



Original

Evaluación global de la productividad de rebaños lecheros y estrés térmico. I. Análisis y primeros resultados

Overall assessment of dairy herd productivity and heat stress. I. Analysis and first results

Simón González Prieto *, Alina Mitat Valdés **, Marco A. Suárez Tronco ***, Alberto Menéndez-Buxadera **

*Finca Corralito, Empresa Pecuaria Genética “Camilo Cienfuegos”, Consolación del Sur, Pinar del Río, Cuba.

**Asesor(a) independiente, Cuba.

***Universidad Agraria de la Habana y Centro de Investigaciones para el Mejoramiento Animal de la Ganadería Tropical (CIMAGT), La Habana, Cuba.

Correspondencia: marcosuareztronco@gmail.com

Recibido: Junio, 2024; Aceptado: Junio, 2024; Publicado: Julio, 2024.

RESUMEN

Antecedentes: En las condiciones actuales de Cuba lo más adecuado no es producción diaria de leche per se, sino la sumatoria de todas las vacas presentes en un momento dado en un rebaño dado, es decir la producción de leche total, lo cual requiere de un análisis particular. **Objetivos.** Desarrollar una metodología para evaluar la productividad del conjunto de los animales de 30 rebaños lecheros en las condiciones del sur de Pinar del Río. **Métodos:** se emplearon varios modelos lineales mixtos ponderados con vistas a estimar las curvas de respuesta de las variables dependientes a lo largo del tiempo y del nivel de ambiente representado por ITH. **Resultados:** Los análisis realizados mostraron que en el periodo entre 2018 y 2014 la producción diaria de leche (PDL) decreció en -15.9%; la producción de leche por hectárea en -39.1% y el porciento de vacas en ordeño (VO) en -17,5%. El total de inseminaciones y de gestaciones mensuales se deprimieron en -20.0% y -5.9% respectivamente y relaciones negativas con todas las variables clásicas que se usan para medir la productividad global. Al propio tiempo los efectos de stress térmico deprimen la PDL en -13.4%. Se constató que por cada 1% de aumento en VO la PDL del rebaño aumenta en +2.2%. **Conclusiones:** Se encontró antagonismo entre el comportamiento reproductivo, la producción de leche y el estrés por calor; se sugiere aplicar estos procedimientos estadísticos para identificar los factores limitantes de la productividad global de los rebaños lecheros.

Como citar (APA) González Prieto, S., Mitat Valdés, A., Suárez Tronco, M. A., & Menéndez-Buxadera, A. Evaluación global de la productividad de rebaños lecheros y estrés térmico. I. Análisis y primeros resultados. *Revista de Producción Animal*. <https://apm.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e149>



©El (los) autor (es), Revista de Producción Animal 2020. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Attribution-NonCommercial 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), asumida por las colecciones de revistas científicas de acceso abierto, según lo recomendado por la Declaración de Budapest, la que puede consultarse en: Budapest Open Access Initiative's definition of Open Access.

Palabras clave: Comportamiento reproductivo, estrés climático, producción de leche, rebaños lecheros (*Fuente: AGROVOC*)

ABSTRACT

Background: In the current conditions of Cuba, the most appropriate strategy is not daily milk production per se, but the sum of all the cows present at a given time in a given herd, that is, the total milk production, which requires a particular analysis. **Objectives.** To develop a methodology to evaluate the productivity of all the animals of 30 dairy herds in the conditions of southern Pinar del Rio. **Methods:** Several weighted mixed linear models will be used to estimate the response curves of the dependent variables over time and the level of environment represented by THI. **Results:** The analysis carried out showed that in the period between 2018 and 2014 the daily milk production (PDL) decreased by -15.9%; milk production per hectare at -39.1% and the percentage of milking cows (VO) at -17.5%. Total inseminations and monthly pregnancies were depressed by -20.0% and -5.9% respectively and a negative relationship with all the classic variables used to measure global herds productivity. At the same time, the effects of thermal stress depress PDL by -13.4%. It was found that for every 1% increase in VO, the PDL of the herd increases by +2.2%. **Conclusions:** Antagonism was found between reproductive performance, milk production and heat stress; It is suggested to apply these statistical procedures to identify the limiting factors of the overall productivity of dairy herds.

