



Original

Caracterización climática de la EPG “Manuel Fajardo” y su relación con las pruebas de comportamiento en ganado Criollo cubano

Climatic Characterization of “Manuel Fajardo” Livestock Company, and its Relation to Performance Tests in Cuban Creole Cattle

Marco Antonio Suárez Tronco ^{1*} y ² <https://orcid.org/0000-0002-8040-6603>,

Manuel Rodríguez Castro ² <https://orcid.org/0000-0003-0370-5623>

Yusel Cos Domínguez ³ <https://orcid.org/0000-0001-6020-5970>

Yudith Lamothe Crespo ² <https://orcid.org/0000-0003-2937-878X>

María del Carmen Guerra Rojas ² <https://orcid.org/0003-2727-9702>

María Segunda Martínez Gutiérrez ² <https://orcid.org/0000-0002-9522-4263>

¹ Universidad Agraria de La Habana (UNAH), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

² Centro de Investigaciones para el Mejoramiento Animal de la Ganadería Tropical (CIMAGT), La Habana, Cuba.

³ Universidad de Granma (UG), Bayamo, Granma, Cuba.

Como citar (APA)

Suárez Tronco, M., Rodríguez Castro, M., Cos Domínguez, Y., Lamothe Crespo, Y., Guerra Rojas, M., & Martínez Gutiérrez, M. (2021). Caracterización climática de la EPG “Manuel Fajardo” y su relación con las pruebas de comportamiento en ganado Criollo cubano. *Revista de Producción Animal*, 33(1). <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e3591>



©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.

* Autor para la correspondencia (email): marco@unah.edu.cu; marcost@cima-minag.cu

RESUMEN

Antecedentes: Las estrategias de desarrollo agropecuario deben estar respaldadas por el conocimiento de las características agrometeorológicas que es un factor determinante en los procesos productivos.

Objetivo. Analizar las condiciones climáticas en la Empresa Pecuaria Genética que tiene el principal rebaño de ganado Criollo cubano y su posible relación con el desenvolvimiento en pruebas de comportamiento.

Métodos: Se dispuso de la información de 1 375 animales que realizaron su prueba durante el periodo 1982-2015 después que la base fue depurada. El peso final se ajustó a 540 días (PFA) y se dispuso también de la ganancia media diaria (GMD) y el peso por edad (PPE). Se contó con los registros mensuales de la temperatura mínima (Tmin), media (Tmed) en °C, humedad relativa (HR) en % y se generó el índice temperatura-humedad (ITH). Mediante análisis de varianza y ecuaciones de regresión se analizó el comportamiento de las variables climáticas por mes y año, el comportamiento del PFA, GMD y PPE a través del tiempo y sus relaciones con las variables climáticas.

Resultados: Las medias generales y las desviaciones estándar fueron: $19,19 \pm 0,87$ °C; $24,51 \pm 0,63$ °C; $78,64 \pm 2,66$ %; $74,23 \pm 0,99$ para Tmin, Tmed, HR e ITH, respectivamente. Todas las variables estuvieron influidas ($P \leq 0,001$) por el mes y año de inicio de las PC y las medias para la prueba: $334,43 \pm 39,59$ kg; $494,21 \pm 107,81$ g/día; $610,90 \pm 77,25$ g/día para PFA, GMD y PPE, respectivamente. Todas las variables fueron afectadas ($P \leq 0,001$) por el mes, año de inicio y el ITH. Las ecuaciones de regresión más precisas con $R^2 > 94\%$ fueron entre PFA-ITH y PPE-ITH.

Conclusiones: Hay una tendencia clara a un empeoramiento de las condiciones climáticas a través del tiempo, así como los indicadores de las PC. Estas se desarrollan bajo condiciones de alerta climática resultando solo favorables cuando se iniciaron en el primer trimestre del año y diciembre.

Palabras clave: Criollo cubano, pruebas de comportamiento, variables climáticas (*Fuente: DeCS*)

ABSTRACT

Background: The strategies for cattle production development should rely on information of agro-meteorological characteristics, which determines production processes. The aim was to analyze the climatic conditions at the Genetic Livestock Company, home to the largest herd of Cuban Creole cattle, and its possible relation to the outcome of performance tests.

Methods: The information available about 1 375 animals tested during the 1982-2015 period was used. The final weight was adjusted to 540 days (AFW). The mean daily gain (MDG) and weight by age (WBA) were included. The monthly records of minimum temperatures (Tmin), medium temperatures (Tmid), relative humidity (RH) % were also available for the study. The temperature-humidity index (THI) was generated as well. Monthly and yearly analysis of variance and regression equations were performed to analyze the behavior of the climatic

variables per year and month, the behavior of AFW, MDG, and WBA throughout time, and their relations with the climatic variables.

Results: The general means were, 19.19 ± 0.87 °C; 24.51 ± 0.63 °C; 78.64 ± 2.66 %; 74.23 ± 0.99 for Tmin, Tmid, RH, and THI, respectively. All the variables were influenced ($P \leq 0.001$) by start month and year of PT, and the means for the tests. 334.43 ± 39.59 kg; 494.21 ± 107.81 g/day; 610.90 ± 77.25 g/day for AFW, MDG, and WBA, respectively. All the variables were affected ($P \leq 0.001$) by the start month and year, and the HTI. The most accurate regression equations with $R^2 > 94\%$ were observed between AFW-HTI and WBA-HTI.

