

## Efecto del tipo de galpón y ubicación de las jaulas sobre los factores ambientales en gallinas ponedoras.

### The Effect of type of laying house and cage location on environmental factors in laying hens

C. Sánchez<sup>1</sup>, J.J. Montilla<sup>2</sup>, I. Angulo<sup>3</sup> y A. León<sup>3</sup>

#### Resumen

Con el objeto de evaluar el efecto del tipo de galpón (caballete abierto(CA) o cerrado(CC)) y ubicación de las jaulas sobre los factores ambientales, se estudió una granja comercial de 124.014 ponedoras por 10 meses. Los galpones contenían: I: CC; II: CA simple, buen drenaje; III: CA doble con mal drenaje, 12m de ancho y jaulas convencionales; el IV: CC con 5,25 m de ancho y jaulas invertidas. Como hileras laterales (HL) se consideraron las filas más externas y centrales (HC) las ubicadas al centro. El diseño fue completamente aleatorio con arreglo factorial. Los resultados evidencian condiciones ambientales significativamente ( $P < 0,05$ ) más favorables al galpón II con respecto al I, en humedad relativa (HR: 59,8 vs 62,8%), concentración de amoníaco (CAM: 8,1 vs 10,8ppm) y luminosidad (L: 12,3 vs 11,9 lux). El galpón estrecho IV mostró mejores valores, con respecto al II, en CAM (5,5 vs 8,1ppm) y L(13,0 vs 12,3lux). Estos factores fueron más ventajosos ( $P < 0,01$ ) en HL que HC; no encontrándose diferencias significativas para HR. Entre HL y HC, sólo hubo diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) para HR en galpones I y II, los valores de CAM fueron superiores en HC de galpones anchos, sin diferencias en estrechos; similar comportamiento ocurre en HL para L. Los resultados indican que las condiciones ambientales son muy superiores en HL, en galpones estrechos y anchos con CA.

**Palabras clave:** Factores ambientales, gallinas ponedoras, galpones, jaulas.

---

Recibido el 10-1-2001 ● Aceptado el 15-6-2001

1. INIA-Lara, vía Duaca, km 7, El Cují, Apartado 592, Barquisimeto, estado Lara, Venezuela.  
2. Profesor Jubilado. UCV. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, estado Aragua, Venezuela.

3. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Apartado 4653. Maracay 2101, estado Aragua, Venezuela.

## Abstract

In order to evaluate the effect of the type of laying house (with roof ventilation opening (CA) or with closed roof (CC)) and cage location on environmental factors, a commercial farm of 124.014 egg-laying hens was studied for 10 months. The experimental laying houses were as follows: I: CC; II: CA simple vent, good drainage; III: CA double vent with bad drainage, 12 m wide and with conventional cages; IV: CC, 5.25 m wide and inverted cages. Lateral rows (HL) were considered as the external rows, and central rows (HC) were the rows in the center of the houses. The experimental design was completely random with factorial arrangement. The results evidence more favorable environmental conditions ( $P < 0.05$ ) in laying house II with respect to I, in reference to relative humidity (HR: 59.8 vs 62.8%), ammonium concentration (CAM: 8.1 vs 10.8 ppm) and luminosity (L: 12.3 vs 11.9 lux). The narrow laying house IV evidence better results with respect to II in CAM (5.5 vs 8.1 ppm) and L (13.0 vs 12.3 lux). These factors were more advantageous ( $P < 0.01$ ) in the lateral rows with respect to the center, with no significant difference for HR. Between HL and HC the only significant differences ( $P < 0.05$ ) observed were for HR in laying houses I and II, while CAM values were higher in wide houses, with non appreciable differences in narrow houses. Similar behavior occurred in HC in wide houses. These results suggest that the environmental conditions are superior in HL in narrow and wide laying houses with CA.

**Key words:** Environmental factors, laying hens, laying houses, cages.

## Introducción

La producción mundial total anual de carne de todas las especies y de huevos de gallina se ha incrementado en los últimos 45 años en 307,2% y 335,9%, respectivamente, mientras la de leche sólo incrementó en 107,1%, según estimaciones de Montilla (6). Todas las especies y destinos productivos, exceptuando ovinos y caprinos, muestran incrementos extraordinarios, siendo los más elevados los de la carne de aves y huevos con 3813% y 1273%, respectivamente. Esto permitió que de 23,8 g de proteína animal que el venezolano consumía diariamente en promedio por persona para el período

1961-63, se eleve a 33,7 g para el período 1979-81(4), lo cual demuestra el papel determinante que tienen las aves en la producción de proteína animal en el país, tanto en el futuro inmediato como mediato.

