o componentes que limitan o favorecen los aspectos productivos, para ajustar o predecir el comportamiento del sistema.

Por lo anteriormente expuesto, es necesario identificar los factores que influyen en los resultados de la producción de leche bovina en Cuba. Con ese objetivo se realizó el presente estudio, para analizar las variables o componentes que afectaron la producción de leche en una lechería comercial durante 12 años.

Materiales y métodos

Sitio de estudio

Se desarrolló en la lechería genético 4 (G-4), localizada en los 22.02° de latitud norte y los 82.02° de longitud oeste, en el municipio San José de las Lajas, Provincia Mayabeque, Cuba. Los suelos predominantes en esta lechería son el ferralítico rojo (predominante) y gley, según la clasificación de Hernández *et al.* (2015).

Animales

En esta lechería se contó con un promedio de 110 vacas del genotipo Siboney de Cuba (5/8 Holstein 3/8 Cebú), con una edad promedio de 8.7 años.

Se analizó la información del total de la población de vacas, disponible de los últimos 12 años y proveniente de la información mensual que se entrega al Centro de Control Pecuario Nacional. La unidad G-4 es representativa de la tecnología *Cenchrus purpureus* cv. Cuba CT-115 en bancos de biomasa, propuesta por Martínez *et al.* (2008), quien la describe como la siembra con Cuba CT 115 de 30% del área de la lechería, para ser pastoreada principalmente en le época poco lluviosa, de ahí la denominación de banco de biomasa.

Indicadores estudiados

Se analizaron los 2,064 registros productivos y reproductivos que incluían: producción total de leche/mes, producción de leche/ha⁻¹, número de vacas/ordeño, producción individual, cantidad de Norgold (subproducto de la obtención de biodiesel por fermentación del grano de maíz; 27% de PB y 11.17 Mj/kg MS) y concentrado lechero (18% PB y 14.23 Mj/kg MS) por vaca, rendimiento Cuba CT-115, intervalo parto-parto, gestaciones/mes, inseminaciones/mes, partos/mes.

Aspectos climáticos

Se registraron las variables climáticas de la estación meteorológica del Instituto de Ciencia Animal, ubicada a 8 km de la lechería; asimismo se elaboró una base de datos con las variables: temperatura ambiental (° C), humedad relativa (%), precipitaciones (mm) y, a partir de éstas, se calculó el ITH ocurrido en los años en estudio. Para el cálculo del índice de temperatura y humedad (ITH) se siguió la propuesta de Thom (1959), quien emplea la T y la HR como parámetros para estimar el nivel de estrés calórico, mediante la siguiente fórmula:

$$ITH = 0.8 * T_m + [(HR/100) * (T_m - 14.3)] + 46.4$$

Dónde: T es la temperatura del aire expresada en ° C.

HR es la humedad relativa expresada en %.

Análisis de la información

Se utilizó el modelo estadístico de medición de impacto (MEMI), propuesto por Torres *et al.* (2008), que consta de ocho pasos y que es una combinación de métodos multivariado con la inferencia estadística. Con este modelo se determinan los índices de impacto, que son valores que explican el comportamiento integral de las variables y que resulta de la combinación armónica y lógica de los métodos multivariados, componentes principales y conglomerados (Segura, 2014). Además, se calculó la regresión lineal de producción de leche y suplementación suministrada por vaca. El modelo MEMI (Torres *et al.*, 2008) considera la creación o existencia de base de datos, organizada como una matriz de información (X_{ij}) producto de los diagnósticos realizados.

Resultados

Los resultados de la aplicación del MEMI (cuadro 1), muestran que la varianza total explicada para todas las variables incluidas en el modelo fue de 65.0%. Se seleccionaron tres componentes y la CP1 explicó 34.4%, y fue identificada como *concentrado y producción*, ya que las variables de mayor peso fueron: producción/ha⁻¹, litros/vacas⁻¹, kg concentrado animal⁻¹/día⁻¹ y kg Norgold/día⁻¹. En la CP2 fueron las variables de precipitación, temperatura máxima y Cuba CT 115, t MS/ha⁻¹, que explicaron 19.0% y fue identificada como *ambiente*. Las variables de humedad relativa e ITH explicaron 12.3% (CP2) y se identificó como *ITH*.