Conclusions: A clear trend was observed toward a worsening of climatic conditions and the PT indicators throughout time. They are developed under conditions of climatic alert, and were favorable only when they were initiated in the first quarter of the year, and December.

Keywords: Cuban Creole, performance tests, climatic variables (*Source: DeCS*)

Recibido: 7/7/2020

Aceptado: 10/10/2020

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es un fenómeno global y uno de los problemas socioeconómicos más importantes en la agenda internacional y existe un renovado interés en los efectos del stress de calor en la productividad ganadera derivado de este fenómeno y se espera un incremento de las temperaturas y la frecuencia de eventos climáticos extremos.

Las estrategias de desarrollo agropecuario deben estar respaldadas por el profundo conocimiento de las características agrometeorológicas de las áreas seleccionadas, lo cual es un factor determinante debido a la vinculación que el propio proceso productivo tiene con las mismas (Domínguez-Hurtado, Moya-Álvarez y Estrada-Moreno, 2010).

Los estudios en este sentido han sido mucho más numerosos y completos en ganado bovino productor de leche y escasean los resultados referentes a la producción de carne y específicamente en las razas criollas, partiendo quizás del hecho que por considerarse adaptadas al ambiente tropical no son tan necesarios estos estudios.

Los ambientes tropicales ofrecen ventajas y desventajas para la producción animal; dentro de los aspectos positivos se menciona que la precipitación alta y la duración solar diaria casi constante, favorecen la producción de forraje durante gran parte del año. En cambio, las desventajas están asociadas a: la proliferación de parásitos internos y externos (Jiménez *et al.*, 2007); las enfermedades (White *et al.*, 2003); los contenidos altos de pared celular en los forrajes que favorecen la producción de calor interno (Sánchez, Villareal y Soto, 2000; Arieli *et al.*, 2004); y

las temperaturas y humedad relativa altas, que conducen a una situación de estrés calórico afectando la expresión del potencial genético al comprometerse su bienestar (Kadzere *et al.*, 2006).

En los últimos años se pueden resumir una serie de trabajos que han incidido en esta temática, pero casi siempre en producción de leche, tales como: Hernández *et al.* (2007) en Criollo Lechero Tropical en México, Bohlouli *et al.* (2013) con Holstein en Irán, Carabaño *et al.* (2015 a,b), con Holstein en Europa, Polsky y von Keyserlingk (2017) en una revisión bibliográfica, Guerra Montenegro *et al.* (2018) en Panamá, y Cheruiyot *et al.* (2019) en Holstein en Australia y en pequeños rumiantes encontramos que Menéndez-Buxadera *et al.* (2012) trabajando con las razas Murciano-Granadina y Payoya en España analizaron el estrés de calor a través de la producción de leche en el día de control y el índice temperatura-humedad y Hammami *et al.* (2014) consideran los estudios sobre stress de calor como una característica nueva que debe ser tomada en cuenta en los planes de mejoramiento genético.

Por tal motivo el objetivo de este trabajo fue analizar las condiciones climáticas en la Empresa Pecuaria Genética que tiene el principal rebaño de ganado Criollo cubano y su posible relación con su desenvolvimiento en pruebas de comportamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en la Unidad Empresarial de Base “Cupeycito”. La entidad se encuentra localizada en el cuadrante 88 147 04 de la Empresa de Genética y Cría Comandante “Manuel Fajardo” del municipio Jiguaní, en la provincia Granma. La misma limita al norte con la Granja # 2 San José del Retiro, al sur con la Carretera Central, al este con el poblado de Turcios Lima y al oeste con el Río Cautillo.

La mayor parte del área de pastoreo, está compuesta de pastos naturalizados (982,3 ha), los que representan el 98,3 % del total. Las áreas forrajeras representan solo el 4,4 % del área agrícola total, que unido a las sequías cada vez más intensas, pueden resultar insuficientes para garantizar las necesidades alimenticias de los rebaños en el periodo poco lluvioso, donde se produce una reducción considerable en el rendimiento de los pastos. Entre las limitantes encontramos el mal drenaje, que va desde medio a muy fuerte y ocupa del 38,64 al 44,67 % de la superficie agrícola y la salinidad que representa el 12,38 % del área total. Solo el 4,31 % del área no tiene limitaciones (Benítez *et al.* (2002).

La regionalización climática del área estudiada se clasifica como tipo II subtipo 6, que se define como: Llanura y alturas con humedecimiento estacional relativamente estable, alta evaporación y altas temperaturas.

Se dispuso de la información de 1 534 animales que realizaron su prueba de comportamiento durante el periodo 1982-2017. La base fue depurada eliminando todos aquellos animales que no

tenían sus registros completos y que además la información no era confiable resultando al final 1 375 animales del periodo 1982-2015.

El peso se ajustó a los 18 meses de edad (540 días) de conformidad con la siguiente formula:

$$PA_{18} = \left(\frac{P_{18} - PA}{IPA - P_{18}} \right) \times 175 + PA$$

Donde:

PA=peso registrado al año

P18=peso registrado a los 18 meses

IPA-P18=intervalo en días desde la fecha en que se registró el peso al año hasta la fecha que se registra el peso a los 18 meses

Se elaboró el índice temperatura humedad (ITH) según lo planteado por Ravagnolo, Mistzal y Hoogenboom (2000).