Keywords: Climatic stress, dairy herds, milk production; reproductive behavior (*Source: AGROVOC*)

INTRODUCCIÓN

Para atenuar la problemática de la producción lechera en Cuba se ha generalizado el criterio de que aumentando la producción diaria de leche por vaca (PLV) puede ser una vía para mejorar la actividad. Sin embargo, mayor PLV puede ser una condición necesaria pero no suficiente en un sistema de producción de bajos insumos, como el que caracteriza la actividad de la ganadería del país. La PLV es el resultado de la interacción de múltiples factores ligados al fisiologismo de la vaca, al ambiente que la rodea y al factor humano que trata de obtener el producto final. Cuando se estudian los datos de PLV mediante un enfoque analítico individual, se identifican múltiples causas que afectan sus resultados, como son las variaciones ambientales (año, época de parto, rebaño, etc) y genéticas (varianzas y covarianzas entre rasgos de interés económico), lo cual posibilita incidir para favorecer o no aquellos factores con efectos positivos o negativos. Sin embargo, cuando se considera el conjunto de los animales del rebaño todos estos efectos actúan de conjunto y se superponen unos a otros, de manera que se requiere aplicar otros análisis para explicar los resultados y optimizar el proceso con vistas a incrementar la PLV de todas las vacas presentes en el rebaño.

En este escenario se introduce el componente de la estructura de la población de vacas, diferenciando aquellas que tienen un aporte directo al volumen de leche total (PLT), es decir el número de vacas en ordeño (NVO), área total disponible para el total de vacas en el rebaño (NTV), para lo que se requiere de un enfoque multivariado del tipo de componentes principales

(ACP) que permita extraer el máximo de la estructura de (co)varianza entre las variables originales (Hair *et al.*, 2009). Un procedimiento similar se aplicó a datos de algunas empresas en las condiciones de Cuba, en la producción de leche (Torres *et al.*, 2008; Martínez-Melo *et al.*, 2011) y el comportamiento reproductivo (Bertot Valdés *et al.*, 2008).

Esas investigaciones no consideraron el impacto de los efectos de estrés térmico en la producción animal aun cuando existe consenso sobre los mismos. Al respecto, durante el año 2022, la temperatura media anual superó a la media histórica del periodo 1961 - 1990 (25,5°C) en 0,88°C (Fonseca *et al.*, 2023), lo que puede inducir efectos depresivos adicionales al ganado lechero cuyas primeras evidencias fueron publicadas por Domínguez *et al.* (2015) que mostraron una correlación de -0.72 entre un índice combinado de temperatura y humedad (ITH) y la producción diaria de leche en la provincia Habana.

En este trabajo se aplicará un procedimiento analítico sobre la productividad del conjunto de los animales del rebaño lechero para evaluar sus resultados en el comportamiento productivo, reproductivo y el efecto del ITH.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos disponibles corresponden a 30 rebaños lecheros de una empresa al sur de Pinar del Río, con animales Siboney de Cuba entre enero del 2014 a diciembre del 2018. Se tuvieron en consideración los siguientes indicadores:

Numero de vacas totales (NVT) = total de vacas presentes en el rebaño en cada mes.

Por ciento de vacas en ordeño (PVO) = (número de vacas en ordeño/número de vacas totales) *100.

Carga (CA) = NVT/área total del rebaño. Estos datos se agruparon en tres categorías (baja con menos de 0,9 animal/ha, media entre 0,9 y 1,1 animales/ha y alta para más de 1,1 animales/ha. Producción mensual total de leche (PMTL) = Suma de la producción diaria del total de vacas en ordeño en cada mes natural.

Producción leche diaria (PDL) = PMTL/número de días naturales del mes.

Producción mensual de leche por hectárea (PMLH) = PMTL/área total del rebaño.

Al mismo tiempo, para evaluar la actividad reproductiva mensual de cada rebaño, se dispuso del número de inseminaciones y de gestaciones realizadas. Esta empresa se encuentra a 5 km de una estación meteorológica oficial, que facilitó los promedios mensuales de humedad relativa (HR) y temperatura (T) máxima, mínima y media, las cuales se combinaron en un índice ITH de acuerdo con NRC (1971):

$$ITH = [(1.8 \times T + 32) - (0.55 + (0.0055 \times HR) \times (1.8 \times T - 26))]$$

Donde T y HR fueron definidas previamente.

