

*Artículo científico***EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS POR ESTRÉS CALÓRICO EN EL GANADO BOVINO LECHERO DE LA EMPRESA AGROPECUARIA MANAGUACO.**

Fernando Medinilla Nápoles¹, Maribel Regla Quintana Sanz¹, Jénice Medinilla Padrón¹ y Yamilka Ramos Valdés²

RESUMEN

La adaptación de la ganadería bovina al cambio y la variabilidad climática es una de las prioridades estratégicas de Cuba. Para ello, se vienen impulsando diversas acciones de respuesta, implementadas con el apoyo del proyecto AGROCADENAS. En contribución a estas, el presente trabajo tiene como objetivo, evaluar los riesgos por estrés calórico en el ganado bovino lechero de la Empresa Agropecuaria Managuaco de Sancti Spíritus y elaborar un grupo de medidas que contribuyan al mejoramiento genético y desarrollo del ecosistema productivo de dicha empresa. La evaluación de riesgos se realizó por del índice de temperatura y humedad (ITH), a partir de series históricas de datos diarios de la estación meteorológica de Sancti Spíritus. La estimación de riesgos en escenarios futuros se hizo a partir del modelo HadGEM-ES - escenario RCP 8,5 para Cuba. Se obtuvo un análisis temporal del comportamiento del ITH, el tiempo de duración en horas de cada categoría del estrés de calor por meses y se estimó su impacto en los indicadores productivos de pérdida de consumo voluntario de alimento (CVA) y pérdida de producción de leche (PPL). Se proponen varias medidas para la adaptación al cambio climático e incrementar la capacidad de resiliencia.

Palabras clave: bienestar animal, ITH, producción de leche.

Caloric stress risk assessment and management in dairy cattle of the Managuaco Agricultural Enterprise.**ABSTRACT**

The adaptation of cattle farming to climate change and climatic variability is one of Cuba's strategic priorities. For this reason, there are several actions implemented with the support of AGROCADENAS project. That is why this work purposes to evaluate the caloric stress risk in dairy cattle of Managuaco agriculture enterprise, as well as, to recommend actions for the genetic improvement and the developing of the productive ecosystem. The evaluation of risks was carried out using the temperature and humidity index (THI), starting from historical series of daily data recorded at the Sancti Spíritus meteorological station. The estimate of risks for future scenarios was made starting from the model HadGEM-ES-scenario

¹MSc. Fernando Medinilla Nápoles, Ing. Meteorólogo, Master en Desarrollo de las Energías Renovables, Investigador Agregado, Profesor Asistente. Centro Meteorológico Provincial de Sancti Spíritus. Instituto Nacional de Meteorología. CITMA, Cuba. Comandante Fajardo S/N, Olivos II. Sancti Spíritus, Cuba. E-mail: fernando.medinilla@ssp.insmet.cu, ² Estación Experimental de Pastos y Forrajes Sancti Spíritus, Instituto de Pastos y Forrajes, MINAG, Cuba.

RCP 8.5 for Cuba. A temporary analysis of the THI behavior and the time duration of each stress category were obtained. It was estimated the impact on milk production indicators related to losses of voluntary feed and milk production. Several actions are proposed for the adaptation to the climate change, and to increase the resilience ability.

Key words: THI, animal welfare, milk production.

INTRODUCCIÓN

En Cuba, la actividad ganadera es fundamental en la agricultura, tanto para la producción de carne como de leche, por lo que se presta gran atención al desarrollo genético con esos fines, que incluye la introducción de razas foráneas de altos rendimientos. Las características tropicales del clima de Cuba han provocado variaciones genéticas en los animales de razas europeas, para lograr adaptabilidad al entorno. Los cruzamientos hechos con razas del trópico, más resistentes a las altas temperaturas (mayor rusticidad) han generado especies de bovinos mejor adaptadas al clima tropical y con resultados productivos más altos que las razas europeas puras explotadas en el clima tropical (Fraga, 2015; Hernández y Ponce de León, 2018). Sin embargo, los rendimientos aún están muy por debajo de su potencial genético, debido a las condiciones climáticas (Zazueta *et al.*, 2021).

La influencia del clima en la producción bovina ha sido reconocida desde hace mucho tiempo. Tanto el comportamiento anímico, como el fisiológico y la salud del ganado son afectados por el estado del clima, el cual puede perjudicar significativamente su desempeño económico (Sara, 2019).

Dada la fuerte relación existente entre la temperatura y humedad del ambiente desde el punto de vista de la regulación térmica de los animales, se han propuesto una serie de índices que combinan estos parámetros. Uno de los más extendidos es el índice de temperatura y humedad (ITH) que permite estimar desde el

punto de vista térmico el estado del ganado en el ambiente que lo rodea (Caiza, 2021).

El ITH fue utilizado por Rodríguez *et al.* (2014) para caracterizar el estrés en el ganado bovino lechero del municipio Guáimaro, Camagüey, así como para determinar el nivel de afectación en el consumo de alimento y la productividad de leche.