$ITH = 0,81 \cdot Ta + (HR/100) \cdot (Ta - 14,4) + 46,4$, donde Ta es la temperatura ambiente media en °C y HR la humedad relativa media en %.

Los indicadores climáticos fueron obtenidos a partir de la información suministrada por la estación local de Contramaestre a partir de registros mensuales.

Se realizaron análisis de varianza por el procedimiento GLM del SAS para analizar la influencia sobre las variables climáticas: temperatura mínima y media (°C), humedad relativa (%) y el índice temperatura-humedad (ITH) del efecto mes y año de inicio en las pruebas de comportamiento mediante el modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + M_j + e_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} es la variable climática analizada (T_{min}, T_{med}, HR e ITH)

μ la media general común a todas las observaciones

A_i y M_j año y mes de inicio de la prueba de comportamiento, respectivamente.

e_{ijkl} es el efecto residual asociado a cada observación con media 0 y varianza σ²e

El ITH se dividió en 4 clases, de acuerdo a algunas clasificaciones de la literatura en: < 70 normal, 70-73 aceptable, 74-76 alerta y > 77 peligro.

También se hicieron análisis de varianza por el mismo procedimiento anterior para analizar el comportamiento en el tiempo de las pruebas de comportamiento, así como el ITH sobre el PFA, GMD y PPE mediante el modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_{li} + M_{Ij} + ITH_k + e_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} es el carácter analizado PFA, GMD y PPE

μ la media general común a todas las observaciones

A_{li} y M_{Ij} año y mes de inicio de la prueba de comportamiento, respectivamente.

ITH es el índice temperatura-humedad en clases, definidas anteriormente

e_{ijkl} es el efecto residual asociado a cada observación con media 0 y varianza $\sigma^2 e$

Se realizó la dócima de Tukey para detectar diferencias significativas entre las medias de aquellas fuentes de variación significativas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La influencia de las variables meteorológicas sobre el ganado vacuno ha sido analizada por varios autores. Así, algunos señalan a la radiación solar, la temperatura del aire y la velocidad del viento como las de mayor efecto sobre el estado térmico del cuerpo del animal (Kulicov y Rudnev, 1987). De ahí, que Khalifa (2003) considera que es indispensable una correcta descripción del medio (índices climáticos) para cualquier estimación de la capacidad de termorregulación y adaptación.

La temperatura y la humedad relativa también han sido utilizadas para estudiar su influencia sobre los parámetros de la curva de lactancia en ganado Brown Swiss en condiciones tropicales (Lucena, 2014) y sobre la producción de leche en el día de control (Contreras y Manrique, 2014), así como algunas respuestas fisiológicas al calor y la humedad sobre diferentes genotipos (Espinoza *et al.*, 2011).

En la **Tabla 1** aparecen los estadígrafos generales para las variables climáticas estudiadas.

Tabla 1. Variables climáticas estudiadas.

Variables	Media	± DS	CV (%)
Temperatura mínima (°C)	19,19	0,87	4,53
Temperatura media (°C)	24,51	0,63	2,55
Humedad relativa (%)	78,64	2,66	3,38
Índice temperatura-humedad	74,23	0,99	1,33

Los resultados obtenidos plantean coeficientes de variación relativamente bajos, presentándose las mayores variaciones para la temperatura mínima y la humedad relativa.

Con relación a la temperatura media del aire (24,51⁰C), Kulicov y Rudnev (1987) consideraron que para razas tropicales puede ser favorable, pero hay que tener en cuenta que las principales razas bovinas que se explotan en Cuba, aunque son cruzamientos nuevo raciales o razas más o menos adaptadas a nuestras condiciones tienen un componente de *Bos tauros* importante y la raza Criolla cubana cae en este grupo. Suárez *et al.* (2012) plantearon que la producción de carne de las razas bovinas europeas disminuye al someterlas a temperaturas constantes de aproximadamente 25°C. Los efectos se vuelven progresivamente más severos, con temperaturas entre los 29°C a 32°C. Para bovinos de razas cebuinas, bajo las condiciones ambientales del Valle del Sinú, Colombia, estos efectos se vuelven más rígidos para temperaturas mayores de 32°C.

La temperatura mínima resultó más baja que la reportada por Suárez Tronco *et al.*, (2018) para varias empresas pecuarias genéticas del país, la temperatura media es similar, pero la humedad relativa es más alta, y el ITH es similar.

El ITH de 74,23 cae en la clasificación de stress medio (Armstrong, 1994; De Rensis, García-Ispuerto y López-Gatius (2015) pero los valores puntuales deben ser tomados con cautela debido a las variaciones que se presentan en el año bajo condiciones tropicales. Las clasificaciones y definiciones varían entre los investigadores. Armstrong (1994) consideró que ITH < 71 se encuentra en zona de confort para vacas lecheras, de 72-79 provoca un stress medio, de 80-90 moderado y > 90 provoca un stress de calor severo. De Rensis *et al.* (2015) consideraron que ITH < 68 está fuera de la zona de peligro, signos medios de stress se observan entre 68-74 y ≥ 75 causa una disminución drástica del comportamiento productivo y aseveran que el ITH es el determinante principal para decisiones de manejo. Los resultados anteriores están aplicados principalmente para zonas templadas y no tropicales, así como para ganado lechero.