Cuadro 1

Factores que determinan la mayor variabilidad de los indicadores evaluados durante el período 2012-2016 de la unidad G-4

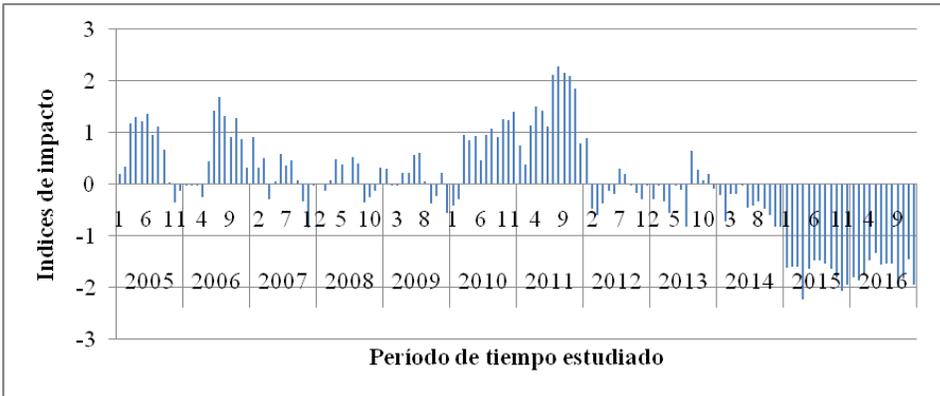
Identificación de factores	Variables	Pesos	Valores propios	Varianza explicada (%)
Concentrado y producción	Producción de leche/ha ⁻¹	0.88		
	Litros/vacas ⁻¹	0.93	4.12	34.4
	Kg Norgold/día ⁻¹	0.92		
	Precipitaciones	0.76		
Clima	Temperatura máxima	0.86	2.22	18.6
	<i>Cenchrus purpureus</i>	-0.74		
	Humedad relativa	0.60		
ITH	Índice de temperatura-humedad ITH	0.90	1.44	12.0
	Temperatura ambiente	0.84		

CP1 Producción y concentrado

El impacto (figura 1), que muestra el suministro de concentrado y su relación con la producción, indican que durante los años (2005-2016) el suministro de alimento concentrado y el Norgold cubrieron las necesidades de suplementación de las vacas para las producciones obtenidas con un aporte proteico-energético que mantuvo una media en la producción de 9.38 litros/vaca⁻¹/días⁻¹ y una producción ha⁻¹/año⁻¹ de 4,000 litros.

Figura 1

Índice de impacto del componente 1: *producción y concentrado* en el periodo (2005 -2016) en la unidad G-4



Sin embargo, en esa misma figura se puede observar que el índice de impacto (eje y) de la cantidad de concentrados suministrada fue menor, incluso negativo durante los primeros y últimos meses de cada año (eje x) hasta 2009; en 2010 y 2011 fue positivo a partir del cuarto mes de 2010, con valores superiores al de todo el período estudiado, en correspondencia con la mayor cantidad de concentrados suministrado (cuadro 2). Y a partir de mediados de 2014 hasta finales de 2016 el impacto fue negativo, con los valores más bajos, correspondiéndose con los suministros más bajos de concentrado en todo el período estudiado (cuadro 2).

El cuadro 2 muestra el comportamiento de cinco variables durante el periodo estudiado, donde el año 2011 indica los mayores valores de producción de leche y el mayor suministro de concentrado, lo que pudiera estar íntimamente relacionado con el nivel productivo. De igual forma coincide con el menor índice de ITH tanto general como diurno. Es a partir del año 2012 donde se presentan los menores valores de producción. Y en menor cantidad el suministro de concentrado por la falta del Norgold a partir del año 2015.

Cuadro 2

Variación del rendimiento lechero y los partos de acuerdo a la suplementación y el ITH

