

Aplicación del índice de confort térmico como estimador de periodos críticos en cría de pollos de engorde

Yngrid Oliveros^{1*}, Fanny Requena², Alicia León², Milagros Ostos², Raquel Parra¹, Jorge Marquina¹ y Denis Bastianelli³

¹Unidad de Agrometeorología, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Ceniap). Apartado Postal 4653. Maracay 2101, Aragua. Venezuela. *Correo electrónico: ioliveros@inia.gob.ve

²Sección Producción Animal, INIA. Ceniap. Maracay, Aragua. Venezuela.

³Élevage et Médecine Vétérinaire, Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, Campus International de Baillarguet, TA 30/A, 34398 Montpellier Cedex 5, France

RESUMEN

Para estimar el índice de confort térmico (THI) y los periodos críticos (frecuencia, persistencia) en la cría de pollos de engorde, se generaron datos climáticos de temperatura y humedad diaria con una frecuencia de 10 minutos entre medidas, durante el periodo seco (febrero a marzo, 2006) en un galpón de producción comercial de pollos de engorde, localizado en la región central de Venezuela. El índice THI se determinó para las 24 horas del día desde el ingreso hasta la salida de los animales, con cálculo de probabilidad de ocurrencia y persistencia del evento y aplicación de umbrales y ecuaciones de regresión desarrolladas para las aves para estimar la ganancia diaria de peso (GDP) de los animales. Los datos obtenidos se analizaron a través de estadísticos descriptivos, pruebas de medias, varianzas, tendencias y frecuencias y el índice THI fue comparado con valores referenciales de THI para su interpretación. Con los valores horarios estimados se calculó la probabilidad de ocurrencia y la duración del periodo diario. Los resultados en relación al ciclo diario del THI indicaron un efecto altamente significativo sobre el confort térmico de los animales, que permite confirmar la importancia de la hora del día sobre la presencia de estrés en los animales y su variación dentro del ciclo diario, donde se concluye que la condición normal del animal se presentó en horario de 4:30 y 8:30, peligro de 10:30 a 16:30 y alerta de 18:30 a 2:30. La condición de riesgo de estrés en el animal se intensificó con la edad debido al proceso de pérdida y ganancia de calor. Al estimar la GDP a través de la ecuación empírica utilizada se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0,0001$) posiblemente debido al efecto de la temperatura y humedad del lugar para animales con pesos desde 0,9 hasta 1,5 kg. La estimación del índice THI permitió detectar condiciones de estrés, variabilidad ínter diaria y frecuencia de ocurrencia en condiciones de granja.

Palabras clave: estrés, pollos, índice, ganancia de peso, confort, temperatura.

Applicability of thermal comfort index as an estimator of critical periods in breeding broilers

ABSTRACT

To estimate the thermal comfort index (THI) and critical periods (frequency, persistence) in the rearing of broiler chickens, there were generated climatic data of temperature and humidity daily with a frequency of 10 minutes between measures during the dry period (february to march 2006) in an area of commercial production of broilers, located in central Venezuela. The THI was determined for 24 hours from admission to exit of the animals, with calculation of probability of occurrence and persistence of the event and implementation of thresholds and regression equations developed for the birds to estimate the daily weight gain (DWG) on animals. Data obtained

were analyzed using descriptive statistics, tests of means, variances, trends, and frequencies and the THI was compared to reference data for their interpretation. With hourly values there were estimated the probability of occurrence and the length of period daily. The results indicated in relation to the cycle of daily THI a highly significant effect on the thermal comfort of the animals, which confirms the importance of time of day on the presence of stress in the animals and its daily variation in the cycle, where it was concluded that the normal condition of the animal was present at 4:30 and 8:30, danger from 10:30 to 16:30, and alert from 18:30 to 2:30. The status of risk of stress in the animal intensified with age due to the process of loss and heat gain. In estimating the DWG through the empirical equation used, differences were highly significant ($P < 0.0001$), possibly due to the effect of temperature and humidity rise in animals with weights from 0.9 to 1.5 kg. The estimate of the THI identified stress conditions, variability, and frequency of inter-daily occurrence in a position to farm.