En la **Tabla 2** se resumen los resultados de los análisis de varianza para las 4 variables climáticas.

Tabla 2. Resultados generales de los análisis de varianza para las variables climáticas estudiadas.

Fuentes de variación	GL	Tmin	Tmed	HR	ITH
		Significación			
Año inicio	33	***	***	***	***
Mes inicio	11	***	***	***	***
R² (%)		84,40	86,98	66,03	88,36

Tmin=temperatura mínima; Tmed=temperatura media; HR=humedad relativa; ITH=índice temperatura-humedad. *** (P≤ 0,001) R²=coeficiente de determinación.

Caracterización climática de la EPG “Manuel Fajardo” y su relación con las pruebas de comportamiento en ganado Criollo cubano

El año y mes de inicio de la prueba de comportamiento resultaron altamente significativos ($P \leq 0,001$) para todas las variables climáticas y los coeficientes de determinación fueron relativamente altos, con la excepción de la HR explicando en buena medida que las variaciones de dichos indicadores dependen de los dos factores analizados y resultó más preciso para el ITH que es un índice complejo.

Para vacunos de razas tropicales se plantea por Kulicov y Rudnev (1987) que temperaturas del aire entre 16-24 °C es ideal y entre 24-27 °C se considera favorable, rango este último donde se encuentra la temperatura media.

En la **Fig.1** se puede apreciar una tendencia a incrementar la temperatura en esta localidad a través del tiempo y las ecuaciones de regresión lineales arrojaron un incremento de 0,05 °C/año y 0,02 °C/año para la temperatura mínima y media respectivamente (**Tabla 3**).

En bovinos de leche en Panamá se identificaron zonas de confort y de estrés a partir de la temperatura y se encontró antagonismo entre tolerancia al calor y producción de leche acumulada (Guerra Montenegro *et al.* 2018).

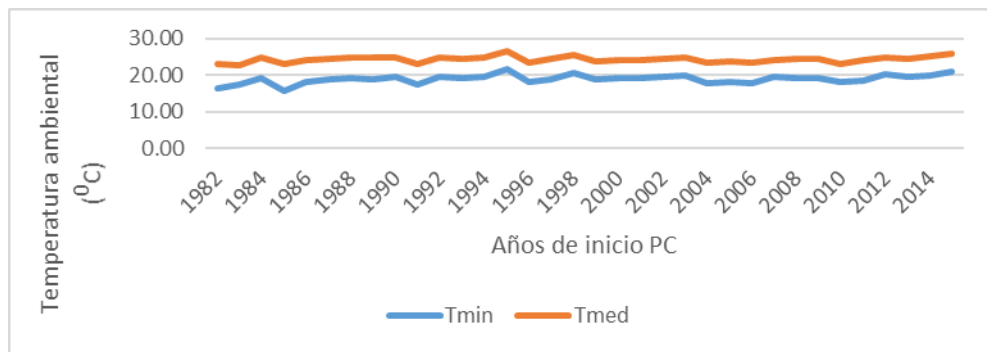


Fig.1: Variaciones de la temperatura media y mínima a través del tiempo en la EPG “Manuel Fajardo”.

La humedad relativa tuvo una ligera disminución y el ITH se incrementó ligeramente (0,02 unidades/año) como se puede apreciar en la **Fig.2**, aunque el coeficiente de determinación fue muy bajo. Como es de esperar debido al cambio climático el ambiente se torna cada vez más hostil para la ganadería.

Tabla 3. Ecuaciones de regresión obtenidas.

Variables	Ecuación	Tipo	R ² (%)
PFA-año	$Y = 0,2685X^2 - 12,506X + 450,78$	Polinómica	52,41
Tmin-año	$Y = 0,0505X + 18,113$	Lineal	17,44
Tmed-año	$Y = 0,0183X + 24,065$	Lineal	4,74
HR-año	$Y = -0,07744 + 80,058$	Lineal	11,42
ITH-año	$Y = 0,0204X + 73,68$	Lineal	2,19
GMD-año	$Y = 0,5632X^2 - 25,731X + 728,9$	Polinómica	37,07
PPE-año	$Y = 0,5601X^2 + 27,259X + 874,46$	Polinómica	59,73
PFA-ITH	$Y = -8,4508X + 359,6$	Lineal	95,68
GMD-ITH	$Y = -17,325X + 546,18$	Lineal	94,85
PPE-ITH	$Y = -22,724X + 679,95$	Lineal	89,00

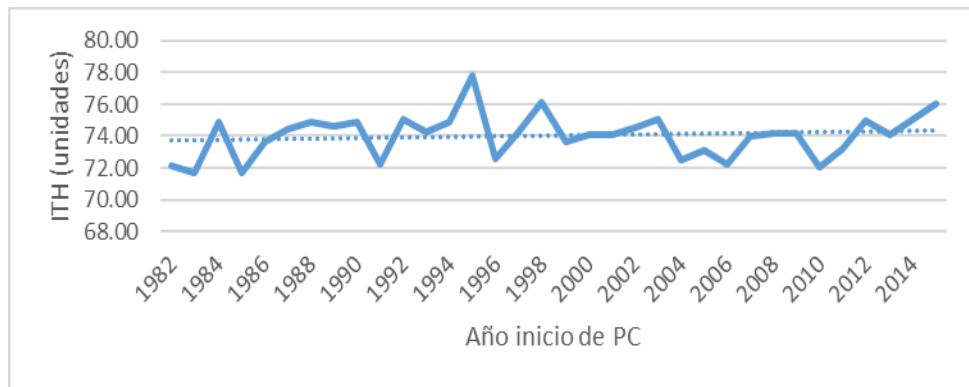


Fig.2: Variaciones del índice temperatura-humedad (ITH) a través de los años.