Años	Litros/vaca ¹	Cantidad de partos/año	Concentrado + Norgold, kg/día ⁻¹	ITH general	ITH diurno
2005	9.49 (±1.26)	117 (±36.96)	4.01 (±0.50)	71.09 (±4.13)	79.93 (±4.21)
2006	9.70 (±1.23)	135 (±60.96)	4.08 (±0.49)	75.40 (±2.28)	83.64 (±3.03)
2007	8.79 (±0.82)	105 (±48.60)	3.72 (±0.33)	76.79 (±1.52)	82.25 (±3.38)
2008	8.65 (±0.42)	117 (±48.68)	3.66 (±0.17)	77.00 (±3.08)	82.36 (±3.08)
2009	8.70 (±0.65)	112 (±42.60)	3.68 (±0.26)	75.50 (±1.96)	83.33 (±5.33)
2010	9.84 (±0.91)	112 (±36.72)	4.14 (±0.37)	72.00 (±5.49)	80.09 (±5.03)
2011	10.20 (±1.12)	112 (±35.16)	4.28 (±0.45)	69.47 (±2.89)	77.78 (±1.45)
2012	8.44 (±0.69)	111 (±55.32)	3.58 (±0.28)	72.36 (±3.20)	79.89 (±3.82)
2013	8,64 (±0,8)	89 (±33.72)	3.65 (±0.32)	67.20 (±4.06)	83.75 (±3.39)
2014	8,20 (±0,45)	81 (±41.28)	3.48 (±0.18)	68.27 (±4.09)	83.69 (±3.7)
2015	7,17 (±0,73)	66 (±22.56)	2.0 (0)	66.33 (±4.96)	83.85 (±3.07)
2016	7,36 (±0,70)	74 (±41.58)	2.0 (0)	66.92 (±4.34)	83.18 (±4.14)

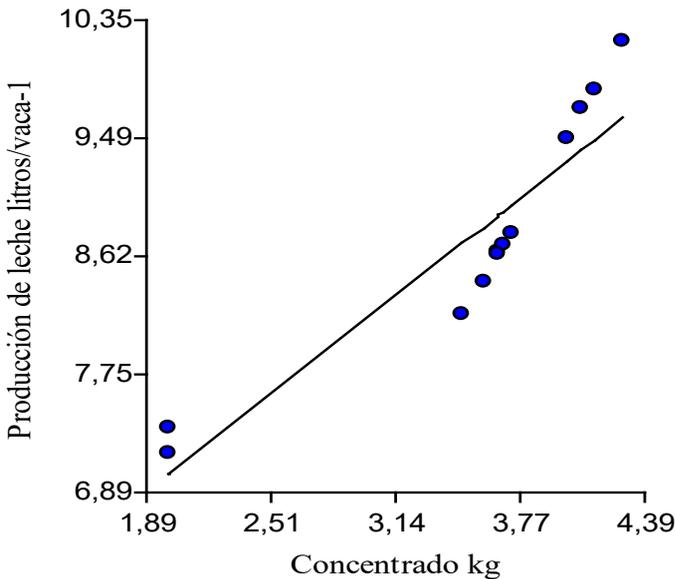
Valores entre paréntesis corresponden a desviación estándar de las medias.

Entre los años 2012 y 2016 se ve un impacto negativo debido a una reducción en los kg de Norgold ofrecidos, que fue de sólo 0.5 kg vacas⁻¹/días⁻¹, logrando un ligero aumento en los meses más lluviosos. Es a partir del año 2014 que el impacto es negativo, debido a una reducción total del concentrado Norgold, a una disminución del concentrado total ofrecido, y a un posible deterioro de los pastos por falta de fertilización, reposición y rehabilitación.

Como se observa la figura 2, la regresión entre el total de suplemento suministrado diariamente fue significativa ($p < 0.01$); es decir, existe una relación lineal entre el rendimiento lechero y la cantidad de suplemento suministrado.

Figura 2

Relación entre la suplementación (kg) y la producción de leche (litros/vaca⁻¹)



En la figura 3, se aprecia la variabilidad de la producción de leche durante los años estudiados, mayoritariamente disminuyó la producción con base al año 2005, excepto en los años 2006, 2010 y 2011, que tuvieron incrementos de 5.7, 10.5 y 15.3%, respectivamente. El efecto a disminuir se puede interpretar en dos momentos: la primera con relativo impacto desfavorable en los años 2007, 2008 y 2009, con 2.7, 0.9 y 3.3%, respectivamente. La segunda a partir de 2012 hasta 2016, final del periodo estudiado, en donde la magnitud de la disminución en la producción de leche significo 12.4 para 2012 y 17.0% para 2013, y el proceso se agravó en los años 2014, 2015 y 2016 con una disminución importante de 34.8, 44.7 y 44.1%, respectivamente.