Keywords: stress, chickens, index, weight gain, comfort, temperature

INTRODUCCIÓN

Hay muchos factores que afectan la producción agropecuaria en todas las latitudes. A escala mundial, el clima y los cambios climáticos son sin lugar a duda uno de los factores más importantes en la producción, que cambian en cualquier escala de tiempo y espacio en décadas, milenios y cualquier región de la tierra (Roberts, 1983). Este factor afecta el crecimiento y desarrollo de los seres vivos, los cuales necesitan condiciones climáticas adecuadas para que los procesos fisiológicos ocurran de forma normal, en condiciones ideales de luz, humedad y confort o bienestar (Pereira *et al.*, 2002).

Uno de los aspectos de interés en la biometeorología animal es el análisis de diferentes formas de evaluar los impactos del ambiente sobre las respuestas productivas y fisiológicas. El conocimiento del régimen térmico del ambiente, junto con el requerimiento térmico de los animales, es una herramienta útil para la toma de decisiones (Echarte *et al.*, 2002), donde el índice de temperatura y humedad desarrollado por Thom (1959) es uno de los indicadores más difundido. Este índice es usado como herramienta de manejo en sistemas de producción y que reconoce tres categorías de decisiones en relación al ambiente, como lo son: normal, alerta, peligro y emergencia.

El objetivo de este trabajo fue determinar el índice de confort térmico de temperatura y humedad (THI) y estudiar su efecto sobre la producción de pollos de engorde en una granja comercial.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en una granja de producción comercial de pollos de engorde localizada a una altitud de 511 msnm y ubicada en las coordenadas geográficas:

10° 19' 11,5" N y 67° 40' 40,3" O con temperatura promedio de 30°C. Los galpones de producción tenían medidas de 11 x 7,60 m para un alojamiento de 9.000 aves con una densidad de 11 aves/m². Se mantuvo el manejo rutinario de los animales en la granja y los animales fueron alimentados ad libitum con alimento comercial: pre iniciador de 0 a 7 días, iniciador de 8 a 21 días y terminador a partir de 22 días.

Para evaluar las variables climáticas se ubicó en el centro del galpón una estación meteorológica automática para registrar las variables temperatura ambiental, humedad relativa, velocidad y dirección del viento. La temperatura de la cama se midió a través del uso de sensores o termocuplas conectados a un dataloger, marca ELE, con frecuencia de registro cada diez minutos de la información climática para el periodo seco correspondiente a los meses febrero a marzo 2006. Los registros se iniciaron con la entrada de los animales al galpón hasta cumplir con el ciclo productivo (42 días).

Con los valores registrados de temperatura y humedad relativa se estimó el índice de confort térmico (Temperatura Humidity Index, THI), mediante la fórmula expresada por Thom (1959)

$$\text{THI} = (1,8 * \text{TX}) + (0,55 * \text{HR}) + 31,45$$

donde TX es la temperatura ambiental y HR es la humedad relativa en proporción.

Se estimó el índice THI para cada hora del día, obteniendo promedios diarios y semanales. Se calculó la ecuación de regresión empírica desarrollada para aves de ganancia promedio diaria de peso, con la finalidad de conocer el efecto de la temperatura del lugar sobre el índice productivo ganancia diaria de peso (GDP) de los animales, considerando sólo valores

Cuadro 1. Valores de THI referenciales para animales en producción.

THI	Condición
<70	Normal
71-79	Alerta
80-83	Peligro
>84	Emergencia

de THI superiores a 70, por ser un valor indicativo del inicio de un proceso de estrés en el animal, de acuerdo a lo señalado por la World Meteorological Organization (1989) (Cuadro 1).

La fórmula utilizada fue:

$$GDP = -6,338 \times 10^{-2} + 1,963 \times 10^{-2} P + 3,055 \times 10^{-3} THI - 2,521 \times 10^{-5} THI - 9,061 \times 10^{-5} THI * P^2$$

donde:

GDP es la ganancia diaria de peso (kg/ave/d) para pollos de engorde entre 0,5 y 1,5 kg de peso, P es el peso del pollo (kg) y THI es el índice de confort térmico, considerando solo valores mayores a 70.