Aunque se obtuvieron todas las ecuaciones de regresión para las variables climáticas estudiadas (**Tabla 3**) solo presentamos en la **Fig.3** la referente al comportamiento del ITH a través de los meses, que se ajusta a una regresión polinómica con un alto coeficiente de determinación 89,11%. Se evidencia un comportamiento más favorable en los meses frescos llegando a 77,71 en agosto que no resulta nada bueno para los animales, independientemente que se trate de ganado Criollo cubano. Hernández *et al.* (2007) encontraron que el clima de la región tropical en México mostró una gran estabilidad en el periodo de estudio, así como una clara estacionalidad entre las épocas secas y de lluvias, con un índice de temperatura y humedad (ITH) diferente entre épocas, lo que se evidencia en la **Fig.3**.

En la **Tabla 4** aparecen los estadígrafos generales para evaluar las pruebas de comportamiento, donde hasta ahora el peso final es el criterio de selección principal para los machos.

La duración de la prueba estuvo alrededor de 11 meses con una variabilidad relativamente baja (9,27%) y con ganancias de peso también bajas (494 g/día). La relativa variabilidad reducida del peso final ajustado en prueba (11,84%) está afectada por el propio ajuste de los datos para hacerlos más comparables.

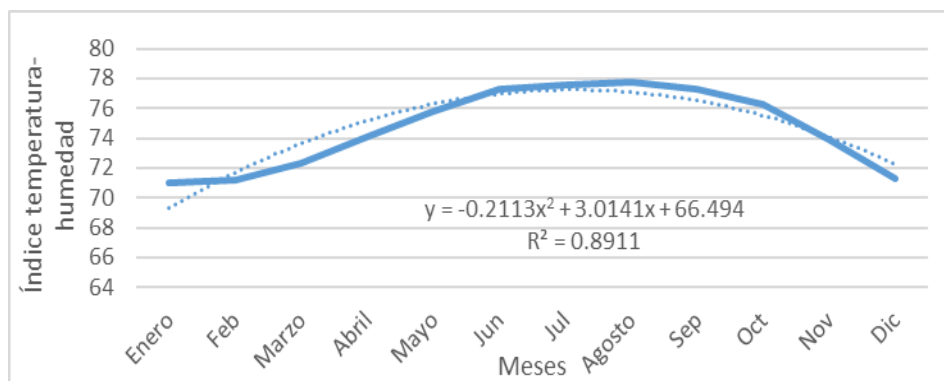


Fig.3: Variación del ITH por meses.

Tabla 4. Estadígrafos para medidas de ganancia y peso evaluadas en pruebas de comportamiento.

Variables	N	Media	± DS	CV (%)
Peso final ajustado (kg)	1 395	334,43	39,59	11,84
Ganancia media diaria (g/día)	1 395	494,21	107,81	21,81
Peso por edad (g/día)	1 395	610,90	77,25	12,64
Duración de la prueba (días)	1 395	322,89	29,93	9,27

En la **Tabla 5** aparecen resumidos los resultados de los análisis de varianza, donde se puede apreciar cómo las condiciones climáticas, dadas de forma general por el año y mes de inicio de la prueba de comportamiento y la influencia del ITH fueron todas significativas. El modelo más preciso de acuerdo con los coeficientes de determinación fue el PPE.

Tabla 5. Resultados de los análisis de varianza en las pruebas de comportamiento.

Fuentes de variación	GL	PFA	GMD	PPE
		Significación		
Año inicio	33	***	***	***
Mes inicio	11	***	***	***
ITH	3	**	**	**
R² (%)		65,24	59,83	69,49

En la **Fig.4** se observa la tendencia decreciente del peso final en prueba de comportamiento, lo que puede estar influido en alguna medida por el empeoramiento de las condiciones climáticas, pero también por otros posibles problemas relacionados con el desarrollo de las pruebas. La ecuación de regresión que mejor ajustó en este caso fue la polinómica con un coeficiente de determinación de 52,41% (Tabla 3). Arias, Mader y Escobar (2008), mencionan que estudios desarrollados en el oeste de Canadá utilizando datos acumulados de siete años durante el periodo invernal por Christison y Milligan (1974), indican que las variables climáticas, en general, y la temperatura promedio, en particular, afectan fundamentalmente la ganancia diaria de peso y la cantidad de megacalorías requeridas por cada kilogramo de peso ganado.

De forma similar en la figura 5 se puede observar la evolución de la ganancia media diaria y el peso por edad en las pruebas de comportamiento, lógicamente dos líneas paralelas y con tendencia decreciente, lo que está de acuerdo con la disminución del PFA en prueba. Las ecuaciones de regresión que mejor ajustaron fue la polinómica (**Tabla 3**).

