



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTADES DE AGRONOMÍA Y CIENCIAS VETERINARIAS  
POSTGRADO EN PRODUCCIÓN ANIMAL



**USO DE MAÍZ GRANO Y ENZIMAS EXÓGENAS EN EL ALIMENTO DE  
GALLINAS DURANTE EL PERIODO CALUROSO EN FASE INICIAL DE  
POSTURA**

Est. Graduada: Ing. Agr. Marian Jiménez

Tutor: Prof. Vasco de Basilio (Facultad de Agronomía –UCV)

Asesores:

Prof. Héctor Zerpa (Facultad de Cs. Veterinarias-UCV)

Prof. Charly Farfán (Facultad de Agronomía –UCV)

Maracay, noviembre 2015.

**USO DE MAÍZ GRANO Y ENZIMAS EXÓGENAS EN EL ALIMENTO DE  
GALLINAS DURANTE EL PERIODO CALUROSO EN FASE INICIAL DE  
POSTURA**

Ing. Agr. Marian Jiménez

Trabajo de grado sometido a la consideración de las Comisiones de Estudio para  
Graduados de las Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias como requisito  
parcial para optar al grado de:

*Magíster Scientiarum en Producción Animal*

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTADES DE AGRONOMÍA Y CIENCIAS VETERINARIAS  
COMISIONES DE ESTUDIO PARA GRADUADOS  
POSTGRADO EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**Maracay, noviembre 2015.**

## DEDICATORIA

*A mis padres*

*Mis hermanas y sobrina*

*Porque son el pilar fundamental de mi vida, con su apoyo incondicional permiten que yo cumpla con esta meta y todas las que me proponga*

*A mi abuela Rosario*

*Que aunque ya no se encuentre físicamente con nosotros, guías e iluminas nuestro paso por la vida, siempre con tu bendición.*

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, a pesar de las adversidades y dificultades, me permite concluir esta meta en mi carrera profesional.

A mis padres, Myriam González y Hugo Jiménez, por su apoyo, consejos, regaños, paciencia, amor y todo lo que me brindan día a día, este logro es de ustedes, los amo!.

A mis hermanas Anmary y Mafer mi sina, que siempre nos apoyamos y estamos juntas en los momentos felices y en los no tan felices, gracias por su ayuda y apoyo incondicional.

A mi sobrin favorita Ana María, la consentida y pequeña de la casa, espero esto te sirva de ejemplo para cuando emprendas tu vida profesional, estaremos para apoyarte.

A mi UCV, que sólo los ucevistas sabemos el significado de pertenecer a esta honorable casa de estudios que a pesar de estar viviendo momentos difíciles siempre será: *“La casa que vence la sombra”*.

A mi tutor Prof. Vasco de Basilio, siempre conté con su apoyo e impulso para culminar este estudio, un millón de gracias por sus consejos, enseñanzas y sobretodo paciencia.

A mis asesores Prof. Charly Farfán y Prof. Héctor Zerpa, por medio de sus correcciones, consejos y apoyo se pudo enriquecer este documento.

A los profesores de la Facultad de Veterinaria, Prof. Mario Rossini y Prof Tony Chacón por el apoyo en la toma y procesamiento de las muestras.

Al Prof. Rafael Galíndez y al equipo de la Sección Laboratorio de Aves de la Facultad de Agronomía, por permitirnos realizar la fase experimental en sus instalaciones

A ALLTECH de Venezuela, por el financiamiento de este estudio, al Profe. Humberto Araque y Carles Rincón por todo el apoyo humano y sobrehumano para concluir la fase experimental de este trabajo.

A mis compañeros de tesis: Ana, Amanda, Marcos y Marilyn, sólo me queda decirles que después de toodo, lo logramos!!!.

A mis compañeros de estudio del PPA-UCV: Ana Rivero, Carles Rincón, Daniel Carmona y el parcerero Jorge Luis Santa María

Al personal del PPA-UCV: Prof. Liliam Sivoli, Prof. Álvaro Ojeda, Marelimar, Sra. Marbelia, Sr. Ramón.

A mis compañeros del INIA, me han acompañado incondicionalmente en esta carrera y han contribuido fielmente a este logro, especialmente a Asmara Briceño gracias amiga por nunca abandonarme, tu ayuda y apoyo fue fundamental para culminar. A, Ángel Valdespino, Disti Straus, Dr. Antonio Sánchez, Gerardo Ayala, Frank Marval. gracias por su apoyo

A esa personita especial, por creer en mí, apoyarme e impulsarme a ser mi mejor versión gracias mi Johe, de verdad que los sueños se hacen realidad y este es uno de esos!.

A mis amigos de antes de ahora y de siempre, por sus consejos y apoyo por preguntar hasta cuándo? termina ya! A esos que siempre me llenan de alegrías, buenos momentos y no me abandonaron cuando más necesite de ellos, gracias!!! Topacio, Gaby, Mingu, Gabo, Alberto, Asmarita, Johel, Jaimar, ahora si tenemos una excusa más para celebrar!.

# USO DE MAÍZ GRANO Y ENZIMAS EXÓGENAS EN EL ALIMENTO DE GALLINAS DURANTE EL PERIODO CALUROSO EN FASE INICIAL DE POSTURA

Marian Jiménez

*Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía.  
Departamento de Producción Animal. Apdo. Postal 4579, Maracay, Venezuela.  
Correo electrónico: [mdrjg2009@hotmail.com](mailto:mdrjg2009@hotmail.com)*

## RESUMEN

Con el objeto de cuantificar el efecto de la inclusión de maíz grano molido y enzimas exógenas en el alimento de gallinas durante el periodo caluroso sobre las variables productivas, fisiológicas y calidad del huevo en gallinas, en fase inicial de postura, se realizó un experimento en la Sección-Laboratorio de Aves, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, se utilizaron 96 gallinas de la línea Isa Brown, se alojaron a las 19 semanas de edad y cumplieron un periodo previo (3 semanas) de pruebas preliminares. El diseño fue completamente aleatorizado, con arreglo factorial 2x2, siendo un factor, tipo de alimentación: denominado “tradicional” (alimento balanceado (AB) ofrecido en la mañana 8:00h) y AB con maíz grano molido (16:00 a 10:00 h) el cual se suministró en horas de calor (10:00-16:00 h) el otro factor: la suplementación con y sin enzimas, obteniendo 4 tratamientos con 12 repeticiones (2 aves/repeticion), total: 48UE; **T1:** Alimentación tradicional a base de AB -1, **T2:** **T1**+complejo enzimático (CE), **T3:** Maíz en grano molido (10h -16h) y (16h – 10 h) AB- 2. **T4:** Maíz en grano molido (10h -16h) + CE y (16h – 10 h) AB- 2+ CE. El experimento fue desde la semana 22 a la 34 de vida de los animales en tres fases de evaluación de cuatro semanas c/u. Se obtuvo temperatura ambiental (TA) máxima dentro del galpón 33.5°C y mínima de 19.5°C y 88.86% en promedio de HR. No hubo diferencias estadísticas para Consumo, Peso vivo, Producción de huevos. Se modificó la hora de puesta en las gallinas de T3 y T4 (P<0,0001). Sin diferencias estadísticas en calidad interna de huevos, sólo en grosor de cáscara en T2. Aumentó la TP 40.8±0.35°C al final de la fase I en las aves de T2 y T4. No hubo efectos de los tratamientos sobre FC y GC. Es posible suministrar maíz grano molido (equivalente a 35% contenido en la dieta) en horas calurosas, sin alterar variables productivas y fisiológicas bajo estudio. La adición enzimática a dieta de balanceado, mejoró la conversión acumulada reduciéndola 10g de alimento por huevo producido, pero redujo en 5% el grosor de la cáscara.