En la provincia Sancti Spiritus, la Empresa Agropecuaria de Managuaco ha registrado bajos rendimientos en la producción de leche, al parecer influenciados por las condiciones climáticas, entre otros factores. Por tales razones, este trabajo tuvo como objetivo evaluar los riesgos por estrés calórico en el ganado bovino lechero y elaborar un grupo de medidas que contribuyan al mejoramiento genético y desarrollo del ecosistema productivo de dicha empresa.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Empresa Agropecuaria Managuaco está ubicada en la parte oeste del municipio Sancti Spiritus. Limita por el norte con Taguasco, por el sur con La Sierpe, por el este con Jatibonico y por el oeste con Sancti Spiritus; su extensión territorial es 120 km². Tiene seis unidades empresariales de base (UEB), dos de ellas genéticas; la UEB Dos Ríos y la UEB Quemadito, y cinco cooperativas de créditos y servicios (CCS), con actividad fundamental la ganadería. Para su producción dispone de 12 091 ha de tierra.

La caracterización climática del área muestra un régimen de precipitaciones para el período lluvioso con acumulados entre 1100 y 1200 mm,

desde el norte de la empresa hacia el sur. Por su parte, el período poco lluvioso presenta acumulados entre 200 y 300 mm. Los meses más cálidos son julio y agosto con 32,5 °C de temperatura máxima media en ambos, y el más frío es enero con 16,5 °C de temperatura mínima media. La temperatura promedio anual es de 24,3 °C, con tendencia a observarse mayor frecuencia de días con temperaturas altas, al parecer como respuesta al avance del cambio climático. La humedad relativa promedio es de 82 %. Los meses con un promedio superior son septiembre y octubre (86 %), y abril muestra el inferior (75 %).

La radiación solar tiene en abril el valor más alto con 8,5 horas de luz al día, lo cual coincide con la mayor radiación solar global (RSg) para el año. En los meses de noviembre y diciembre se obtienen las medias mensuales más bajas de horas luz, con valores de 6,8 horas, debido a la nubosidad y sobre todo al acortamiento del período diurno.

La evaluación de riesgo por estrés calórico se realizó a partir del ITH, e incluyó: análisis temporal (comportamiento histórico anual, por períodos mensuales y evolución de las tendencias por períodos de cinco años); el ciclo diario del ITH para determinar la duración en horas de cada categoría del estrés de calor por meses; así como el cálculo de materia seca dejada de consumir y de leche dejada de producir, por los animales.

Para el cálculo se utilizaron los datos diarios de la estación meteorológica de Sancti Spiritus de las variables: temperatura promedio (Tmed), máxima (Tmax) y mínima (Tmin) en grados Celsius (°C); la humedad relativa promedio (HRmed), máxima (HRmax) y mínima (HRmin) en por ciento (%), y los datos de las observaciones trihorarias (8 observaciones diarias) de la serie de 1976 a 2018.

El cálculo del ITH se realizó a partir de la ecuación, citada por Hahn (1999) y adaptada para el presente estudio como sigue:

$$ITH_{med} = (0,81 * T_{med}) + (HR_{med}.100^{-1} * (T - 14,4)) + 46,2;$$

$$ITH_{max} = (0,81 * T_{max}) + (HR_{min}.100^{-1} * (T - 14,4)) + 46,2;$$

$$ITH_{min} = (0,81 * T_n) + (HR_{max}.100^{-1} * (T - 14,4)) + 46,2.$$

Donde: ITHmed, ITHmax e ITHmin son los valores promedios, máximos y mínimos, respectivamente.

Para evaluar el estrés calórico en los animales se utilizaron las categorías: no hay estrés (ITH < 75), estrés leve (75 < ITH < 78), estrés moderado (79 < ITH < 83) y estrés severo (ITH ≥ 84) descritas por Rodríguez *et al.* (2014).

La cantidad de horas diarias en que el ganado estuvo sometido a estrés de calor se determinó a partir de un modelo de pérdidas económicas para la industria ganadera, utilizado por Rodríguez *et al.* (2014) para ganado lechero de Camagüey.

A partir de los indicadores calculados se pudo predecir el riesgo que supone el estrés de calor para la producción de leche, se hizo una estimación preliminar de la reducción en el consumo voluntario de alimento (RCVA) en base a materia seca, teniendo en cuenta los valores de ITH presentes en el ambiente del animal, según la ecuación expuesta por (Frank, 2001):

$$RCVA (ITH > 70) = -229,74 + 7,2125 * ITH - 0,0561 * ITH^2$$

Siendo:

RCVA- Reducción del consumo voluntario de alimento,

ITH - Índice de Temperatura Humedad.

Se tuvo en cuenta la duración diaria del estrés calórico en los animales para estimar la reducción en la producción de leche (pérdida en la producción de leche, PPL), siguiendo la metodología propuesta en el modelo de pérdidas

económicas para la industria ganadera, de la Universidad de Ohio (St-Pierre *et al.*, 2003):

$$PPL = 0,0695 * (ITH_{max} - ITH_{umbral})^2 * D;$$

Donde:

PPL – Pérdida en la producción de leche en %,
 ITH_{max} – Valor máximo del ITH en 24 horas,
 ITH_{umbral} – Valor umbral del ITH para el cual comienza el estrés en los animales (75 para el ganado de leche en los trópicos),
 D – Cantidad de horas de estrés a que está expuesto el ganado en el día.

