



Efecto de la temperatura y la humedad relativa en los parámetros productivos y la transferencia de calor en pollos de engorde[¶]

Revista
Colombiana de
Ciencias
Pecuarias

Effect of temperature and relative humidity on the productive behaviour and the transfer of heat in broilers

Mónica M Estrada-Pareja^{1*}, Zoot, Esp, MS; Sara M Márquez-Girón,^{1,2} Ing Agríc, MS; Luis F. Restrepo Betancur¹, Esp. Estad.

¹ Grupo de investigación en ciencias animales (GRICA). Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Agrarias, AA. 1226, Medellín, Colombia.

² Grupo de investigación en gestión y modelación ambiental (GAIA). Universidad de Antioquia. Facultad de Ingeniería, Medellín, Colombia.
monicamariae@gmail.com

(Recibido: 5 diciembre, 2005; aceptado: 25 julio, 2007)

Resumen

Para lograr máximos rendimientos productivos en las explotaciones de pollo de engorde, es imprescindible manejar un entorno adecuado que les proporcione a las aves las condiciones ambientales óptimas. En este trabajo se evaluó el efecto de la temperatura y la humedad relativa en la respuesta productiva y transferencia de calor en pollos de engorde, con el propósito de establecer la zona termo-neutral en el microclima de la hacienda Vegas de la Clara (nordoste antioqueño, Colombia), para optimizar los modelos de producción. En la primera parte del trabajo, se determinó, mediante un análisis estadístico descriptivo exploratorio el comportamiento térmico de los pollos de la línea Ross en la etapa de cría, midiendo los cambios de temperatura corporal desde el nacimiento (heterotermos con temperatura corporal de 39.741 ± 0.44 °C), hasta que alcanzaron la condición de endotermos (temperatura corporal: 40.37 ± 0.221 °C); al finalizar ésta etapa fue determinada la homogeneidad del lote, en cuanto a pesos corporales, con el propósito de obtener uniformidad en las unidades experimentales (pollos) para llevar a cabo la fase experimental correspondiente a la etapa final del periodo productivo. En la fase experimental, se evaluó los efectos de tres diferentes temperaturas (19, 25, y 31 °C) a una humedad relativa del 75% en la transferencia de calor y en el rendimiento productivo, por medio de consumo de alimento, peso corporal, conversión alimenticia y morbi – mortalidad. Mediante la aplicación de la técnica de MANOVA con contrastes canónicos y un diseño de estructuras completamente aleatorizado se determinó que el mejor comportamiento productivo para el peso corporal y la conversión alimenticia se obtuvo a una temperatura de 19 °C ($p < 0.05$) con respecto a los demás tratamientos. Las pérdidas de calor representadas mediante la graficación en la carta Sicrométrica, indicaron mayores pérdidas de calor sensible en el tratamiento a

¶ Para citar este artículo: Estrada-Pareja MM, Márquez-Girón SM, Restrepo-Betancur Efecto de la temperatura y la humedad relativa en los parámetros productivos y la transferencia de calor en pollos de engorde. Rev Col Cienc Pec 2007; 20:288-303.

* Autor para el envío de la correspondencia y la solicitud de separatas: Grupo de Investigación en Ciencias Animales (GRICA). Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Agrarias. AA. 1226, Medellín, Colombia. mmep@interpla.net.co

19 °C, seguido del tratamiento a 31 °C y luego del tratamiento a 25 °C ($p < 0.05$). En cuanto a las pérdidas de calor latente no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$).

Palabras clave: calor latente, calor sensible, rendimiento productivo, sicrometría, zona termo-neutral

Summary

To achieve maximum productive yields in broiler production, it is indispensable to manage an appropriate environment that provides to the birds the good environmental conditions. In this work the effect of temperature and relative humidity in the productive performance and transfer of heat in broilers was evaluated, with the purpose of establishing the thermal comfort zone in the microclimate of Vegas de la Clara farm (Nordeste antioqueño, Colombia), to optimize the production models. In the first part of the work, the behaviour of breed Ross chickens in the breeding stage was determined by means of an exploratory descriptive statistical analysis, measuring changes of corporal temperature from birth (heterothermos with (corporal temperature of 39.741 ± 0.44 °C), until the chickens reached the endothermos condition (corporal temperature of 40.37 ± 0.221 °C); when concluding this stage the homogeneity of the lot was determined, concerning body weight, with the purpose of obtaining uniformity in the experimental units (chickens) to carry out the experimental phase corresponding to the final stage of the productive period. In the experimental phase, the influence of three different temperatures (19, 25 and 31 °C) with a constant relative humidity of 75% on heat transfer and broiler productive yield as measured by food consumption, body weight, nutritional conversion and morbi-mortality, was evaluated. The results were evaluated by MANOVA with canonical contrasts and a totally randomized design of structures. The best productive behaviour to body weight and nutritional conversion was obtained at a temperature of 19 °C when compared to the other treatments ($p < 0.05$). Heat losses were represented in a psychrometric cart, which indicated that treatment at 19 °C, followed by treatments at 31 °C and 25 °C ($p < 0.05$), represented the greatest losses of sensible heat, respectively. Regarding latent heat losses statistically significant differences were no found ($p > 0.05$).

Key words: latent heat, productive yield, psychrometric, sensitive heat, thermal comfort zone

Introducción

Los principales factores ambientales que afectan el desempeño productivo del pollo de engorde son la temperatura y la humedad relativa (35, 37, 38). Estos factores regulan la zona termo-neutral en la cual se espera un máximo rendimiento productivo, valores por encima o por debajo del rango, producen estrés en el animal. La exposición de las aves a estrés climático, principalmente calórico, conduce a la disminución del consumo de alimento para minimizar la cantidad de calor generado por la digestión y el metabolismo energético (33, 34, 36) resultando en bajas tasas de crecimiento, reducción de la eficiencia de la conversión alimenticia, inmunosupresión y alta mortalidad (6, 16, 25).

La temperatura orgánica de las aves presenta una mayor variabilidad que los mamíferos. En el ave adulta, la temperatura fluctúa entre 40.5 y 41.9 °C, los pollitos de un día de edad poseen una temperatura corporal entre 37.6 – 39 °C (7, 8,

11), sí la temperatura de incubación es 37.6 °C. La capacidad de termorregulación es claramente inferior en los pollitos de un día y depende fundamentalmente de su aislamiento, del grado de desarrollo muscular y del grado de su control nervioso central (2, 3, 30). Esto demuestra que al nacer y durante los primeros 21 días los polluelos aún no pueden regular su temperatura corporal y son considerados heterotermos (17, 18, 29). Por lo tanto, durante los días de crianza es importante que estén bajo una fuente de calor, la cual debe brindar un ambiente de 32 °C, una temperatura más elevada causa deshidratación, afectando su desarrollo, y temperaturas inferiores a los 30 °C interfieren con la absorción del saco vitelino evitando protección inmunitaria durante los primeros días de vida (14, 21).

A partir de los 22-35 días de edad, la temperatura corporal aumenta hasta estabilizarse en 40.5 y 41.9 °C, momento en el cual pueden controlar su temperatura (11, 17, 29). Este proceso de control

de la temperatura corporal es acompañado por el crecimiento de las plumas. Cuando nacen solo tienen plumón, pero a partir de los 21-30 días están emplumados completamente lo que aumenta la protección contra el frío porque éstas actúan como una barrera (9, 10, 29). El rango de comodidad se extiende y la temperatura ambiental desciende, de modo que en las últimas semanas del periodo productivo prefieren una temperatura de entre 18 y 21 °C y esto significa que al inicio de la crianza su mayor preocupación debe estar concentrada en proporcionarles suficiente calor (10).