Palabras clave: gallinas ponedoras, maíz grano molido, periodo caluroso, complejo enzimático.

# USE OF CORN GRAIN AND EXOGENOUS ENZYMES IN POULTRY FOOD HOT DURING PERIOD IN INITIAL POSITION

**Marian Jiménez**

*Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía.  
Departamento de Producción Animal. Apdo. Postal 4579, Maracay, Venezuela.  
Correo electrónico: [mdrjg2009@hotmail.com](mailto:mdrjg2009@hotmail.com)*

## ABSTRACT

In order to quantify the effect of the inclusion of ground grain corn and exogenous in the feed of hens enzymes during the warm period of the production, physiological and egg quality in hens variables, initial stance phase, an experiment was conducted in Section-Bird Laboratory, Faculty of Agronomy, Central University of Venezuela, 96 Isa Brown hens were used online, stayed at 19 weeks of age and fulfill a previous period (3 weeks) in preliminary tests. The design was completely randomized 2x2 factorial arrangement, being a factor, feed type, called "traditional" (balanced food (AB) offered in the morning 8:00h) and AB with ground corn grain (16:00 to 10:00 h) which is provided in heat hours (10:00-16:00 h) the other factor: supplementation without enzymes, obtaining 4 treatments with 12 repetitions (2 birds / replicate), total: 48UE; T1: Traditional -1 based Food AB, T2: T1 + enzymatic complex (EC), T3: Corn grain milled (-16h -10h) and (16h - 10h) AB 2. T4: Corn grain milled (10h -16h) and CE + (16h - 10h) 2+ CE AB. The experiment was from week 22 to the 34 of life of the animals in three evaluation phases four weeks c/u. Maximum ambient temperature (AT) was obtained in the shed 33.5 °C and minimum 19.5 °C and 88.86% average HR. There were no statistical differences for consumption, live weight, egg production. Start has changed in the chickens of T3 and T4 ( $P < 0.0001$ ). No statistical differences in internal quality of eggs, in shell thickness only in T2. It increased the TP  $40.8 \pm 0.35$  °C at the end of phase I, in birds of T2 and T4. There was no effect of treatments on FC and GC. It is possible to supply ground corn grain (equivalent to 35% content in the diet) in hot hours, without altering productive and physiological variables under study. Enzymatic a balanced diet, the cumulative addition improved conversion reducing 10g of food per egg produced, but reduced by 5% the thickness of the shell.

Keywords: laying hens, ground grain corn, hot period, enzyme complex.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
PORTADA.....	i
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
I.INTRODUCCION.....	1
1. OBJETIVO GENERAL.....	3
2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Estrés calórico en aves.....	3
Efectos fisiológicos del estrés calórico en gallinas ponedoras.....	4
Efectos del estrés calórico sobre la calidad de huevos de gallinas ponedoras.....	4
Estrategias para combatir el estrés calórico en aves.....	5
Enzimas exógenas en la alimentación de aves.....	7
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
Ubicación del experimento.....	9
Instalaciones y equipos.....	9
Manejo de los animales.....	10
Pruebas preliminares.....	10
Diseño experimental y descripción de los tratamientos.....	12
Manejo de datos.....	13
Modelo estadístico.....	13
Manejo del alimento.....	13
Variables evaluadas.....	16
Variables ambientales.....	16
Consumo de alimento (C).....	16
Peso vivo (PV).....	16
Conversión de alimento/huevo (CA).....	16

Producción de huevos.....	17
Calidad de huevo.....	17
Peso del huevo.....	17
Altura de la yema.....	17
Altura de la clara densa.....	17
Color de la yema.....	18
Peso de la cáscara.....	18
Espesor de la cáscara.....	18
Determinación de las unidades Haugh.....	18
Variables fisiológicas.....	19
Temperatura de la piel (TP).....	19
Frecuencia cardíaca (FC) y gasto cardíaco (GC).....	19
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
Condiciones ambientales.....	20
Consumo de alimento.....	22
Peso vivo y ganancia diaria de peso.....	25
Producción de huevos.....	27
Conversión de alimento.....	31
Temperatura de la piel.....	32
Calidad de huevos.....	33
Frecuencia cardíaca y gasto cardíaco.....	35
Discusión general.....	37
V. CONCLUSIONES.....	39
VI. RECOMENDACIONES.....	39
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40



## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Dietas utilizadas en fase inicial de postura según tratamientos.....	14
2. Composición bromatológica de las dietas utilizadas en los distintos tratamientos en fase inicial de postura.....	15
3. Condiciones ambientales externas al galpón en cada fase de evaluación.....	21
4. Condiciones ambientales dentro del galpón en cada fase de evaluación.....	21
5. Consumo de alimento balanceado y maíz (g/gallina/fase) en gallinas ponedoras en inicio de postura sometidas a estrategias para combatir el estrés calórico.....	25
6. Peso vivo (g/gallina) por fase de evaluación y final del experimento para los distintos tratamientos .....	26
7. Ganancia de peso (g/gallina) por fase de evaluación y total del experimento para los distintos tratamientos.....	27
8. Producción de huevos (unidades) y porcentaje de postura (%) por fase y total de experimento para los distintos tratamientos.....	29
9. Conversión de alimento (g de alimento/huevo producido) por fase de evaluación y total del experimento para los distintos tratamientos.....	32
10. Calidad de huevo obtenidos en el experimento de todas las fases de evaluación.....	34
11. Frecuencia cardiaca promedio de los tratamientos para los días de evaluación	36
12. Gasto cardíaco promedio para los tratamientos para los días de evaluación....	37

## INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1-A. Vista interna del galpón.....	9
1-B. Gallinas por Unidad Experimental.....	9
2. Medición de temperatura en la piel.....	12
3.A. Altura de la yema .....	18
3.B. Altura de la clara .....	18
4. Temperatura ambiental promedio externa al galpón y desviación estándar por hora medida de todo el experimento .....	20
5. Producción total (huevos/jaula) durante las fases de evaluación según el momento de puesta (am/pm).....	30
6. Temperatura de la piel promedio al inicio, mitad y final de cada fase de evaluación por tratamientos.....	33
7. Grosor de cáscara de huevos de los tratamientos con alimento balaceado vs. Maiz en horas de calor.....	35

## I. INTRODUCCIÓN

La avicultura en Venezuela ha sido uno de los rubros de producción animal con mayor crecimiento en los últimos años, ya que ofrece al consumidor proteína de origen animal de excelente calidad nutricional por su alto contenido de proteínas, minerales y vitaminas, representada por la carne de pollo y los huevos de consumo, además los precios de estos productos son accesibles a todos los estratos sociales del país, FENAVI (2011) indicó que el consumo de carne de pollo fue de 41 kg/persona/año, mientras que el consumo de huevos se ubicó en 168 unidades/persona/año, aumentando 2,4% con respecto al año 2010.

Las aves utilizadas en los sistemas de producción de pollos de engorde y gallinas ponedoras, han tenido un marcado desarrollo genético, lo que las ha hecho más eficientes desde el punto de vista productivo, pero más susceptibles a un manejo inadecuado, a instalaciones no adaptadas y a las mínimas variaciones del medio ambiente, principalmente a la temperatura ambiental (TA) y la humedad relativa (HR). En condiciones medio ambientales adecuadas, las aves son capaces de mantener su equilibrio con el medio ambiente, pero al variar la TA, deben compensar estas variaciones, por encima o por debajo de la llamada zona de “confort térmico” o “termoneutral” (Díaz, 2011), dicha zona en gallinas ponedoras se encuentra entre 12 y 24°C, (Barragán, 2004; Díaz, 2011) y a las elevadas temperaturas que se presentan en la actualidad, las aves enfrentan los efectos fisiológicos que se desencadenan en situación de estrés por calor.

Barragán (2004) y Corona (2013) indicaron que estos efectos, tienen una especial significación en los parámetros de calidad del huevo, entre ellos se tiene el peso del huevo, que disminuye con el aumento de la TA a un promedio de 0,4 g por cada grado centígrado de incremento a partir de los 25 °C, con HR de 80%, generándose huevos de menor tamaño y peso, fruto de la incapacidad de termorregulación de las gallinas, junto a la pérdida de agua, CO<sub>2</sub> y aumento de la cámara de aire del huevo, con disminución irreversible de las Unidades Haugh (UH). Por su parte, Ortiz (2006) señala que a medida que aumenta la TA y dada la escasa capacidad del ave para disipar el calor, ésta tiende a reducir el consumo de alimento, por encima de los 30°C éste se disminuye alrededor de 25%, reduciéndose la producción de huevos en 18%.

Generalmente las aves son alimentadas en horas de la mañana, dentro de las labores

rutinarias de una granja comercial de gallinas ponedoras, posterior a la ingestión del alimento, inicia la digestión, la cual comprende diversos procesos físicos, químicos y enzimáticos, por medio de los cuales el alimento es desintegrado y transformado en nutrientes que son absorbidos por el organismo, generándose durante este proceso calor metabólico, el cual coincide en la mayoría de los casos, con las horas más calurosas del día, siendo esto un factor adicional para que las aves sufran de estrés calórico.

En la actualidad, diversos investigadores en avicultura, han enfocado sus estudios a la solución de los efectos perjudiciales que conllevan las elevadas temperaturas ambientales sobre los sistemas de producción avícola, por ello han surgido muchas estrategias para disminuir el estrés calórico por medio de la alimentación, ejemplo de ello es la incorporación de complejos enzimáticos, modalidades de alimentación como ayuno en horas calurosas y/o suministro de cereales (maíz, trigo, sorgo) en horas calurosas y su respectiva ración de alimento en las horas más frescas (tarde-noche). Rivero (2015) evaluó el efecto del cambio de hora de alimentación como estrategia para disminuir los efectos del estrés calórico en gallinas ponedoras además de la adición de un complejo enzimático y determinó que no hubo efecto negativo sobre las variables productivas (producción de huevos, consumo, conversión, calidad de huevo), ni las variables fisiológicas (frecuencia cardiaca, gasto cardiaco, temperatura corporal) pero si encontró beneficios en cuanto al peso vivo de las gallinas en restricción de alimento y mejoras en el aprovechamiento de calcio y fósforo sanguíneo expresado en el mayor peso y grosor de cáscara al adicionar el complejo enzimático. Por su parte Pacheco (2010) en su experiencia con pollos de engorde, reportó que en las dietas donde fue incorporado el maíz en las horas calurosas del día, se logró un ahorro de 0,11 Bs/kg de alimento balanceado con respecto a las aves que no se le suministró el maíz, lo que representa una razón de importancia económica para el productor. Actualmente no se reportan trabajos donde se involucren los diferentes factores mencionados en gallinas ponedoras en Venezuela, En tal sentido, en el presente estudio se plantearon los siguientes objetivos:

## **1. Objetivo General**

Evaluar el efecto de la inclusión de maíz grano molido durante el periodo caluroso con o sin enzimas exógenas en maíz y/o alimento sobre las variables productivas, fisiológicas y calidad del huevo en gallinas, en fase inicial del ciclo de producción.

## **2. Objetivos específicos**

1. Determinar el efecto de los tratamientos sobre las variables productivas: peso vivo, producción de huevos y conversión de alimento en huevos.
2. Establecer posibles efectos sobre la calidad interna de los huevos de las gallinas bajo tratamiento.
3. Analizar el efecto sobre las variables fisiológicas: temperatura de la piel, frecuencia cardiaca y gasto cardiaco en gallinas ponedoras sometidas a los tratamientos.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### ***Estrés calórico en aves***

Las aves adultas tienen una zona de termo neutralidad que oscila entre los 12 y 24 °C (Barragán, 2004), Según la Guía de manejo de ponedoras Isa Brown (2009), la temperatura en el galpón de producción debe estar en el rango de los 18-24°C, por lo tanto, variaciones en la TA dan lugar a una disminución en el consumo voluntario de alimento balanceado, afectándose la productividad (Sánchez, 1985).