El éxito de los procesos productivos avícolas depende de la combinación de una alimentación cuantitativa y cualitativamente adecuada, aunada a buen material genético, rigurosas medidas sanitarias, prácticas de manejo idóneas, alojamiento y equipos que permitan óptimo confort. El sistema de explotación de gallinas ponedoras en jaulas representa una vía efectiva para

intensificar la producción de huevos, ya que permite el confinamiento de gran número de aves y mejorar así la eficacia del uso del área, tiempo y mano de obra, aumentando el beneficio, reduciendo costos y, por tanto, obtener un mayor margen de ganancia. Sin embargo, altas densidades de aves con frecuencia resultan en una reducción gradual de la productividad de las aves, especialmente si no se logra mantener un equilibrio entre las variables fisiológicas y el entorno (clima, manejo y nutrición) a objeto de garantizar un ambiente donde las aves puedan mostrar todo su potencial productivo. Esto refleja la trascendencia que tiene el brindar a las aves las mejores condiciones ambientales posibles.

Es preocupante la poca atención

que en el país se viene dando a los estudios relacionados con el tipo de construcción mas adecuado para el alojamiento de las aves, en los diferentes ecosistemas y especialmente en las zonas de trópico bajo (menos de 400 msnm), que prevalecen en la mayor parte del territorio nacional. Sánchez (10) reporta la existencia de gran diversidad de construcciones avícolas en el país y la ausencia de normativa al respecto y su influencia determinante sobre la producción de aves.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la variación de factores ambientales según el tipo de galpón y la ubicación de las jaulas en explotaciones comerciales de gallinas ponedoras.

## **Materiales y métodos**

El estudio se realizó en una granja comercial de 124 014 aves por un período de 10 meses (enero-octubre). El análisis estadístico utilizado fue un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial, considerando como factores los galpones, hileras, filas y las distintas posiciones. En el cuadro 1 se observan los diseños de construcción de los galpones y algunas características de las aves. En el galpón III con caballete abierto doble, con problemas de drenaje, la edad y tipo de las aves fue diferente dado que lo que se buscó comparar fundamentalmente fue galpones de caballete abierto con buen y mal drenaje en las distintas hileras y posiciones.

Los galpones I, II y III con tres formaciones de cuatro hileras de jaula

y el galpón IV con dos formaciones de jaulas con tres filas cada una. Las jaulas invertidas (galpón IV) se caracterizan por tener un bebedero por puesto en lugar de uno por cada dos puestos (jaulas convencionales). Para la medición de los parámetros ambientales se consideró como hilera lateral (HL) en los galpones I, II y III, las 4 filas mas exteriores (1, 2, 3 y 4) y como hilera central (HC) las 4 filas ubicadas hacia el centro del galpón (5, 6, 7 y 8), tal como se observa en la figura 1. En el galpón IV, se midieron estos mismos parámetros en todas las filas, considerándose como hilera central las dos filas (5 y 6) más cercanas a la fosa de deyecciones. Las filas orientadas hacia el sur fueron las 1, 2, 5 y 6 en los galpones anchos (I, II y III)

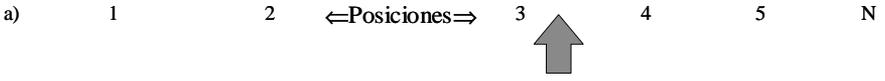
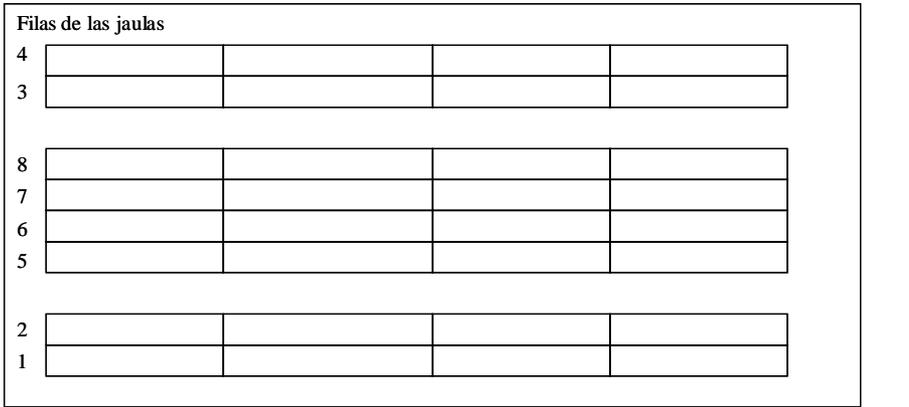
**Cuadro 1. Características de los galpones y tipo de aves bajo estudio.**