Al conocer que el potencial productivo del bovino lechero de la raza Siboney en las condiciones climáticas de Cuba es de aproximadamente 8,4 kg.día⁻¹ (Santiesteban, 2018), entonces se puede calcular las pérdidas económicas de la producción de leche producto del estrés calórico, a partir de la siguiente ecuación:

$$PPL = 0,0695 * (ITH_{max} - ITH_{umbral})^2 * D * 8,4 \cdot 100^{-1} \text{ (kg.día}^{-1}\text{)}.$$

Para evaluar las tendencias del ITH en los escenarios climáticos futuros, estimados de los periodos 2030 (2021-2040); 2050 (2041-2060) y

2070 (2061-2080) se utilizó el modelo HadGEM-ES - escenario RCP 8,5 para Cuba. No se tuvo en cuenta las posibles transformaciones genéticas de los animales en el proceso de adaptación hacia esos nuevos escenarios por las condiciones naturales a las que serán sometidos, donde cambiará no solo el clima, sino también las características de su base alimentaria.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de la distribución anual del ITH_{med} y del ITH_{max} (Figura 1) de la empresa agropecuaria Managuaco, se observan valores mínimos en su distribución durante el período poco lluvioso del año (de noviembre a abril) y un aumento en el lluvioso (de mayo a octubre). Las curvas muestran un régimen térmico similar al descrito para la provincia Sancti Spíritus, y en menor medida con la humedad relativa, los cuales en su conjunto y unido a otros factores ambientales determinan la sensación térmica en los animales.

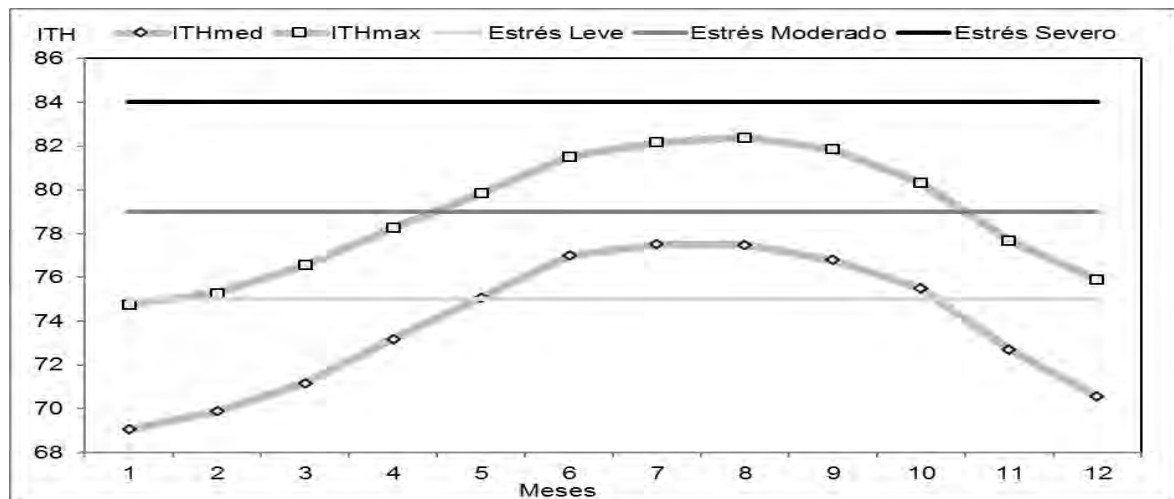


Figura 1. Comportamiento anual de los valores de ITH_{med} e ITH_{max} para el período de 1976 a 2018. Líneas rectas representan el umbral de inicio de cada categoría de estrés.

También se muestra desde mayo y hasta octubre, un valor de ITHmed superior a 75 con categoría de estrés leve; que para julio y agosto aumentó hasta 77. Se destaca durante todo el año una ITHmax con valores superiores o iguales a 75, esto indica un ganado bovino lechero en riesgo potencial de padecer estrés calórico continuado. No obstante, el período de mayor peligro se ubicó de abril y octubre, donde la severidad puede alcanzar la categoría de estrés moderado.

Estos resultados coinciden en la distribución anual con Rodríguez *et al.* (2014) para ganado bovino lechero; aunque con valores en todos los meses del año ligeramente por debajo, de ello se infiere que bajo las condiciones climáticas de Managuaco los animales se encuentran en

mejores condiciones de confort que en Guáimaro, Camagüey.

En la Tabla 1 se observa un ITHmax con condiciones de estrés leve (marzo – abril) que coincide con la mayor incidencia de radiación solar sobre el área de estudio, lo que implica un incremento de la entrada de calor o de "carga de calor" del animal, sobre todo si las condiciones de sombra son deficientes o insuficientes. Este factor climático puede provocar estrés moderado, e incluso estrés severo, durante el período lluvioso. Es significativo comprobar un rango de estrés de calor (junio a septiembre) de 12 horas, resultado de elevadas temperaturas y alto contenido de la humedad del aire, que reduce la capacidad de los animales de disipar calor.

Tabla 1. Dinámica del comportamiento temporal del ITH promedio. Período 1976-2018.