Pérdidas de calor

La pérdida total de calor metabólico consiste en calor sensible y calor latente. Mientras el calor sensible es la transferencia de calor desde un animal por el flujo del aire sobre la superficie, el calor latente está asociado con la fase de cambio de agua (el jadeo remueve calor por evaporación) (12, 23). Dado su carácter endotérmico, las aves pueden balancear la energía corporal, reduciendo la producción de calor, incrementando la pérdida de calor sensible (conducción, convección y radiación), las pérdidas de calor por evaporación (jadeando), o la combinación de éstas. De acuerdo con Simmons *et al* (33), en los pollos el incremento de la pérdida de calor sensible no incide negativamente en el comportamiento productivo del ave y por el contrario, mejora la eficiencia en crecimiento, debido a que el calor latente requiere un mayor gasto de energía, y así, estaría disponible menos energía para el crecimiento. Cuando todas las respuestas de comportamiento y fisiológicas al alcance del ave resultan insuficientes para eliminar calor metabólico (radiación, convección, conducción y evaporación

a ritmo respiratorio normal) su temperatura interior corporal se eleva por encima de los 42 °C (22, 38).

Con el presente estudio se buscó determinar la zona termo-neutral del pollo de engorde para el microclima de la hacienda Vegas de la Clara de la Universidad de Antioquia (nordeste antioqueño), estandarizar las condiciones de manejo de la cría y determinar las condiciones óptimas de confort, que garanticen un buen desarrollo corporal y evaluar en la etapa de finalización, el efecto de la temperatura y la humedad relativa en la pérdida de calor y en el rendimiento productivo.

Materiales y métodos

Localización

El estudio se realizó en la hacienda Vegas de la Clara de la Universidad de Antioquia, ubicada en el Municipio de Gómez Plata (Antioquia, Colombia), en el corregimiento de Porcecito, a una altura de 1080 msnm. Las condiciones ambientales se determinaron con la medición de la presión atmosférica utilizando un barómetro (AVM 4000[®], exactitud: 0.01 mmHg, Alemania 1999). Para la temperatura y la humedad relativa promedio se realizaron 2016 mediciones en diferentes momentos del año (periodos de lluvia, época de transición y periodo seco), en cuatro sitios de la zona, utilizando un termo-higrómetro (Pacer industries Inc. Modelo HTA 4200, con sensibilidad de 0.1 °C y 0.1 %, Wisconsin USA 1998) con los datos obtenidos se realizó un análisis estadístico descriptivo, para establecer las condiciones climáticas de la zona y su variabilidad (véase Tabla 1).

Tabla 1. Condiciones ambientales del microclima de la hacienda Vegas de la Clara.

Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)			Presión atmosférica (kg/cm ²)	Precipitación (mm)*	Altitud (msnm)*
Media (±desv.est)	C V %	Rango	Media (± desv.est)	C V %	Rango			
25 (±3.264)	13.45	17- 36	75.4 (±11.97)	15.88	65 -90	910,41	1800	1080

* Los datos de precipitación y altura sobre el nivel del mar del Municipio de Gómez plata (26)

Animales

En el estudio se utilizaron 1800 pollos de engorde machos de la línea comercial Ross, divididos en grupos de 200 aves, cada grupo atendió a una replica de las tres que conformaron cada tratamiento.

Manejo del pollo de engorde

A los grupos de aves se les aplicaron prácticas de manejo convencionales, en cuanto a planes sanitarios, nutricionales y alimenticios requeridos para cada etapa productiva (el suministro de alimento comercial y agua fue a voluntad) (24). Los pollos fueron criados durante las tres primeras semanas de vida, en un corral independiente del módulo experimental y sometidos a una temperatura inicial de 30 ± 0.3 °C y una humedad relativa de $68 \pm 1.7\%$, la temperatura se redujo paulatinamente hasta alcanzar una temperatura ambiente 26.05 ± 0.3 °C y una humedad relativa de $77.7 \pm 1.9\%$ a los 21 días, tiempo en el cual se retiró la calefacción.

Etapas experimentales

Al cumplir los 21 días de edad los pollos fueron trasladados al módulo experimental, adaptado con aislamiento en plástico Agrodene® y madera prensada y control ambiental, utilizando un equipo acondicionador de aire evaporativo (Breezair®, Australia 2002), en un área de 15 m², el cual fue provisto del equipo de alimentación y bebida. Para homogenizar las unidades experimentales, los pollos fueron seleccionados por peso entre 670-750 g al finalizar la tercera semana de vida. La densidad utilizada fue de 13 pollos/m² (27).

Tratamientos

Los tratamientos se definieron con respecto a los datos climáticos de la zona y su variabilidad (rango de 17-36 °C de temperatura y 65-90% de humedad relativa (véase Tabla 1) y a las características de fabricación del equipo acondicionador de aire evaporativo cuyo rango de temperatura (7-32 °C) y humedad relativa (0-90%). Teniendo en cuenta las anteriores condiciones se definieron tres tratamientos con diferentes temperaturas y una humedad relativa del 75% que representó el promedio obtenido para la región. En cada tratamiento se consideraron tres replicas con 200 machos de la línea Ross, para un total de

600 machos por tratamiento. Las condiciones experimentales fueron:

- Tratamiento 1: temperatura 19 °C + 75% HR.
- Tratamiento 2: temperatura 25 °C + 75% HR.
- Tratamiento 3: temperatura 31 °C + 75% HR.

Medición de variables

Temperatura corporal. La temperatura corporal se midió por vía rectal y la superficial en la zona axilar, utilizando termómetros digitales (Hansaplast® con sensibilidad de 0.4 °C, Alemania 2002).

Pérdidas de calor. Para medir el calor sensible se determinó la temperatura del aire sobre la superficie de ave y para el calor latente se midió la humedad relativa disipada al ambiente que circunda al ave; estas mediciones se realizaron diariamente utilizando un termo higrómetro (Pacer industries Inc. Modelo HTA 4200, con sensibilidad de 0.1 °C y 0.1%; Wisconsin, USA 1998).

Los resultados de la temperatura y humedad relativa disipada se graficaron en la carta psicrométrica elaborada para las condiciones climáticas de Vegas de la Clara (véase Estrada *et al*, páginas xx-xx, en este mismo volumen. Nota del editor: agregar en machote). Una vez graficados los datos se hallaron diferentes puntos de entalpías (h_1 , h_2 y h_3) los cuales fueron utilizados para determinar la pérdida de calor sensible ($h_3 - h_1$) y la pérdida de calor latente ($h_2 - h_3$) (véase Figura 1).

Parámetros productivos. Los parámetros productivos evaluados fueron:

1. Peso corporal (g). El peso de cada ave se determinó a los días 21, 28, 35 y 40 de edad, mediante una báscula (Salter®, exactitud 5 g; USA 2000).
2. Consumo de alimento (g/ave). El alimento ofrecido y rechazado fue pesado diariamente para determinar el consumo total utilizando la báscula.
3. Conversión alimenticia. Este parámetro se determinó en relación al alimento total consumido con respecto al peso corporal de cada ave.
4. Mortalidad (%). La mortalidad se obtuvo calculando el número de pollos muertos sobre el ciento por ciento de las aves que iniciaron el periodo productivo.

