



## Estimación del índice de temperatura humedad (ITH) para sistemas de producción bovina en Morona Santiago, resultado preliminar

Carlos D. Congo<sup>1</sup>  , Edgar J. Chuquimarca  , Néstor F. Torres ,  
Nelly G. Quezada  , Hilton E. Ordoñez<sup>2</sup>  , Juan P. Garzón<sup>2,3</sup>  

Estación Experimental Central de la Amazonía, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.  
La Joya de los Sachas, Orellana, Ecuador. .

### Estimation of the temperature-humidity index (TIH) for bovine production systems in Morona Santiago, preliminary result.

**Abstract.** The objective of the study was to characterize the climatic conditions during the period of highest rainfall in the southern Amazon of Ecuador (March to July 2024), using the temperature and humidity index (ITH). The data were collected using a datalogger (SensorPush) and systematized in the GANADERO TP® software. In total, 218,915 temperature and humidity records were analyzed and downloaded in Microsoft Excel compatible format. The analysis was performed by applying descriptive statistics and the thresholds pre-established by the National Institute of Agricultural Research of Uruguay to determine the risk of heat stress. Alert states were considered for dairy systems with an ITH between 68 and 71.9, and for beef systems between 69 and 74.9. No heat waves were detected in the period studied; however, a cumulative effect was observed with an ITH  $\geq 72$ , which implies alertness and danger in meat and milk production, potentially affecting animal health, welfare and reproduction. These preliminary results are fundamental for the development of a low-cost predictive tool to help mitigate the effects of heat stress in livestock systems in the region. It is crucial to continue climate characterization studies in the southern Ecuadorian Amazon to create solutions that allow producers and advisors to make informed decisions and implement strategies that reduce the adverse impacts of heat.

**Key words:** Heat stress, welfare, southern Ecuadorian Amazon, animal health.

**Resumen.** El objetivo del estudio fue caracterizar las condiciones climáticas durante el periodo de mayor pluviosidad en la Amazonía sur del Ecuador (marzo a julio de 2024), utilizando el índice de temperatura y humedad (ITH). Los datos se recopilieron mediante un datalogger (SensorPush) y fueron sistematizados en el software GANADERO TP®. En total, se analizaron 218.915 registros de temperatura y humedad, los cuales fueron descargados en formato compatible con Microsoft Excel. El análisis se realizó aplicando estadística descriptiva y los umbrales preestablecidos por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay para determinar el riesgo de estrés calórico. Se consideraron estados de alerta para sistemas lecheros con un ITH entre 68 y 71,9, y para sistemas de carne entre 69 y 74,9. No se detectaron olas de calor en el periodo estudiado, sin embargo, se observó un efecto acumulativo con un ITH  $\geq 72$ , lo que implica alerta y peligro en la producción de carne y leche, afectando potencialmente la salud, bienestar y reproducción de los animales. Estos resultados preliminares son fundamentales para el desarrollo de una herramienta predictiva de bajo costo que ayude a mitigar los efectos del estrés térmico en los sistemas ganaderos de la región. Es crucial continuar los estudios de caracterización climática en la Amazonía sur ecuatoriana para crear soluciones que permitan a los productores y asesores tomar decisiones informadas y aplicar estrategias que reduzcan los impactos adversos del calor.

**Palabras claves:** Estrés térmico, bienestar, Amazonía sur Ecuador, salud animal.

<sup>1</sup>Autor de correspondencia: [carlos.congo@iniap.gob.ec](mailto:carlos.congo@iniap.gob.ec)

<sup>2</sup>Estación Experimental del Austro, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Cuenca, Azuay, Ecuador.

<sup>3</sup>Centro Latinoamericano de Estudios de Problemáticas Lecheras. Ovidio Lagos y Ruta 33. Casilda, Provincia de Santa Fe Argentina.

## Estimativa do índice de temperatura e umidade (ITH) para sistemas de produção bovina em Morona Santiago, resultado preliminar.

**Resumo.** O objetivo do estudo foi caracterizar as condições climáticas durante o período de maior precipitação na Amazônia meridional do Equador (março a julho de 2024), utilizando o índice de temperatura e umidade (ITH). Os dados foram coletados utilizando um datalogger (SensorPush) e sistematizados no software GANADERO TP®. No total, 218.915 registros de temperatura e umidade foram analisados e baixados em formato compatível com Microsoft Excel. A análise foi realizada aplicando estatística descritiva e os limiares pré-estabelecidos pelo Instituto Nacional de Pesquisa Agropecuária do Uruguai para determinar o risco de estresse por calor. Foram considerados estados de alerta para sistemas leiteiros com ITH entre 68 e 71,9, e para sistemas de carne entre 69 e 74,9. Nenhuma onda de calor foi detectada no período estudado, no entanto, um efeito cumulativo foi observado com um  $ITH \geq 72$ , o que implica alerta e perigo na produção de carne e leite, afetando potencialmente a saúde, o bem-estar e a reprodução dos animais. Esses resultados preliminares são fundamentais para o desenvolvimento de uma ferramenta preditiva de baixo custo para ajudar a mitigar os efeitos do estresse térmico em sistemas pecuários na região. É crucial continuar os estudos de caracterização climática na Amazônia sul-equatorial para criar soluções que permitam aos produtores e consultores tomar decisões informadas e implementar estratégias que reduzam os impactos adversos do calor.