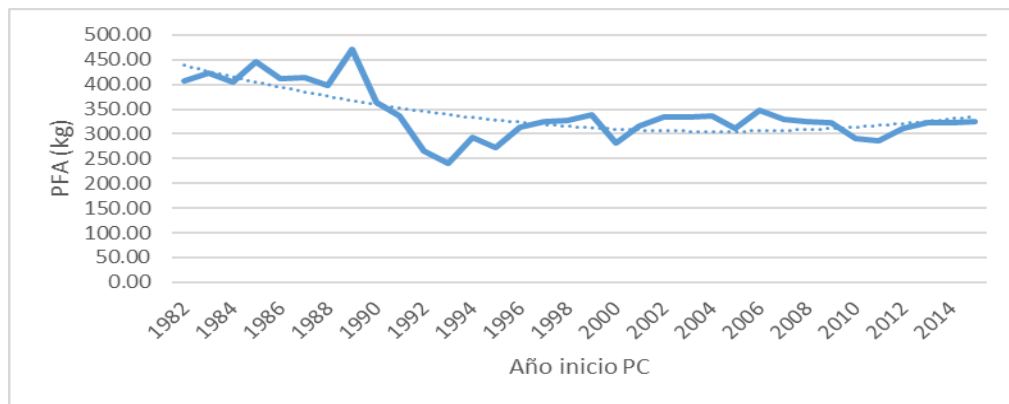


Fig.4: Variación del PFA a través de los años.

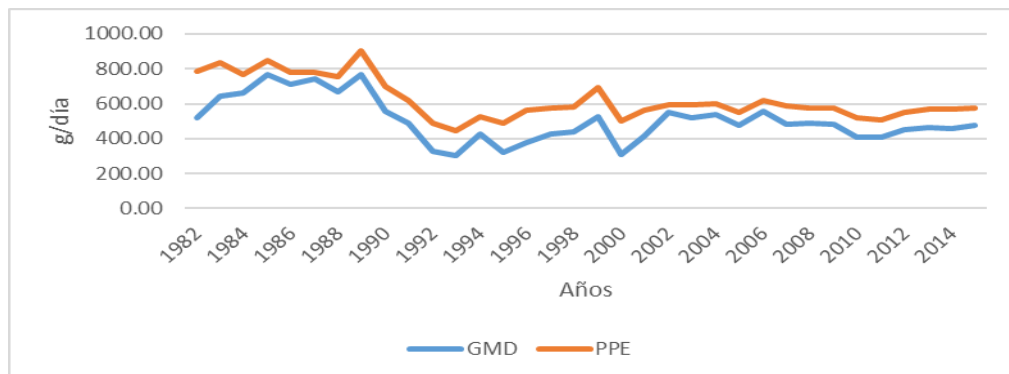


Fig.5.: Variaciones de la GMD y PPE a través de los años.

En la **Fig.6** aparece un resultado importante, desde el punto de vista que se observa una tendencia decreciente del PFA en la prueba de acuerdo al ITH en el año de inicio de la misma, lo que apoya en alguna medida los resultados presentados en la **Fig.4**. La ecuación de regresión fue la más precisa (**Tabla 3**) indicando una disminución de 8,45 kg en el peso por cada incremento en la clase de ITH. Las ecuaciones para GMD y PPE (**Tabla 3**) muestran un comportamiento similar y los 3 presentaron altos coeficientes de determinación.

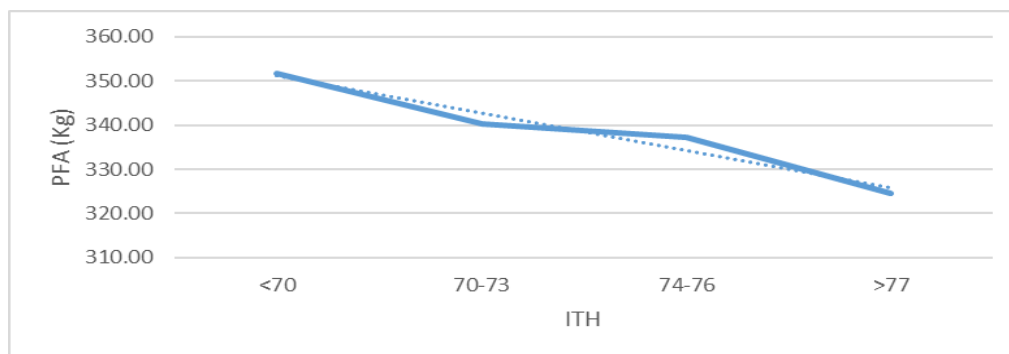


Fig.6: Comportamiento del PFA de acuerdo al ITH.

Hernández *et al.* (2007) demuestran que las vacas de la raza Criollo Lechero Tropical en las condiciones tropicales de México no son un grupo homogéneo ante el estrés por calor, y permiten establecer criterios para futuros programas de selección de esta raza, lo que parece también puede pasar en nuestro ganado Criollo cubano.