Para el análisis de estos datos se aplicaron varios modelos lineales mixtos ponderando cada registro por el número de vacas totales y considerando efectos aleatorios de vaquería (30 clases) y

los efectos fijos de carga (3 clases); año (5 clases); mes (12 clases) y nivel de ITH (12 clases) así como sus interacciones, con vistas a representar las curvas de respuesta de las variables dependientes a lo largo del tiempo y del nivel de ambiente representado por ITH.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1, presenta los indicadores generales de las variables estudiadas.

Tabla 1. Información general de estructura y productividad de 30 rebaños lecheros en Pinar del Río (entre paréntesis amplitud del indicador).

| Indicador | Constante mínimo cuadrática |
|---|-----------------------------|
| Número total de vacas por vaquerías | 127,1 (43 a 212) |
| Número de vacas en ordeño | 54,1 (13 a 118) |
| Por ciento de vacas en ordeño (PVO) | 42,8 (13,9 a 97,5) |
| Número de hectáreas por vaquerías | 125,3 (86,6 a 161,1) |
| Carga (UGM/ha) | 1,02 (0,7 a 1,8) |
| Producción de leche total mensual por vaquería (kg) | 11 985 (1 344 a 80 617). |
| Producción mensual total de leche (kg) | 394 (44 a 2 650) |
| Producción leche diaria (kg) | 6,8 (1,1 a 23,9) |
| Producción mensual de leche por hectárea (kg) | 94,6 (12,4 a 594,1) |
| Número total de inseminaciones mensuales | 16,2 (1 a 54) |
| Número total de gestaciones mensuales | 6,5 (1 a 29) |
| Temperatura media °C | 25,3 (21 a 28) |
| Humedad media (%) | 79,9 (71 a 87) |
| ITH | 83,7 (77 a 89) |

Al analizar globalmente las constantes mínimas cuadráticas de las variables dependientes (Tabla 1), contiene mucha información redundante, la cual es necesario estudiar para identificar la intensidad y dirección de algunos factores comunes que describen las variaciones en la forma de expresión de la productividad total de los rebaños.

Los análisis mostraron diferencias altamente significativas ($p < 0.001$) para todas las variables estudiadas, los coeficientes de determinación de los modelos oscilaron entre 79% a 83% para aquellos eventos ligados a la producción láctea y entre 31% a 37% para los reproductivos. Se evidenció una tendencia negativa en los resultados de productividad promedio, así como de la estructura de la población de vacas e indicadores reproductivos (Tabla 2).

Tabla 2. Efecto del año sobre las variables estudiadas*.

| Año | Producción de leche (kg) | | | | | Reproducción | | |
|---------------|--------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|------------------|
| | Vaca/día | Total/día | Total/mes | Por ha | Total | En ordeño (%) | IA | Gestaciones |
| 2014 | 7,73 ^a | 461,8 ^a | 14 050 ^a | 124,7 ^a | 134,1 ^a | 50,36 ^a | 16,5 ^a | 6,7 ^a |
| 2015 | 6,57 ^b | 396,5 ^c | 12 063 ^b | 98,5 ^b | 134,1 ^a | 45,60 ^a | 14,3 ^b | 6,2 ^a |
| 2016 | 7,46 ^a | 501,8 ^b | 15 267 ^a | 110,6 ^a | 132,6 ^a | 41,49 ^b | 22,1 ^c | 7,2 ^b |
| 2017 | 6,75 ^b | 380,9 ^c | 11 589 ^c | 92,3 ^b | 120,1 ^b | 43,31 ^c | 13,6 ^b | 4,9 ^c |
| 2018 | 6,49 ^b | 326,4 ^d | 9 930 ^d | 76,0 ^c | 111,9 ^c | 41,41 ^b | 13,2 ^b | 6,3 ^a |
| Respuesta (%) | -15,9 | -29,3 | -29,3 | -39,1 | -17,8 | -17,2 | -20,0 | -5,9 |

*Valores con subíndices diferentes difieren significativamente ($p < 0.001$).

En las figuras 1 y 2 se presenta las constantes mínimas cuadráticas de los efectos del ITH sobre la PDL y el porcentaje de vacas en ordeño. En general estas dos figuras representan las típicas curvas estacionales que caracteriza la producción animal en países tropicales, con sistemas de producción de bajos insumos, donde se superponen la época de mayor calor del verano, mayores precipitaciones, mayor cantidad de pastos disponibles, y el aumento de la producción de leche.

