

Consumo de alimento, causa y porcentaje de mortalidad en granjas de postura comercial bajo condiciones climáticas de Yucatán, México

Feed intake, cause and percentage of mortality in commercial poultry farms under the climatic conditions of the state of Yucatan, Mexico

Fabián Itzá Ortiz Mateo* Leonel García Compean** Francisco Javier Castro Aguilar**

Abstract

The type of lodging for laying hens in the State of Yucatan, Mexico is usually open houses, and hens are exposed to climatic conditions like maximum and minimum temperature and relative humidity that affect hen performance, including feed intake, yield percentage and size of egg. The present paper was carried out in farms with a total population of three million hens of the ISA Babcock B300 commercial line, from January 2000 to December 2002. The average maximum temperature was 33.83°C, 21.07°C minimum and relative humidity 75.81%. The months of April to October were the hottest and August to September the most humid. There was no difference ($P > 0.05$) among maximum and minimum temperature and relative humidity in respect to mortality percentage. Multiple regression equation showed that higher temperature and relative humidity increased mortality and affected feed intake. Per each degree centigrade, increase or decrease in temperature affects feed intake approximately 3.36%, which represent 3.19 g/day. The main factors of mortality were: not diagnosed with 43.42%, cannibalism with 24.66% and cage fatigue with 19.52%. These percentages can change among farms due to quality of facilities, handling, nutrition, and external factors, basically climatic.

Key words: FEED INTAKE, MORTALITY PERCENTAGE, MORTALITY CAUSE, TEMPERATURE AND RELATIVE HUMIDITY.

Resumen

El tipo de alojamiento para producción de huevo en Yucatán, México, se basa principalmente en casetas abiertas, donde las gallinas de postura están expuestas a factores climáticos, como temperaturas máxima y mínima y humedad relativa que afectan su rendimiento, involucrando el consumo de alimento, porcentaje de producción y tamaño de huevo. El presente trabajo se realizó en una población total de tres millones de gallinas de postura comercial de la línea ISA Babcock B300, durante enero de 2000 a diciembre de 2002. La temperatura máxima promedio fue 33.83°C, mínima de 21.07°C y humedad relativa de 75.81%. Los meses de abril a octubre fueron los más calurosos, los más húmedos de agosto a septiembre; no hubo diferencias ($P > 0.05$) entre las temperaturas máxima y mínima y la humedad relativa respecto del porcentaje de mortalidad. La ecuación de regresión múltiple estableció que la temperatura máxima y la humedad relativa son factores que intervienen en el aumento de la mortalidad y afectan el consumo de alimento. Por cada grado centígrado que aumente o disminuya la temperatura se afecta el consumo a razón de 3.36%, lo cual representa 3.19 g/día. Los factores principales de mortalidad registrados sobresalen los no diagnosticados con 43.42%; las muertas por canibalismo (picadas), 24.66% y la causa de fatiga por jaula con 19.52%. Los porcentajes pueden variar entre granjas debido al manejo que se realice, la calidad de las instalaciones, el manejo nutricional, así como de factores externos, principalmente climáticos.

Palabras clave: CONSUMO, PORCENTAJE DE MORTALIDAD, CAUSA MORTALIDAD, TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA.

Recibido el 9 de junio de 2005 y aceptado el 5 de diciembre de 2005.

*Alumno de doctorado, Departamento de Producción Animal: Aves, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D. F., Correo electrónico: mitzao@hotmail.com

**Avícola Fernández, C. 18 por 29 y 31 Núm. 205-A, Col. García Ginerés, 97070, Mérida, Yucatán, México, Tel (999) 942-1430, Fax (999) 925-0181, Correo electrónico: labcrio@prodigy.net.mx

Introduction

Hen's egg is the most complete source of animal origin protein and because of its low price it is situated as the cheapest agricultural good in the national commerce. In addition to these, it has great versatility in the elaboration of many dishes. Worldwide, Mexico establishes itself as the sixth egg producer. In the national field, the egg production represents 47.42% (projected for 2003) of the agricultural activity, being Yucatan the seventh place with 5% of the total national production.¹

During summer, great part of the year in tropical regions, climatic conditions cause strong reduction in laying hens performance and in many cases high mortality. The climatic factors, like maximum and minimum temperatures and relative humidity, are important in production systems with not controlled environmental lodging (open houses). It could even be said that the greatest adverse effect is caused by high humidity, since it has been demonstrated that laying hens can be handled better and efficiently produce with high temperatures if the relative humidity is maintained within the permissible ranges or below 50%.²

Feed intake diminishes during heat stress in laying hens,³ and as consequence it negatively affects yield and egg size, being this a factor that is mainly influenced by climatic conditions and regulated by metabolic processes that include: energy, protein and amino acids.³⁻¹⁰

Authors such as Zumbado,¹¹ Sykes³ and Sell *et al.*¹² mention that laying hens decrease feed intake by means of 1.5% (approximately, 1 to 1.5% g/day) for each increment of 1°C between 10°C and 35°C, dramatically affecting (-2.5 to -4 g/day) when it increases 1°C above 35°C. Zumbado¹¹ summarizes heat stress consequences, basically in a reduction of the utilization and metabolism of nutrients especially amino acids, vitamins and fatty acids; inhibition of bone calcification; decrease in laying and weight of egg, immunosuppression, increment in grease liver incidence which would indicate health problems for the flock in question.