CP2 Clima

El clima mostró un impacto acorde a la época lluviosa (ELL) y poco lluviosa (EPLL), donde las precipitaciones alcanzadas tuvieron un efecto positivo en el sistema, con diferencia en el año 2007 (epoca lluviosa), y donde alcanzaron valores por encima de los 1,800 mm. En la figura 4 se observa cómo, a inicios y final de cada año, el índice de impacto del clima sobre la producción de leche es negativo, coincidiendo con el período poco lluvioso.

Los años con mayor promedio de temperaturas máximas se ubicaron a partir del 2013-2016 alcanzando valores por encima de los 30 °C. El acumulado de precipitaciones alcanzado durante estos años fue menor en el periodo seco con valores de 1,116 mm.

Figura 3

Producción de leche total/año⁻¹ durante el periodo estudiado (2005-2016) en la unidad G-4

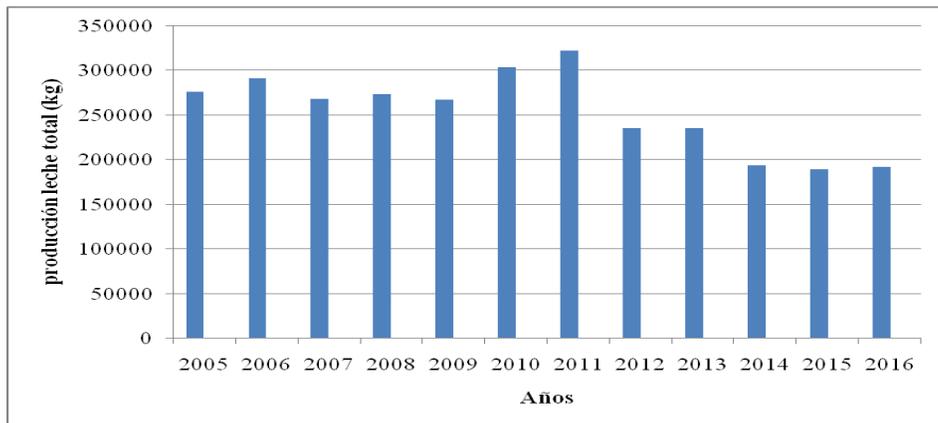
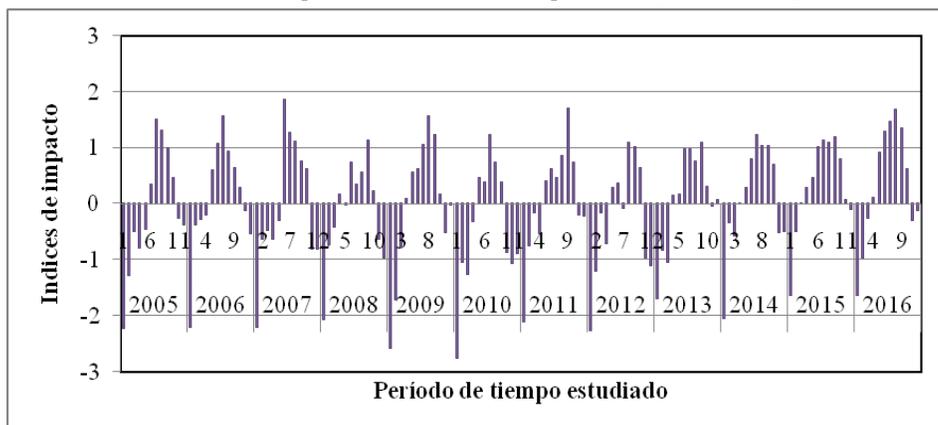


Figura 4

Indices de impacto del clima en el periodo (2005-2016)



CP3 Índice de temperatura-humedad (ITH)

En la figura 5, se muestra el índice de impacto de temperatura-humedad (ITH) por cada año de observación para determinar el bienestar de las vacas, ya que su valor máximo registrado durante la investigación fue de 83.0 en el PLL con un promedio de 76.0 al año. Se observa que para 2005 el índice de ITH fue negativo, donde la temperatu-

ra máxima alcanzó valores de 30.6° C y la humedad relativa de 75.0%. Es a partir de 2006 y hasta 2010 que los índices de ITH mostraron una disminución, la cual podría estar dada por una temperatura ambiente con valores de 25.26° C, con relación a los años 2011-2016. Solamente se nota una mejoría del ITH en algunos meses del periodo lluvioso, donde a pesar de presentarse un aumento de la humedad-temperatura existe un aumento en las precipitaciones.