Tipo de galpón	Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)	Techo con * caballete	Tipo de jaula	Tipo de aves empleado	Edad aves (semanas)	Densidad (aves/m <sup>2</sup> )
I	12	113	3,8	CC	C	SLN	26	9,4
II	12	113	3,8	CAS	C	SLN	27	9,5
III	12	149	3,8	CAD	C	SS579	65	9,6
IV	5,25	150	3,5	CC	I	SLN	25	8,2

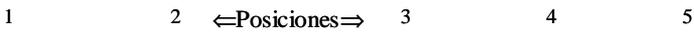
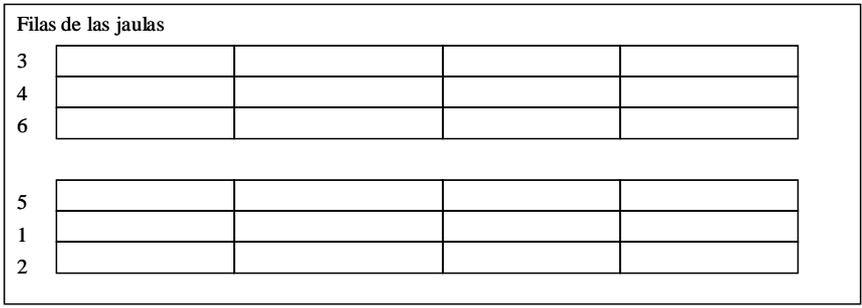
Techo con caballete— CC: Cerrado; CAS: Abierto simple; CAD: Abierto doble; CC: Cerrado.

Jaulas- C: Convencional, I: Invertidas, SLN: Sex link negras, SS579: Shaver Starcross 579

\* Techo de zinc con pintura de aluminio. Separación entre galpones I, II y III: 13 m y IV: 5 m



A) Vista de planta de los galpones anchos (12 m)



B) Vista de planta del galpón estrecho (5,25 m)

**Figura 1. Planta de los galpones, posiciones medidas (1 a 5).**

y las 1, 2 y 5 en el galpón estrecho (IV).

La finca bajo estudio se encontraba ubicada a 69°09' de longitud y 09°47' de latitud y a una altura de 278msnm. El alimento se ofreció sólo de 7:00 a 9:00 a.m. y el agua se ofreció *ad libitum*.

### **Indicadores ambientales.**

La temperatura ambiental, la humedad relativa, la concentración de amoníaco, la ventilación y luminosidad se evaluaron con los termohidrógrafos (Marca Siap), Psicrómetro de campaña

(Marca Siap), detector colorimétrico, un anemómetro ( $\pm 0,5$  m/seg) y un luxómetro (marca Licor USA, modelo LI-185), respectivamente. La información reportada se evaluó, a mediodía, para períodos de 28 días en cada galpón. Los datos climatológicos de la región, temperatura, ventilación y humedad relativa, fueron determinados en la estación metereológica de las Fuerzas Aéreas Venezolanas, ubicados en Acarigua, estado Portuguesa.

## **Resultados y discusión**

Los valores promedios de temperatura, humedad relativa, concentración de amoníaco, intensidad lumínica y los valores promedios de los anteriores factores en los extremos y centro de los galpones se muestran en los cuadros 2, 3, 4 y 5, respectivamente. No se reportan los valores de ventilación, pues la sensibilidad del anemómetro no permitía medir velocidades menores de 0,5m/s, dado que esta era la apreciación instrumental; sin embargo, si se puede señalar que la mayoría de las veces la velocidad del viento era menor a este valor. Por lo general, el aire dentro de los galpones permaneció en calma, en especial hacia el centro de los galpones. En los laterales y en los extremos ocasionalmente se registraron velocidades de aire superiores a un metro por segundo con mayor frecuencia en el extremo suroeste, de donde procedía el viento.