Health problems of the flock can be divided in infectious and non-infectious. Infectious diseases are only one of a series of factors that can affect the flocks' performance. The lack of problem factor, generally caused by bacteria or viral infections, is due to the great variety of vaccines and to their adequate administration.¹³

During the last 15 years, there has been a substantial consolidation in the types of lodging and construction systems of the facilities for hens. Nowadays, the majority of poultry diseases are controlled by prevention.^{11,13}

Introducción

El huevo de gallina es una de las fuentes de proteína de origen animal más completo y por su bajo precio real se ubica como el bien pecuario más barato en el mercado nacional. Lo anterior se suma a la gran versatilidad en la elaboración de variados platillos. A nivel mundial, México se ubica como el sexto productor de huevo. En el ámbito nacional la producción de huevo representa 47.42% (proyección realizada para 2003) de la actividad pecuaria, siendo Yucatán el séptimo lugar con 5% de la producción total nacional.¹

Durante el verano, la mayor parte del año en las regiones del trópico, las condiciones climáticas causan fuerte reducción en los rendimientos de las gallinas de postura y en muchos casos alta mortalidad. Los factores climáticos, como temperaturas máxima y mínima y humedad relativa, son importantes en sistemas de producción con casetas de ambiente no controlado (casetas abiertas). Incluso se podría pensar que el mayor efecto adverso lo ocasiona la alta humedad, ya que se ha demostrado que las gallinas de postura pueden manejarse mejor y producir eficientemente con altas temperaturas si la humedad relativa se mantiene dentro de rangos permisibles o por debajo de 50%.²

El consumo de alimento disminuye durante el estrés calórico en gallinas de postura,³ y como consecuencia incide negativamente sobre la producción y el tamaño de huevo, siendo éste un factor que principalmente está influenciado por las condiciones climáticas y regulado por procesos metabólicos que incluyen los energéticos, proteínicos y aminoácidos.³⁻¹⁰

Autores como Zumbado,¹¹ Sykes³ y Sell *et al.*¹² mencionan que las gallinas de postura disminuyen el consumo de alimento a razón de 1.5% (aproximadamente de 1 a 1.5 g/día) por cada incremento de 1°C entre 10°C y 35°C, afectándose dramáticamente (-2.5 a -4 g/día) cuando incrementa 1°C por arriba de 35°C. Zumbado¹¹ resume las consecuencias del estrés calórico, básicamente en una reducción en el aprovechamiento y metabolismo de nutrimentos especialmente aminoácidos, vitaminas y ácidos grasos, se inhibe la calcificación ósea, reducción de postura y peso del huevo, inmunosupresión, aumento en la incidencia de hígado graso que se traducirían en problemas de salud para la parvada en cuestión.

Los problemas en la salud de la parvada se dividen en infecciosos y no infecciosos. Las enfermedades infecciosas son sólo uno de una serie de factores que pueden afectar el desempeño de la parvada. La falta del factor problema causado por infecciones bacterianas o virales se debe a la gran variedad de vacunas y a su adecuada administración.¹³

Durante los pasados 15 años ha habido una conso-

The modern industrial practices, as the strict hygiene programs in the incubator, the generalized vaccines, the use of feed additives, and the sanitary precautions, have evolved in order to provide a defense, in the great majority, against serious losses caused by diseases.^{14,15} The last mentioned is reflected in the main causes of morbidity and mortality which are metabolic or handling disorders, and not because of the infectious diseases.¹⁶

Nevertheless, the ration's characteristics can modulate the susceptibility of the laying hens towards the infectious challenge and the subtle influences due to the nutriment level or to the type of ingredients that in occasions can be of critic importance.¹⁶⁻¹⁹

The causes of mortality are factors that vary between farms due to the type of handling; for example, the debeak program and the length of the cut is recommended by the genetic line to reduce excessive feed waste and prevent the incidence of excessive pecking and cannibalism.²⁰

The feeding and nutriment are important for a good corporal development of the laying hen. A high calcium level (2.5% to 3.0%) in the diet is recommended for the pre-laying diets. These feed helps to create calcium deposits in the marrow before the initiation of the laying and diminishes or prevents a posterior decalcification.²⁰

A correlation exists between corporal weight, early production and egg weight; it is important to consider the corporal weight to determine when to start the light stimulation, the aforementioned is decisive in controlling the size of the egg to prevent posterior prolapse.²¹

The hen mortality by non-infectious causes has an impact over the production that in many cases is not quantified by the industry, mainly due to its low percentage and cause, compared to the infectious and its economic impact.

The intention of the present study was to document, during the period of January 2000 and December 2002, the feed intake (g/day), percentage of weekly mortality, as well as the main macroscopic causes of these in commercial laying hens caged in open houses, floor or elevated cages, in a not controlled environment in order to make a decision to correct the production strategy.

This study was done with a population of three millions of commercial laying hens of the ISA Babcock B300 line, distributed in four farms. The hens were lodged at the rate of five hens/floor cage (conventional farms with a population's density of 9 960 hens/open house) or above the floor, also known as elevated cages (elevated farms with population's density of 47,880 hens/open house).

Nutrition consisted of a commercial feed in accor-

lidación sustancial en los tipos de alojamiento y sistemas de construcción de las instalaciones para gallinas. Actualmente la mayoría de las enfermedades avícolas se controlan con base en la prevención.^{11,13}

Las prácticas de la industria moderna, como los estrictos programas de higiene en las incubadoras, las vacunaciones generalizadas, el uso de aditivos alimentarios y las precauciones en la sanidad, han evolucionado para proveer una defensa, en la mayoría de los casos, contra las pérdidas graves causadas por las enfermedades.^{14,15} Lo anterior se refleja en las principales causas de morbilidad y mortalidad que son de desórdenes metabólicos o manejo, no las enfermedades infecciosas.¹⁶

No obstante, las características de la ración pueden modular la susceptibilidad de las gallinas de postura a los desafíos infecciosos y las sutiles influencias debidas al nivel de nutrimentos o a los tipos de ingredientes que en ocasiones pueden revestir de importancia crítica.¹⁶⁻¹⁹

Las causas de mortalidad son factores que varían entre granjas por el tipo de manejo que realizan; por ejemplo, el programa de despique y longitud del corte es recomendado por la línea genética para reducir el desperdicio excesivo de alimento y prevenir la incidencia de picoteo excesivo y canibalismo.²⁰

Los programas de alimentación y nutrimentos son importantes para el buen desarrollo corporal de la gallina de postura. Un alto nivel de calcio (2.5% a 3.0%) en la dieta es recomendado en dietas prepostura. Este alimento ayuda a la deposición de calcio en la médula antes del inicio de postura y disminuye o evita una descalcificación posterior.²⁰

Existe una correlación entre el peso corporal, producción temprana y peso de huevo; es importante considerar el peso corporal para determinar el inicio de estímulo de luz, lo anterior es determinante en el control del tamaño del huevo para evitar prolapsos posteriores.²¹

La mortalidad en gallinas por causas no infecciosas tiene un impacto sobre la producción que muchas veces no es cuantificado en la industria, debido principalmente a su bajo porcentaje y causa, comparada con las infecciosas y su impacto económico.