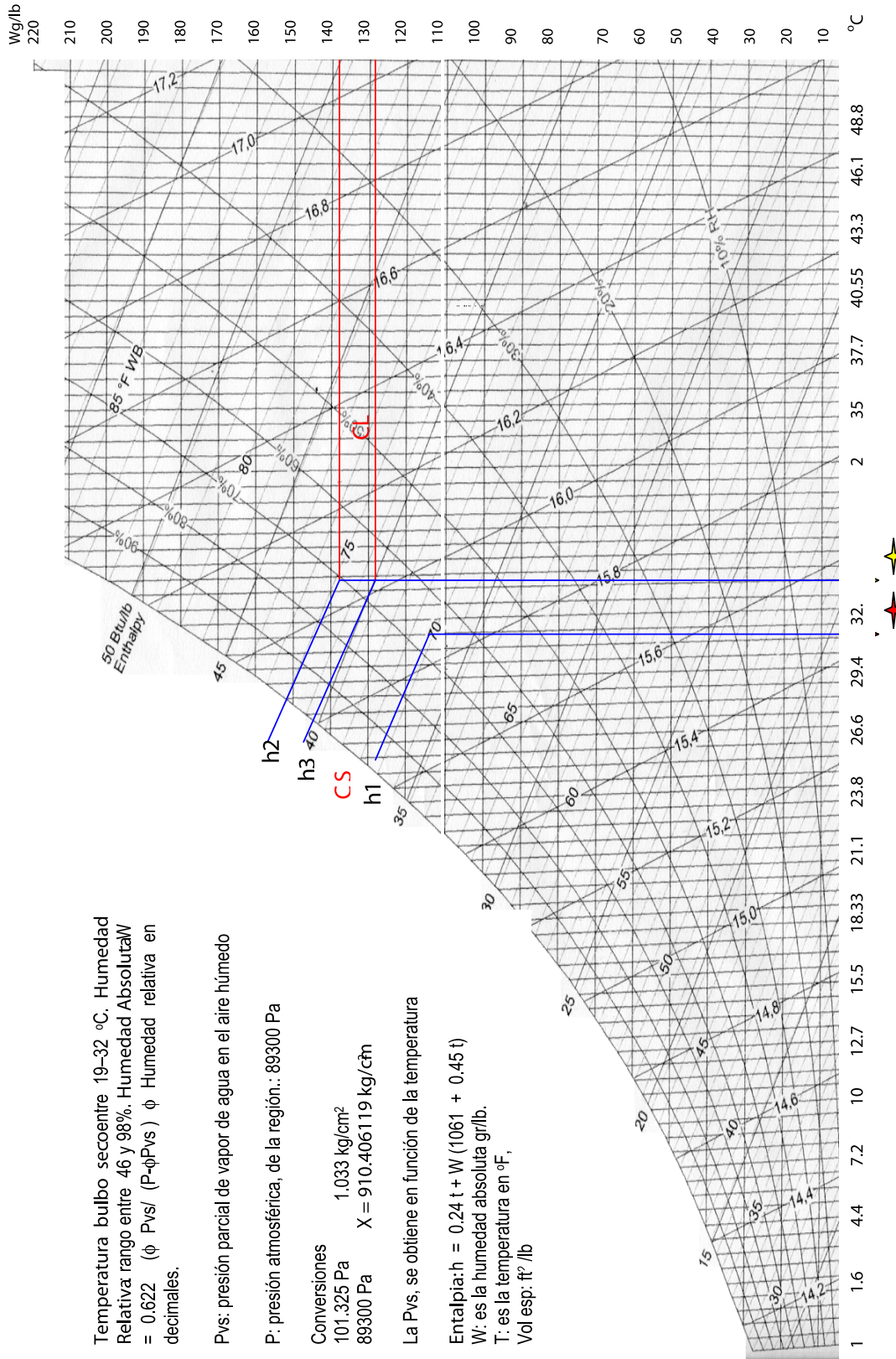


Figura 1. Cálculo de las propiedades sicrométricas para la Hacienda Vegas de la Clara en el municipio de Gómez Plata (Antioquia, Colombia)

Análisis estadístico

Para la evaluación de los pollos en la etapa de cría se realizó un análisis estadístico descriptivo exploratorio para cada parámetro productivo y para la temperatura corporal. Para la etapa de finalización correspondiente a la fase experimental, se empleó un diseño de clasificación experimental completamente aleatorizado balanceado con efecto fijo de tipo longitudinal mediante la técnica MANOVA con contrastes canónicos para comparar el efecto promedio de los distintos tratamientos, donde se validaron los supuestos asociados con el diseño experimental propuesto. Se empleó transformación de datos mediante la función de máxima verosimilitud de BOX-COX. Finalmente, se realizó un análisis descriptivo exploratorio de tipo unidimensional por tratamiento. La unidad experimental estuvo conformada por 200 pollos de la Línea Ross (32).

Resultados

Condiciones del ambiente en la cría

En la tabla 2 se presentan las condiciones de temperatura y humedad relativa suministradas a los pollitos durante las tres primeras semanas de vida. La poca variabilidad de la temperatura y humedad relativa (coeficientes de variación entre 1.29 - 2.87 y 2.4 - 3.4%, respectivamente) en el periodo de cría

facilitó controlar en ambiente alrededor del ave. Se observó que en las dos primeras semanas se logra obtener las condiciones para la zona termo-neutral, ya que la temperatura ambiente y humedad relativa de la zona garantiza los niveles recomendados, pero a la tercera semana la temperatura y la humedad relativa exceden el nivel de la zona termo-neutral requerida para la línea de pollos (véase Tabla 2).

Temperatura corporal

De acuerdo con los resultados del presente estudio, los pollos iniciaron su crecimiento con una temperatura media de 39.741 ± 0.443 °C inferior al de las aves adultas (30). Para el final de la primera semana de edad presentaron un promedio de 40.18 ± 0.63 °C con un coeficiente de variación del 1.5% (véase Tabla 3). Estos resultados evidencian un alto nivel de homogeneidad de la temperatura corporal de la población y por tanto un buen desarrollo del sistema termorregulador, debido al ambiente cálido en estas primeras semanas. En las segunda y tercera semanas se observó un crecimiento progresivo y muy homogéneo de la temperatura corporal (40.24 ± 0.34 y 40.37 ± 0.22 °C, respectivamente).

La temperatura periférica, en las zonas de piel desprovistas de plumas fue superior que la temperatura interna (rectal) con valores de 40.68 ± 0.39 °C, 40.52 ± 0.41 °C, y 40.6 ± 0.27 °C, para el final de la primera, segunda y tercera semana, respectivamente (véase Tabla 3).

Tabla 2. Temperatura ambiente y humedad relativa en la etapa de cría de pollos de engorde vs. Las condiciones ambientales recomendadas por la línea Ross.