Carabaño *et al.* (2015a) concluyeron que en ganado lechero en varios países de Europa se puede considerar stress moderado a partir de un ITH de 72 o más, mientras que Mellado *et al.* (2013) en el norte de México (ambiente árido) plantearon que el aumento del ITH de 70-95 está asociado a una disminución de la tasa de concepción de 47% a 26% y Ouarfli y Chehma (2018) estudiaron la relación entre las variaciones del índice temperatura-humedad con la tasa de éxito a la primera inseminación en dos razas de vacas lecheras, Holstein y Montbeliarde en 112 fincas lecheras en el Sahara septentrional argelino desde 2010-2016. Los resultados obtenidos revelaron que valores de ITH por encima de 80 condujeron a una caída considerable de la eficiencia de la inseminación en primer servicio a menos de 50% con correlaciones negativas (-0,73 y -0,65) para Holstein y Montbeliarde, respectivamente. El análisis de los valores de ITH mensuales mostraron que el animal criado en esta región sahariana está expuesto a stress térmico durante los meses de abril-octubre, caracterizado por los valores de ITH que sobrepasan el valor crítico de 72, afectando negativamente el comportamiento productivo y reproductivo de bovinos lecheros en climas tropicales y subtropicales.

De acuerdo con estudios desarrollados por Benítez *et al.* (1998), en la cuenca baja del río Cauto, provincia de Las Tunas, en sentido general, las condiciones climáticas son adversas la mayor parte del año y durante varias horas al día para la implantación de sistemas ganaderos, a partir de razas especializadas, y los índices temperatura humedad presentan valores extremos durante casi todo el año. Una situación igualmente desfavorable describe Valdés *et al.* (2003) en los resultados obtenidos con la raza Siboney en la región del Valle del Cauto, donde señalan que la permanencia bajo condiciones climáticas (temperatura y humedad relativa) estresantes durante la mayor parte del año es un factor que, aunque no es determinante, sí tiene una marcada influencia en el inadecuado comportamiento reproductivo de la raza en esta región.

La actividad agropecuaria impone la necesidad de manejar eficientemente los recursos naturales, entre ellos el clima, y establecer estrategias que permitan la adaptación ante aquellos que resulten negativos para la producción.

CONCLUSIONES

Hay una tendencia clara a un ligero empeoramiento de las condiciones climáticas a través del tiempo lo que coincide con las predicciones del cambio climático.

Los indicadores de las pruebas de comportamiento se han deteriorado a través del tiempo.

Las pruebas de comportamiento se desarrollan la mayor parte del tiempo bajo condiciones de alerta resultando solo favorables el primer trimestre del año y diciembre.

REFERENCIAS

- Arias, R. A., Mader, T. L., & Escobar, P. C. (2008). Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Archivos de medicina veterinaria*, 40(1), 7-22. <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2008000100002>
- Arieli, A., Rubinstein, A., Moallem, U., Aharoni, Y., & Halachmi, I. (2004). The effect of fiber characteristics on thermoregulatory responses and feeding behavior of heat stressed cows. *Journal of Thermal Biology*, 29(7-8), 749-751. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2004.08.050>
- Armstrong, D. (1994). Heat stress interaction with shade and cooling. *Journal of dairy science*, 77(7), 2044-2050. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77149-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77149-6)
- Ramírez M., Díaz A., Margarita, A., & Guerra J. (1998). Adecuación del diseño del sistema de pastoreo racional a las características del Valle del Cauto y metodología para su aplicación en condiciones de bajos insumos. Informe de resultado. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Jorge Dimitrov, *Bayamo, Cuba*.
- Benítez, D., Ray, J., Torres, V., Ramírez, A., Viamontes, M. I., Tandrón, I., ... & Pérez, D. (2002). Factores determinantes en la eficiencia productiva de los rebaños de fincas ganaderas en sistemas de doble propósito en el Valle del Cauto (Granma), Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 36(3), 217-223. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193018103004>
- Bohlouli, M., Shodja, J., Alijani, S., & Eghbal, A. (2013). The relationship between temperature-humidity index and test-day milk yield of Iranian Holstein dairy cattle using random regression model. *Livestock Science*, 157(2-3), 414-420. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.09.005>
- Carabaño, M.J., Hammami, H., Logar, B., Ramón, M., Serradilla, J.M. (2015a). Knowledge and gaps in G*E interactions: will the current selection breeds still be the “best ones” in the future? ReColAct 2015 Workshop.
- Carabaño, M.J., Logar, B., Bormann, J., Minet, J., Vanrobays, M.L., Díaz, C., Tychon, B., Gengler, N., Hammami, H. (2015b). Modeling heat stress under different environmental conditions. *J. of Dairy Sci.* Vol 99 (5): 3798–3814. 2015b. DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-10212>