Hora	Meses												Promedio anual
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1.00 am	65	66	67	68	71	73	73	73	74	72	70	66	70
4.00 am	62	62	63	65	67	70	70	70	70	69	66	63	66
7.00 am	63	64	65	68	72	74	74	74	73	72	68	66	70
10.00 am	71	72	73	75	77	79	80	80	80	78	76	73	76
1.00 pm	74	74	75	77	79	81	81	81	81	79	77	75	78
4.00 pm	73	74	75	77	78	79	80	80	79	78	76	75	77
7.00 pm	70	71	72	73	75	77	77	79	76	75	73	71	74
10.00 pm	66	67	69	70	72	74	75	75	75	74	71	67	71

Leyenda

Sin Estrés	
Estrés leve	
Estrés Moderado	

Al determinar el grado de severidad del estrés de calor se observó en la Figura 2 que sólo hubo confort (no hay estrés) durante el período poco lluvioso siendo inferior al 40 %, excepto en enero, con un predominio de estrés leve de

aproximadamente el 50 % del número de casos la etapa.

Se destaca la presencia de estrés moderado durante todo el año, con frecuencia superior de mayo a octubre, período en que puede superar el 90 %.

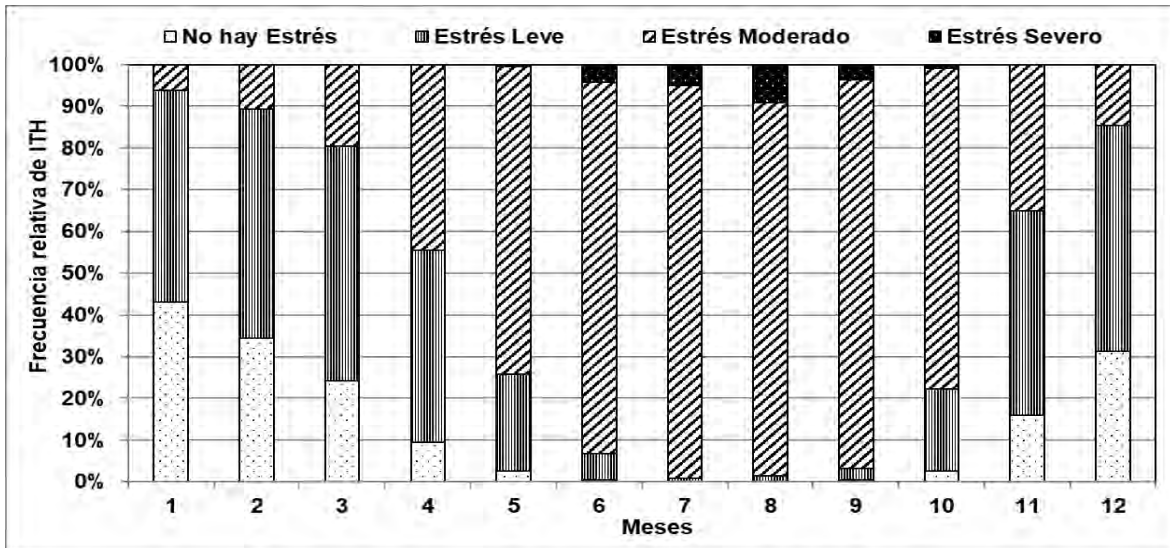


Figura 2. Frecuencia Relativa de ocurrencia de cada categoría de severidad de ITHmax, por meses. Período de 1976 a 2018.

El estrés severo aparece en el verano (junio - septiembre), en correspondencia con los máximos registros de temperatura y el alto contenido de humedad del aire. Aquí se consideran otros elementos del clima, como la radiación solar, la disminución relativa de la velocidad de los vientos, entre otros factores, que pueden aumentar la sensación de calor en los animales, e incrementar su desbalance de calor corporal. Este comportamiento ya fue descrito por Ruiz *et al.* (2017) para localidades lecheras de Lima, Perú y por Rodríguez *et al.* (2014) en lecherías de Guáimaro en Camagüey, Cuba.

Así las condiciones de estrés calórico conllevan directamente a la activación de mecanismos termorregulatorios, fisiológicos y metabólicos, que provocan baja en la producción de leche,

mayor disipación de calor corporal y reducción en la producción de calor metabólico (Somoza *et al.*, 2018; Valdivia *et al.*, 2021).

Para el ciclo diario del ITH, basado en observaciones meteorológicas trihorarias, en el promedio anual se obtuvo un período de estrés calórico extendido desde las 10:00 am hasta las 7:00 pm (Figura 3). Aunque se debe especificar que este comportamiento varía en correspondencia con los meses del año.

Al determinar el impacto del estrés de calor en la producción de leche se tuvo en cuenta el umbral inferior de ITH igual a 75, para el cual comienza a manifestarse el estrés calórico en el ganado de leche; y pudo observarse en la Figura 4 que la duración diaria del estrés fue mayor en el período lluvioso al superar las 10 horas, e incluso para julio y agosto, las 16 horas.