La intención del presente escrito fue documentar durante el periodo de enero 2000 a diciembre 2002 el consumo de alimento (g/día), porcentaje de mortalidad semanal, así como las principales causas macroscópicas de aquéllas en gallinas de postura comercial enjauladas en casetas, jaulas en piso y jaulas elevadas, en clima no controlado para tomar una decisión respecto de corregir la estrategia de producción.

Este estudio se realizó con una población de tres millones de gallinas de postura comercial de la línea ISA Babcock B300 distribuidas en cuatro granjas.

dance with the laying stage, which is elaborated by the same poultry enterprise; feed and egg collection are manual labor.

Feed intake in g/day and the percentage of weekly mortality were obtained from the daily production reports of the farm during the study period. The macroscopic mortality cause was registered at the moment of taking out the dead hens from the cage.

Causes of mortality

All macroscopic causes of mortality found in the farm attributed to non-infectious causes, as cage fatigue, prolapse, cannibalism (mainly vent picking), and strangled (strangled hen between the cage's wires) were registered; the ones who did not belong in these concepts were called not diagnosed.

The curve of production was divided, in accordance with the established feeding stages of the poultry enterprise, in four stages in order to situate the distribution of the mortality causes during the production cycle (Table 1), the result was expressed in percentage per stage and cause.

A co-variance analysis was used by means of the statistical program SAS^{®22} to determine the farm and year effect by the variables of response: feed intake g/day, percentage of weekly mortality, and an analysis of multiple linear regression, in order to determine the equation of prediction of the influence of climatic values by the variables of response. The difference between least square was used, considering $P < 0.05$ as minimal difference. The means obtained from the data are graphically presented by month.

Las gallinas se encontraban alojadas a razón de cinco gallinas/jaula en piso (granjas convencionales con una densidad de población de 9 960 gallinas/caseta) o sobre el piso, también conocidas como jaulas elevadas (granjas elevadas con una densidad de población de 47 880 gallinas/caseta).

La alimentación consistió en un alimento comercial de acuerdo con la etapa de postura, que es fabricado por la misma empresa avícola, la alimentación y colecta de huevo manual.

El consumo de alimento en g/día y el porcentaje de mortalidad semanal fueron obtenidos de los informes de producción diaria de la granja durante el periodo de estudio. La causa de mortalidad macroscópica fue registrada al momento de sacar la "baja" de la jaula.

Causas de mortalidad

Se registraron todas las causas macroscópicas de mortalidad encontradas en granja atribuibles a causas no infecciosas, como fatiga de jaula, prolapso, canibalismo (principalmente picoteo por debajo de la cloaca), ahorcada (gallina atorada entre los alambres de la jaula); las que no estaban dentro estos conceptos se denominaron no diagnosticadas.

Se dividió la curva de producción, de acuerdo con las fases de alimentación establecidas por la empresa avícola, en cuatro etapas para ubicar la distribución de las causas de mortalidad durante el ciclo de producción (Cuadro 1), el resultado se expresó en porcentaje por etapa y causa.

Se utilizó un análisis de covarianza mediante la ayuda del programa estadístico SAS^{®22} para determinar el efecto de la granja y año sobre las variables de respuesta: consumo de alimento g/día y porcentaje de

Cuadro 1

DISTRIBUCIÓN DE LA CURVA DE POSTURA, PRESENTANDO INICIO Y FINAL DEL PORCENTAJE DE POSTURA DE ACUERDO CON SU ETAPA DE PRODUCCIÓN EN SEMANAS DE EDAD

DISTRIBUTION OF THE LAYING CURVE, SHOWING THE START AND FINISH OF THE LAYING PERCENTAGE ACCORDING TO ITS PRODUCTION'S STAGE IN WEEKS OF AGE

	<i>Weeks of age</i>			
		Stages I, II, III, IV		
Laying %	20-27	28-39	40-61	62-80
Beginning	36.0	93.3	89.8	79.6
End	93.3	90.1	80.1	71.3

Statistical model

$$y = \mu + M_i + A_j + M A_{ij} + \beta_1 + T_{\max}(\chi - \bar{\chi}_1) + \beta_2 T_{\min}(\chi_{2ijk} - \bar{\chi}_{2...}) + \beta_3 HR(\chi_{3ijk} - \bar{\chi}_{3...}) + E_{ijk}$$

Where:

M_i = Effect of i th farm.

A_j = Effect of j th year.

β_1 = Coefficient of residual regression of the maximum temperature.

β_2 = Coefficient of residual regression of the minimum temperature.

β_3 = Coefficient of residual regression of the relative humidity.

E_{ijk} = Aleatory error

The corresponding climatic data to maximum and minimum temperature, and relative humidity (%) were obtained from the Meteorological Center of the National Water Commission (CNA) in Merida, Yucatan, Mexico and were graphically presented by month.

Figure 1 shows the mean of data of the mortality's percentage of weekly mortality and feed consumption in g/day per month, registered from January 2000 to December 2002 in a total population of two million hens in elevated cages. Figure 2 shows the mean of data of the mortality and feed consumption g/day, registered from January 2000 to December 2002 in a total population of one million hens in conventional farms or floor cages.

During the test period the registered climatic data of the (CNA) were used, such as: maximum temperature, minimal and relative humidity; in Figure 3 the average monthly behavior is presented during the studied period.

mortalidad semanal y un análisis de regresión lineal múltiple para determinar la ecuación de predicción de la influencia de los valores climáticos sobre las variables de respuesta. Se utilizó la diferencia entre mínimos cuadrados, considerándose $P < 0.05$ como diferencia mínima. Las medias obtenidas de los datos son graficadas por mes.

Modelo estadístico

$$y = \mu + M_i + A_j + M A_{ij} + \beta_1 + T_{\max}(\chi - \bar{\chi}_1) + \beta_2 T_{\min}(\chi_{2ijk} - \bar{\chi}_{2...}) + \beta_3 HR(\chi_{3ijk} - \bar{\chi}_{3...}) + E_{ijk}$$

Donde:

M_i = efecto de la i -ésima granja.

A_j = Efecto del j -ésimo año.

β_1 = Coeficiente de regresión residual de la temperatura máxima.

β_2 = Coeficiente de regresión residual de la temperatura mínima.

β_3 = Coeficiente de regresión residual de la humedad relativa.