Las series 3 y 4 de la figura 6, se indican los umbrales a partir de cuándo comienza la afectación en la producción de leche (ITH de 72) y cuándo la vaca se encuentra en peligro eminente.

Figura 5

Índices de Impacto del ITH en el periodo (2005-2016)

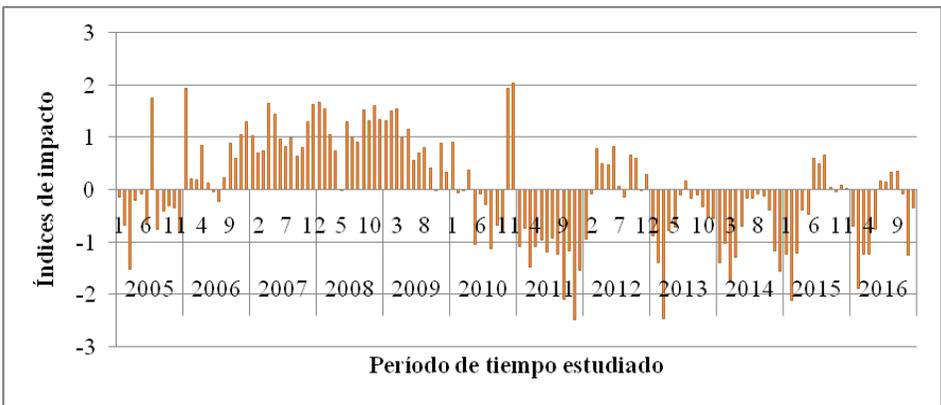
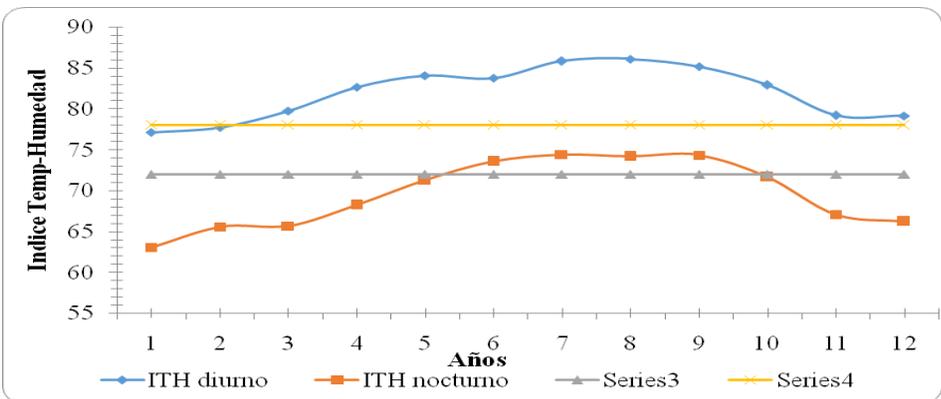


Figura 6

Valores de ITH diurnos y nocturnos durante el periodo de estudio (2005-2016)



Discusión

El impacto de la producción de leche durante el período 2005-2016 en la unidad G-4 fue variable para cada uno de los años estudiados. Hay un efecto de época que se refleja en los impactos de noviembre a abril, sistemáticamente. El comportamiento estacional es típico de esta variable, lo cual se discute con anterioridad por Martínez (2012), al evaluar esta tecnología desarrollada por este autor. De ahí que los valores del impacto fueron negativos, generalmente en el citado período, que en Cuba es el poco lluvioso (PPLL). Los años a partir de 2012 tuvieron mayor impacto negativo, agravándose a partir de 2015, al disponerse sólo de concentrado y faltar totalmente el Norgold. Resultados similares fueron informados por Rodríguez *et al.* (2015).

Otro factor que influyó en la producción de leche fue el número de partos, hecho que afectó de forma negativa el número de vacas en ordeño.

La producción de leche durante el periodo analizado (figura 3) mostró inestabilidad con tendencia a la disminución, en especial a partir del año 2012, lo que pudiera estar dado por la falta de siembra, rehabilitación y fertilización del pasto en un sistema con 20 años de explotación; la disminución en los kg de concentrado ofrecidos es el factor más importante en la cantidad de leche producida y donde el suministro del Norgold se vio afectado a partir del año 2014.