Los resultados indicaron que los mayores valores de ITH, entre los meses de mayo a agosto, corresponden con las mayores producciones de leche/día.

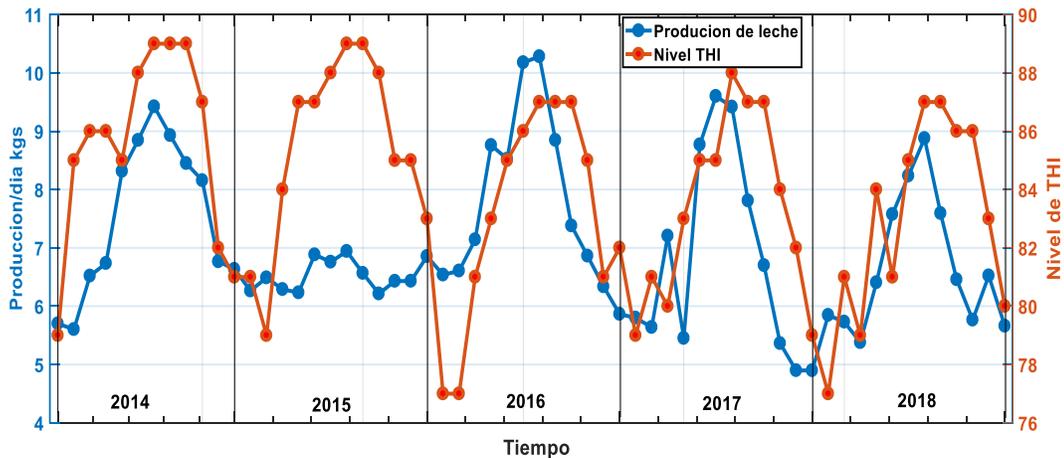


Figura 1. Efectos del nivel de ITH sobre la producción de leche diaria.

Las relaciones entre el porcentaje de vacas en ordeño y nivel de ITH manifiestan un deterioro marcado en todo el periodo de tiempo no obstante la forma de respuesta es muy similar a PDL.

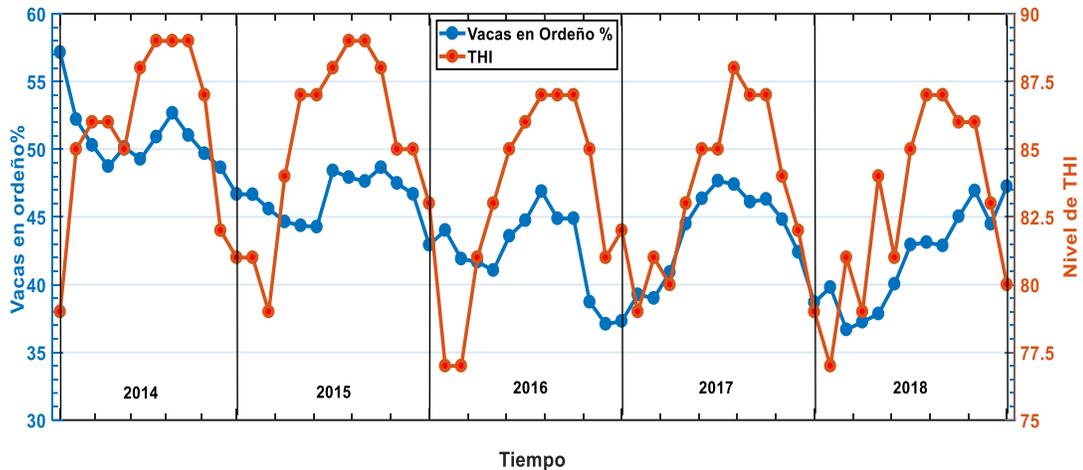


Figura 2. Valores de ITH y porcentaje de vacas en ordeño.