E_{ijk} = Error aleatorio.

Los datos climáticos correspondientes a temperatura máxima, mínima y humedad relativa (%) fueron obtenidos del Centro Meteorológico de la Comisión Nacional del Agua (CNA) en Mérida, Yucatán, México, y se graficaron por mes.

La Figura 1 presenta la media de datos del porcentaje de mortalidad semanal y consumo de alimento g/día por mes, registrada de enero 2000 a diciembre 2002 en una población total de dos millones de gallinas en jaulas elevadas. La Figura 2 presenta la media de datos del porcentaje de mortalidad y consumo de alimento g/día por mes, registrada de enero 2000 a diciembre 2002 en una población total de un

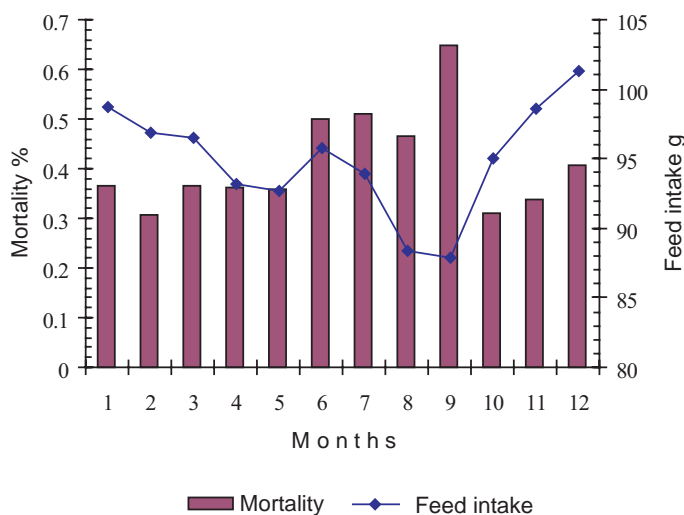


Figure 1: Distribución de la media del porcentaje de mortalidad semanal y consumo de alimento (g/día) en granjas elevadas con una población de dos millones de gallinas durante enero 2000 a diciembre 2002.

Figure 1: Distribution of the mean of weekly mortality and feed intake percentage (g/day), in elevated farms with a population of two millions of hens during January 2000 to December 2002.

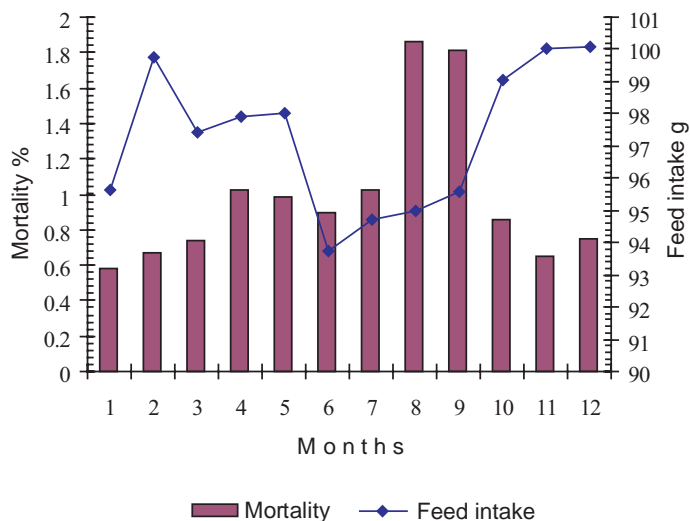


Figura 2: Distribución de la media del porcentaje de mortalidad semanal y consumo de alimento (g/día) en granjas convencionales con una población de un millón de gallinas durante enero 2000 a diciembre 2002.

Figure 2: Distribution of the mean of weekly mortality and feed intake percentage (g/day) in conventional farms with a population of one million hens during January 2000 to December 2002.

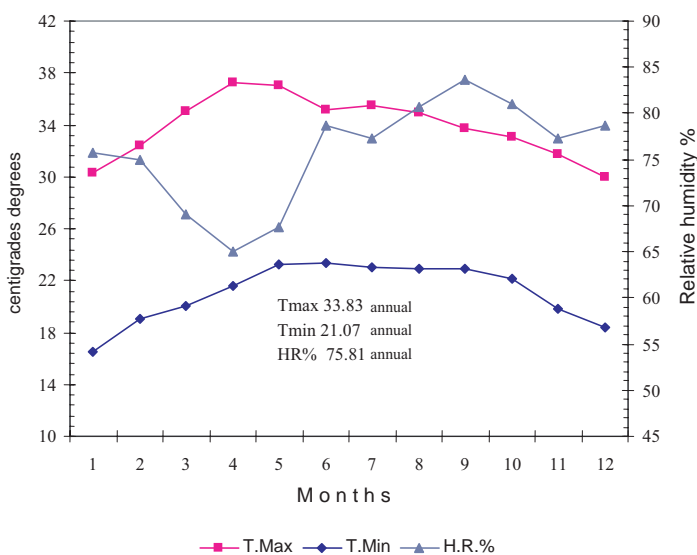


Figura 3: Temperaturas máxima y mínima, y humedad relativa promedio mensual durante el estudio en Yucatán, México, de 2000 a 2002. (Fuente: CNA.)

Figure 3: Monthly average maximum and minimum temperatures, and relative humidity during the study in Yucatan, Mexico, from 2000 to 2002. (Source: CNA.)

An annual maximum temperature average of 33.83°C and annual minimum of 21.07°C with a relative humidity of 75.81% were obtained, being the hottest months April to October; April and May are the hottest above the annual average, and the coldest from November to February.

There are several internal and external factors. The internal are those that include nutritional, biological and health factors; and external, are climatic factors; or groups of them that have an influence on the weekly mortality percentage and not strictly influenced by the year or month. Even though a difference was found ($P < 0.05$, $r^2 = 19.29$) in the statistical model used, resulting an important effect in the interaction of the farm and year ($P < 0.05$, Table 2), internal factors such as the population's density (Figures 1, 2) and diseases that could affect the flock in such a moment.

millón de gallinas en granjas convencionales o jaulas en piso.

Durante el periodo de prueba se usaron los datos climáticos registrados por la CNA, como temperatura máxima, mínima y humedad relativa; en la Figura 3 se presenta el comportamiento promedio mensual durante el periodo de estudio.