Las explotaciones de gallinas ponedoras en Venezuela se encuentran establecidas en la zona central del país, específicamente en los estados Aragua, Carabobo, Cojedes y Miranda así como también en Zulia y Anzoátegui, estados donde las TA medias mínimas al año son de 20-24°C mientras que las máximas pueden alcanzar los 30-34°C (INAMEH, 2011), por lo que es de esperarse, que las granjas que allí se encuentran ubicadas sean afectadas por los “golpes de calor”. Ante el incremento de la TA, el ave compensa estas variaciones de temperatura mediante mecanismos de disipación del calor tales como: convección, radiación, conducción y evaporación, los cuales no resultan ser eficientes, si las temperaturas son muy elevadas y

mucho menos si las aves se encuentran enjauladas y la ventilación y/o densidad no es la adecuada provocando en la mayoría de los casos la muerte del animal (Díaz, 2011).

### ***Efectos fisiológicos del estrés calórico en gallinas ponedoras***

Cuando la TA supera los 30°C, se desencadenan una serie de efectos negativos en el animal, afectando el crecimiento, madurez sexual y producción de huevos, (El Hadi y Sykes, 1982) impidiendo que el ave exprese todo su potencial genético para el cual fue mejorado.

Elliot (2010), revela que por cada 0,5°C de incremento calórico se disminuye el consumo de alimento en 1,5%, esto entre temperaturas de 25-30°C, lo cual acarrea consigo huevos de bajo peso y de cáscara blanda que no son comerciales; además de ello, el estrés por calor induce a un rápido incremento en la frecuencia respiratoria del animal, disminuyendo el contenido de CO<sub>2</sub> y elevando a su vez el pH sanguíneo, el riñón elimina bicarbonato para restaurar el pH normal. Por otra parte, la respiración se torna jadeante produciéndose una alcalosis respiratoria, el ave entonces como mecanismo para disipar el calor, extiende sus alas e incrementa el consumo de agua de 2 a 4 veces, una producción de lactato más alta durante el jadeo hace que se elimine más bicarbonato, disminuyendo así, las reservas medulares del hueso y cuando bajan las concentraciones de calcio y bicarbonato, se limita el intercambio iónico en el útero, lo que restringe la deposición de materiales en la cáscara (García, 2006; Díaz, 2011; Durán, 2011).

Un estudio realizado por El Hadi y Sykes en 1982, evaluó los efectos fisiológicos (temperatura rectal (Tr), Frecuencia respiratoria (f), presión arterial, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> y pH) en gallinas sometidas durante tres horas a TA de: 35, 38 y 41°C, encontrando que a TA de 38°C aumenta considerablemente la Tr (42,3°C) disminuyendo la presión arterial y HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> y aumentándose el pH, provocándose una alcalosis marcada. Cuando la TA es de 41°C, la Tr es capaz de alcanzar valores de 44°C manteniéndose constante, disminuyendo la presión arterial y HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> a 20 mmHg y 20 mM respectivamente, mientras que el pH registró valores de 7,65. Esto indica que la Tr es un indicador fiable de las etapas iniciales del estrés calórico en aves.

### ***Efectos del estrés calórico sobre la calidad de huevos de gallinas ponedoras***

Al disminuir el consumo de alimento, producto de las altas temperaturas, se disminuyen los nutrientes aprovechables por el animal, trayendo consigo una serie de efectos

sobre el tamaño y peso del huevo a comercializar, la calidad de la cáscara, la yema y el albumen.

Barragán (1989) indicó que el peso del huevo disminuye con el aumento de la TA a un promedio de 0,4 gramos por cada °C de incremento a partir de los 25°C, señalando además que este cambio no es igual para el resto de los componentes del huevo, ya que el peso de la cáscara es el que desciende más proporcionalmente; a lo que El Hadi y Sykes en 1982, revelaron que la alcalosis disminuye la cantidad de carbonato disponible para la formación de la cáscara del huevo y contribuir así a cáscaras delgadas, que se ven con frecuencia en climas cálidos.

Otra consecuencia de la disminución del consumo indicada por Barragán (1989) se refiere a la calidad de la yema y el albumen, ya que por el desequilibrio metabólico que sufre el animal, el albumen pierde consistencia, mientras que la yema pierde coloración y en casos extremos, densidad, cuando éstos permanecen tiempo prolongado dentro del galpón después de la oviposición. Además al aumentarse el consumo de agua se incrementa la humedad de las deyecciones, lo que trae como consecuencia aumento en el porcentaje de huevos sucios que tienen menos valor comercial.

### ***Estrategias para combatir el estrés calórico en aves***

Entre las estrategias de fácil aplicabilidad dentro de una granja avícola para disminuir el estrés por calor se encuentra, el manejo de la ventilación y/o ajustes en la construcción de los galpones, tales como: pintar los techos de blanco, éstos deben ser lo suficientemente altos y con aislamientos, los galpones deben tener los aleros más largos, siembra de árboles alrededor, instalación de ventiladores y/o micro aspersores (De Basilio, 2002; Díaz, 2011).

Entre otras opciones se encuentra el manejo del agua, éste es fundamental ya que las aves cuando tienen calor consumen de 2 a 4 veces más agua de lo normal, ya que la misma ayudará a disipar el calor, por ello, debe ser limpia, fresca y la temperatura no debe exceder los 24°C, debe ser de calidad y clorinada, además se debe garantizar suficientes bebederos según el número de aves alojadas y que éstos funcionen adecuadamente. Las tuberías deben estar bien enterradas en el suelo para asegurar su baja temperatura (nunca expuestas al sol) y el tanque de agua debe estar cubierto (De Basilio, 2002; Díaz, 2011). Por otra parte, se tiene que el manejo de la densidad representa una de las estrategias más

utilizadas a nivel mundial, la cual consiste en ajustar el número de aves por metro cuadrado o por jaulas según sean las condiciones ambientales.

Manejo nutricional: por medio de estrategias tales como: sustitución de calorías (en energía metabolizable) de carbohidratos, por calorías de lípidos (De Basilio, 2002) o por medio de la suplementación de electrolitos, como lo indican los trabajos de Alcalá (2010), Delgado (2010), Pacheco (2010), Padrón (2010) y Farfán *et al.*, (2013), quienes demostraron que al adicionar electrolitos en agua o alimento en pollos de engorde, las respuestas fueron positivas, destacándose, disminución en el consumo de alimento, sin afectar de manera negativa los parámetros productivos, disminución de la TC de las aves en promedio 0,30°C y el nivel de hiperventilación también, alrededor de 28 inspiraciones/minuto durante el estrés calórico crónico, a la par de lograr la reducción de la mortalidad en promedio un 21,87% por estrés calórico agudo en etapa de finalización.