Es obvio que se debe aprovechar esta realidad y en tal sentido existen investigaciones, que recomiendan la utilización de un sistema de época de partos, cuyos beneficios se verán reflejados en incrementos productivos de los rebaños lecheros en Cuba (Soto Senra *et al.*, 2020; Horrach Junco *et al.*, 2020). Aun cuando esta alternativa puede producir importantes beneficios productivos y económicos, no está exenta de algunos riesgos a mediano plazo, que deben tomarse en consideración en especial durante la época de verano, debido a stress calórico (Valdivia-Cruz, *et al.*, 2021; Enríquez y Álvarez, 2020). Las afectaciones en la producción de leche a causa del estrés térmico son coherentes con las evidencias en otras regiones de Latinoamérica, en rebaños Holstein de Brasil (Menéndez-Buxadera *et al.*, 2020), Panamá (Guerra *et al.*, 2019) y Perú (Menendez-Buxadera *et al.*, 2022; Galván *et al.*, 2023). En relación con los efectos del estrés térmico en la actividad reproductiva del ganado bovino, se han indicado iguales tendencias por Silva *et al.* (2023); Stefanska *et al.* (2024).

Existen argumentos razonables que puede indicar confusión en la interpretación de esta relación ambiental de mayor nivel de PDL y los meses más calurosos del verano, debido a algún tipo de comportamiento compensatorio que se expresa parcialmente en los niveles de producción de leche. Para tener una visión preliminar y muy parcial de esta interrogante, a partir de los datos disponibles, se estimaron las constantes mínimas cuadráticas de los efectos de la interacción carga-ITH sobre PDL, ajustada por efectos de vaquerías (aleatorio) y año-mes (coeficiente de determinación del modelo $R^2=75,4\%$), los resultados se muestran en la figura 3.

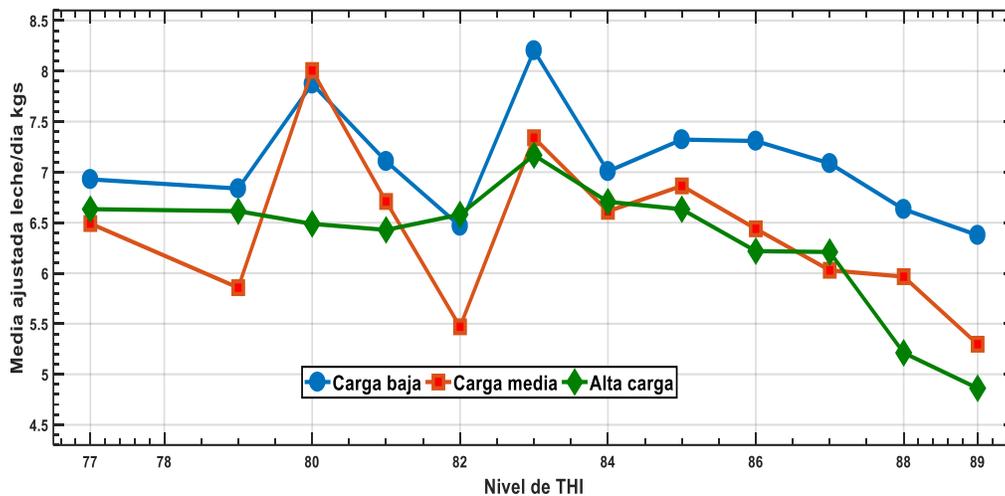


Figura 3. Efecto de la interacción carga-ITH sobre la producción diaria de leche.

Estos resultados indicaron que existe una zona de confort a $ITH \leq 83$ dentro de la cual la PDL presenta algunas altas y bajas, aunque la respuesta global es bastante estable, de manera que prácticamente pueden considerarse nulos los efectos de ITH. Sin embargo, a partir de $ITH=83$ se produce un cambio brusco de tendencia en las tres cargas y comienza una zona de estrés calórico donde la curva de respuesta fue francamente negativa hasta $ITH \leq 89$. El potencial de pérdidas en producción de leche de cada vaquería se puede estimar aplicando el mismo enfoque que originalmente desarrollaron Ravagnolo y Misztal (2000) con el denominado modelo de línea discontinua (broken line model). Estos autores sugirieron expresar los resultados como desviación (**d**) del nivel del punto de cambio de tendencia, en nuestro caso a $ITH=83$:

$$\begin{aligned} \mathbf{d} &= 0 \text{ para } ITH \leq 83 \text{ zona de confort} \\ \mathbf{d} &= ITH - 83 \text{ zona de estrés térmico} \end{aligned}$$