La importancia de la suplementación para alcanzar el potencial productivo de las vacas quedó demostrado por la relación significativa encontrada entre la cantidad de suplemento suministrado diariamente a las vacas y su rendimiento lechero, semejante a lo reportado por Zimpel *et al.* (2017). Desde el punto de vista meteorológico, las precipitaciones son el elemento de mayor variación del clima en Cuba, al poder variar de 22 mm en el mes de marzo, a 180 mm en el mes de junio (Planos, 2014); por tanto, determina las principales regularidades del clima local en las diferentes zonas del país y una gran diferencia en la disponibilidad de pastos según el mes y la época.

El efecto climático en el animal tiene dos componentes fundamentales: el directo, que actúa en la fisiología del animal en términos de temperatura corporal (tasa respiratoria) y disminución de la actividad tiroidea y de forma *indirecta* afecta el consumo, tanto de alimento como de agua, lo que llega a influir en la producción de calor debido a la disminución en la ingesta de los alimentos (Hafez, 1973; González, 2017). Los autores antes mencionados informaron que una vaca ingiere un 35% menos de alimento cuando la temperatura es de 35° C con respecto a la ingestión de alimento a una temperatura de 25° C. Como consecuencia del estrés calórico se reduce el ritmo de crecimiento y la producción de leche (Habeb *et al.*, 2018).

Fortes *et al.* (2016) reportaron que, dentro de los factores del clima, la temperatura es el que más incide en las condiciones tropicales por presentar un doble efecto, tanto sobre los animales como sobre el pasto. Se conoce que las razas europeas y cebuinas (*Bos indicus*) difieren en sus requerimientos nutritivos y también en su respuesta o reacción a los efectos directos e indirectos del clima tropical. Los animales de razas cebuinas y los criollos, así como sus cruces, se adaptan mejor a las altas temperaturas y otras condiciones

climáticas, y son más eficientes para utilizar forrajes toscos de baja calidad, requiriendo menor cantidad de proteína en sus dietas (Inchausti, 1999; Steinfeld *et al.*, 2009; Gerber *et al.*, 2013).

Por otro lado, el índice de ITH que caracterizó el período en estudio, puede estar indicando la presencia de estrés calórico que estén padeciendo las vacas, al presentarse en algunos años por encima del nivel deseado con valores que van de 77.78 y 83.75 en horas del día (cuadro 2), mostrando estrés leve y moderado (Rodríguez *et al.*, 2019).

El efecto combinado de la temperatura y la humedad relativa sobre el comportamiento de vacas lecheras fue estudiado con anterioridad. En este sentido, Lucena (2014) planteó que en los experimentos realizados con el ITH en vacas lecheras se reporta la disminución de la producción de leche a valores de 75 o mayores. El estrés calórico comienza a partir de los valores de 70 unidades de ITH en los animales y sugieren que, en Cuba, 26° C es la temperatura a partir de la cual comienza el estrés térmico, lo cual se presenta por encima del nivel deseado con valores que van de 72-78 unidades de ITH mostrando estrés leve y moderado (Rodríguez y Regino, 2019). Cuando el ITH sobrepasa el valor de 73, la tasa de concepción puede disminuir hasta un 12%, en dependencia de momento antes de la monta o inseminación (Schuller *et al.*, 2014).

El estrés por calor reduce la producción de leche desde un 10% a temperaturas entre los 27° C y 32° C y de 50 a 90% HR; hasta más de 25% HR a temperaturas entre los 32 y 38° C bajo la misma humedad ambiental (González, 2017). Las vacas lecheras de alta producción son las más afectadas, debido a su alta tasa metabólica y elevado consumo de alimentos (Guerra *et al.*, 2019). Cuando el ITH varió de 72-83 a 75-87, la producción de leche y su contenido en proteína y grasa disminuyeron (Kekana *et al.*, 2018). Finalmente, el estrés por calor aumenta los requerimientos energéticos del ganado, puesto que la energía es derivada a mecanismos de termorregulación mediante el aumento de frecuencia respiratoria, jadeo y transpiración (González, 2016).