Se obtuvo una temperatura máxima promedio anual de 33.83°C y una mínima anual de 21.07°C con humedad relativa de 75.81%, siendo los meses más calurosos abril a octubre; abril y mayo son los más calientes por arriba del promedio anual, y los más fríos noviembre a febrero.

Existen diversos factores internos y externos; internos son aquellos que incluyen nutricional, biológicos y sanidad; y externos, son factores climáticos; o conjuntos de ellos que influyen sobre el porcentaje de mortalidad semanal y no propiamente está influ-

In Figures 1, 2 it is observed that in the hottest months (April to September) greater mortality is seen and less mortality in the coldest months (October to January).

Another climatic factor was the percentage of relative humidity (RH%), being August to September the ones with the greatest incidence and March to May show the minor records beneath the annual mean.

In relation to the internal factors, there are completely standardized in commercial farms; nevertheless, the following equation of prediction of multiple regression based on climatic factors was obtained.

$$\%Mort = -1.993 + 0.048(T_{\max}) - 0.026(T_{\min}) + 0.019(RH\%)$$

Where:

Mort% = % Weekly mortality

T_{\max} = Maximum temperature

T_{\min} = Minimum temperature

RH% = Relative humidity

In the previous equation two climatic factors mainly take part in the mortality increment, maximum temperature and relative humidity. Although there was no difference ($P > 0.05$) between maximum and minimum temperature, and RH% in relation to the registered mortality's percentage, it is suggested that other factors exist which take part directly or indirectly on this variable and not the climatic ones. In Figures 1 and 2, a similar mortality tendency is observed. It is important to mention that September (Figure 1) pre-

enciada por el año o mes. Aunque se encontró diferencia ($P < 0.05$, $r^2 = 19.29$) en el modelo estadístico usado, resultando importante el efecto de la interacción de la granja y año ($P < 0.05$, Cuadro 2), factores internos como la densidad de población (figuras 1 y 2) y enfermedades que podrían afectar en cierto momento a la parvada.

En las figuras 1 y 2 se observa que en los meses más calurosos (abril a septiembre) se presenta mayor mortalidad y en los meses más fríos menor mortalidad (octubre, noviembre, diciembre y enero).

Otro factor climático fue el porcentaje de la humedad relativa (HR%), siendo agosto a septiembre los de mayor incidencia y marzo a mayo presentan los menores registros por debajo de la media anual.

Respecto de los factores internos, están completamente estandarizados en granjas comerciales; sin embargo, se obtuvo la siguiente ecuación de predicción o regresión múltiple basada en factores climáticos.

$$\%Mort = -1.993 + 0.048(T_{\max}) - 0.026(T_{\min}) + 0.019(RH\%)$$

Donde:

%Mort = % Mortalidad semanal.

T_{\max} = Temperatura máxima.

T_{\min} = Temperatura mínima.

HR% = % Humedad relativa

En la ecuación anterior intervienen principalmente dos factores climáticos en el aumento de la mortalidad, la temperatura máxima y la humedad relativa. Aunque no se encontró diferencia ($P > 0.05$)

Cuadro 2

COEFICIENTES DE DETERMINACIÓN PARCIAL Y TOTAL DE ACUERDO CON EL TIPO DE FUENTE, SU INTERACCIÓN MÓDULO POR AÑO SOBRE EL PORCENTAJE DE MORTALIDAD EN GRANJAS DE POSTURA COMERCIAL, ENERO 2000-DICIEMBRE 2002

COEFFICIENTS OF PARTIAL AND TOTAL DETERMINATION ACCORDING TO THE TYPE OF SOURCE, ITS MODULE'S INTERACTION PER YEAR OVER THE MORTALITY PERCENTAGE IN COMMERCIAL POULTRY FARMS JANUARY 2000-DECEMBER 2002

Source	DF	Sum of squares	R ²
Module	3	0.0847	0.0060
Year	2	0.3651	0.0257
Module per year	6	1.6673	0.1174
maxT	1	0.0161	0.0011
minT	1	0.3302	0.0232
RH%	1	0.2783	0.0196
Total sum of squares		14.2075	0.19298

DF: Degree of freedom

R²: Coefficient of determination

sents the mortality caused by hurricane "Isidoro" in 2002, which impacted the elevated farms and that it may be a peak not as obvious in "normal" conditions, as it is shown in Figure 2.

The obtained equation confirms what is mentioned by Zumbado² and Sykes;³ certainly, the weekly mortality percentage is more severely affected by the relative humidity than by maximum temperature; that is, utilizing the obtained annual averages when RH % falls to 60.0% or less, mortality drastically falls to 71.70%, compared with the increment of one centigrade in the maximum temperature (10.24%).

Feed intake can be severely affected during the heat stress (Figure 1,2), affecting production and egg size.^{3,9} A difference was found ($P < 0.05$, $r^2 = 24.19$) in the statistic model used, resulting as important the interaction between farm and year, maximum temperature and relative humidity (Table 3).

As it is shown in Figures 1 and 2, January (98.74 g/hen), November (98.74 g/hen) and December (101.32 g/hen), were the months of major feed intake in farms with elevated cages; November (100.05 g/hen) and December (100.07 g/hen) in farms with floor cages. The hot months of April and May, 92.64 and 93.11 g/hens, respectively, were the ones with less feed intake in farms with elevated cages, compared to June and July, 94.70 and 93.74 g/hens, respectively, in the conventional or floor cages. This difference could be due to the population density and handling of each farm, which includes an adjustment in the formulation of the diet in accordance with the production age.

In the present study the following prediction or multiple regression equation was obtained, for feed intake (g/day) based on climatic factors:

entre temperatura máxima, mínima y HR% respecto del porcentaje de mortalidad registrado, se sugiere que existen otros factores que intervienen directa o indirectamente sobre esta variable y no propiamente los climáticos. En las figuras 1 y 2 se aprecia una tendencia similar en la mortalidad. Cabe mencionar que septiembre (Figura 1) presenta la mortalidad ocasionada por el huracán "Isidoro" en 2002, que impactó a las granjas elevadas y que quizá pudiera ser un pico no tan marcado en condiciones "normales", como se presenta en la Figura 2.