Dentro del manejo nutricional, se destacan otras estrategias que se ha venido desarrollando en los últimos años, mayormente en pollos de engorde la cual se refiere a las modalidades de alimentación. Díaz (2011), indicó que la manera de que las aves puedan mantener su alto ritmo de producción en tiempos calurosos es facilitando la disipación de calor del cuerpo, al mismo tiempo que sigue recibiendo su ración diaria de alimento, durante las horas más frescas del día, cuando es más fácil perder las calorías extras de la digestión, esto se puede hacer mediante el ayuno temporal, que consiste en suspender el suministro de alimento en las horas calurosas, para que el ave consuma, digiera y metabolice el alimento en las horas más frescas (Teeter y Smith, 1987), esta técnica, para ser efectiva, debe iniciarse de tres a seis horas antes del periodo considerado de mayor calor: 9:00 a 16:00 h Angulo (1991). Por su parte, Rivero (2015) realizó un experimento en base a lo anteriormente señalado en gallinas ponedoras, en el cual determinó los efectos del cambio de hora de alimentación sobre las variables productivas, fisiológicas y calidad de huevos, por lo que cada día son más los trabajos que se suman en la evaluación esta técnica para disminuir los efectos causados por el estrés calórico en aves. Otra de las técnicas es, la sustitución del alimento balanceado por cereal (maíz, trigo, sorgo) molido en las horas calurosas del día: Lozano (2003), Lozano *et al.* (2006), Lozano (2007), Alcalá (2010), Delgado (2010), Pacheco (2010) y Padrón (2010), realizaron experiencias incorporando maíz en grano molido en horas calurosas en pollos de engorde, obteniendo reducción de la TC, en etapa de finalización de



0,5°C en promedio, menor consumo de alimento balanceado, sin afectar la ganancia de peso (15 g/ave/día) aproximadamente.

### ***Enzimas exógenas en la alimentación de aves***

Las enzimas son de naturaleza proteica, se pueden definir como catalizadores biológicos que son capaces de acelerar las reacciones químicas, sin consumirse en ellas, ni afectar el equilibrio de las reacciones, además poseen un alto grado de especificidad de reacción por el sustrato en el cual actúan (Brandan *et al.*, 2008). Piquer (1996), indica que la suplementación de enzimas exógenas en alimentación de aves, pretende suplir las deficiencias enzimáticas de los animales, para mejorar la utilización de materias primas, ya que hoy en día presentan diversos orígenes o procesamientos, los cuales podrían afectar el desempeño de los animales.

Al suministrar al animal dietas que contengan: proteasas, amilasas, celulasas, lipasas, entre otras, se espera que éstas actúen en sinergia y se dé un mejor aprovechamiento de los nutrientes (Jiménez, 2009) reflejándose en buenos pesos, conversiones alimenticias adecuadas, alta producción de huevos de excelente calidad tanto interna como externa. Adicionalmente Broz y Beardsworth (2002), indicaron que otros beneficios de la utilización de enzimas en la alimentación de aves son: aumentar la flexibilidad y precisión de la formulación de mínimo costo ya que hay un aumento de los niveles de inclusión de ciertos ingredientes, sin ocasionar problemas productivos, además se disminuye la variación nutricional de ingredientes, mejora en la salud, especialmente digestiva y el bienestar de las aves por la mejora en la calidad de la cama y se reduce la contaminación ambiental por excreción de nutrientes ingeridos, entre otros.

Por su parte, Carrasco *et al.* (2005), han señalado que la inclusión de enzimas en dietas para gallinas ponedoras es un área que aún se encuentra en desarrollo, dada la mayor madurez digestiva de las gallinas en relación a la de los pollos de engorde. Del mismo modo indican que los primeros estudios que se realizaron no obtuvieron resultados concluyentes, aunque estudios como el de Pan *et al.* (1998), indican que el uso de enzimas en dietas para gallinas ponedoras reduce la viscosidad intestinal y la incidencia de huevos sucios, mejorando además la producción de huevos y la conversión alimenticia. También parece que la suplementación enzimática podría afectar positivamente la calidad del huevo,

aumentando el color de la yema, posiblemente a través de una mejora en la digestibilidad de las grasas, mientras que Rivero (2015) observó otros efectos positivos con la adición de enzimas y la restricción de alimento en horas calurosas en gallinas ponedoras, encontrando huevos de mayor peso en estos tratamientos al compararlos con el testigo (2g más en promedio), además de registrar los mayores pesos de cáscara. Los tipos de efectos tanto positivos como negativos y contradictorios entre algunos autores invitan a la realización de nuevas experiencias para verificar el efecto de la suplementación enzimática en condiciones calurosas, debido a las repercusiones económicas que esto podría tener.

El complejo enzimático de fermentación en estado sólido (FES) o por sus siglas en inglés (SSF), es producido naturalmente a partir de una cepa científicamente seleccionada de *Aspergillus niger* (Filer, 2000). Según Viniegra (1997), la fermentación en estado sólido, es un proceso microbiológico que ocurre comúnmente en la superficie de materiales sólidos que tienen la propiedad de absorber y contener agua, con o sin nutrientes solubles. Los componentes del SSF en las dietas, funcionan en sinergia rompiendo la estructura molecular de los polisacáridos no amiláceos (PNA) que contienen las materias primas utilizadas en la elaboración del alimento balanceado; por ende se mejora la digestibilidad de energía, calcio y fósforo de los compuestos vegetales de la dieta (maíz, sorgo, soya) y permite incrementar los niveles de uso de otras materias primas alternativas y revaloriza el valor nutritivo de aquellos alimentos ricos en PNA (Desgranges *et al.* 1991). En resumen, con la utilización de este complejo enzimático se logra: mayor ahorro por tonelada de alimento, mejor aprovechamiento de insumos alternativos, mayor liberación de energía metabolizable, mayor disponibilidad de fósforo, calcio, proteína y aminoácidos de la dieta.

Por todo lo anteriormente expuesto se plantea como hipótesis principal, conocer el comportamiento productivo de las gallinas ponedoras, al incorporar en las dietas complejos enzimáticos y la modalidad de alimentación con maíz en grano molido en condiciones calurosas, ya que actualmente son pocos los trabajos en esta área, donde se involucran al mismo tiempo estos factores, considerando además que la producción de huevos en nuestro país representa uno de los elementos básicos de la ración alimenticia de la población.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### Ubicación del experimento

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto de Producción Animal, Sección-Laboratorio de Aves de la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, núcleo Maracay, la cual se encuentra a 455 m snm, presentando una temperatura media anual de  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  y una humedad relativa promedio de 75% (INIA, 2010).