Para el período experimental la temperatura media fue de 25,9°C, con

un promedio mensual entre 24,3 y 27,6°C, siendo las temperaturas máximas y mínimas promedio de 32,1 y 22,7°C, respectivamente, registrándose valores máximos y mínimos de 34,9 y 21,9°C en los meses de Marzo y Julio, respectivamente. El rango diario de temperatura varió entre 8,4 y 11,4°C, con valores de amplitud máxima y mínima de 14,1 y 12,5°C registrados en los meses de enero y abril, respectivamente.

La humedad relativa media fue de 72,3%, con variaciones medias mensuales entre 52 y 90%, correspondiendo el mayor valor al mes de junio y los menores valores a los meses de enero y marzo. Los máximos absolutos de HR (100%) ocurrieron en los meses de abril y septiembre y los mínimos en los meses de marzo y mayo.

La velocidad promedio del viento fue de 4,97m/s, con los menores valores en los meses de enero (3,83m/s) y marzo y julio (4,13m/s), y los mayores valores en los meses de agosto (6,91m/

s) y septiembre (6,69m/s), coincidiendo con las menores temperaturas promedio mensuales.

### Temperatura.

En el cuadro 2 se presentan los datos sobre temperatura ambiental en los diferentes galpones, no encontrándose diferencias significativas. Sin embargo, si se encontraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre las hileras y filas de estas hileras de acuerdo al tipo de galpón considerado (interacción hilera x galpón y filas dentro de las respectivas hileras por galpón). El galpón I (CC) fue el único que mostró diferencias significativas entre las hileras, con los mayores valores de

temperatura correspondientes a las hileras centrales o centro del galpón. En el galpón II (CA simple) también se registraron valores de temperatura significativamente menores ( $P < 0,05$ ) para las filas laterales (1 y 2 con 31,0 y 31,2°C, respectivamente) y centrales (5 y 6 con 31,0 y 30,9°C, respectivamente) del lado sur, de donde procedía el viento, comparados con las filas 3, 4, 7 y 8 con valores de 31,9, 32,0, 31,9 y 31,5°C, respectivamente, situadas en el lado norte del galpón. Las tasas de ventilación mayores o corrientes de aire más frías por el lado sur son las que pudieron ayudar a bajar las temperaturas y renovar el aire presente eliminando los contaminantes

**Cuadro 2. Valores promedios de temperatura (°C) en diferentes galpones.**

Localización	Galpones*			
	I	II	III	IV
Promedio global	31,4	31,4	31,5	31,5
Hilera Lateral	31,1 Bb	31,4 AB	31,4 AB	31,5 AB
Central	31,7 Aa	31,3 AB	31,6 AB	31,4 AB
Filas de la hilera lateral				
1	31,4	31,0 b	31,5	31,6
2	31,5	31,2 b	31,1	31,8
3	31,0	31,9 a	31,6	31,2
4	31,2	32,0 a	31,5	31,3
Filas de la hilera central				
5	31,5	31,0 b	31,3	31,6
6	31,7	30,9 b	31,7	31,2
7	31,7	31,9 a	31,9	
8	31,7	31,5 a	31,5	

A, B Letras distintas en mayúsculas indican diferencias significativas en sentido horizontal ( $P < 0,01$ ).

a, b Letras distintas en minúsculas indican diferencias significativas en sentido vertical ( $P < 0,05$ ).

\* Ver Materiales y métodos.

atmosféricos, tal como señala Randall (9), lo cual es de fundamental importancia a temperaturas por encima de 32°C, que produce un declive en la productividad de las ponedoras (13, 15), temperaturas alcanzadas durante los días más calurosos alcanzaron temperaturas entre 32 y 37°C.