La ecuación obtenida confirma lo mencionado por Zumbado² y Sykes;³ efectivamente, el porcentaje de mortalidad semanal es severamente afectado por la humedad relativa que por la temperatura máxima; es decir, usando los promedios anuales obtenidos cuando se baja el HR% a 60.0% o menor, la mortalidad desciende drásticamente 71.70%, comparado con el aumento de un grado centígrado a la temperatura máxima (10.24%).

El consumo de alimento puede ser afectado severamente durante el estrés calórico (figuras 1 y 2), afectando la producción y tamaño de huevo.^{3,9} Se encontró una diferencia ($P < 0.05$, $r^2 = 24.19$) en el modelo estadístico usado, resultando importante la interacción entre la granja y el año, la temperatura máxima y humedad relativa (Cuadro 3).

Como se aprecia en las figuras 1 y 2, enero (98.74 g/ave), noviembre (98.74 g/ave) y diciembre (101.32 g/ave), fueron los meses de mayor consumo de alimento en granjas con jaulas elevadas; noviembre (100.05 g/ave) y diciembre (100.07 g/ave) en granjas con jaulas en piso. Los meses calurosos de abril y mayo, 92.64 y 93.11 g/aves, respectivamente, fueron los de menor consumo de alimento en granjas con

Cuadro 3

COEFICIENTES DE DETERMINACIÓN PARCIAL Y TOTAL DE ACUERDO CON EL TIPO DE FUENTE, SU INTERACCION MÓDULO POR AÑO SOBRE EL CONSUMO DE ALIMENTO (G/AVE/DÍA) EN GRANJAS DE POSTURA COMERCIAL, ENERO 2000-DICIEMBRE 2002

COEFFICIENTS OF PARTIAL AND TOTAL DETERMINATION ACCORDING TO THE TYPE OF SOURCE, ITS MODULE'S INTERACTION PER YEAR OVER THE FEED INTAKE (G/HEN/DAY) IN COMMERCIAL POULTRY FARMS JANUARY 2000 - DECEMBER 2002

Source	DF	Sum of squares	R ²
Module	3	165.780	0.0096
Year	2	5.015	0.0003
Module per year	6	1941.098	0.1125
maxT	1	1004.214	0.0582
minT	1	198.845	0.0115
RH%	1	859.781	0.0498
Total sum of squares		17256.222	0.2419

$$CA = 270.952 - 4.228(T_{\max}) + 2.472(T_{\min}) - 1.072(\text{RH}\%)$$

Where:

CA = Feed intake g/day.

T_{\max} = Maximum temperature.

T_{\min} = Minimum temperature.

RH% = Relative humidity %.

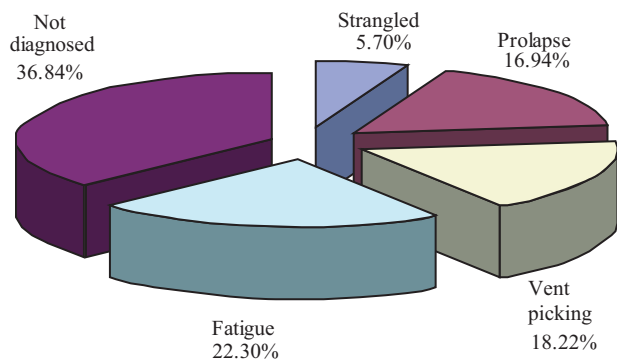
In contrast to the mortality equation, the increments in maximum and minimum temperatures and in greater degree the RH% ($P < 0.01$) are important factors in the feed intake under environmental conditions not controlled. This coincides with Zumbado,¹¹ Skyes³ and Sell *et al.*,¹² where relative humidity is of greater importance than maximum temperature.

The obtained equation allows to specify that for each increased or decreased centigrade to the maximum temperature, the feed intake is affected at a rate of 3.36%, the last represents 3.19 g/day compared with 1.52g/day (1.60%) in minimum temperature. Similar data as described by Zumbado¹¹ (decrease of the RH% by 50% to 60% with annual average temperatures) show an increment in the feed intake of 21.61% to 13.23%, respectively; something difficult to obtain under not controlled environmental conditions.

The cause of mortality is another important indicator to measure the flock's health and to know what handling measures have been the adequate or how to modify some procedure. The cause of mortality are very sensitive factors to be corrected in a short or medium lapse of time; for instance, cage fatigue is a consequence of calcium quality or deficiencies (size of the particle and availability) in the additional diet.²⁰

To better understand, during 1997 the causes of mortality were the ones presented in Figure 4; as shown, the main cause was apparently not diagnosed (36.84%), since they did not show any visible or macroscopic characteristic of the registered causes. The next cause was cage fatigue (22.30%) and the third most important was cannibalism (18.22%). No references were found to compare results.

In accordance with the production curve, the



jaulas elevadas, comparado con junio y julio, 94.70 y 93.74 g/aves, respectivamente, en las convencionales o jaulas en piso. Esta diferencia quizá se deba a la densidad de población y manejo de cada granja que incluye un ajuste en la formulación de la dieta de acuerdo con la edad de producción.

En el presente estudio se obtuvo la siguiente ecuación de predicción o regresión múltiple para el consumo de alimento (g/día) basada en factores climáticos:

$$CA = 270.952 - 4.228(T_{\max}) + 2.472(T_{\min}) - 1.072(\text{RH}\%)$$

Donde:

CA = Consumo de alimento g/día.

T_{\max} = Temperatura máxima.

T_{\min} = Temperatura mínima.

HR% = % Humedad relativa.

A diferencia de la ecuación de mortalidad, los incrementos en las temperaturas máxima y mínima y en mayor grado la HR% ($P < 0.01$) son factores de importancia en el consumo de alimento bajo condiciones de ambiente no controlado. Lo anterior concuerda con lo mencionado por Zumbado,¹¹ Sykes³ y Sell *et al.*,¹² donde la humedad relativa es de mayor importancia que la temperatura máxima.

La ecuación obtenida permite precisar que por cada grado centígrado aumentado o disminuido a la temperatura máxima, el consumo de alimento se ve afectado a razón de 3.36%, lo anterior representa 3.19 g/día comparado con 1.52 g/día (1.60%) en la temperatura mínima. Datos similares a los descritos por Zumbado¹¹ (disminución de la HR% entre 50% a 60% con temperaturas promedio anual) arrojan un aumento en el consumo de alimento de 21.61% a 13.23%, respectivamente; algo difícil de obtener bajo condiciones de ambiente no controlado.