Edad (sem)	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)		Temperatura recomendada* (°C)			HR recomendada* (%)
	Galpón	Microclima del pollo		Media (±Des.est)	C V (%)	Galpón	Microclima del pollo	Zona termo neutral	
	Media (± Des.est)	Media (± Desv.est.)	C V (%)			Media (±Des.est)	C V (%)		
1	28.2 (± 0.402)	30.016 (± 0.304)	2.01	68.61 (±1.657)	2.415	29	32	30-32	65-70
2	26.5 (± 0.958)	28.023 (± 0.809)	2.87	71.377 (±2.479)	3.473	26	29	27- 29	60-70
3	24.7 (± 0.521)	26.051 (± 0.336)	1.29	77.79 (±1.992)	2.622	22	23	23-25	60-70

* La temperatura y la humedad relativa recomendada por el manual Ross Breeders (31)

Tabla 3. Cambios en la temperatura corporal de pollos durante la etapa de cría.

Edad (días)	Temperatura rectal (°C)		Temperatura superficial (°C)	
	Media (± D. E)	C V (%)	Media (± D. E)	C V (%)
1	39.74 (± 0.443)	1.115671	40.238 (± 0.413)	1.026067
7	40.175 (± 0.634)	1.57837	40.679 (± 0.391)	0.960887
14	40.239 (± 0.335)	0.835637	40.515 (± 0.409)	1.009706
21	40.366 (± 0.221)	0.549598	40.599 (± 0.267)	0.658224

Parámetros productivos en la etapa de cría

Con respecto a los datos obtenidos en la tabla 4 se observó que el consumo semanal por ave, la conversión alimenticia y la ganancia diaria para las dos primeras semanas se encontraron dentro de lo establecido por la guía de la línea Ross, pero para la semana tres el consumo fue un 8.34 % más alto de lo recomendado; aun así, el consumo acumulado (1024.66 g) estuvo dentro de los rangos esperados.

La conversión alimenticia obtenida fue de 1.516 (0.226 unidades por encima de lo recomendado),

debido a que el peso obtenido fue inferior 675.86 ± 53.79 g al establecido por la línea genética (715.5 – 795 g). Sin embargo, de acuerdo con la desviación estándar obtenida para el peso ± 53.79 en la población se logran los pesos recomendados.

Para el parámetro de mortalidad se observó un acumulado de 0.987 % (dos individuos) a la tercera semana de vida debido a inmersión accidental en un bebedero, evidencia un alto nivel sanitario del lote y buen estado inmunológico (véase Tabla 4).

Tabla 4. Evaluación de parámetros productivos de los pollos de engorde en la etapa de cría vs. Los parámetros productivos recomendados por la línea Ross.

Parámetro		Edad 1	Edad 2	Edad 3
Mortalidad semanal (%)		0,98	0	0
Consumo alimento (g/ave/ sem)		118,719	297.03	608.911
Consumo alimento acumulado (g/ave)		118,7192	415,7489	1024,66
Consumo de alimento recomendado* (g/ave/semana)		118.1-139	290.9- 323	505.8 -562
Consumo de alimento acumulado recomendado* (g/ave/sem)		118.1-139	408.8 - 462	914.6 - 1024
	Media (± Desv .est.)	150.378 (±7.302)	376.953 (± 26.601)	675.857(± 53.799)
Peso corporal (g)	Coeficiente de variación	4.856	7.057	7.9602
	Intervalo de confianza	(151.39, 149.36)	(380.74, 373.18)	(683.95, 667.77)
Conversión alimenticia		0.789	1.104	1.516
Ganancia diaria (g)		15,67	23,99	30,25
Peso corporal recomendado* (g)		145.8 -162	379.8 - 422	715.5 - 795
Conversión alimenticia recomendada*		0.86	1.09	1.29
Ganancia diaria recomendada* (g)		15.2-17.34	23.5-27.14	32.3-35.86

* Parámetros recomendados por el manual Ross Breeders (31)

Fase experimental: etapa de finalización

Parámetros productivos. El mejor comportamiento productivo para el peso corporal al finalizar la semana sexta de vida (1908.8 ± 154.6 g) fue para el tratamiento de 19 °C con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) con respecto a los demás tratamientos.

Para la ganancia diaria no se presentó diferencia estadística ($p > 0.05$) entre los tratamientos de 19 y 25 °C (45.07 ± 3.7 g y 44.8 ± 6.05 g, respectivamente), pero se encontró diferencia estadística para el tratamiento de 31 °C (41.7 ± 3.6 g) con respecto a los demás ($p < 0.05$).

En cuanto a la conversión alimenticia el mejor comportamiento fue para el tratamiento de 19 °C (1.89 ± 0.17) con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en relación con los demás tratamientos, pero entre los tratamientos de 25 y 31 °C no se presentó diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$). Se detectó relación en el efecto del tratamiento a través del tiempo, incrementando el peso corporal, la ganancia diaria y la conversión alimenticia a medida que avanzó la edad del ave (véase Tabla 5).

En la tabla 6, se puede observar un mayor consumo de alimento en la etapa experimental de la cuarta a la sexta semana para el tratamiento de 19 °C (2908.56 ± 146.32 g/ave), seguido del tratamiento de 25 °C y por último el de 32 °C con diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$). El consumo de alimento de los pollos fue inversamente proporcional al aumento de la temperatura del aire en el rango de temperaturas empleado en el estudio (véase Tabla 6). Estos resultados concuerdan con los reportados en la literatura por Veldkamp (36) y Zeballos (40).

La mayor mortalidad se observó para el tratamiento de 31 °C ($5.05 \pm 1.12\%$) con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) con respecto a los demás tratamientos. No obstante, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de 19 y 25 °C (2.2% para ambos casos) (véase Tabla 6).

Parámetros de transferencia de calor

Temperatura corporal superficial. De acuerdo con el análisis longitudinal y ratificado por el análisis MANOVA para la variable de temperatura corporal superficial, se hallaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre el tratamiento de 31 °C (41.9 °C) con respecto a los tratamientos de 19 y 25 °C (41.2 y 41.1 °C, respectivamente). De igual modo, se detectó un efecto del tratamiento a través del tiempo, lo que indica que al aumentar la edad del ave se eleva la temperatura superficial dependiendo de la temperatura a la que se expone éste. En consecuencia, en el tratamiento de mayor temperatura (31 °C) a las semanas cuatro, cinco y seis, las temperaturas corporales superficiales fueron 41.7 ± 0.3 , 41.9 ± 0.3 y 42.1 ± 0.2 °C, respectivamente. En forma similar, se evidenció un efecto de la temperatura ambiente sobre la temperatura corporal superficial durante el tiempo en el tratamiento de 25 °C. En contraste, para el tratamiento de 19 °C no se encontró una relación entre el tratamiento y el tiempo ($p > 0.05$) (véase Tabla 7).

Pérdidas de calor: De acuerdo con el análisis longitudinal y MANOVA, se presentó una diferencia estadísticamente significativa en el calor total producido para el tratamiento de 31 °C (36.34 °C) con una mayor disipación de calor, seguido del tratamiento 25 °C (26.71 °C) y por último del tratamiento 19 °C (25 °C). Además, se presentó una relación entre el efecto del tratamiento y el tiempo ($p < 0.05$), con la temperatura a la sexta (29.8 °C) seguido de la quinta (29.6 °C) y la cuarta (28.77 °C) semanas. A pesar de que para la humedad relativa no se registraron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0.05$), se obtuvo una diferencia significativa en relación con el efecto del tratamiento en el tiempo ($p < 0.05$), con mayor nivel de humedad relativa disipada en la sexta (77.32%) seguida de la quinta (76.72%) y de la cuarta (76.62%) semanas (véanse Tabla 7 y Figuras 2 y 3).