### **Humedad Relativa.**

Con relación a la humedad relativa (HR) medida en los galpones (cuadro 3) se encontró diferencias altamente significativas ( $P<0,01$ ) entre galpones, mostrándose los mayores valores en los galpones I (CC) y III (CA doble, mal drenaje) con valores de 62,8 y 62,0%, respectivamente; mientras que los galpones II y IV tuvieron valores significativamente ( $P<0,01$ ) menores de 59,8 y 61,3%, respectivamente. La humedad relativa varió entre las hileras sólo en los galpones I y II, siendo significativamente mayor ( $P<0,01$ ) en las hileras centrales de los dos galpones. Existen también diferencias significativas ( $P<0,05$ ) para HR entre las filas de la hilera central en el galpón II, mostrándose valores superiores para las filas 5 y 6 ubicadas hacia el sur, las cuales también presentaron los menores valores de temperatura. En contraste, en los galpones I y III aún cuando no se encuentran variaciones de HR significativas para las filas ubicadas en la hilera central, se nota una tendencia al aumento de la misma en los niveles inferiores de las jaulas (filas 5 y 8), lo cual pudiera explicarse por la cercanía a la fosa de deyecciones. En las filas del lado sur del galpón II donde se obtuvieron los menores valores de temperatura en concordancia con

valores significativamente ( $P<0,05$ ) mayores de HR, pudiendo deberse estas diferencias a que el aire más frío tiene una menor capacidad de carga de humedad (1).

Sin embargo, en el galpón IV más estrecho (CC) esta tendencia seguramente no se detecta por una mayor ventilación dentro del galpón. Todas las filas en el galpón IV, se comportaron como si estuvieran colocadas en las hileras laterales de los galpones anchos. Aún cuando la ventilación y por, ende, la humedad está muy relacionada con la densidad de aves, se puede señalar que el galpón IV (estrecho) fue el que alojaba una menor densidad (8,2 de aves/m<sup>2</sup>) comparado con el resto de los galpones de aproximadamente 9,5 aves/m<sup>2</sup>. En contraposición, hay que destacar que en este galpón el área por aves es menor con relación a los restantes galpones (413cm<sup>2</sup> vs 460cm<sup>2</sup>). Tanto un mayor tamaño de la población como menor área por ave son aspectos importantes, puesto que ocasionan deterioro de las condiciones ambientales o características productivas. Una mayor densidad de aves/m<sup>2</sup> de construcción o menor área de jaula por ave afectan la ventilación (11,12) y la concentración de amoníaco (8, 13, 14).

### **Concentración de amoníaco.**

Los valores de concentración de amoníaco medidos en los galpones se resumen en el cuadro 4. La concentración promedio global de amoníaco es significativamente más baja ( $P<0,01$ ) en los galpones II y IV, siendo este último el que presenta el menor valor promedio de 5,5 ppm. Entre las hileras laterales y centrales

**Cuadro 3. Valores promedios de humedad relativa (%) en diferentes galpones.**

Localización	Galpones *			
	I	II	III	IV
Promedio global	62,8 A	59,8 C	62,0 AB	61,3 C
Hilera Lateral	61,8 B	59,0 C	62,6 A	61,4 B
Central	63,8 A	60,6 B	61,4 AB	61,3 B
Filas de la hilera lateral				
1	60,7	58,9	61,7	60,0
2	61,2	60,6	63,1	62,0
3	62,6	58,4	61,9	62,0
4	63,7	57,8	62,5	62,2
Filas de la hilera central				
5	64,2	61,1 a	62,5	61,4
6	62,2	62,5 a	59,6	61,6
7	64,2	59,0 b	60,6	
8	64,8	59,7 b	61,4	

A, B Letras distintas en mayúsculas indican diferencias significativas en sentido horizontal ( $P < 0,01$ ).

a, b Letras distintas en minúsculas indican diferencias significativas en sentido vertical ( $P < 0,05$ ).

\* Ver Materiales y métodos

sólo se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) para los galpones I y III. Por otra parte, aún cuando en el galpón II no se encontraron diferencias significativas entre las hileras, la hilera central muestra concentraciones de amoníaco mayores en más de una unidad con respecto a la lateral; mientras que para el galpón IV, el más estrecho, esta diferencia es de sólo 0,8 unidades y con menores valores absolutos.

En el galpón III (CA doble, mal drenaje) y I(CC) hubo una mayor concentración de amoníaco con respecto al galpón II (CA simple), lo cual debió ser causado, en el III, por las malas

condiciones de drenaje que caracterizaron al galpón III durante el periodo experimental; lo cual concordaría con Gupta (5) quién señala que las excretas acuosas producen una mayor toxicidad a las aves por las emisiones de gases tóxicos.