La causa de mortalidad es otro indicador importante para medir la salud de la parvada y saber qué medidas tomadas sobre el manejo han sido las correctas o cómo modificar algún procedimiento. Las causas

Figura 4: Causas macroscópicas de mortalidad en granjas de gallinas de postura comercial, durante 1997.

Figure 4: Macroscopic causes of mortality in commercial farms of laying hens, during 1997.

causes of mortality in 1997 were as follows: prolapse represented 25.73% in stage I, weeks 20 to 27, increment in the laying curve before the production spike, principally due to the hen's weight.²⁰ The light factor influences over the behavior of the laying hens and could increase the mortality by cannibalism (17.99% to 19.46% maintained in the four stages), besides being associated to beak trimming.^{20,21} A deficient diet in calcium or with deficient quality could originate cage fatigue (23.71% to 27.54% in stages II and III, week 28 to 61); this is understandable when the hen is in its maximum peak or end of production and presents decalcification, if calcium requirement is not supplied in the diet. Besides, heat stress inhibits bone calcification leading to problems of osteoporosis and cage fatigue.¹¹

For the years 2000 to 2002, it was registered (Figure 5) that the main cause of mortality remained those not diagnosed (43.42%), followed by cannibalism (24.66%); the hen dies from peritonitis, cause more associated with beak trimming,²⁰ and cage fatigue (19.52%); death is associated with prostration, does not drink water or nourish itself, which was diminished by the addition of calcium.²⁰

For the year 2003 (Figure 6), data suggest that the main cause of mortality is the one not diagnosed (81.07%), followed by the strangled (11.60%) and prolapses (6.70%), it is important to mention that the present data correspond to weeks 19 and 36.

Preliminary data of the year 2003 present an increment in strangled hens (9.60% to 13.79%), factor due to the characteristics of the cage; it has been observed that during hot months hens stick their heads out of the cage to be able to pant; this flock was initiated in April, one of the hottest months of the year. Prolapses represented between 4.31% to 9.41%, cage fatigue 0.22% to 0.49%, cannibalism 0.39% to 0.44%, and not diagnosed causes 75.91% to 85.83% of the total mortality in stages I and II of production.

Currently, the ISI Babcock B300 line considers 6.8% of accumulated mortality as standard; if this per-

de mortalidad son factores muy sensibles a ser corregidos en un periodo corto o mediano plazo; por ejemplo, la fatiga de jaula es consecuencia de deficiencias o calidad del calcio (tamaño de la partícula y disponibilidad) en la dieta o adicional.²⁰

Para explicar mejor, durante 1997 las causas de mortalidad eran las presentadas en la Figura 4; como se aprecia, la principal causa era aparentemente no diagnosticada (36.84%) que no presentaban alguna característica visible o macroscópica de las causas registradas. La siguiente causa era fatiga de jaula (22.30%) y la tercera más importante era la picada (18.22%). No se encontraron referencias para comparar los resultados.

En 1997 la distribución de las causas de mortalidad de acuerdo con la curva de producción era así: los prolapsos representaban 25.73% en la etapa I, semanas 20 a 27, incremento en la curva de postura antes del pico de producción, principalmente debido al peso de la gallina.²⁰ El factor luz influye sobre el comportamiento de las gallinas de postura y podría aumentar la mortalidad por picada (17.99% a 19.46% mantenido en las cuatro etapas), además de ser asociado al corte de pico.^{20,21} Una dieta deficiente en calcio o con calidad deficiente podría originar la fatiga de jaula (23.71% a 27.54% en las etapas II y III, semana 28 a 61); es entendible cuando la gallina está en su pico máximo de producción o al termino inmediato después del mismo por descalcificación, cuando no se supe el requerimiento de calcio en la dieta. Aunado a lo anterior, el estrés calórico inhibe la calcificación ósea conduciendo a problemas de osteoporosis y fatiga de jaula.¹¹

Para 2000 a 2002 se registró (Figura 5) que la principal causa de mortalidad siguió siendo las no diagnosticadas (43.42%), seguida de picada (24.66%); la gallina muere por peritonitis, causa más asociada al corte de pico²⁰ y fatiga de jaula (19.52%); la muerte se origina por postración, no bebe agua o se alimenta, que se vio disminuida con la adición de calcio adicional.²⁰

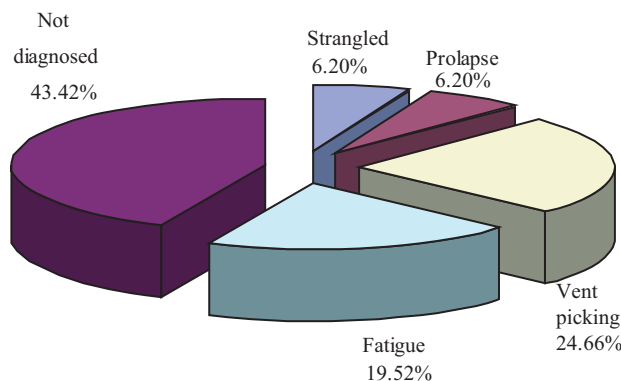


Figura 5: Causas macroscópicas de mortalidad en granjas de gallinas de postura comercial, durante 2000 a 2002.

Figure 5: Macroscopic causes of mortality in commercial farms of laying hens, during 2000 to 2002.

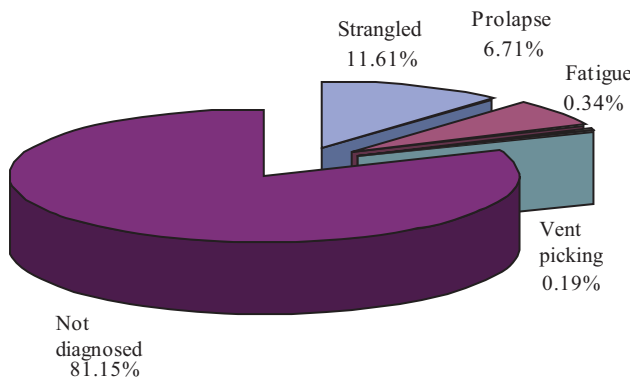


Figura 6: Preliminar de las semanas 19 a 36 de causas macroscópicas de mortalidad en granjas de gallinas de postura comercial, durante 2003.