**Palavras-chave:** Estresse térmico, bem-estar, Amazônia sul-equatorial, saúde animal.

### Introducción

El cambio climático (CC) se considera una amenaza importante para la supervivencia de muchas especies y ecosistemas, incluyendo la sostenibilidad de los sistemas de producción ganadera (carne y leche) en muchas partes del mundo (Sejian *et al.*, 2018). El CC afecta todas las dimensiones de la seguridad alimentaria y la nutrición: disponibilidad, acceso a los alimentos, utilización de los alimentos y estabilidad alimentaria; por tal razón, es necesario mitigar los factores de riesgo que afectan a la seguridad alimentaria debido al cambio climático, siendo uno de los principales desafíos para el siglo XXI (Rojas-Downing *et al.*, 2017). Los bovinos son homeotermos y la exposición en ambientes muy cálidos o fríos puede desafiar su homeostasis, induciendo así estrés térmico, teniendo efectos negativos en el bienestar, salud, reproducción y productividad (Lees *et al.*, 2019), esto puede generar pérdidas económicas muy significativas (Brown-Brandl y Jones, 2016; Das *et al.*, 2016). Se ha propuesto que los efectos del estrés calórico en bovinos para carne y leche pueden preverse a través de una herramienta: Índice de Temperatura y Humedad (ITH), que permite caracterizar el ambiente y relacionarlo con la respuesta biológica del ganado (Shephard y Maloney, 2023). Es necesario disponer del ITH, con varios días de anticipación, que admita a productores y técnicos tomar

las medidas necesarias para mitigar los efectos del estrés por calor evitando pérdidas en bienestar, salud y producción animal (Gastaldi, 2023).

En la Amazonía ecuatoriana, los sistemas de producción bovina (carne y leche) se desarrollan en un entorno frágil y en condiciones climáticas extremas, resultando un desafío lograr un desempeño económico y productivo sostenible (Aguirre-Riofrio *et al.*, 2020; Ríos y Benítez, 2015). En Morona Santiago, las temperaturas promedio oscilan entre 22 °C y 26 °C y una humedad relativa cerca del 100% durante todo el año, debido a las altas precipitaciones y una densa nubosidad, influenciada por la proximidad a los Andes, estas condiciones climáticas representan un reto adicional para la cría de ganado bovino en la región (Farfán, 2018).

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar las condiciones climatológicas del periodo de mayor pluviosidad de la Amazonía sur ecuatoriana (marzo - julio) utilizando el índice de temperatura y humedad (ITH). Estos resultados preliminares servirán de base previo a la elaboración de una herramienta predictiva de bajo costo a fin de minimizar los efectos de estrés por calor.

### Materiales y Métodos

El estudio corresponde a un proyecto de investigación para la prevención de estrés calórico en los sistemas bovinos para carne y leche de la Amazonía sur ecuatoriana utilizando como herramienta de bajo costo el índice de temperatura y humedad (ITH) (Sejian *et al.*, 2018). Se realizó en la Granja Experimental Domono (GED; 2°13'50.1"S 78°07'30.4"W) de la Estación Experimental Central amazónica del Instituto Nacional

de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), ubicada en la amazonia sur del Ecuador, provincia de Morona Santiago, a 1.147 msnm, con una temperatura media de 20,7 ± 0,5 °C, humedad relativa del 86% y precipitación de 2.844 mm/año, con un pico desde marzo-julio (promedio 379,5 mm/mes) y una disminución notable de agosto - octubre [Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2017)]. Se utilizaron datos climatológicos



provenientes de la estación meteorológica del INAMHI ubicada en la GED-INIAP. Los datos correspondientes al periodo marzo – julio de 2024 fueron registrados por un datalogger (SensorPush) y sistematizados en el software GANADERO TP®. Se contó con lecturas por minuto de las variables climatológicas [temperatura (T<sub>me</sub>) y humedad relativa (HR)]. Los datos se descargaron en un formato compatible con Software Microsoft Excel, que permitió realizar una limpieza de datos, necesario para el análisis y generación de índice, en este contexto se analizaron 218915

registros climatológicos de temperatura y humedad que permitió generar el ITH. Para caracterizar el clima se utilizó el índice de temperatura y humedad,  $ITH = (1,8 \times T_{me} + 32) - (0,55 - 0,55 \times HR/100) \times (1,8 \times T_m - 26)$  (Thom, 1959), y mediante la metodología descrita por Gastali (2023), estadística descriptiva, se establecieron periodos climatológicos. Para determinar el riesgo de estrés calórico se utilizaron umbrales (Tabla 1) de ITH preestablecidos por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay (INIA, 2023).