Al considerar los resultados del calor producido determinado por la temperatura alrededor del ave e igualmente la humedad relativa disipada (véase Tabla 7), se estableció el índice de estrés calórico

Tabla 5. Efecto de la temperatura ambiental y la humedad relativa en el peso corporal, la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia de pollos de engorde

Temp (°C)*	Semana 4						Semana 5						Semana 6					
	Peso corporal (g)		Ganancia diaria (g)		Conversión		Peso corporal (g)		Ganancia diaria (g)		Conversión		Peso corporal (g)		Ganancia diaria (g)		Conversión	
	X (± DE)	CV (%)	X (± DE)	CV (%)	X (± DE)	CV (%)	X (± DE)	CV (%)	X (± DE)	CV (%)	X (± DE)	CV (%)	X (± DE)	CV (%)	X (± DE)	CV (%)	X (± DE)	CV (%)
19	1108.1		36.2		1.64		1485.9		41.2		1.78		1908.8		45.07		1.89	
	± 134.2a	12.1	± 3.4b	9.4	± 0.16 c	9.98	± 136.6a	9.2	± 3.9 a	9.5	± 0.19 b	10.8	± 54.6a	8.1	± 3.7a	8.2	± 0.17b	8.9
25	1103.6		37.9		1.68		1492.8		41.5		2.36		1878.0		44.8		2.05	
	± 126.3a	11.4	± 4.5a	11.8	± 0.22b	13.1	± 194.3a	13.0	± 5.6a	13.4	± 2.7a	15.4	± 270.9b	14.4	± 6.05a	13.5	± 0.29a	14.1
31	823.96		28.1		2.02		1242.7		34.4		2.1		1693.4		41.7		2.04	
	± 116.4c	14.1	± 4.1c	14.7	± 0.35a	17.2	± 70.9b	13.8	± 4.8b	14.1	± 0.34a	15.5	± 145.9c	8.6	± 3.6b	8.6	± 0.25a	12.2

abc Los valores (medias ± desv.est) con diferentes letras presentan diferencia estadística significativa (p<0.05)

* 75% de humedad relativa

(sumatoria de la temperatura y humedad relativa), para cada tratamiento, encontrándose un índice de 113.36 (36.34 °C + 77.02%) para el tratamiento de 31 °C, seguido del tratamiento de 25 °C con 103.79 (26.71 °C + 76.78%) y por último del tratamiento de 19 °C con un índice de 101.9 (25 °C + 76.9%).

Tabla 6. Efecto de la temperatura ambiental y la humedad relativa en el consumo de alimento y el porcentaje de mortalidad.

Temperatura (°C) *	Etapa cría	Consumo de alimento (g/ave/periodo)	Etapa de engorde (experimental)	Mortalidad (%)
	Media (± D. E)	Media (± D.E)	Media (± D. E)	Media (± D. E)
19	914.08 (± 118.92)	2908.58 (± 146.32) ^a		2,186 (± 1.117) ^b
25	949.74 (± 77.43)	2807.1 (± 114.09) ^b		2,27 (± 0.74) ^b
31	903.10(± 32.22)	2477.43 (± 300.16) ^c		5,047 (± 1.12) ^a

^{abc} Los valores (medias ± desv.est) con diferentes letras presentan diferencia estadística significativa (p<0.05)

* 75% de humedad relativa

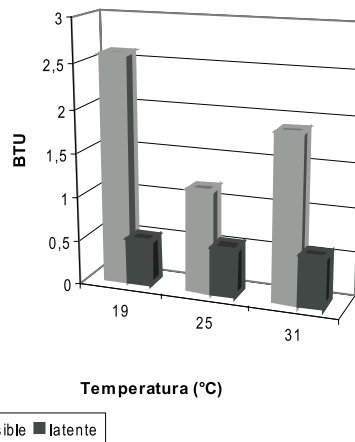


Figura 2. Efecto de la temperatura y la humedad relativa en las pérdidas de calor.

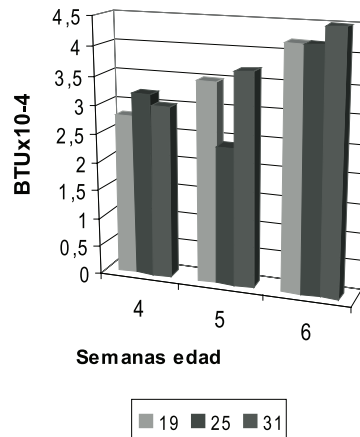


Figura 3. Efecto de la temperatura y la humedad relativa en la pérdida de calor latente.

Tabla 7. Efecto de la temperatura ambiental y la humedad relativa en las variables de transferencia de calor de pollos de engorde.

Variable	Tratamiento 19						Tratamiento 25						Tratamiento 31					
	semana 4		semana 5		semana 6		semana 4		semana 5		semana 6		semana 4		semana 5		semana 6	
	Media (± DE)	CV (%)	Media (± DE)	CV (%)	Media (± DE)	CV (%)	Media (± DE)	CV (%)	Media (± DE)	CV (%)	Media (± DE)	CV (%)	Media (± DE)	CV (%)	Media (± DE)	CV (%)	Media (± DE)	CV (%)
Temperatura corporal superficial	41.2 (±0.21)b	0.5	41.2 (±0.16) b	0.4	41.2 (±0.15) b	0.39	41.07 (±0.21)c	0.53	41.1 (±0.2)b	0.53	41.2 (±0.3) B	0.65	41.7 (±0.3)A	0.7	41.9 (±0.3)a	0.7	42.1 (±0.2)ja	0.5
Temperatura disipada	24.37 (±1.39)c	5.71	25.23 (±1.67) c	6.6	25.39 (±1.84) c	7.26	26 (±1.1)b	41.4	26.98 (±1.13)b	4.2	27.14 (±1.18) B	4.3	35.9 (±0.98)a	2.7	36.2 (±1.04)a	2.8	36.98 (±0.8)a	2.08
Humedad relativa disipada	76.52 (±1.26)a	1.65	76.91 (±1.32) a	1.72	77.27 (±3.1) a	3.11	76.75 (±1.6)ja	2.1	76.26 (±1.1)b	1.5	77.31 (±1.6) A	2.06	76.6 (±0.97)a	1.3	77 (±1.4)ja	1.9	77.4 (±1.4)ja	1.8
Calor sensible ¹	2.32 (±0.6)ja	25.9	2.7 (±0.7)ja	26.7	2.76 (±0.8) a	28.8	0.86 (±0.47)c	53.9	1.29 (±0.49)c	37.8	1.36 (±0.51) c	65.5	1.68 (±0.42)b	25.4	1.79 (±0.45)b	25.1	2.16 (±0.33)b	15.7
Calor latente ¹	2.8x10 ⁻⁴ (±2.1x10 ⁻⁴) a	78.4	3.5x10 ⁻⁴ (±2.3x10 ⁻⁴) a	64.9	4.2x10 ⁻⁴ (±3x10 ⁻⁴) a	88.2	3.2x10 ⁻⁴ (±2.8x10 ⁻⁴) a	87.7	2.4x10 ⁻⁴ (±1.9x10 ⁻⁴) b	81.4	4.2x10 ⁻⁴ (±2.7x10 ⁻⁴) A	65.4	3.0x10 ⁻⁴ (±1.7x10 ⁻⁴) A	55.2	3.7x10 ⁻⁴ (±2.58x10 ⁻⁴) a	67.4	4.5x10 ⁻⁴ (±2.4x10 ⁻⁴) a	53.2
Calor total ¹	2.3 (±0.61)ja	26.9	2.7 (±0.74) a	28.0	2.8 (±0.8) a	28.8	0.86 (±0.5) c	53.9	1.3 (±0.5)c	37.8	1.4 (±0.5)C	37.4	1.68 (±0.43)B	25.3	1.8 (±0.45)b	25.1	2.1 (±0.3)b	15.7