Los datos fueron tabulados y analizados a través de estadísticos descriptivos, pruebas de medias, varianzas, tendencias y frecuencias para el índice THI y la aplicación del modelo de estimación polinomial, a través del paquete estadístico JMP versión 4R (SAS, 2001). Los valores estimados de THI se compararon con valores referenciales para identificar la existencia de los periodos de mayor estrés térmico para los animales durante el periodo de cría.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento y frecuencia de ocurrencia del índice de confort THI

En la Figura 1 se observa el comportamiento diario del THI, con un incremento de los valores a partir de las 10:00, con un valor máximo de 91 unidades a las 14:30 h y un mínimo de 68 unidades, aproximadamente a las 6:30, lo que coincide con el patrón de comportamiento de la temperatura promedio del aire y concuerda con lo reportado por Pérez (2003). Esta concordancia en ambos patrones establece que el comportamiento del índice a lo largo del día está determinado por la marcha diaria de la

temperatura, lo que se deduce como consistente al considerar que el estudio fue realizado en el período seco establecido.

Al comparar los resultados obtenidos en la granja con los valores referenciales de THI se observa que presentan condiciones normales entre las 4:30 y 8:30 h, de peligro en los periodos de 10:30 a 16:30 h y de alerta desde 18:30 a 02:30 h, mostrando condiciones de estrés durante la mayor parte del día. En cuanto a la variabilidad interdiaria del THI en el período evaluado, no se hallaron valores de Coeficiente de Variación que excedieran 4%, corroborando que el experimento se realizó en un período seco bien establecido.

En relación al efecto de la hora sobre el ciclo diario del THI, el análisis de varianza arrojó un efecto altamente significativo ($P < 0,0001$) de la hora sobre el confort térmico de los animales, lo que confirma la importancia de la hora del día sobre la presencia de estrés en los animales y su variación dentro del ciclo diario. Esto es de gran importancia para determinar el efecto del calor sobre la respuesta de las aves, donde principalmente la temperatura del aire y el vapor de agua condicionan el estado de confort de los animales, siendo la temperatura un factor ambiental influyente por el grado de asociación directa y significativo que existe entre esta variable con el THI (Moreno y Chinchilla, 2007). Estos resultados inducen a considerar un plan de manejo para los animales según las horas del día que permitan implementar técnicas que ayuden a mejorar o disminuir la condición de estrés calórico en los animales.

Para corroborar la variación del THI a lo largo del día se ajustó un modelo de estimación polinomial de 4to orden (Figura 1) de la forma siguiente:

$$THI = 80,093 - 178,82h + 807,87h^2 - 1.141,7h^3 + 507,38h^4$$

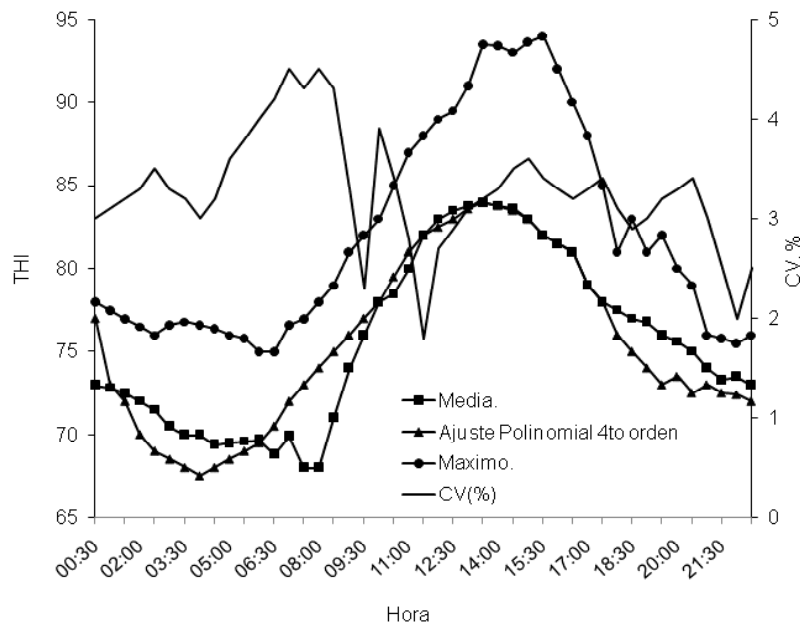


Figura 1. Comportamiento diario del THI durante el período seco en una granja comercial del estado Carabobo, Venezuela.