La concentración de amoníaco con diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre las hileras laterales y centrales en los galpones I y III mostró menores valores absolutos hacia las filas situadas al sur (filas 1,2 vs 3,4). La misma tendencia se muestra en las filas de los galpones III y IV (cuadro 4). Otra diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) que se obtuvo fue entre la fila

**Cuadro 4. Valores promedios de concentración de amoníaco (ppm) en diferentes galpones.**

Localización		Galpones*			
		I	II	III	IV
Promedio global		10,8 A	8,1 B	10,7 A	5,5 C
Nivel máximo		30,0	20,0	40,0	15,0
Hilera	Lateral	8,4 Bb	7,5 B	7,1 Bb	5,1 C
	Central	13,1 Aa	8,7 B	14,4 Aa	5,9 C
Filas de la hilera lateral					
	1	8,3 b	5,8 b	6,2	3,6
	2	6,9 b	5,8 b	6,3	4,8
	3	6,7 b	8,6 a	7,3	6,4
	4	11,9 a	9,7 a	8,4	5,7
Filas de la hilera central					
	5	15,0	9,0	15,6	5,4
	6	11,7	8,9	13,4	6,3
	7	11,2	7,0	10,9	
	8	14,5	10,3	15,7	

A, B, C Letras distintas en mayúsculas indican diferencias significativas en sentido horizontal ( $P < 0,01$ ).

a, b, c Letras distintas en minúsculas indican diferencias significativas en sentido vertical ( $P < 0,05$ ).

\* Ver Materiales y métodos.

superior e inferior de la hilera lateral del galpón I (filas 3 y 4, respectivamente), ubicadas del lado norte. La mayor concentración de amoníaco, de este lado, se observó en la fila inferior, la cual se encuentra más cercana a la fosa de deyecciones y por lo tanto de las excretas de donde proviene el amoníaco. Un aumento similar mostró la fila inferior 1 del lado sur, aún cuando no fue estadísticamente significativo.

Con respecto a los niveles máximos de concentración de amoníaco alcanzados para el mes de junio en el centro de los distintos galpones (cuadro 4) se puede señalar

que en los galpones I y III, con 30 y 40 ppm, respectivamente, se exceden los niveles de 20 ppm considerados como máximos tolerables por las aves (13,14).

En cuanto al nivel máximo de 30ppm de amoníaco que se presentó en el centro del galpón I, en el mes de junio, pudo ser causado tanto por las mayores temperaturas y de HR, presentes, con respecto a los galpones II y IV. Sin embargo, cuando se comparan los niveles máximos entre los distintos galpones, el galpón III fue el que obtuvo el nivel máximo más alto de 40ppm, lo cual se corresponde con lo señalado por Gupta (5) quién señala

una mayor producción de amoníaco, entre otros gases, cuando las excretas tienen mayor humedad.

### Intensidad lumínica.

La intensidad lumínica es la variable más independiente respecto a los otros factores ambientales, siendo influenciado su valor más por la hora del día y el lugar donde se registre, por eso ésta se registró en horas del mediodía y depende de la cercanía al lugar de algún recurso que proporcione luz, así como de los obstáculos que interfieran en el paso de ésta. Los efectos de los cambios de iluminación diurnos son importantes, pues en éstos galpones no se utiliza iluminación ar-

tificial. La intensidad lumínica mostró diferencias significativas ( $P < 0,01$ ; cuadro 5) entre los galpones y la interacción hilera x galpón y las filas ubicadas en la hilera central ( $P < 0,05$ ).

El galpón que presentó mayores valores de intensidad lumínica para todas sus filas fue el IV (13 lux) seguido en orden decreciente por los galpones III y II (12,7 y 12,3 lux, respectivamente); la menor intensidad lumínica correspondiente al galpón I (11,9 lux) con caballete cerrado. En general, se presentaron menores valores en el centro o hileras centrales, lo cual está directamente relacionado con la menor área de exposición y

**Cuadro 5. Valores promedios de intensidad lumínica (lux) en diferentes galpones.**

Localización		Galpones*			
		I	II	III	IV
Promedio global		11,9 A	12,3 B	12,7 C	13,0 D
Hilera	Lateral	12,9 AB	13,2 A	13,4 A	13,4 A
	Central	10,4 E	10,8 D	11,3 C	12,7 B
Filas de la hilera lateral					
	1	12,9 a	13,5 a	13,5 a	13,0
	2	12,0 b	12,7 b	12,8 b	13,5
	3	12,4 b	12,7 b	12,9 b	13,4
	4	13,6 a	13,4 a	13,9 a	13,0
Filas de la hilera central					
	5	10,4	10,9 b	10,6 b	12,8
	6	10,4	11,8 a	11,9 a	12,6
	7	10,6	10,0 b	11,9 a	
	8	10,2	9,6 b	10,6 b	