¹ Las unidades utilizadas para medir las pérdidas de calor (total, sensible y latente) están dadas en BTU (lb/lb)

abc: Los valores (medias ± desv.est.) con diferentes letras presentan diferencia estadística significativa (p<0.05)

Calor sensible y calor latente. En la pérdida de calor sensible, se observó una diferencia significativa en el tratamiento de 19 °C con una mayor pérdida (2.6 Unidades Térmicas Británicas, BTU (por sus siglas en inglés), seguido del tratamiento de 31 °C (1.9 BTU) y del de 25 °C (1.17 BTU). Además, se encontró un efecto del tiempo ($p < 0.05$), debido al incremento de la pérdida de calor a medida que el ave avanza en la edad (1.62 BTU, 1.92 BTU y 2.1 BTU) para la cuarta, quinta y sexta semana respectivamente (véase Tabla 7).

A pesar de que para la producción de calor latente no se presentó una diferencia significativa ($p > 0.05$) entre los tratamientos; se observó un efecto del tiempo ($p < 0.05$), con un aumento en la producción del calor latente en el tiempo. Mientras entre las sexta (4.3×10^4 BTU), quinta (3.2×10^4 BTU) y cuarta (3.0×10^4 BTU) semanas, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

Para el calor total producido se observó diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos, generándose mayor producción de calor para el tratamiento de 19 °C (2.568 BTU) seguido del tratamiento de 31 °C (1.877 BTU) y por último el tratamiento de 25 °C (1.17 BTU). Igualmente, el efecto en el tiempo mostró diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) con una mayor producción de calor para la semana sexta (2.093 BTU) seguido de la quinta (1.907 BTU) y la cuarta (1.607 BTU) (véase Tabla 7).

En los animales sometidos a 31 °C, se observó un incremento del jadeo, con posiciones características en la disipación de calor por conducción y convección. Como se señala en la literatura (2, 8 30) los pollos permanecen echados, extienden sus extremidades (alas y patas) y escarban, se bañan en la cama o buscan zonas más húmedas bajo los bebederos (véase Figura 4).



Figura 4. Posiciones características del ave, en la disipación de calor por conducción y convección y evaporación por jadeo. A, jadeo; B y C, estiramiento de las extremidades.

Discusión

Este estudio ratificó la importancia de la temperatura y la humedad relativa en el desempeño productivo y el fenómeno de la termorregulación del pollo de engorde, en las condiciones del sistema de vida bosque húmedo tropical, donde el objetivo primordial fue encontrar los niveles óptimos de temperatura y humedad relativa de la región en estudio, que permitieran establecer las mejores condiciones de manejo para el sistema avícola de la zona.

Los niveles de temperatura y humedad relativa suministrada en la etapa de cría presentaron poca variabilidad y se asemejaron a las condiciones climáticas recomendadas para los pollitos de la

línea Ross. Esta condición permitió un mayor control del ambiente, lo que garantizó que las aves tuvieran un buen desempeño productivo. A medida que el pollito crecía la temperatura corporal rectal se incrementó progresivamente y de forma homogénea hasta alcanzar los valores comunes en un ave adulta. Asimismo, el buen desarrollo del sistema termorregulador se comprobó con los registros de los niveles de temperatura superficial en las zonas desprovistas de plumas el cual fue más elevado debido al traslado de calor desde el interior a la periferia, mecanismo utilizado para disipar calor. El incremento de temperatura en las zonas periféricas de los pollitos fue el resultado del traslado del calor desde el núcleo del cuerpo a la periferia para poder disipar el calor endógeno (3, 30). Tanto los resultados de temperatura rectal como

los de temperatura superficial reportaron niveles muy homogéneos (coeficientes de variación desde 1.12 - 0.55% y 1.02 - 0.65%, respectivamente) a medida que el ave avanzó en la edad. Esto confirma lo expresado en la literatura según lo cual, los pollos de engorde una vez han alcanzado la capacidad de termorregular plenamente tienen la posibilidad de conservar la temperatura de sus órganos internos de manera bastante uniforme (15,18, 30).

El desempeño productivo de los pollos de engorde en las dos primeras semanas de vida correspondió con lo establecido por la línea genética evaluada. Aunque, en el transcurso de la tercera semana, la conversión alimenticia aumentó debido a que el peso obtenido fue inferior a lo recomendado. Sin embargo, este hecho no presentó una desmejora en los resultados generales, debido a que las aves presentaron altos niveles de homogeneidad; esta es representada por un alto nivel sanitario de las aves y buen estado inmunológico demostrado por el bajo índice de mortalidad. Lo anterior concuerda con lo reportado por la literatura, en la cual se concluye que es necesario suministrar calor para que el pollito aumente progresivamente su temperatura corporal hasta alcanzar los valores típicos de un ave adulta (40.5 - 41.9 °C) aproximadamente a los 20 días de edad, tiempo correspondiente al crecimiento del plumaje. Asimismo, el mantener un ambiente calido ayuda a que el pollito se desarrolle rápidamente, ya que sin una fuente extra de calor, el pollo utilizara la energía aportada por el alimento para mantener su temperatura interna, más que para aumentar su tasa de crecimiento, causando un retaso en su desarrollo (15,18, 30).

El mejor peso corporal y la mayor conversión alimenticia al finalizar el periodo de engorde se obtuvo cuando las aves fueron sometidas a temperaturas de 19 °C y humedad del 75%. Sin embargo, para la ganancia diaria no hubo una diferencia en aquellas aves sometidas a temperaturas de 19 y 25 °C.

En cuanto al consumo de alimento, se evidenció una reducción de éste en la medida en que las aves estuvieron expuestas a temperaturas más altas. De acuerdo a lo obtenido en el lote evaluado, los pesos en las dos primeras semanas corresponden a los pesos objetivos de la línea y con un coeficiente

de variación inferior al 8%, lo que representa un alta uniformidad de las aves y una buena repuesta adaptativa al entorno (véase Tabla 4). Aunque para la tercera semana de vida, el peso corporal estuvo por debajo del rango establecido, fue muy homogéneo (coeficiente de variación del 7.9%). Estos resultados ratifican que los pollos de líneas comerciales modernas han sido genéticamente desarrollados para que ganen peso a una tasa extremadamente rápida y usando eficientemente los nutrientes. Como ocurre con cualquier sistema biológico, el peso corporal del pollo sigue una distribución normal. La variabilidad de la población se describe mediante el coeficiente de variación (CV%), que es la desviación estándar de la población expresada en términos porcentuales de la media. Los lotes de pollos variables o heterogéneos tienen un coeficiente de variación mayor del 8% (31).