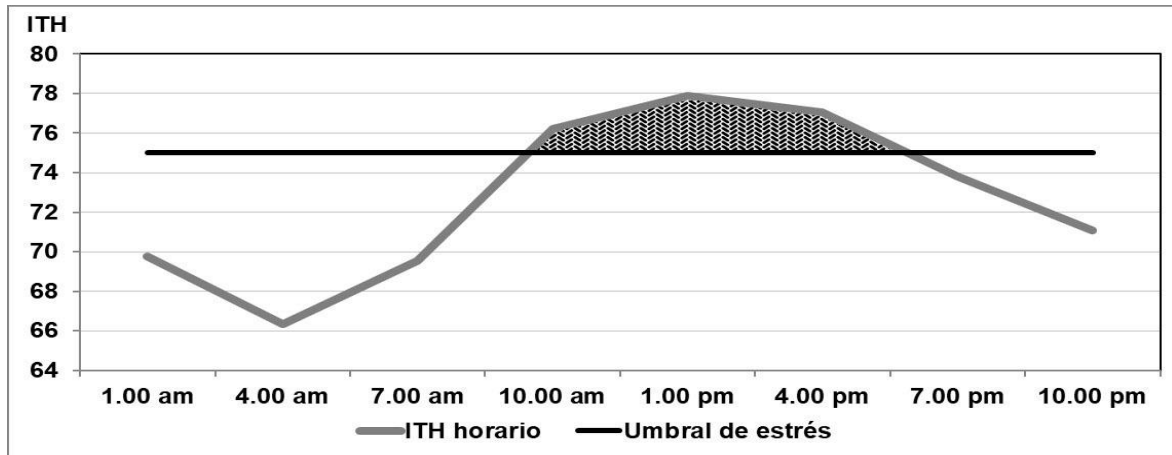


Figura 3. Comportamiento del ciclo diario de los valores medios del ITH. Período 1986 al 2018.

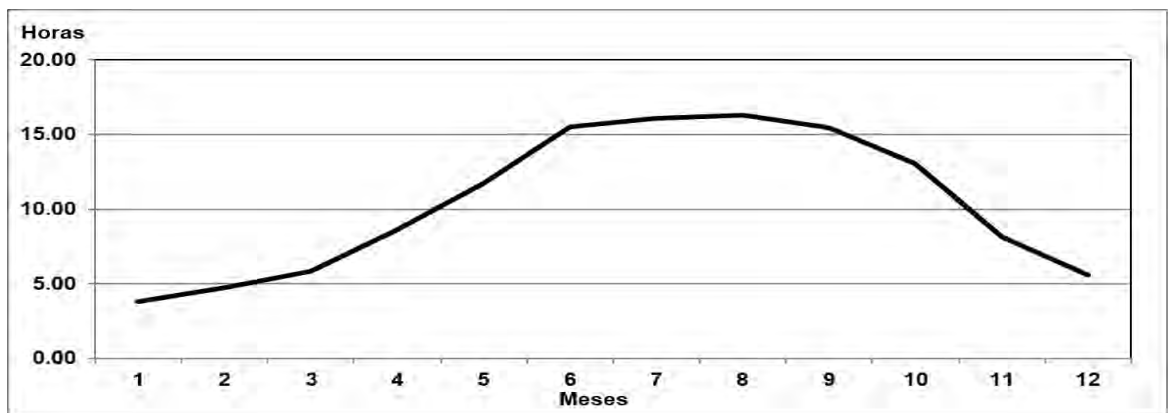


Figura 4. Distribución del número de horas con estrés calórico por meses.

Durante la época poco lluviosa se produce una reducción de las horas diarias con estrés calórico, que llegan a ser menor de cinco horas en enero y febrero. Suárez *et al.* (2021) reconocen para bovinos de leche en Panamá un antagonismo entre tolerancia al calor y producción de leche acumulada.

En la Empresa Agropecuaria Managuaco durante el período evaluado hubo una disminución del consumo voluntario de alimento (RCVA) y un incremento en las pérdidas de producción de leche, relacionado con el aumento del rango en horas de estrés calórico para los animales (Figura 5). Para el período poco lluvioso el consumo voluntario de alimento se

redujo entre $0,1 \text{ kg.día}^{-1}$, en enero, y $2,7 \text{ kg.día}^{-1}$, en abril; en cambio durante el período lluvioso se incrementó hasta $4,7 \text{ kg.día}^{-1}$, en mayo, y $7,8 \text{ kg.día}^{-1}$, en agosto.

Al considerar como unidad de ganado mayor (UGM) al animal de 450 kg con un consumo diario entre 10 y 15 % de su peso en materia verde, o su equivalente en materia seca entre 2 y 3 % (Voisin, 1963), se puede deducir por los resultados de la modelación que la reducción del consumo de materia verde varió en el período poco lluvioso desde 0,2 hasta 1,0 kg diarios y en el período lluvioso de 2,0 a 3,1 kg. En cuanto a materia seca la tasa de reducción en el consumo voluntario del período poco lluvioso varió entre

0,0 y 0,3 kg; para alcanzar 0,6 kg en algunos meses. Durante el período lluvioso fluctuó entre 0,6 y 0,9 kg; y cuando las condiciones

estresantes desde el punto de vista del confort animal aumentaron, llegó a disminuir hasta 1,2 kg.