donde h es la hora del día expresada en formato 0-1. El coeficiente de determinación $R^2 = 0,8925$ resultó altamente significativo, lo que indica que el modelo permite explicar el 89,25% de la variabilidad del THI dentro del día bajo las condiciones de este estudio.

En relación a la frecuencia de ocurrencia del THI para la condición ambiental de la granja evaluada, durante el período seco, en general los valores de THI superiores a 70 llegan a ubicarse por encima del 98%, a excepción del lapso comprendido entre las 2:00 y las 8:00 h. Para las 14:00 h, la probabilidad de ocurrencia de valores de THI superiores 83 es 70%, evento que es causado por un máximo de temperatura promedio del aire para esta misma hora. Entre las 12:00 y las 16:00 h se obtienen entre 50 y 30% de probabilidades de ocurrencia, respectivamente, para las condiciones de emergencia, THI mayor a 83, indicando que los animales están sometidos a estrés severo en este período (Figura 2). Cabe destacar que para este análisis fue considerado valores de temperatura ambiente a partir de los 10 días de edad del animal debido al suministro de calor artificial en la primera etapa de vida. Confirmando estos resultados, evaluaciones previas señalan condición de estrés permanente en granjas avícolas de clima tropical donde se recomienda desarrollar control ambiental para no afectar la economía del productor

por mortalidad y pesos disminuidos en los animales (Oliveros *et al.*, 2002).

Para la persistencia del THI, se observa en la Figura 3 que entre 42 y 54% de las horas del día, es decir, entre 10 y 13 horas al día los animales están sometidos a valores de THI entre 70 y 79 (condición de alerta) durante su ciclo de producción, siendo esto una situación crítica sobre todo durante la tercera y cuarta semana. Bajo estas condiciones la pérdida de calor del animal es muy reducida ya que la mayor parte del tiempo se encuentra en condición de estrés y a medida que la temperatura ambiente se va acercando a la temperatura del ave los tres mecanismos (conducción, convección y radiación) se muestran ineficaces para regular la temperatura corporal y por lo tanto, el consumo de alimento disminuye y aumenta el consumo de agua, donde se desmejora el índice de conversión alimenticia (Estrada y Márquez, 2005).

Índice de temperatura THI y su aplicación a la ganancia de peso.

Como los resultados de THI obtenidos fueron superiores a 70, fue posible estimar la GDP con la ecuación estadística que relaciona evento climático y producción de forma literal para las condiciones del ensayo (Bracho, 2005). Los resultados indicaron diferencias altamente significativas ($P < 0,0001$) entre la GDP (%) para animales con pesos desde 0,9

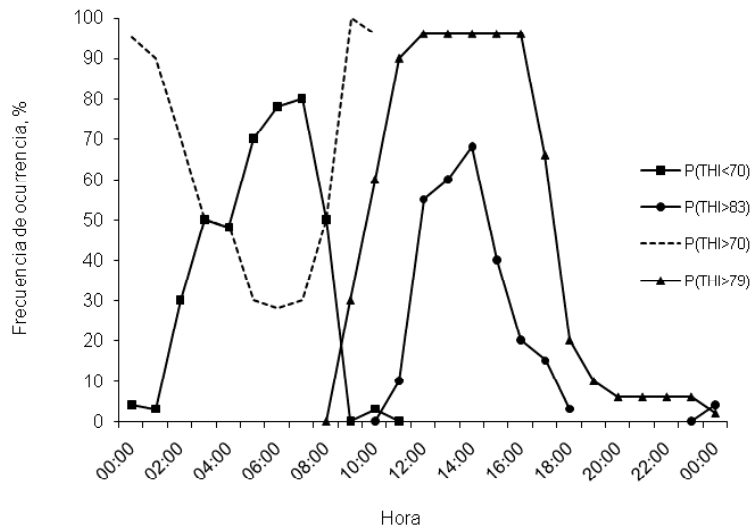


Figura 2. Frecuencia relativa de ocurrencia de valores de THI para diferentes horas del día, en el periodo seco de una granja comercial ubicada en el estado Carabobo, Venezuela.