- Cheruiyot, E. K., Nguyen, T. T. T., Haile-Mariam, M., Cocks, B. G., Abdelsayed, M., & Pryce, J. E. (2020). Genotype-by-environment (temperature-humidity) interaction of milk production traits in Australian Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*, *103*(3), 2460-2476. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17609>
- Contreras, M.I., & Manríquez, E. A. (2014). Factores climáticos y su relación con la producción de leche del día de control en vacas Siboney. Tesis de Diploma. La Paz, Baja California Sur, México.
- Christison, G. I., & Milligan, J. D. (1974). A seven year study of winter performance of feedlot steers in western Canada. In *Proceeding of the International Livestock Environment Symposium* (pp. 296-300). University of Nebraska-Lincoln.
- De Rensis, F., Garcia-Ispuerto, I., & López-Gatius, F. (2015). Seasonal heat stress: Clinical implications and hormone treatments for the fertility of dairy cows. *Theriogenology*, *84*(5), 659-666. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.04.021>
- Domínguez-Hurtado, I. M., Moya-Álvarez, A. S., & Estrada-Moreno, A. (2010). Vigilancia agrometeorológica de condiciones ambientales para ganado vacuno. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas*, *2*(1), 13-19.
- Espinoza, J., Ortega, R., Palacios, A., & Guillén, A. (2011). Tolerancia al calor y humedad atmosférica de diferentes grupos raciales de ganado bovino. *Revista MVZ Córdoba*, *16*(1), 2302-2309. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3682264>
- Guerra Montenegro, R., Hernández Rodríguez, A., & Menéndez-Buxadera, A. (2018). Componentes de varianza genética para producción de leche y tolerancia a cambios de temperatura ambiental en vacas Holstein en Chiriquí, Panamá. *Development*, *30*, 12. <http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd30/12/rguerr30210.html>
- Hammami, H., Jérémie, V., Jesus, C. M., Betka, L., Jeanne, B., Carlo, B., & Nicolas, G. (2014). Strategies to combine novel traits across countries: example of heat stress. *Interbull Bulletin*, (48). <http://hdl.handle.net/2268/170325>
- Hernández, A., Cervantes, P., Salinas, V. M., García, R., Tejeda, A., Gallardo, F., & Álvarez, J. L. (2007). Respuesta al estrés por calor en la vaca criollo lechero tropical bajo un sistema de doble propósito en México. *Revista de Salud Animal*, *29*(2), 85-90. <https://www.researchgate.net/publication/265842853>
- Jiménez, A. E., Montenegro, V. M., Hernández, J., Dolz, G., Maranda, L., Galindo, J., ... & Schnieder, T. (2007). Dynamics of infections with gastrointestinal parasites and *Dictyocaulus viviparus* in dairy and beef cattle from Costa Rica. *Veterinary Parasitology*, *148*(3-4), 262-271. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.06.015>
- Kadzere, C. T., Murphy, M. R., Silanikove, N., & Maltz, E. (2002). Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock production science*, *77*(1), 59-91. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00330-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00330-X)

- Khalifa, H. H. (2003, September). Bioclimatology and adaptation of farm animals in a changing climate. In *Interactions between climate and animal production. Proc Symp* (pp. 15-29).
- Kulicov V., & Rudnev R. (1987). *Agrometeorología Tropical*. Ed. Academia, La Habana.
- 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.
- Mellado, M., Sepulveda, E., Meza-Herrera, C., Veliz, F. G., Arevalo, J. R., Mellado, J., & De Santiago, A. (2013). Effects of heat stress on reproductive efficiency of high yielding Holstein cows in a hot-arid environment. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 26(3), 193-200. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902013000300006
- Menéndez-Buxadera, A., Molina, A., Arrebola, F., Clemente, I., & Serradilla, J. M. (2012). Genetic variation of adaptation to heat stress in two Spanish dairy goat breeds. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 129(4), 306-315. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.2011.00984.x>
- Ouarfli, L., & Chehma, A. (2018). Index température-humidité et réussite de l'insémination artificielle de vaches laitières Holsteins et Montbéliardes en région saharienne. *Livestock Research for Rural Development*, 30, 10. <https://lrrd.cipav.org.co/lrrd30/10/ouarf30180.html>
- Polsky, L., & von Keyserlingk, M. A. (2017). Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *Journal of dairy science*, 100(11), 8645-8657. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12651>
- 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(9), 2120-2125. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75094-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75094-6)
- Sánchez, J., Villarreal, M., & Soto, H. (2000). Caracterización nutricional de los componentes forrajeros de cuatro asociaciones gramíneas *Arachis pintoi*. *Nutrición Animal Tropical*, 6(1), 1-22. http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:2orrUjfOcbQJ:scholar.google.com/&hl=es&as_sdt=0,5
- Suárez Tronco, M.A., Rodríguez Castro, M., Martínez Gutiérrez, Ma. S., Guerra Rojas, Ma. del C. (2018). Valoración agrometeorológica de empresas pecuarias en Cuba. *Ciencia y Tecnología Ganadera*, 12(2).
- Suárez, E., Reza, S., Díaz, E., García, F., Pastrana, I., Cuadrado, H., & Espinosa, M. (2012). Efectos de las condiciones ambientales sobre el comportamiento ingestivo en bovinos de

Caracterización climática de la EPG “Manuel Fajardo” y su relación con las pruebas de comportamiento en ganado Criollo cubano

carne en un sistema intensivo en el Valle del Sinú. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 13(2), 207-212. <http://revistas.h-novigo.org/index.php/revista/article/view/257>

Valdés J. R., Benítez D.G., García, I. V., Sánchez, J. G., & Rondón, G. (2003). Comportamiento reproductivo de la vaca Siboney de Cuba. *Revista de Producción Animal*, 15(2). <https://go.gale.com/ps/anonymouse?id=GALE%7CA466298127&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=02586010&p=IFME&sw=w>

White, N., Sutherst, R. W., Hall, N., & Whish-Wilson, P. (2003). The vulnerability of the Australian beef industry to impacts of the cattle tick (*Boophilus microplus*) under climate change. *Climatic change*, 61(1-2), 157-190. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1026354712890>

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Concepción y diseño de la investigación: MAST, MRC, YCD, YLC, análisis e interpretación de los datos: MAST, MRC, YCD, MCGR, MSMG; redacción del artículo: MAST, YCD.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflicto de intereses.