En este estudio **d** toma valores entre 0 y 6 y el análisis de regresión mostró que $\mathbf{d} = -0,152 \pm 0,027/\text{kg}$ por cada nivel de ITH (R^2 del modelo=87,2%), estimado muy cercano al $-0,2\text{kg}/ITH$ publicado por Ravagnolo *et al.* (2000) con una numerosa base de datos individuales de animales Holstein en los Estados Unidos. Se debe considerar que este efecto negativo es multiplicativo, de manera que las pérdidas globales ligadas al estrés por calor se pueden inferir si se considera que, en la base de datos 56,1% de los resultados se obtienen durante esta zona de estrés térmico. A nivel de vaquería el impacto total equivale a $6 \times -0,152 = -0,912 \text{ kg}$ lo cual representa una pérdida de -13,4% de la producción diaria de leche por vaca (Tabla 1).

Lo expuesto implica que aun cuando se trate de un análisis global, el antagonismo entre estrés térmico y producción de leche es un efecto real y como tal debe tomarse en cuenta. Para

identificar la importancia de PVO sobre los niveles de producción de leche se utilizó un modelo lineal mixto similar al descrito previamente al que se incorporó esta variable como covariable fija. Los coeficientes de determinación de estos modelos oscilaron entre 79% para PLV a cerca del 82% para PLH y PVT; los resultados indicaron que por cada 1% de aumento de las vacas en ordeño se incrementa la producción de leche por vaca (+4,6%) y la producción total de leche en +2,2%, estimados muy semejantes al alcanzado dos décadas atrás en 19 unidades lecheras de la provincia Habana (Menéndez-Buxadera *et al.*, 2004).

CONCLUSIONES

Se encontró antagonismo entre comportamiento reproductivo, producción de leche y estrés térmico; se sugiere aplicar estos procedimientos estadísticos para identificar los factores limitantes de la productividad global de los rebaños lecheros.

REFERENCIAS

- Bertot Valdés, J. A., Vázquez Montes de Oca, R., de Armas de la Rosa, R., Garay Durba, M., Avilés Balmaseda, R., Tejeda del Risco, E., Loyola Oriyés, C., & Honrach Junco, M. (2008). Determinación de las variables más representativas para la organización y el control de la reproducción en sistemas vacunos lecheros. *Revista de Producción Animal*, 20(1). 65-71.
https://www.academia.edu/download/46365941/Variables_mas_representativas_para_la_organizacion_y_el_control_de_la_reproduccion.pdf
- Domínguez, A. M., Morales, Y., & Sánchez, J. A. (2015). Influencia del índice temperatura-humedad sobre la producción de leche por época del año en vacas. En Memorias de V Congreso de Producción Animal Tropical. Mayabeque, Cuba: Instituto de Ciencia Animal. https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos_7_de_Mayo_2020
- Enríquez, A. V. & Álvarez, A. (2020). Caracterización del índice de temperatura y humedad y el estrés calórico en el ganado bovino de leche en dos lecherías en la provincia Mayabeque, Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54(1).
<http://cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/942Adan/publication/346938753.f>
- Fonseca Rivera, C., Martínez Alvarez, M., González, M. H., Pérez Suárez, R., Velazquez Saldívar, B., Valderá Figueredo, N., González García, I., Cutié Cancino, V., Vázquez Montenegro, R., Cruz Estopiñan, E. V., Mitrani Arenal, I., Hidalgo Mayo, A., Cabrales Infante, J., Lapinel Pedroso, B., Marzo Lobaina, O., & Ríos Ortega, Y. (2023). Estado del Clima en Cuba 2022. Resumen ampliado. *Revista Cubana de Meteorología*, 29.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2664-08802023000100010&script=sci_abstract
- Galván Cavero, G. A., Menendez-Buxadera, A., More Montoya, M. J., & Gutiérrez Reynoso, G. A. (2023). Impacto de los efectos climáticos sobre la producción de leche de ganado