**Tabla 1. Umbrales de ITH, adaptada de INIA 2023.**

Sistema bovino	Sin riesgo	Alerta	Peligro	Emergencia
Leche	hasta 67,9	≥68 hasta 71,9	≥72 hasta 78,9	≥ 79
Carne	hasta 68,9	≥69 hasta 74,9	≥75 hasta 78,9	≥ 79

Elaborado: EL Autor, 2024

## Resultados y Discusión

Se ha descrito que un ITH de  $\geq 68$  debe considerarse una alerta para prevenir efectos de estrés calórico en bovinos para leche (Zimbelman et al., 2009) y  $ITH \geq 69$  para bovinos para carne (INIA, 2023). Los resultados preliminares de ITH desde marzo-julio permitieron caracterizar el clima (Tabla 2). En la tabla 2, se describen valores de ITH Alerta correspondientes a la franja horaria/periodo P1 de los meses marzo y junio, lo que sugiere un inicio de estrés térmico para sistemas bovinos para leche, en cambio a medida que transcurre el día (P 2, 3 y 4) se presenta ITH con umbrales de alerta y peligro.

Los umbrales de ITH para los sistemas de bovinos para carne variaron en comparación a los sistemas lecheros, durante el P1 mantienen umbrales de ITH sin riesgo, mientras tanto para los P 2, 3 y 4 llegaron a umbrales de ITH alerta y peligro. En ITH que sobrepasan los umbrales de alerta (sistemas de bovinos para carne y leche) es necesario establecer medidas que mitiguen los efectos de stress calórico: proporcionando agua a voluntad, sombra y modificaciones de la dieta (Manna et al., 2014).

**Tabla 2. Caracterización del clima mediante ITH, GED-INIAP, Año 2024.**

Mes	Obs. (n) <sup>1</sup>	Franjas horarias				ITH $\geq 72$ <sup>2</sup> Días (n)
		P1 0 a 5:50	P2 6 a 11:50	P3 12 a 17:50	P4 18 a 23:50	
Marzo	31	68,15±4,0	72,85±5,2	78,63±4,4	70,66±3,9	19
Abril	30	67,48±1,4	73,00±5,1	78,96±3,9	70,04±2,0	18
Mayo	31	67,29±1,3	72,45±4,8	77,50±3,8	69,56±2,0	14
Junio	30	68,41±4,2	71,22±3,9	74,67±3,8	70,33±3,2	10
Julio	31	67,12±4,4	70,53±4,4	74,68±2,9	69,11±3,4	8

±Desviación estándar.

<sup>1</sup>Número de días observados, lectura por minuto.

<sup>2</sup>Número de días acumulados de ITH  $\geq 72$

Las olas de calor se definen como un número de días sucesivos, típicamente de tres a cinco, donde las condiciones ambientales máximas están por encima de un umbral específico (ITH  $\geq 68$ ), durante una ola de calor las condiciones ambientales tienen efectos negativos en el rendimiento, reproducción, salud y bienestar de los bovinos (Lees et al., 2019); los resultados preliminares de nuestro estudio no registraron olas de calor. Sin embargo,

se observaron umbrales de ITH  $\geq 72$  (alerta y peligro) de forma acumulativa que disminuyó conforme se aleja del temporal de mayor precipitación (Tabla 2).

Un estudio reciente recopila varias investigaciones que demuestran que el umbral medio de ITH desde 68,8 (IC del 95 %: 67,3 - 70,7) genera la aparición de impactos negativos en la salud, reproducción y bienestar en el



ganado bovino; actualmente, casi el 80 % del ganado a nivel mundial está expuesto a condiciones que superan este umbral durante al menos 30 días al año; no obstante, si el calentamiento global supera los 4 °C, se producirá un estrés térmico de más de 180 días al año en las regiones templadas, y el estrés térmico durante todo el año se extenderá a todas las regiones tropicales para el año 2100 (North *et al.*, 2023). Este estudio representa un avance

significativo en la comprensión del ITH en la región sur de la Amazonía ecuatoriana y aporta un marco de referencia para futuros estudios sobre las condiciones térmicas en esta región y su impacto en la producción ganadera, estableciendo un precedente en el análisis del estrés térmico bajo condiciones tropicales amazónicas del Ecuador.