#### Instalaciones y equipos

El experimento se realizó en un galpón de 25 m de largo y 4 m de ancho, el cual dispone jaulas tipo convencionales, (Figura 1-A) el alojamiento fue de 2 gallinas/puesto, cada puesto midió 31 cm de ancho, 46 cm de alto y 52 cm de profundidad; el suministro de agua se realizó por medio de bebederos tipo “copita” y el alimento se dispuso en comederos individuales para cada puesto y/o jaula, (Figura 1-B) además el galpón contó con un tanque aéreo de capacidad de 1000 litros para el suministro de agua.



**Figura 1-A. Vista interna del galpón**



**Figura 1-B. Gallinas por Unidad Experimental**

## **Manejo de los animales**

Se utilizaron 96 gallinas de la línea Isa Brown, las cuales fueron seleccionadas en base a condiciones de homogeneidad de una población de 300 gallinas. Fueron alojadas a las 19 semanas de edad y cumplieron una fase previa de pruebas preliminares que se describirá mas adelante. La distribución y selección de las gallinas se realizó en la semana 20 de edad, fueron colocadas 2 gallinas/jaula lo que representó un total de 48 puestos experimentales, para ello se procedió de la siguiente manera: se pesaron todas las gallinas y fue determinado el peso promedio, luego se calculó  $\pm 10\%$  de esos pesos, con esos resultados se elaboró una distribución de pesos (campana de Gauss) para determinar cuales gallinas serían incluidas dentro del experimento, obteniendo así un rango de 1305g a 1590 g, se colocaron identificadores a cada comedero con el número de jaula, tratamiento y réplica, fueron alimentadas durante esta fase con alimento de prepostura. Es importante mencionar que las gallinas no recibieron estimulación lumínica. El ensayo se inició cuando las gallinas alcanzaron las 22 semanas de edad, se dividió el experimento en tres fases de evaluación de la siguiente manera:

- 1° Fase: 1 – 28 días
- 2° Fase: 29 – 56 días
- 3° Fase: 57- 84 días

## **Pruebas preliminares**

Esta fase tuvo una duración de 22 días (desde las 19 hasta las 22 semanas de edad) y se realizó con la finalidad de definir las distintas metodologías para la toma de muestras o medidas.

Para determinar el consumo de maíz molido máximo en periodo de calor se llevó a cabo una prueba de tres días, la cual consistió en colocar dos gallinas por puesto, utilizando comederos y bebederos iguales al del experimento. El día uno a las 10:00 h se suministró a cada puesto 100 g de maíz, para que las aves lo consumieran en un periodo de tres horas, a la 13:30 h, se pesó el residuo, se dejaron pasar 15 minutos y luego se agregaron 100 g de alimento balanceado/puesto, del mismo modo se dejó para que lo consumieran durante tres horas y al final de este periodo se pesó el residuo por puesto. El día dos fue similar al día uno

con la variante que a las 10:00 h fue suministrado alimento balanceado, a las tres horas, se colocó el maíz molido finamente (100 g/puesto). El día tres se dividieron cada uno de los comederos en dos compartimientos y se agregaron 100 g de alimento balanceado y 100 g de maíz molido fino, se dejó que lo consumieran durante seis horas y al finalizar este periodo fue pesado el residuo de cada uno de los seis compartimientos para determinar el consumo de maíz y alimento.

El consumo de maíz molido máximo por día fue de 50 g y el mínimo 20 g/ave, de esta manera se pudo definir por promedio que las gallinas estaban en la capacidad de consumir 35% de maíz de la dieta, el cual fue suministrado a parte en las horas establecidas como más calurosas del día (10:00 a 16:00 h). En base a esta experiencia preliminar y estudios realizados con pollos de engorde por Lozano (2007), donde colocó maíz en grano a un nivel de 30% en horas de calor, finalmente se estableció suministrar 35% de maíz molido del total de la dieta basal en las horas de calor, además de molerlo para que fuera de la misma granulometría que el maíz colocado en el alimento balanceado.

Durante esta fase también se definieron las horas de alimentación según cada uno de los tratamientos aplicados, se alimentó 36,75 g de maíz/ave a las 10:00 h diariamente, luego se retiraba y se pesaba el residuo en caso de que lo hubiese a las 16:00 h se colocaba alimento balanceado a razón de 68,25 g de alimento/ave. Fueron pesadas cada ración diaria de alimento y maíz con balanza electrónica en bolsas plásticas identificadas con el número de jaula, tratamiento y réplica para minimizar errores. También se definió como tomar la temperatura de la piel de manera rápida y acertada, usualmente en aves es por la cloaca, como se mediría en aves en postura, se decidió no tomar la temperatura en la cloaca para evitar daño en el aparato reproductivo de las gallinas que pudiese afectar de manera definitiva la puesta, se concretó realizar la toma colocando el termómetro de sonda de metal rígido en la inserción del ala derecha, específicamente en el área donde no hay crecimiento de plumas (Figura 2).



**Figura 2. Medición de temperatura en la piel**

Para determinar las variables ambientales, fueron instalados dentro y fuera del galpón equipos que registraban cada media hora los valores de la humedad relativa y la temperatura ambiental así como la precipitación.

Esta fase de pruebas preliminares permitió el acostumbramiento de las gallinas a las jaulas y al manejo rutinario el cual consistió en sacarlas de las jaulas para registrar sus pesos, temperatura de la piel, frecuencia cardiaca, además este periodo permitió descartar las gallinas que estaban fuera de los rangos de peso y postura aproximados que señala el manual.

### **Diseño experimental y descripción de los tratamientos**

Se aplicó un diseño completamente aleatorizado, con un arreglo factorial 2x2, siendo el primer factor el tipo de alimentación: tradicional (ofrecido en la mañana 8:00 h) y alimento balanceado con extracción de 35% de maíz de la dieta (16:00 a 10:00 h) el cual se suministró en horas de calor (10:00-16:00 h) y el segundo factor, fue la suplementación con y sin enzimas, lo que generó un total de cuatro tratamientos con 12 repeticiones cada uno (2 aves/repeticion), para un total de 48 unidades experimentales, dichos tratamientos consistieron en:

- T1: Alimentación tradicional a base de alimento balanceado 1.
- T2: Alimentación tradicional a base de alimento balanceado 1 + complejo enzimático.
- T3: Maíz en grano molido (10h -16h) y (16h – 10 h) Alimento balanceado 2.

- T4: Maíz en grano molido (10h -16h) + complejo enzimático y (16h – 10 h) Alimento balanceado 2 + complejo enzimático.

### **Manejo de datos**

Con la finalidad de analizar los datos generados en el experimento, fue creada una base de datos que fue analizada por medio de un diseño aleatorizado a través de ANOVA, con el paquete estadístico “STAT VIEW”, fueron realizados análisis descriptivos y de varianza con la finalidad de determinar diferencias significativas entre los factores estudiados (Factor tipo y factor presencia de enzima), cuando se encontraron diferencias entre los factores sin interacción se realizó análisis de ANOVA con diseño aleatorizado, de este modo se verificó si las diferencias entre factores existía entre los dos tratamiento o sólo uno y cuando se encontraban diferencias significativas se realizó pruebas de media de Fisher, para determinar cuáles de los tratamientos aplicados arrojaba diferencias.