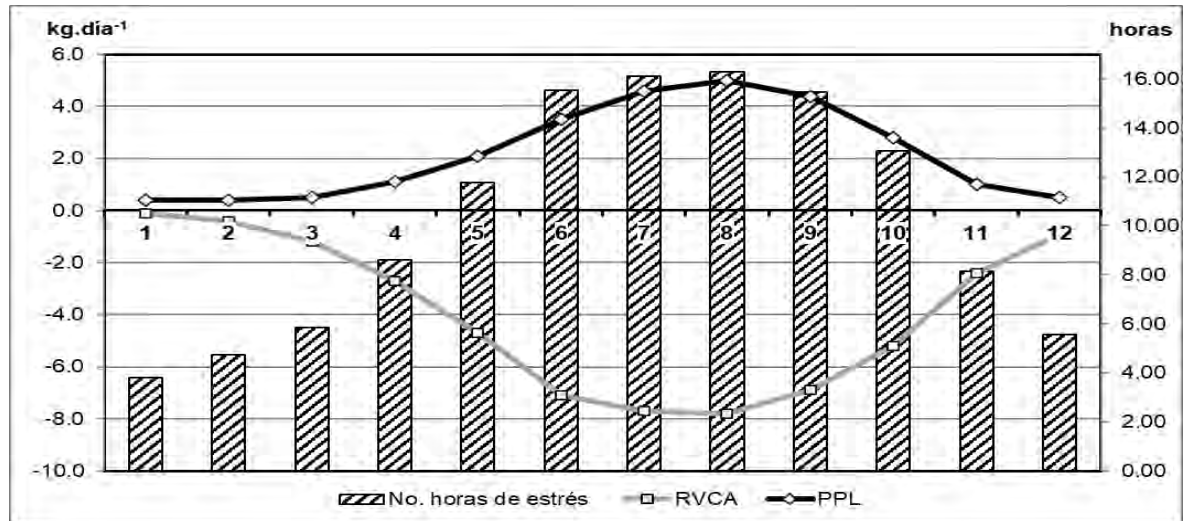


Figura 5. Comportamiento del número de horas con estrés, reducción del consumo voluntario de alimento, kg.día⁻¹ (RVCA) y pérdidas de producción de leche, kg.día⁻¹ (PPL).

El estrés calórico durante el período evaluado provocó disminución en la productividad de leche, al considerar la modelación, con un promedio diario entre 0,1 y 0,5 kg de leche en el período poco lluvioso y de 1,0 a 2,3 kg en el período lluvioso (Figura 6). Unchupaico *et al.* (2020) al estudiar la fisiología de la termoregulación corporal en vacas lecheras de la región de Junín, Perú plantean que el estrés calórico afecta seriamente el sistema neural, inmunológico y endocrino, que conlleva a estados prepatológicos donde convergen otros factores que comprometen la salud del animal; y en consecuencia afecta la rentabilidad del bovino, de ahí la importancia de comprenderlo para plantear estrategias de producción sostenible.

Precisamente en el período poco lluvioso, cuando las condiciones de confort térmico son

más favorables para los animales, se produce un descenso en la disponibilidad de alimento y agua, esto impide alcanzar buenas producciones de leche. No se comporta igual el período lluvioso donde las precipitaciones propias de esta etapa inciden favorablemente en el crecimiento de los pastos y en la disponibilidad de agua para el ganado. Sin embargo, las condiciones de confort para los animales son poco favorables, y debido a esto el consumo de alimento se ve reducido, así como, la producción de leche, la cual, a pesar de elevar sus índices, no alcanza los niveles potenciales de producción de las vacas lecheras.

Al realizar un análisis de las tendencias del ITH en el tiempo, y valorar los nuevos escenarios del clima futuro se observó en la serie de 1976 a 2018 un incremento de los valores de ITH medios y máximos (Figura 7).

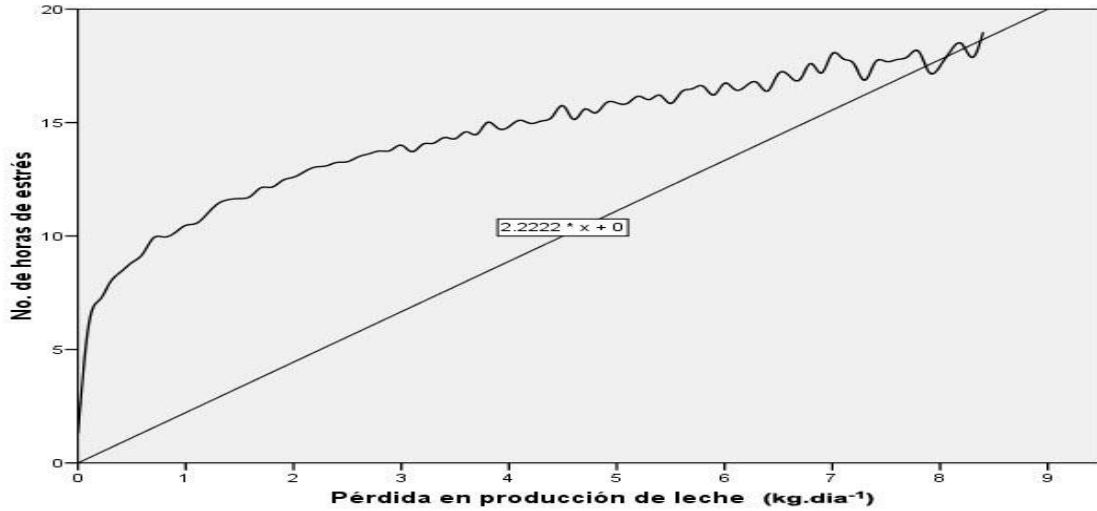


Figura 6. Relación entre horas con estrés calórico y pérdidas en producción de leche para el bovino lechero Siboney de la empresa agropecuaria Managuaco.