## Conclusiones

Los períodos climatológicos con un ITH de  $\geq 68$  hasta 71,9 y  $\geq 69$  hasta 74,9 representan un estado de alerta en los sistemas lecheros y para carne respectivamente. No se observaron olas de calor en el período evaluado, sin embargo, existe un efecto acumulativo de ITH  $\geq 72$  (alerta y peligro) que podría generar efectos negativos en la salud, bienestar y reproducción de los sistemas de carne y leche. Es importante continuar con los estudios de

caracterización climática en la Amazonía sur ecuatoriana, con el propósito de desarrollar herramientas predictivas de bajo costo que se relacionen con indicadores biológicos de sistemas bovinos de carne y leche. Esto permitirá a productores y asesores tomar decisiones e implementar estrategias que mitiguen los efectos adversos del estrés térmico.

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés

## Literatura Citada

- Aguirre-Riofrio, E.L., Lozano-Lozano, R.F., Uchuari-Pauta, M. de L., 2020. El manejo “al sogueo” en bovinos, un sistema que va desapareciendo en la Amazonia Sur del Ecuador. *Revista del Colegio de Médicos Veterinarios del Estado Lara*, 10(19):1. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8118331>
- Brown-Brandl, T.M., Jones, D.D., 2016. Characterizing Feedlot Heifer Response to Environmental Temperature. *Transactions of the ASABE*, 59(2):673-80. <https://doi.org/10.13031/trans.59.10855>
- Das, R., Sailo, L., Verma, N., Bharti, P., Saikia, J., Imtiwati, Kumar, R., 2016. Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review. *Veterinary World*, 9(3):260-68. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.260-268>
- Farfán, F.P., 2018. *Agroclimatología del Ecuador*. Editorial Abya-Yala.
- Gastaldi, L.B., 2023. *Estimación del riesgo de estrés calórico bovino mediante el índice de temperatura y humedad en localidades de Argentina* [informe técnico, INTA Diigital]. EEA Rafaela, INTA. <https://repositorio.inta.gov.ar/handle/20.500.12123/14585>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Uruguay [INIA], 2023. *Portal INIA Termoestrés*. <http://www.inia.uy/gras/Alertas-y-herramientas/Prevision-ITH-Vacunos/INIA-Termoestres>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, [INAMHI], 2017. *Anuario meteorológico N°53-2013, estación de meteorología M0140*. [https://www.inamhi.gob.ec/docum\\_institucion/anuarios/meteorologicos/Am\\_2013.pdf](https://www.inamhi.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf)
- Lees, A.M., Sejian, V., Wallage, A.L., Steel, C.C., Mader, T.L., Lees, J.C., Gaughan, J.B., 2019. The impact of heat load on cattle. *Animals*, 9(6):322. <https://doi.org/10.3390/ani9060322>
- Manna, A.L., Román, L., Bravo, R., Aguilar, I., 2014. *Estrés térmico en vacas lecheras: Con sombra y bienestar las vacas producen más*. *Revista INIA*, 39:34-9. <https://www.alcico.com.uy/wp-content/uploads/2018/01/Estr%C3%A9s-Termico-en-Vacas-Lecheras.-Revista-INIA-39-p.-34-39.pdf>
- North, M.A., Franke, J.A., Ouweneel, B., Trisos, C.H., 2023. Global risk of heat stress to cattle from climate change. *Environmental Research Letters*, 18(9): 094027. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aceb79>
- Ríos, S., Benítez, D., 2015. Análisis del funcionamiento económico productivo de los sistemas de producción cárnica bovina en la Amazonía Ecuatoriana. *Archivos de Zootecnia*, 64(248):409-16. <https://doi.org/10.21071/az.v64i248.428>
- Rojas-Downing, M.M., Nejadhashemi, A.P., Harrigan, T., Woznicki, S.A., 2017. Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Climate Risk Management*, 16:145-63. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2017.02.001>



- Sejian, V., Bhatta, R., Gaughan, J. B., Dunshea, F. R., Lacetera, N., 2018. Review: Adaptation of animals to heat stress. *Animal*, 12(Suppl. 2):s431-s444. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001945>
- Shephard, R., Maloney, S., 2023. A review of thermal stress in cattle. *Australian Veterinary Journal*, 101(11):417-29. <https://doi.org/10.1111/avj.13275>
- Thom, E.C., 1959. The Discomfort Index. *Weatherwise*. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00431672.1959.9926960>
- Zimbelman, R., Rhoads, R., Rhoads, M., Duff, G., Baumgard, L., Collier, R., 2009. A Re-evaluation of the Impact of Temperature Humidity Index (THI) and Black Globe Humidity Index (BGHI) on Milk Production in High Producing Dairy Cows. Proc 24th Annual Southwest Nutrition and Management Conference.