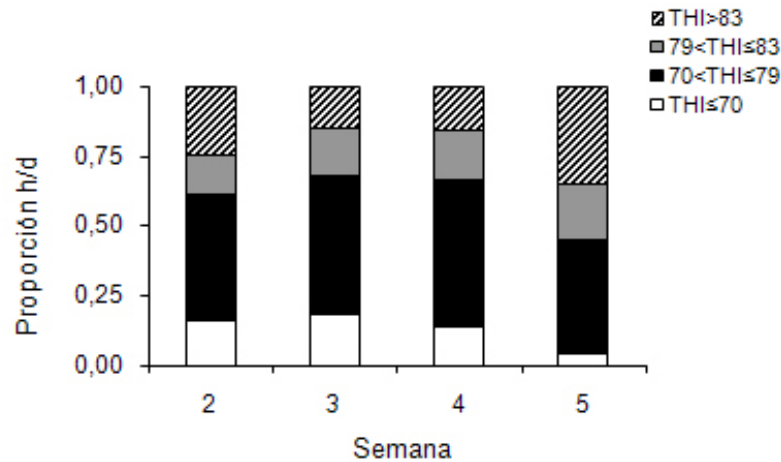


Figura 3. Persistencia relativa del estrés térmico en proporción de horas por día para las diferentes semanas del ensayo, en el periodo seco de una granja comercial ubicada en el estado Carabobo, Venezuela.

hasta 1,5 kg, señalando el efecto de la temperatura y humedad sobre la GDP. La relación entre el peso del animal y su GDP fue inversamente proporcional y los animales más jóvenes en las condiciones de humedad y temperatura estudiadas tuvieron ganancias de peso diarias de aproximadamente 20% de su peso y fueron disminuyendo de forma polinomial hasta 12,5% para animales de 1,5 kg. Esto concuerda a lo reportado por Pereira *et al.* (2002) al señalar que con el índice

THI próximo a 72, la producción no se afecta en tanto que a medida que se incrementa el THI hay efectos depresivos. Igual tendencia reportó Torrellas (1998) al señalar que la tensión térmica durante las últimas semanas del ciclo afectó el comportamiento productivo reflejado en disminución en la ganancia de peso, donde las funciones biológicas varían considerablemente con las variaciones de la temperatura del cuerpo a pesar que tienen su mecanismo de regulación de

la temperatura estrechamente relacionado con su balance térmico (Kulicov y Rudnev, 1980). De igual manera, el desempeño orgánico de los animales depende de su relación con el ambiente y variaciones bruscas provocan falta de confort que compromete la salud y productividad de los animales (Ramírez *et al.*, 2005). Cabe destacar que los resultados de este efecto sobre la GDP es de manera estimada, lo que indica la necesidad de corroborar estos resultados a través de la realización de evaluaciones prácticas, considerando las variaciones de clima y confort en los animales para establecer el nivel de desempeño productivo de manera real.

Los resultados permitieron identificar rangos de índice y condiciones de confort animal y de estrés por calor (alerta, peligro y emergencia) para condiciones de sequía en clima tropical, destacando una prolongada frecuencia de ocurrencia y persistencia del índice en estrés. Se considera la hora del día como factor determinante en la estimación de condiciones de confort animal que involucran implementación de condiciones de manejo que consideren el nivel de confort o bienestar del animal que permitan mejoras en la productividad.