Los valores de ITH diurno y nocturno demuestran un alto nivel de estrés al sobrepasar la zona de bienestar, que es de 27° C, lo que afecta la producción de leche en el ordeño de la mañana, cuando se presenta temperatura y humedad alta en la tarde del día anterior; y en el ordeño de la tarde por la temperatura y humedad alta en horas de la mañana, así estén dentro del rango de bienestar (Echeverri *et al.*, 2018). La capacidad del ganado para enfrenar condiciones adversas de clima es variable, influyendo la especie, raza, edad, color del pelaje y piel, largo del pelaje y plano nutricional (Arauz y Edil, 20017; Das *et al.*, 2016). No obstante, es posible afirmar que, en términos generales, el ganado bovino adulto soporta sin mayores complicaciones rangos de temperaturas de 0 a 25° C (Arias y Sánchez, 2008). El aumento de cada punto en el ITH por encima de los 18° C significó, en ganado de leche, disminución de 0.26 kilos de leche por día, disminución del consumo de 0.23 kilos de forraje por día e incremento de 0.12° C en la temperatura corporal de la vaca (Claros *et al.*, 2010).

Conclusiones

La lechería genético cuatro, con un sistema de banco de biomasa *Cenchus purpureus* cv Cuba CT-115 presentó, en los doce años estudiados, fluctuación en la producción de leche, en donde la mayor incidencia se asoció con la suplementación, la precipitación y el ITH a que estuvieron expuestos los animales.

Literatura citada

- Araúz, S. y Edil, E. (2017). Influencia del color del pelaje sobre el comportamiento térmico corporal, cinética de la sobrecarga calórica y alteración cardiorespiratoria circadiana em vacas lecheras cruzadas (6/8 *Bos taurus* x 2/8 *Bos indicus*) bajo estrés calórico em el trópico húmedo. REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(7): 1- 45.
- Arias, R.M.L. y Sánchez, C. (2008). Factores climáticos que afectan el desempeño reproductivo del ganado bovino de carne y leche. Tesis Licenciatura, Universidad Católica de Chile, Tamuco, Chile.
- Claros, M.I. y Majano D.A. (2010). *Efecto del índice temperatura-humedad (ITH) sobre el rendimiento reproductivo en vacas lecheras manejadas en el oriente de El Salvador*. Tesis en opción al Grado de Doctor en Ciencias, Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador.
- Das, R.; Sailo, L.; Verma, N.; Bharti, P.; Saikia, J. y Kumar, R. (2016). Impact of Heat Stress on Health and Performance of Dairy Animals: A Review. *Veterinary World*, 9(3): 260–268.
- Echeverri, D.M.; Galeano-Vasco, L.F.; Ramírez, J.P.; Cerón-Muñoz, M.F. y Márquez, S.M. (2018). Effect of Ambient Temperature on the Surface Temperature of Black and White Areas of the Coat in a Herd of Holstein Cows in the Department of Antioquia, Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria*, 36(2): 97-107
- Fortes, D.; Valencia, D.; García, C.R.; García, M.; Cruz, A.M. y Romero, A. (2016). Evaluation of Three Varieties of *Megathyrus Maximus* in the Dry Period. *Cuban Journal of Agricultural Science*, (50)1: 131-137.
- Gerber, P.J.; Steinfeld, H.; Henderson, B.; Mottet, A.; Opio, C.; Dijkman, J.; Falcucci, A. y Tempio, G. (2013). *Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería – Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación*. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO), Roma. 129 p.
- González, P. (2016). Estrés por calor en el ganado lechero. PhD Thesis Ciencias Agropecuarias, The University of Melbourne, Australia.
- González, K. (2017). Influencia climática sobre el confort animal. Editorial Bienestar Animal, Buenos Aires. 231 p.
- Guerra, R.; Menéndez, A. y Hernández, A. (2019). Influencia de factores ambientales en la producción de leche de dos rebaños holstein en la cuenca lechera de Chiriquí. *Revista Investigaciones Agropecuarias*, 2(1): 18-33.
- Habeeb, A.A.M.; Gad, A.E.; EL-Tarabany, A.A. y Atta, M.A.A. (2018). Negative Effects of Heat Stress on Growth and Milk Production of Farm Animals. *Journal of Animal Husbandry and Dairy Science*, 2(1): 1-12
- Hafez, E. (1973). Adaptación de los animales domésticos. Ed. Labor. S.A. Barcelona, España, 512 p.
- Hernández, A.; Pérez, J.M.; Bosch, D. y Castro, N. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba, Mayabeque, Cuba; Ediciones INCA. 93 p.
- Inchausti, R. (1999). El estrés en el Ganado. *Revista Acovez*, 24(1): 18-26.
- Kekana, T.W.; Nherera-Chokuda, F.V.; Muya, M.C.; Manyama, K. y Lehloeny, K. (2018). Milk Production and Blood Metabolites of Dairy Cattle as Influenced by Thermal-Humidity Index. *Trop. Anim. Health Prod*, 50(4): 921-924.
- Lucena, C. (2014). Efecto del estrés calórico sobre parámetros de la curva de lactancia de un rebaño lechero en el trópico. *Gaceta de Ciencias Veterinarias*, (19)1: 11-16.