A, B Letras distintas en mayúsculas indican diferencias significativas en sentido horizontal ( $P < 0,01$ ).

a, b Letras distintas en minúsculas indican diferencias significativas en sentido vertical ( $P < 0,05$ ).

\* Ver Materiales y métodos.

lejanía a la fuente de luz externa que permite la construcción. Así, el galpón que presentó la mayor luminosidad (galpón IV) es el que tuvo sus filas dispuestas de manera de permitir una mayor área de exposición a la luminosidad indirecta del sol; mientras que en los galpones II y III esta área es menor, por tener éstos una menor entrada de luz difusa en el centro y un mayor ancho cubierto. Estos valores, en promedio, obtenidos para las hileras entre 10,4 y 13,4lux están cercanas al óptimo de intensidad lumínica de 10 lux que señala Morris (7) para la producción de huevos, la cual aumenta hasta 25 lux. Sin embargo, hay que destacar que estos valores fueron medidos al mediodía, horas de máxima intensidad lumínica, por lo cual probablemente el galpón IV con intensidad lumínica superior de 13lux presente ventajas favorables con respecto a este factor ambiental.

El galpón III (caballete abierto doble) mostró los mayores valores ( $P < 0,05$ ) de intensidad para las filas de la hilera central con respecto al resto de los galpones anchos. Esto se debe en parte a que las filas tanto del lado sur como del norte mostraron una mayor iluminación, siendo ésta mayor en los niveles superiores; mientras que en el galpón II la iluminación fue mayor en las filas ubicadas hacia el sur, donde la abertura del techo permite la entrada de mayor cantidad de luz. Sin embargo, para el galpón II, al igual que en el III, se mostró una menor intensidad en las filas del nivel inferior, lo cual se observó con mayor uniformidad entre las filas superiores e inferiores del galpón III. Es de destacar que los valores de intensidad

lumínica, en las hileras centrales, siguieron el mismo patrón de disminución en la intensidad lumínica ya que a medida que se pasa del galpón IV al I se obtienen menores valores de intensidad lumínica, dado que por ser este último de caballete cerrado no dispone de ninguna abertura que permita la entrada extra de luz difusa.

### **Interrelaciones.**

Los mayores valores de humedad relativa registrada en el centro de los galpones I, II y III, seguramente fueron causados por la ventilación restringida en estas áreas, lo cual coincide con lo reportado por Deaton y Reece (3). Además, tal como lo refieren Streeter y Wylie (12) la ventilación restringida y las variaciones de humedad de un punto a otro están íntimamente relacionadas con el movimiento y humedad del aire exterior; obviamente las aves y las jaulas ubicadas en los laterales crean un obstáculo a la ventilación de las hileras centrales. Por otra parte, el aire que llega a estas últimas ha ido incrementando su temperatura y humedad. Así, la ventilación restringida en las hileras centrales respecto a las laterales y la ausencia de abertura en el caballete en el galpón I dificulta las corrientes ascendentes de convección del aire caliente cargado de humedad, a lo cual seguramente se deben los mayores valores de temperatura y humedad en éstas. Una corriente de aire más frío o con mayor velocidad pudo incidir en bajar las temperaturas y reducir los contaminantes atmosféricos, de acuerdo a lo reportado por Randall (9); esto es particularmente importante cuando las temperaturas ambientales se aproximan o superan los 32 °C (11, 13).

Por otra parte, tasas de ventilación menores en el centro de los galpones I, II y III se reflejan en las mayores concentraciones de amoníaco encontradas en las hileras centrales, lo cual ha sido corroborado por Gupta *et al* (5) y Tegelhoff y Hartung (13), tal como se observa en el cuadro 4 las filas más cercanas a la fosa de deyecciones muestran las mayores concentraciones de amoníaco. Las mayores concentraciones de amoníaco nocivos a las aves, con una concentración máxima de amoníaco están limitadas a 20ml/m<sup>3</sup> (2,14) y se registraron en los galpones I y III. Las características menos favorables de los

galpones I y III con caballete cerrado y mal drenaje, respectivamente causaron probablemente las mayores concentraciones de amoníaco, 30 y 40ppm en el mismo orden.