Con respecto a la morbi-mortalidad, la mayor incidencia se reportó en los grupos de aves expuestas a la mayor temperatura, mientras que para los niveles inferiores no hubo una diferencia en este parámetro. El objetivo en la etapa de cría es establecer un lote de aves saludables desde el primer día, promoviendo una conducta de consumo de alimento y agua, lo cual permita alcanzar los parámetros de peso corporal, conversión alimenticia y uniformidad. Para asegurar condiciones óptimas durante la etapa de cría es necesario que los pollitos se encuentren en un ambiente adecuado (temperatura, humedad, y distribución del equipo dentro del galpón) de tal manera que puedan mantener su temperatura corporal sin deshidratarse y encontrar con facilidad el agua y el alimento (31). Si no se proporciona adecuadamente calor, alimento y agua durante la crianza se presentaran diferencias individuales en el crecimiento.

Al medir la transferencia de calor mediante la temperatura corporal superficial, se presentaron valores superiores a 42 °C en las aves expuestas a 31 °C. Los resultados de calor y humedad relativa disipada sirvieron para determinar el índice de calor (máximo 105). A 31 °C donde el calor y humedad relativa disipada se encontraron alrededor de 36 °C y 77%, el índice de calor fue de 113, y al evaluar el comportamiento de las aves, estas presentaron jadeo en exceso y un aumento en la mortalidad.

Las pérdidas de calor total fueron mayores a temperaturas ambientes de 19 y 31 °C, al igual que para las pérdidas de calor sensible; lo anterior se explica por el hecho de que las aves que consumen mayor cantidad de alimento y tienen mayor tasa de crecimiento como en el tratamiento de 19 °C, disipan mayor calor por los procesos metabólicos generados; mientras que aquellas expuestas a temperatura de 31 °C deben liberar el calor proporcionado por el flujo del aire que los rodea a través de los diferentes mecanismos de transferencia. En cuanto a las pérdidas de calor latente no se presentó una diferencia entre las temperaturas ambientales evaluadas. Sin embargo, se detectó que a medida que el ave crece hay un incremento en la producción de calor latente.

Respecto de la transferencia de calor a través de la temperatura corporal superficial, los resultados del presente estudio concuerdan con lo informado por Hamrita y Lacey (17), North y Bell (27), Quiles y Hevia (30) y Yahav *et al* (38), quienes determinaron que cuando aumenta la temperatura ambiental la temperatura cutánea de las áreas emplumadas no aumenta mucho, de forma que se produce una pérdida calórica baja de estas zonas, pues el plumaje juega un papel importante en el aislamiento del ave e impide la transferencia de calor y la termorregulación a altas temperaturas. Sin embargo, la temperatura cutánea de las zancas, crestas y barbillas (áreas no emplumadas), aumenta considerablemente y debe incrementarse la pérdida calórica a partir de ellas. También se presentan aumentos notables en la temperatura cutánea de las extremidades cuando se mantienen temperaturas constantes en el ambiente. Como se infiere de la Tabla 7, las aves expuestas a 31 °C presentaron temperaturas corporales superficiales superiores a 42 °C.

El índice de estrés calórico hallado en el estudio, contrasta con lo indicado en la literatura (8, 15, 20) en la cual identifican el momento en que se inicia el estrés por calor a partir de un índice de 105; nuestros datos muestran que para el tratamiento de 31 °C se superó el índice de 105, razón por la que los efectos del estrés por calor se evidenciaron con la presencia del jadeo como mecanismos de transferencia de calor, de acuerdo con lo informado en la literatura (5, 15, 30), éste es eficiente en ambientes secos y

si el aire circundante es húmedo la capacidad de transportar calor disminuye notoriamente.

Los resultados productivos obtenidos en la etapa de finalización, están en concordancia con lo reportado en la literatura (13, 19, 39) la cual determina que la selección genética de los pollos para obtener tasas altas de crecimiento, aumenta al parecer su sensibilidad a condiciones ambientales no óptimas. A pesar de que el crecimiento del ave fue inhibido por las altas temperaturas, los resultados del estudio se diferencian en relación con los rangos de temperatura (12 a 24 °C) y humedad (61 a 89%) reportados en la literatura (24, 29).

Los resultados del presente estudio ratifican que las aves sometidas a altas temperaturas liberan más calor a través de la evaporación por jadeo. Adicionalmente, las aves que consumen mayor cantidad de alimento y tienen mayor tasa de crecimiento como en el tratamiento de 19 °C, disipan mayor calor por los procesos metabólicos generados (4, 8, 30).

A pesar de que la humedad relativa fue igual en todos los tratamientos, se observó una correlación por la técnica de Spearman (32) entre la humedad relativa generada o disipada por el ave y el aumento de la temperatura disipada (0.2 °C) ($p < 0.05$). Este rango de temperatura presenta similitudes con datos reportados en la literatura en zonas de condiciones climáticas similares al área de estudio (véase Tabla 8) (1, 13, 19).

Tabla 8. Zonas termo neutrales en diferentes regiones para el pollo de engorde en las tres últimas semanas del periodo productivo.

Edad (días)	Temperatura (rango en °C)	País	Referencias
28 - 45	12 - 23	Estados Unidos	(2).
28 - 45	15 - 25	Emiratos Árabes	(8, 9)
28 - 45	17 - 20	Venezuela	(28)
28 - 45	18 - 26	España Estados Unidos	(20) (24, 27)
28 - 45	19 - 25	Argentina	(40)
28 - 45	20 - 25	Cuba	(1)

Con base en todo lo anterior podemos sugerir que para establecer las condiciones de manejo del sistema avícola en la zona de la hacienda Vegas de la Clara de la Universidad de Antioquia (nordeste antioqueño, Colombia), es importante que para el periodo comprendido entre las semanas cuarta y sexta de vida del ave, las condiciones ambientales del entorno se encuentren entre los 19 y 25 °C, con una humedad relativa no superior a 75% si la temperatura se mantiene constante a 19 °C; pero si esta fluctúa hasta 25 °C la humedad debe ser reducida. Un exceso de humedad relativa en el galpón (valores superiores al 75%) incrementa

el volumen de humedad de la cama y conlleva un empeoramiento de las condiciones ambientales. Para evitar esta situación es indispensable adaptar las instalaciones con mecanismos de ventilación que garanticen un ambiente de confort y ayuden al ave a disipar el calor generado por el metabolismo y los demás factores externos.

Estudios adicionales se requieren para evaluar otros factores del ambiente como ventilación, intensidad lumínica, y el manejo de diferentes porcentajes de humedad relativa donde el pollo pueda tener su máximo desempeño productivo.