- Martínez, R.O.; Martín, P.C.; Díaz, A. y Jordán, H. (2008). Manejo de pastizales para la producción animal vacuna. Diplomado en ganadería tropical. Tzucacab, Yucatán, del 10 al 13 de noviembre. TANTAKIN. EDICA, La Habana, Cuba, 102 p.
- Martínez, R.O. (2012). Recopilación de resultados obtenidos con nuevas variedades de *Pennisetum purpureum* en el Instituto de Ciencia Animal. Informe Final de Proyecto de Investigación. San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba: 56 p.
- ONEI. (2018). Boletín Anual Oficina Nacional de Estadística e información de la República de Cuba, 36 p.
- Planos, E.O. (2014). *Síntesis informativa sobre impactos del cambio climático y medidas de adaptación en Cuba*. Editorial Agencia de Medio Ambiente (AMA), La Habana, Cuba. 97 p.
- Rodríguez, J.K. y Regino, F.L. (2019). Indicadores fisiológicos y medioambientales como predictores del estrés térmico en el ganado blanco orejinegro (BON) de la Universidad de Cundinamarca. Tesis Licenciatura. Cundinamarca, Colombia. 77 p.
- Reyes, J. J.; Padilla, C.; Martín, P.C.; Gálvez, M.; Rey, S.; Noda, A. y Redilla, C. (2015). Consumo de forrajes tropicales por vacas lecheras, mestizas Siboney, manejadas en condiciones de estabulación. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 19(1), 31-40.
- Rodríguez, J.K.; Arroyo, R., y Fernando, L. (2019). *Indicadores fisiológicos y medioambientales como predictores del estrés térmico en el ganado blanco orejinegro (BON) de la Universidad de Cundinamarca* (Doctoral dissertation).
- Rodríguez, I.; Torres, V.; Martínez, O. y Álvarez, J. (2015): Aplicación del Modelo de Medición de Impacto (MEMI) para evaluar los indicadores que más inciden en la producción de leche en la Granja Genética del Instituto de Ciencia Animal (ICA) Mayabeque Cuba. *Livestock Research for Rural Development*, 27(11): artículo #220.
- Segura, E.O. (2014) Perfeccionamiento del Modelo Estadístico de Medición de Impactos incorporando nuevos procedimientos en la producción de fincas lecheras en Pastaza, Ecuador. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Agraria de La Habana, Mayabeque, Cuba.
- Schüller, L.K.; Burfeind, O. y Heuwieser, W. (2014). Impact of Heat Stress on Conception Rate of Dairy Cows in the Moderate Climate Considering Different Temperature-Humidity Index Thresholds, Periods Relative to Breeding, and Heat Load Indices, *Theriogenology*, 81(8): 1050-1057.
- Steinfeld, H.; Gerber, P.; Wassenaar, T.; Castel, V.; Rosales, M. y Haan, C.D. (2009). *La larga sombra del ganado. Problemas ambientales y opciones* (No. FAO-MED 15). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 442 p.
- Thom, E.C. (1959). The Discomfort Index. *Weatherwise*, 12: 57-59.
- Torres, V.; Ramos, N.; Lizazo, D.; Monteagudo, F. y Noda, A. (2008). Modelo estadístico para la medición del impacto de la innovación o transferencia tecnológica en la rama agropecuaria. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(2): 131-137.
- Zimpel, R.; Bánkuti, F.I.; Zambom, M.A.; Kuwahara, K.C. y Bánkuti, S.M.S. (2017). Characteristics of the Dairy Farmers who Perform Financial Management in Paraná State, Brazil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46(5): 421-428.

Recepción: 02 de diciembre 2019
Arbitraje: 16 de diciembre de 2019
Dictamen: 23 de enero de 2020
Aceptado: 3 de abril de 2020