### **Modelo estadístico**

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Observación perteneciente al i-ésimo tipo de alimentación y j-ésimo presencia de la enzima.

$\mu$  = media general

$\alpha_i$  = Efecto de la i-ésimo tipo de alimentación (con o sin maíz en periodo caluroso del día)

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo presencia de enzima (con enzima, sin enzima)

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción tipo de alimentación  $i$  y presencia de enzima  $j$

$\varepsilon_{ijk}$  = error experimental del i-ésimo tipo de alimentación, j-ésimo presencia de enzima.

### **Manejo del alimento**

El alimento fue en forma de harina elaborado en la Sección Laboratorio de Aves, Cuadro 1, se reportan las dietas utilizadas durante el experimento en fase I de postura, según los tratamientos que se aplicaron, tomando como requerimientos de referencia los señalados en la Guía de manejo de ponedoras Isa Brown (2009), indicando el porcentaje de inclusión de cada ingrediente y los nutrientes calculados para cada tipo de alimento.

**Cuadro 1. Dietas utilizadas en fase inicial de postura según los tratamientos**

Materia prima	Dieta alimento balanceado		Tratamientos (%)		Maíz	
	1		2			
	T1	T2	T3	T4	T3	T4
Harina de maíz amarillo	53.171	53.171	27.995	27.995	35.00	35.00
Harina de torta de soya 46%	28.842	28.842	44.372	44.372	-	-
Carbonato de calcio grueso 38%	4.500	4.500	6.923	6.923	-	-
Carbonato de calcio fino 38%	4.411	4.411	6.786	6.786	-	-
Salvado de trigo	3.883	3.883	5.973	5.973	-	-
Aceite de soya	2.397	2.397	3.687	3.687	-	-
Fosfato monocálcico 21%	1.437	1.437	2.210	2.210	-	-
Premezcla de vitaminas y microminerales para ponedoras	0.500	0.500	0.769	0.769	-	-
Sal común	0.370	0.370	0.569	0.569	-	-
DL-Metionina 99%	0.185	0.185	0.284	0.284	-	-
Absorbente de micotoxinas	0.100	0.100	0.153	0.153	-	-
Pigmento 30 G/K	0.100	0.100	0.153	0.153	-	-
Cloruro de colina	0.60	0.60	0.092	0.092	-	-
Bicarbonato de sodio	0.045	0.045	0.069	0.069	-	-
<b>TOTAL</b>	100	100	100	100		
SSF Ponedoras	-	150 g/ton	-	97.5 g/ton	-	52.5 g/ton
% de uso*	100	100	65	65	100	100
<b>Nutrientes calculados</b>	<b>Alimento balanceado 1</b>		<b>Alimento balanceado 2</b>			
EM Aves (MC/kg)	2.750		2.750			
Proteína total (%)	18.200		18.200			
Fosforo (%)	0.410		0.410			
Calcio (%)	3.900		3.900			
Lisina Dig Aves (%)	0.810		0.810			
Metionina Dig Aves (%)	0.440		0.440			
M+C (%)	0.700		0.700			
Triptófano Dig Aves (%)	0.182		0.182			
Treonina Dig Aves (%)	0.570		0.570			
Ac. Linoléico (%)	1.018		1.018			
Sodio (%)	0.180		0.180			
Cloruros (%)	0.170		0.170			



Para los tratamientos T3 y T4 fue extraído el 35% de la dieta alimento balanceado 1 en forma de maíz, para ser suministrado en las horas de calor (10:00-16:00 h), como a las gallinas se le suministró 105 g/ave, el maíz representó 36,75 g/ave para efectos del cuadro 1, se observa que el porcentaje de inclusión de maíz es 27,955 (T3 y T4), este fue calculado de la siguiente manera: al 53,171% del maíz de la dieta alimento balanceado 1 se restó el 35% a suministrar aparte, el cual representó 18,17%, para colocar estos valores en términos de proporción se completó posteriormente a 65% de la dieta el cual fue de 27,955% a el resto de los ingredientes se les calculó de igual modo el 65%, es por ello que se observa que sólo en “proporción” es mayor que la dieta alimento balanceado 1, en la práctica fue restado en kilos, el maíz y los demás componentes fueron los mismos.

En las dietas de los tratamientos T2 y T4, se adicionó el complejo enzimático de fermentación en estado sólido (SSF), a razón de 150 g/t de alimento, con la variante que en el T4 fue separado el 35% de la enzima para ser añadida al maíz sólo y el 65% del resto de la enzima se agregó al alimento balanceado para que ésta se agregará de una manera proporcional.

La composición del complejo enzimático reportada por el fabricante es la siguiente:  $\alpha$ -Amilasa: Min 30 FAU/g,  $\beta$ -Glucanasa: Min 200 BGU/g, Celulasa: Min 40 CMCU/g Pectinasa: Min 4000 AJDU/g, Fitasa: Min 300 PU/g, Proteasa: Min 700 HUT/g y Xilanasa: Min 100XU/g.

**Cuadro 2. Composición bromatológica de las dietas utilizadas en los distintos tratamientos en la fase inicial de postura.**

Tratamientos	Materia seca	Humedad	Ceniza	Proteína Cruda	Fibra Cruda	Extracto etéreo
<b>T1 (Dieta alimento balanceado 1)</b>	89,6	10,4	14,41	15,36	3,21	0,99
<b>T2 (Dieta alimento balanceado 1+ enzima)</b>	89,5	10,5	16,99	17,44	2,76	1,99
<b>T3 (Dieta alimento balanceado 2 + maíz grano molido)</b>	89,5	10,5	10,29	16,78	3,25	2,02
<b>T4(Dieta alimento balanceado 2 + maíz grano molido + enzima)</b>	89,3	10,7	10,3	16,96	3,06	2,78

## **Variables evaluadas**

### **Variables ambientales**

Fuera del galpón se encontraba la estación meteorológica que registró la TA, HR, precipitación, dirección del viento cada media hora durante todos los días del experimento) y dentro del galpón fue instalado un equipo marca Testo modelo 175-H2, el cual registró de forma continua la TA y HR cada quince minutos durante todo el experimento.