- Holstein en Lima, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 34(5), e23388. <https://doi.org/10.15381/rivep.v34i5.23388>
- Guerra Montenegro, R., Hernández Rodríguez, A., & Menéndez-Buxadera, A. (2019). Componentes de varianza genética para producción de leche y tolerancia a cambios de temperatura ambiental en vacas Holstein en Chiriquí, Panamá. *Livestock Research for Rural Development*. 30(12). <https://www.researchgate.net/publication/329451337>.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2009). Multivariate data analysis. 7th edition, Prentice Hall, Upper Sadde River, NJ, USA.
- Horrach Junco, M. N., Bertot Valdés, J. A., Vázquez Montes de Oca, R., & Garay Durba, M. (2020). Eficiencia reproductiva de sistemas vacunos en inseminación artificial. Tendencias actuales y perspectivas. *Revista de Producción Animal*, 32(3), 70-78. <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e3592>
- Martínez-Melo, J., Jordán, H., Torres, V., Guevara, G., Hernández, N, Brunett, L. Fontes, D., Mazorra, C., Lezcano, Y & Cubillas, N. (2011). Classification of dairy units belonging to the Basic Units of Cooperative Production in Ciego de Avila, Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 45(4), 373-377. <http://cjasience.com/index.php/CJAS/article/view/96>
- Menéndez-Buxadera A., Caunedo Sibori, J., & Fernández Santibáñez, M. (2004). Relación entre el por ciento de vacas en ordeño y la producción láctea total del rebaño. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 38(4), 361-367. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017793003>
- Menéndez-Buxadera, A., Montoya, M. M., Gutiérrez-Reynoso, G., & Cavero, G. G. (2022). Interacción genotipo ambiente en estrés térmico y producción de leche en vacas Holstein en la región de Lima, Perú. En *Anales Científicos*, 83(2), 160-174. <https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/1902>
- Menéndez-Buxadera, A., Pereira, R. J., El Faro, L., & Santana Jr, M. L. (2020). Genotype by environment interaction due to heat stress during gestation and postpartum for milk production of Holstein cattle. *Animal*, 14(10), 2014-2022. <https://doi.org/10.1017/S1751731120001068>
- National Research Council (NRC) 1971. A guide to environmental research on animals. National Academy Press, Washington, DC, USA.
- Ravagnolo, O., & Misztal, I., (2000). Genetic component of heat stress in dairy cattle, parameter estimation. *Journal of Dairy Science*, 83, 2126–2130. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75095-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75095-8)

- Ravagnolo O., Misztal, I., & Hoogenboom, G. (2000). Genetic component of heat stress in dairy cattle, development of heat index function. *Journal of Dairy Science*, 83, 2120–2125. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75094-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75094-6)
- Silva, W. C. D., Silva, J. A. R. D., Camargo-Júnior, R. N. C., Silva, É. B. R. D., Santos, M. R. P. D., Viana, R. B., Silva, A. G. M. Silva, C. M. G., & Lourenço-Júnior, J. D. B. (2023). Animal welfare and effects of per-female stress on male and cattle reproduction-A review. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1083469. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1083469>
- Soto Senra, S. A., Guevara Viera, R. V., & Guevara Viera, G. E. (2020). Uso estratégico de la base forrajera en la producción estacional de leche bovina en la zona centro-oriental de Cuba. *Revista de Producción Animal*, 32(3), 120-132. <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e3668>
- Stefanska, B., Sobolewska, P., Fievez, V., Pruszyńska-Oszmałek, E., Purwin, C., & Nowak, W. (2024). The effect of heat stress on performance, fertility, and adipokines involved in regulating systemic immune response during lipolysis of early lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 107(4), 2111-2128. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23804>
- Torres, V., Ramos, N., Lizazo, D., Monteagudo, F., & Noda, A. (2008). Statistical model for measuring the impact of innovation or technology transfer in agriculture. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 42(2), 131-137. <http://www.ciencia-animal.org/cuban-journal-of-agricultural-science/articles/V42-N2-Y2008-P131-V-Torres.pdf>
- Valdivia-Cruz, J. C., Reyes-González, J. J., & Valdés-Paneque, G. R. (2021). Effect of temperature and humidity index (THI) on the physiological responses of grazing dairy cows. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 5(1), 21. <https://www.academia.edu/download/87564461/2079-3480-cjas-55-01-21.pdf>

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Concepción y diseño de la investigación: SGP, AMB; análisis e interpretación de los datos: SGP, AM, MST, AMB; REDACCIÓN DEL ARTÍCULO: SGP, AMB, AM, MST.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflicto de intereses.