CONCLUSIONES

Este estudio permitió identificar a través del índice estimado de confort térmico de temperatura y humedad THI, el sometimiento de los pollos de engorde a una alta probabilidad de estrés térmico en condiciones de alerta, peligro y emergencia, durante el ciclo productivo, donde la condición normal del animal (sin estrés) se presentó en horario de 4:30 y 8:30 h, peligro (no someter animales a demasiados movimientos) de 10:30 a 16:30 h y alerta (prepararse para tomar precauciones) de 18:30 a 02:30 h, intensificándose la condición de riesgo de estrés en los animales con la edad debido al proceso de pérdida y ganancia de calor.

La ecuación que relaciona al índice THI con parámetros productivos señaló una relación inversa entre peso y GDP, con disminución de 20% hasta 12%, de acuerdo al peso del animal.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al productor avícola que presto su granja el desarrollo de la investigación planteada. Este programa fue parcialmente apoyado

por el programa de cooperación ECOS NORD entre Venezuela y Francia y por el proyecto del Fondo de Consorcio de Innovación Tecnológica del Convenio INIA-BID-FONACIT.

LITERATURA CITADA

- Bracho G. 2005. Caracterización del régimen térmico de las estaciones experimentales de la Facultad de Agronomía, con fines agrícolas y ambientales. Tesis de grado. Univ. Central de Venezuela. Fac. Agronomía. Maracay. Venezuela.
- Echarte L, D. Prando y A. Maggiora. 2002. Altas temperaturas y producción de huevos en tres localidades del sudeste de Buenos Aires. Resúmenes IX Reunión Argentina de Agrometeorología. Asoc. Argentina de Agrometeorología. Córdoba, Argentina.
- Estrada M. y S. Márquez. 2005. Interacción de los factores ambientales con la respuesta del comportamiento productivo en pollos de engorde. *Rev. Col. Cienc. Pec.*, 18(3): 246-257.
- Kulicov V. y G. Rudnev. 1980. *Agrometeorología Tropical*. Ed. Científico Técnica. La Habana, Cuba.
- Moreno F. y M. Chinchilla. 2007. Análisis del efecto de la temperatura y la humedad relativa sobre el consumo de alimento y el aumento de peso corporal en un sistema de producción de pollo de engorde en el municipio de Arbeláez (Cundinamarca). *Rev. Col. Cienc. Pec.*, 20(4): 566-568.
- Oliveros Y., J. Montilla, M. Puche, R. Figueroa y J. Marquina. 2002. Efecto del índice de temperatura y humedad sobre parámetros productivos y de comportamiento en pollos de engorde en condiciones de clima tropical. *Rev. Arg. Agrometeorología*, 2(2): 205-211.
- Pereira A, L. Angelocci y P. Sentelhas. 2002. *Agrometeorologia. Fundamentos e Aplicações Praticas*. Livraria e Editora Agropecuária, Brasil.
- Pérez M. 2003. Algunos indicadores del nivel de estrés térmico en pollos de engorde en granjas comerciales del estado Aragua. Tesis de grado.

- Univ. Central de Venezuela. Fac. Agronomía. Maracay. Venezuela.
- Ramírez R., Y. Oliveros. R. Figueroa y V. Trujillo. 2005. Evaluación de algunos parámetros productivos en condiciones ambientales controladas y sistema convencional en una granja comercial de pollos de engorde. *Rev. Cien. Fac. Cien. Vet. LUZ*, 15(1): 49-56.
- Roberts W. 1983. Clima y agricultura en el siglo veinte. En *Información agroclimática para el desarrollo*. FONAIAP. p. 17-21.
- SAS. 2001. *SAS.user's guide*. SAS Institute, Cary, EUA.
- Thom E.C. 1959. The discomfort index. *Weatherwise*, 12: 57 – 59.
- Torrellas F. 1998. Evaluación de las condiciones termodinámicas del ambiente en instalaciones para pollos de engorde en la granja Santa María, edo. Aragua. Tesis de Maestría. Postgrado en Ingeniería Agrícola. Facultad de Agronomía. Univ. Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.
- World Meteorological Organization. 1989. *Animal health and production at extremes of weather*. Technical Note N°191. Ginebra, Suiza.