En definitiva, se puede señalar que los galpones estrechos presentan ventajas, en concentración de amoníaco e intensidad lumínica, sobre los galpones anchos y el galpón ancho con caballete abierto simple y buen drenaje (CAS) presenta condiciones más favorables en humedad relativa, concentración de amoníaco e intensidad lumínica sobre galpones del mismo ancho con caballete cerrado (CC).

## Conclusiones

El galpón ancho (12 m) con caballete abierto simple (II) mostró una mejor respuesta en comparación a los de caballete cerrado (I), medida en términos de: humedad relativa, concentración de amoníaco e intensidad lumínica. Al comparar los dos tipos de galpones se observa también un aumento en la temperatura ambiental en la hilera central del galpón I con respecto a la lateral, lo cual no se evidenció en el galpón II.

En el galpón IV se observaron ventajas ambientales en cuanto a

concentración de amoníaco e intensidad lumínica respecto al galpón II, la temperatura no mostró diferencias significativas. Los niveles superiores de las hileras, las posiciones laterales y/o las filas orientadas en la dirección de donde procedía el viento mostraron los mejores valores para los parámetros ambientales.

Diferencias, al nivel de construcciones, modifican las condiciones ambientales de las hileras centrales respecto a las laterales y dentro de estas hileras las filas superiores respecto a las inferiores.

## Literatura citada

1. Black, Ch. A. 1981. Scientific aspects of the welfare of food animals. Council for Agricultural Science and Technology. 91: 1-54.
2. Blaxland, J.D., J. Shemtob, G. H. Francis y G. Elis Jones. 1978. Mortality in a battery laying house attributed to the presence of noxious gases from slurry. Veterinary Record. 103:241-242.

3. Deaton, J. Wy F. N. Reece. 1980. Respiration in relation to poultry house ventilation. *Poultry Science* 60: 2680-2685.
4. FAO. 1993. Anuario de Producción 1992. Roma, Italia. 104 p.
5. Gupta, G, J. Borowiec y, J. Okoh. 1997. Toxicity identification of poultry litter aqueous leachate. *Poultry Science* 76: 1364-1367
6. Montilla, J. J. 1995. Fuentes tradicionales de Proteínas para la alimentación animal en el país: Producción, Importación, Consumo y Perspectivas. En: Folleto del Seminario " Uso de Leguminosas Forrajeras como fuente de Proteína foliar para la alimentación animal". FONAIAP, CONICIT, PALMAVEN. 15-38.
7. Morris, T.R. 1968. Environmental control in poultry production. Oliver & Boyd. Edimburgo y Londres. 65 p.
8. Perkins, S. L., M. J. Zuidhof, J. J. R. Feddes y F. E. Robinson. 1995. Effect of stocking density on air quality and health and performance of heavy tom turkeys. *J. Can. Agr. Eng.* 37: 109-112
9. Randall, J. M. 1981. Ventilation system design. En: " Environmental aspects of housing for animal production". Ed. Clark, J. S. Butterworths. Londres. 81-101.
10. Sánchez, C. 1985. Comportamiento productivo de gallinas ponedoras de acuerdo al diseño del galpón y la ubicación de las jaulas. Tesis de Postgrado en Producción Animal. U.C.V. Maracay. 173 p.
11. Stewart, B. R. 1983. Managing ventilation systems. *Poultry Digest*. 42: 322-258.
- 12.- Streeter, V. L. y E. B. Wylie. 1979. Mecánica de los fluidos. Mc Graw Hill de México. México. 185 p.
13. Tegethoff, V. y J. Hartung. 1996. A field study on stocking density and air quality in broiler production and recommendations to avoid heat stress in summer. *DTW Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 103:87-91
14. Valentine, H. 1964. A study of the effect of different ventilation rates on the ammonia concentration in the atmosphere of broiler houses. *Br. Poultry Sc.* 5:140-159.
15. Van Dijk, C. y B. Vichery. 1973. Tropical poultry house design- its effect on health and production under intensive conditions. *Trop. Agr.* 50:319-328.