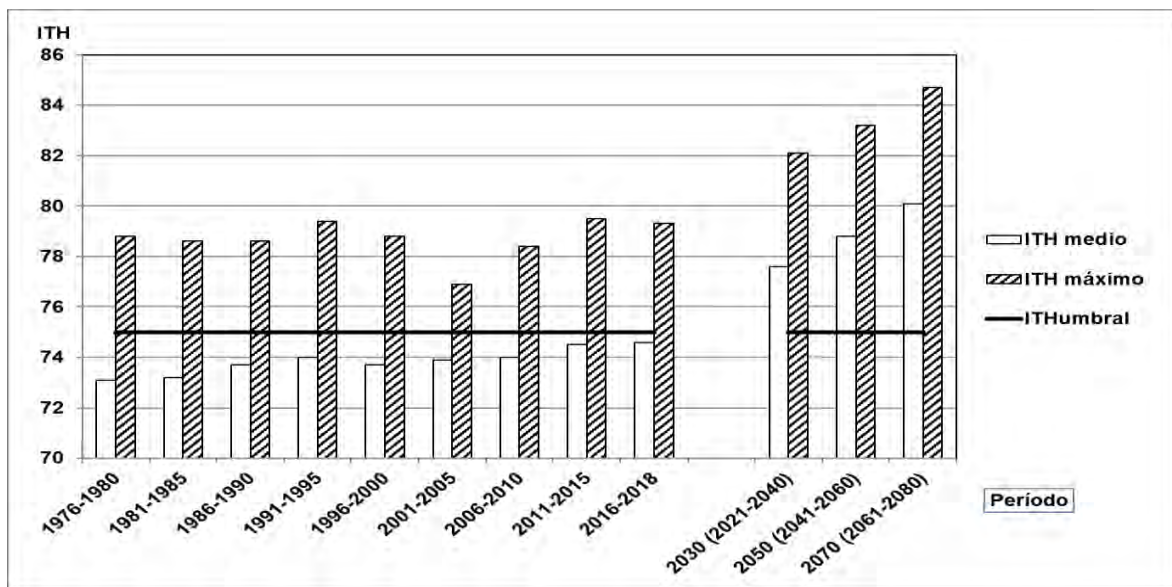


Figura 7. Análisis por períodos de los valores de ITH máximo y medios. Serie 1976 a 2018. Estación Sancti Spíritus.

La tendencia del ITHmed presentó un resultado en ascenso en relación con la ITHmax, debido a que el incremento de las temperaturas mínimas para la serie es mayor respecto a las temperaturas máximas. Las predicciones de los modelos globales para la región y la reducción de escala producida por modelos regionales climáticos coinciden en proyectar incrementos

de temperatura para toda la región de Centroamérica y el Caribe, según Vichot *et al.* (2019).

Considerando lo anterior, se proponen varias medidas para la adaptación y la resiliencia ante el cambio climático para la Empresa Agropecuaria Managuaco:

1. Introducir tecnologías de riego eficiente y con fuentes renovables de energía en las áreas de pastos y forrajes para incrementar sus rendimientos productivos.
2. Mejorar y ampliar las áreas de pastos y forrajes con especies de alto rendimiento, mayor adaptabilidad a los fenómenos naturales extremos y superior valor nutricional.
3. Fomentar el establecimiento de sistemas silvopastoriles intensivos que faciliten prácticas agroecológicas y elevar el uso de plantas proteicas.
4. Organizar acciones para coleccionar y preservar el agua de lluvia.
5. Implementar estudios de potencial hídrico y energético para la explotación de las fuentes de abasto de agua y la definición de los recursos a emplear en los agroecosistemas ganaderos.
6. Planificar la gestión eficiente de los recursos hídricos a partir de predicciones agrometeorológicas derivadas del monitoreo del balance hídrico (momento, frecuencia, normas de riego y gestión del agua para el consumo de los animales).
7. Introducir molinos a viento y sistemas de bombeo con energía solar para abastecer de agua a los animales.
8. Establecimiento de sistemas de conducción, embalse y abastecimiento de agua para el consumo de los animales en los cuartos.
9. Disminución de la carga de animales en los pastizales mediante un manejo adecuado de la masa por categorías de desarrollo morfológico a partir del proceso de acuartonamiento.
10. Aplicación de fertilizaciones orgánicas con el empleo del estiércol generado por los propios animales, y mediante el procesamiento para la producción de humus

de lombriz con las excretas coleccionadas en el estabulado.