Figure 6: Preliminary of weeks 19 to 36 of macroscopic causes of mortality in commercial farms of laying hens, during 2003.

centage increases due to external causes or to mortality causes (non-infectious disease), then it would represent an important factor that should be taken in consideration in the flock's economy and the impact on production which it is often not quantified in poultry, mainly because of its low percentage and cause.

We can conclude that under Yucatan's climatic conditions the maximum temperatures and, more relevant, the relative humidity are important factors to be considered in order to decide on a strategy set out to diminish its effects on the feed intake and the mortality associated with external factors and non-infectious causes.

Acknowledgements

To Pablo A. Velazquez Madrazo, assessor of the statistical part, for his time and patience in the present study.

Referencias

1. Unión Nacional de Avicultores. La avicultura Mexicana en cifras. *Tecnol Avipec* 2002;173:50-51.
2. Zumbado ME. Nutrición y manejo de ponedoras comerciales bajo estrés calórico: Primera de tres partes. *Tecnol Avipec* 2003;181:6-9.
3. Sykes AH. Environmental temperature and energy balance in the laying hen. In: Boorman KN, Freeman BM, editors. *Food intake regulation in poultry*. Edinburgh: British Poultry Science, LTD 1979:50-207.
4. Olumu JM, Offiong SA. The effects of different protein and energy levels and time of change from starter to finisher ratios on the performance of broiler chickens in the tropics. *Poult Sci* 1980;59:828-835.
5. Chamrepollert M, Pesti GM, Bakalli RI. Influence of temperature on the Arginine and Methionine requirements of young broiler chicks. *J Appli Poult Res* 2004;13:628-638.
6. Reece FN, McNaughton JL. Effects of dietary nutrient density on broiler performance at low and moderate environmental temperatures. *Poult Sci* 1982;61:2208-2211.
7. Dale NM, Fuller HL. Effect of ambient temperature

Para 2003 (Figura 6) los datos arrojan que la principal causa de mortalidad es la no diagnosticada (81.07%), seguida de las ahorcadas (11.60%) y prolapsos (6.70%), cabe mencionar que los datos presentados corresponden a las semanas 19 a 36.

Los datos preliminares de 2003 presentan un incremento en las gallinas ahorcadas (9.60% a 13.79%), factor que se debió a las características propias de la jaula; se ha observado que en meses calurosos las gallinas asoman la cabeza fuera de la jaula para jadear; esta parvada inició en abril, un mes de los más calurosos del año. Los prolapsos representaron entre 4.31% a 9.41%, la fatiga de jaula 0.22% a 0.49%, picadas 0.39% a 0.44%, y las no diagnosticadas 75.91% a 85.83% del total de mortalidad en las etapas I y II de producción.

Actualmente la línea ISA Babcock B300 considera 6.8% de mortalidad acumulada dentro del estándar; si este porcentaje aumenta debido a causas externas o a las causas de mortalidad (enfermedad no infecciosa), entonces representará un factor importante que debe ser considerado en la economía de la parvada y el impacto sobre la producción que muchas veces no es cuantificado en la avicultura, debido principalmente a su bajo porcentaje y causa.

Podemos concluir que bajo las condiciones climáticas de Yucatán, las temperaturas máxima y en mayor relevancia la humedad relativa son factores importantes a considerar para decidir alguna estrategia encaminada a disminuir sus efectos sobre el consumo y la mortalidad asociadas a factores externos y causas no infecciosas.

Agradecimientos

A Pablo A. Velázquez Madrazo, asesor de la parte estadística, por su tiempo y paciencia en el presente trabajo.

- and dietary fat on feed preference of broilers. *Poult Sci* 1978;57:1635-1640.
8. McNaughton JL, Reece FN. Dietary energy requirements of broilers reared in low and moderate environmental temperatures: 1 Adjusting dietary energy to compensate for abnormal environmental temperature. *Poult Sci* 1982;61:1879-1884.
 9. Hiramoto R, Muramatsu T, Okumura J. Effect of methionine and lysine deficiencies on protein synthesis in the liver and oviduct and in the whole body of laying hens. *Poult Sci* 1990;69:84-89.
 10. Hussein AS, Cantor AH, Pescatore AJ, Johnson TH. Effect of dietary protein and energy levels on pullet development. *Poult Sci* 1996;75:973-978.
 11. Zumbado ME. Nutrición y manejo de ponedoras comerciales bajo estrés calórico. *Tecnol Avipec* 2003;182:48-52.
 12. Sell JL, Eastwood JA, Mateos GG. Influence of supplemental fat on diet metabolizable energy and ingest transit time in laying hens. *Nutr Rep Int* 1983;28:487-492.
 13. Leeson S. La producción de pollo de engorda del futuro: desde la bioseguridad hasta el control de la contaminación. *Tecnol Avipec* 2003;184:62-63.
 14. Back A. Monitoreo serológico de las reproductoras pesadas: ¿Cuándo y por qué hacerlo?. *Industria Avícola* 2001;18-22.
 15. Donald J, Eckman M, Simpson G. El impacto del manejo sobre las enfermedades infecciosas en los pollos. *Industria Avícola* 2003;20-25.
 16. Klasing KC. La modulación nutricional de la resistencia a las enfermedades infecciosas. *Tecnol Avipec* 2002;177:10-16.
 17. Watkins BA. Importance of essential fatty acids and their derivatives in poultry. *J Nutr* 1991;121:1478-1485.
 18. Boa-Amponsem K, Price SHE, Picard M, Geraert PA, Siegel PB. Vitamin E and Immune responses of broiler pureline chickens. *Poult Sci* 2000;79:466-470.
 19. Tengerdy R, Brown JC. Effect of vitamin E and A on humoral immunity and phagocytosis in *E. coli* infected chicken. *Poult Sci* 1977;56:957-963.
 20. Incubadora de México Sociedad Anónima. Guía de Manejo Babcock B300. México (DF): Incubadora de México 2002; 1-29.
 21. Hevia ML, Quiles A. Influencia de la luz sobre el comportamiento de las Aves. *Tecnol Avipec* 2003;184:24-30.
 22. SAS Institute. SAS®/STAT Software: Changes and enhancements through release 8.1. SAS Institute Inc Cary NC; 2000.