Referencias

1. Álvarez MR, Delgado TC, Aenlle FL, Álvarez L. Efectos de la temperatura del aire, la humedad relativa y el viento sobre la explotación comercial de aves y su mitigación. Instituto de Meteorología, Cuba. 2002. p1-17
2. Anderson KE, Carter T. Hot weather management of poultry. North Carolina State University. 1998. [Fecha de acceso: 19 febrero de 2006] URL: www.ces.ncsu.edu/depst/puolsci/techinfo/4Pst30.htm
3. Barragán CJ. Estrés térmico en aves. Selecciones Avícolas. 2004 [Fecha de acceso: 19 febrero de 2006] URL: www.avicultura.com/docsav/SA2004jul423-426.pdf
4. Belles MS. Instalaciones y manejo del broiler en situaciones de estrés calórico. Sel Avícolas 2002; 44:447-468.
5. Bohin E, Peh HC, Avidar Y, Israelí B. Sex and genotype dependence on effects of long-term high environmental temperatures on cellular enzyme activities from the chicken organs. Avian Pathol 1997; 26:511-513.
6. Bottje WG, Harrison PC. Effect of carbonated water on growth performance of cockerels subjected to constant and cyclic heat stress temperatures. Poult Sci 1995; 64:1285-1295.
7. Cockshott I. Manejo del pollo de carne y de los reproductores en zonas de clima calido. Aviagen. Poultry Middle East & North Africa. 2004 [Fecha de acceso: 19 febrero de 2006] URL: [www.aviagen.com/docs/manejo%20de%20las%20aves%20en%20zonas%20de%20clima%20c_341lido\).pdf](http://www.aviagen.com/docs/manejo%20de%20las%20aves%20en%20zonas%20de%20clima%20c_341lido).pdf)
8. Dagher NJ, Ernst RA. Housing for improved performance in hot climates. Poultry production in hot climates. Faculty of Agricultural Science United Arab Emirates University. Arabian Emirates: Cab International; 1995. p.67-101.
9. Dagher NJ, Etches RJ, John TM, Verrinder AM, Gibbins. Behavioural, physiological, neuroendocrine and molecular responses to heat stress. Poultry production in hot climates. Faculty of Agricultural Science United Arab Emirates University. Arabian Emirates: Cab International; 1995. p.31-67.
10. Deeb N, Cahaner A. The effects of naked neck genotypes, ambient temperature, and feeding status and their interactions on body temperature and performance of broilers. Poult Sci 1999; 78:1341-1346.
11. Donald J. El abc de la ventilación en galpones avícolas. Tendencias en el control ambiental en granjas avícolas. Rev Ind Avícola 1997; 15:25-26.
12. Dozier III WA, Lott BD, Branton S. Growth responses of male broilers subjected to increasing air velocities at high ambient temperatures and a high dew point. Poult Sci 2005; 84:962-966.
13. Emmans G, Kyriazakiis I. Consequences of genetic change in farm animals on food intake and feeding behaviour. Proc Nutr Soc 2000; 60:115-125.
14. Fernández TR. Factores que afectan la conversión alimenticia en pollos de engorde. Winco Cala Venezuela. XII Congreso latinoamericano de avicultura. 1991; p.64 -75.
15. Gainesville G, Gingerich EN, Donald J. Influencia del calor en aves de carne y huevos. Control y manejo. Revista avícola de Honduras. 2003 [Fecha de acceso: 19 febrero de 2006] URL: www.visionveterinaria.com/prion/avescalor.html
16. Geraert PA, Gulillaumin S, Padilha JC. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: growth performance, body composition and energy retention. Br J Nutr 1996; 75:195-204.
17. Hamrita TK, Lacey B. Deep body temperature responses to ambient temperature and relative humidity. American Society of Agricultural Engineers. Annual International Meeting. Canada. 1999. 12p.
18. Homeotérmica y poiquiloterma. Biblioteca de Encarta. Microsoft Corporation. USA. 2004.

19. Lacy MP, Czarick M. Tunnel ventilated broiler houses: broiler performance operating cost. *J Appl Poult Res* 1992; 1:104-109.
20. Lahoz FD. Control ambiental en galpones de pollos. Universidad de la Almunia. Zaragoza. España. 2002 [Fecha de acceso: 19 febrero de 2006 URL: www.engormix.com
21. Lecha L. Condiciones climáticas para la producción avícola. *Rev Cub Cienc Avíc* 1992; 19:7-10.
22. Lin H, Zhang HF, Du R, Gu XH, Zhang ZY, *et al.* Thermoregulation responses of broiler chickens to humidity at different ambient temperatures. II. Four weeks of age. *Poult Sci* 2005; 84:1173-1178.
23. Lott BD, Simmons JD, May JD. Air velocity and high temperature effects on broiler performance. *Poult Sci* 1998; 77:391-393.
24. May JD, Lott BD. Relating weight gain and feed: gain of male and female broilers to rearing temperature. *Poult Sci* 2001; 80:581-584.
25. Mc Geehin MA, Mirabelli M. The potencial impacts of climate variability and change on temperature – related morbidity and mortality in the United State. *Environ Health Perspect* 2001; 109 Suppl:185-189.
26. Municipio de Gómez Plata [Fecha de acceso: 19 febrero de 2006] URL: http://www.idea.gov.co/index.php?option=com_content&task=view&id=76&Itemid=88%20
27. North MO, Bell DD. Manual de Producción Avícola. México: Manual Moderno; 1998. p.163-225.
28. Orozco R. Ambiente controlado en galpones avícolas. Venezuela avícola. 2001 [Fecha de acceso: 19 febrero de 2006] URL: <http://www.pzca.com.ve/va/articulos/va37pag13.html>
29. Pedersen S, Thomsen MG. Heat and moisture production of broilers kept on straw bedding. Research Centre Bygholm, Danish Institute of Agricultural Science. Horsens, Denmark. *J Agric Eng Res* 2000; 75:177-186.
30. Quiles A, Hevia ML. Fisiologismo de la termorregulación en las gallinas. Departamento de producción animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. España. 2003 [Fecha de acceso: 19 febrero de 2006] URL: <http://www.portalveterinaria.com/modules.php?name=Articles&file=print&sid=182>.
31. Ross Breeders. Manual de manejo del pollo de engorde. Ross Breeders Limited. Newbridge, Scotland, UK. 2002. 116p
32. **Statistical Analysis Systems. SAS®, versión 8.2 para Windows, User's Guide.** Statistics. Statistical Analysis Systems Institute. Inc., Cary, North Carolina 2002. 1200p.
33. Simmons JD, Lott BD, May JD. Heat loss from broiler chickens subjected to various wind speeds and ambient temperatures. *Appl Eng Agric* 1997; 13:665-669.
34. Simmons JD, Lott BD, Miles DM. The effects of high air velocity on broiler performance. *Poult Sci* 2003; 82:232-234.
35. Soria HJ. La disnea, recurso de las aves frente a la hipertermia, como signo para valorar los sistemas estivales de control ambiental. *Selecciones Avícolas*. 2002 [Fecha de acceso: 19 febrero de 2006] URL:www.avicultura.com/docsav/SA2002feb083-087.pdf
36. Veldkamp T, Kwakkel RP, Ferket PR, Verstegent MW. Growth responses to dietary energy and lysine at high and low ambient temperature in male turkeys. *Poult Sci* 2005; 84:273-282.
37. Yahav S, Goldfeld S, Plavnik I, Hurwitz S. Physiological responses of chickens and turkeys to relative humidity during exposure to high ambient temperature. *J Therm Biol* 1995; 20:245-253.
38. Yahav S, Straschnow A, Luger D, Shinder D, Tanny J, *et al.* Ventilation, sensible heat loss, broiler energy, and water balance under harsh environmental conditions. *Poult Sci* 2004; 83:253-258.
39. Yahav S, Straschnow A, Vax E, Raspakovski V, Shinder D. Air velocity alters broiler performance under harsh environmental conditios. *Poult Sci* 2001; 80:724-726.
40. Zevallos MG. Condiciones ambientales. 2001 [Fecha de acceso: 19 febrero de 2006] URL: www.portalveterinaria.com