CONCLUSIONES

- ✓ El análisis del estrés calórico del ganado bovino lechero en la empresa agropecuaria Managuaco, a partir del ITH, permitió determinar su comportamiento temporal para cada una de las categorías de estrés y su posible influencia en los indicadores productivos principales.
- ✓ Los valores más altos del ITH se producen en el período lluvioso del año, donde pueden alcanzar la categoría de estrés moderado y estrés severo; sin embargo, en el período poco lluvioso los animales también están sometidos al estrés calórico. La duración del estrés calórico puede ser superior a las 15 h diarias como promedio en el período lluvioso.
- ✓ Los indicadores productivos de consumo voluntario de alimento y la pérdida de producción de leche varían en correspondencia con el ITH. En el período poco lluvioso, la reducción en el consumo voluntario de alimento fue menor que en el período lluvioso. La producción de leche puede verse afectada con pérdidas de entre 0,4 y 1,1 kg diarios en el período poco lluvioso y entre 2,1 y 5,0 kg en el período lluvioso, valores de hasta un 50 % del potencial productivo del ganado lechero Siboney en Cuba.
- ✓ El análisis de la serie de 1976 a 2018 por períodos quinquenales, mostró una clara tendencia al incremento del ITHmed, con un comportamiento más pronunciado respecto a la ITHmax. De igual forma, se observó un notable y creciente ascenso de la ITHmed y ITHmax, para los escenarios climáticos de 2030, 2050 y 2070, en correspondencia con el incremento de los

valores de temperatura superficial del aire, pronosticados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caiza, V. (2021). Efecto del índice temperatura y humedad (ITH) en la productividad y eficiencia reproductiva en vacas lecheras. Tesis de grado en Medicina Veterinaria y Zootecnista. Universidad Agraria, Guayaquil, Ecuador. 22-24 p.
- Fraga, L.M. (2015). Principales investigaciones genéticas desarrolladas en el Instituto de Ciencia Animal desde su fundación. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 49(2): 127-131. ISSN: 0034- 7485.
- Frank, K.L. (2001). Potential effects of climate change on warm season voluntary feed intake and associated production of confined livestock in the United States, M.S. Thesis, Kansas State University, Manhattan, Kansas 55 p.
- Hahn, G.L. (1999). Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. J. Anim. Sci., 77(2): 10.
- Hernández, A. y Ponce, R. (2018). Comportamiento de la producción lechera, reproducción y longevidad en el Holstein y sus cruces con Cebú. Cuban J. Agric. Sci., 52(3): 235-247.
- Rodríguez, A.; Agramonte, A. y Perez, I. (2014). Índice de temperatura humedad y el estrés calórico en el ganado bovino de leche en Guaimaro. Rev. Cubana de Meteorología, 20(1): 10-15.
- Ruiz, L.F.; Sandoval, R.; Pizarro, J. y Carcelén, F. (2017). Severidad y Duración del Estrés Calórico en Terneras y Vaquillas de las Principales Localidades de Lechería Intensiva del Departamento de Lima, Perú. Rev. Inv. Vet. Perú, 28(3): 505-513.
- Santiesteban, J.C. (2018). Comportamiento reproductivo de vacas Siboney de Cuba y Mestizo Holstein en la vaquería "El Vapor". Universidad de Holguín, Cuba. 21 p.
- Sara, M.A. (2019). Efecto del estrés calórico en la reproducción bovina. Tesis de grado Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Cartagena, Colombia. 15-39 p.
- Somoza, J.; Febles, J.M.; Rangel, R.; Sedeño, E.; Figueredo, E. y Brito, O. (2018). Efecto del cambio climático en la producción de leche en entidades productivas del municipio Jimaguayú, provincia Camagüey. Cuban Journal of Agricultural Science, 52 (3): 249-261. ISSN: 0864-0408.
- St-Pierre, N.R.; Cobanov, B. y Schnitkey, G.† (2003). Economic Losses from Heat Stress by US Livestock Industries. J. Dairy Sci., 86: (E. Suppl.): E52-E77.
- Suárez, M.; Rodríguez, M.; Cos, Y.; Lamothe, Y., Guerras, M. y Martínez, 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). Disponible en: <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e3591>.
- Unchupaico, I.; Bazán, L.; Quispe, C. y Ancco, E. (2020). Temperatura ambiental y su efecto sobre parámetros fisiológicos en vacas Nellore y cruces bajo condiciones del trópico peruano. Rev. Inv. Vet. Perú, 31(1): 1-7.
- Valdivia, J.C.; Reyes, J.J. y Valdés, G.R. (2021). Efecto del índice de temperatura y humedad (ITH) en las respuestas fisiológicas de vacas lecheras en

- pastoreo. Cuban Journal of Agricultural Science, 5(1): 21-29. ISSN: 0864- 0408.
- Vichot, A.; Bezanilla, A.; Martínez, D. y Centella, A. (2019). Estado actual de la aplicación de métodos de reducción de escala a las proyecciones de cambio climático en Centroamérica y el Caribe. Revista Cubana de Meteorología, 25(2): 218-237.
- Voisin, A. (1963). Productividad de la hierba. Editorial Tecnos, 20-25 p.
- Zazueta, C.; Castro, I.; Estrada, A.; Portillo, J.; Urías, D. y Ríos, F. (2021). Valoración del confort térmico de bovinos productores de carne en finalización intensiva en clima cálido. Rev. Inv. Vet. Perú, 32(5): 1-13.

Fecha de recepción: 24 noviembre 2021

Fecha de aceptación: 5 mayo 2022

Agrotecnia de Cuba

ISSN impresa: 0568-3114

ISSN digital: 2414- 4673

<http://www.grupoagricoladecuba.gag.cu>