### **Consumo de alimento (C)**

Se estimó para cada tratamiento a través de la diferencia entre el alimento y/o maíz ofrecido y el residuo, a las 8:00 h se coloca la ración de alimento para las gallinas de T1 y T2 y a las 8:00 h del día siguiente se retiraba el residuo y se colocaba en bolsas identificadas por unidad experimental, para ser pesado posteriormente; en cuanto al maíz en el caso de las gallinas de los T3 y T4, se coloca su respectiva ración a las 10:00 h y se retiraba el residuo de éste a las 16:00 h, se colocaba de igual modo en bolsas para ser pesado, inmediatamente se colocaba la ración de alimento balanceado para ser retirado a las 10:00 h del día siguiente y se pesaban los residuos, esta medición se realizaba con una balanza electrónica marca KERN modelo EMB 2200-0 con capacidad 2200 g y precisión de 1 gramo. El consumo se determinó cada 28 días y se expresó en g/ave/día.

### **Peso vivo (PV)**

Se registró de las dos gallina de la UE, en total se pesaron 96 aves al inicio para determinar el peso inicial, luego fueron pesadas todas las gallinas cada 28 días, en horas de la mañana (7:00 am), según metodología de (Sánchez, 1985 y Carrasco *et., al*, 2005), para realizar estas evaluaciones se utilizó una balanza electrónica marca AND modelo FW-31K con capacidad de 31 kg y precisión de 0.01 kg.

### **Conversión alimento/huevo (CA)**

Esta variable se determinó cada 28 días, la misma consiste en la relación entre el consumo de alimento (g) y la producción de huevos por unidad (g de alimento/ huevo producido).

### **Producción de huevos**

Se registró diariamente según su momento de puesta (am/pm) en la planilla según la fase de evaluación, fue determinada cada 28 días, es decir, en cada fase de evaluación, para cada tratamiento aplicado, fue expresado como: unidad de huevos producidos y % de postura.

### **Calidad de huevo**

Se determinó calidad interna y externa de los huevos producidos bajo los distintos tratamientos, para ello se recolectó la producción de huevos, de los tres últimos días de cada fase de medición de las 48 UE, identificándolos con un lápiz de grafito con el tratamiento, réplica, hora de recolección y fecha, luego fueron almacenados en un lugar limpio y fresco dentro del galpón. Al día siguiente se realizó la determinación de la calidad de huevo (1 huevo de cada uno de los días recolectados por tratamiento y réplica), alternando éstos según su hora de puesta (am/pm) para garantizar que se evalúe una muestra homogénea. En total se determinó la calidad de huevos interna según (Coult y Wilson, 1990) y externa de 144 huevos por cada fase de evaluación.

### **Peso del huevo**

Se pesó cada uno de los huevos que estaban previamente identificados, con una balanza electrónica marca KERN modelo EMB 2200-0 con capacidad de 2200 g y precisión de 1 gramo.

### **Altura de la yema**

Se midió con el micrómetro de trípode marca Ames, modelo S-6428 de precisión: 1mm, para ello se quebró el huevo en una superficie plana, para evitar que se deslizará, posteriormente se colocó el trípode sobre el punto más alto de la yema y se ajustó hasta que el palpador tocara levemente la yema, se tomaba la lectura (expresada en mm) y se registraba (Figura 3A).

### **Altura de la clara densa**

Se midió de igual forma con el micrómetro de marca Ames, modelo S-6428 de precisión: 1mm, colocando el trípode en la parte más alta o densa de la clara, aproximadamente a un cm de la yema (Figura 3B).



**Figura 3A.- Altura de la yema      Figura 3B.- Altura de la clara**

### **Color de la yema**

Se empleó el abanico colorímetro de Roche, el cual permitió clasificar el huevo según un número que corresponde a una coloración específica, siendo 1 el color más claro y 15 el más intenso.

### **Peso de la cáscara**

Luego de determinar la calidad interna de los huevos, las cáscaras se conservaron para el día siguiente de cada medición para así garantizar que las mismas estuviesen secas y sin algún residuo de clara y/o yema que pudiera afectar el peso; para ello se tomaron las cáscaras quebradas y se pesaron cada una de los 144 huevos, en una balanza electrónica marca KERN modelo EMB 2200-0 con capacidad de 2200 g y precisión de 1 gramo.

### **Espesor de la cáscara**

Se tomó la cáscara después de ser pesada y empleando un micrómetro de bolsillo, marca Ames modelo 25-5 de precisión 0,001pulgadas, se colocó un trozo de la cáscara a medir entre los palpadores y se realizó la lectura directa sobre la esfera del aparato (expresada en pulgadas).

### **Determinación de las unidades Haugh (UH)**

Se obtuvo de la relación matemática de la altura de la clara con el peso del huevo, la calidad del huevo es mayor mientras más se aproxime a 100 el valor de Haugh, (Mehner, 1969) según la siguiente fórmula:

$$UH = 100 \times \text{Log} (H + 7,57 - 1,7 \times W^{0,37})$$

Donde:

H: altura (mm) de la clara densa

W: Peso (g) del huevo

### **Variables fisiológicas:**

#### **Temperatura de la piel (TP)**

Se midió de forma individual (1 gallina/UE) en las aves previamente seleccionadas para este fin, fueron identificadas con una marca color negro en la cresta, para que se tomara la temperatura del mismo animal, según se indicó en las pruebas preliminares, se utilizó un termómetro de sonda marca Testo modelo 110, calibrado con una precisión de 0.1 °C con una amplitud de medición de hasta 60°C, esto fue realizado en las semanas 22, 24, 26, 28, 30, 32 y 34 de edad a la 13:00 horas.

#### **Frecuencia cardiaca (FC latidos/min) y gasto cardiaco (GC ml/min)**

Se utilizó un ultrasonido (eco cardiógrafo) Logic Book XP GE con transductor micro-convex de 4 a 10 MHz; colocando el transductor a una distancia de 1 a 2 cm dorsal a la línea media ventral, por delante de la articulación de la rodilla, del lado izquierdo del animal (Chacon *et al.*, 2010) fueron tomados dos ciclos cardiacos para calcular la FC, Para realizar estas mediciones fue necesario realizar un desplume de la parte ventral, previo a los animales que se encontraban identificados con una marca color negro en la cresta (1 gallina/UE) con la finalidad de obtener una mejor imagen con el transductor, las medidas fueron tomadas en las semanas 22, 24, 26, 28, 30, 32 y 34 de edad, a las 13:00 horas.

El GC está en función de la FC y los volúmenes sistólicos, por lo tanto se emplearon las siguientes fórmulas para calcularlo:

$$\text{GC} = \text{FC (latidos/min)} \times \text{VE (ml)}$$

$$\text{VE} = \text{EDV} - \text{ESV}$$

Donde:

GC: Gasto cardiaco (ml/min)

FC: Frecuencia cardiaca (latidos/min)

VE: Volumen de eyección expresado en mililitros

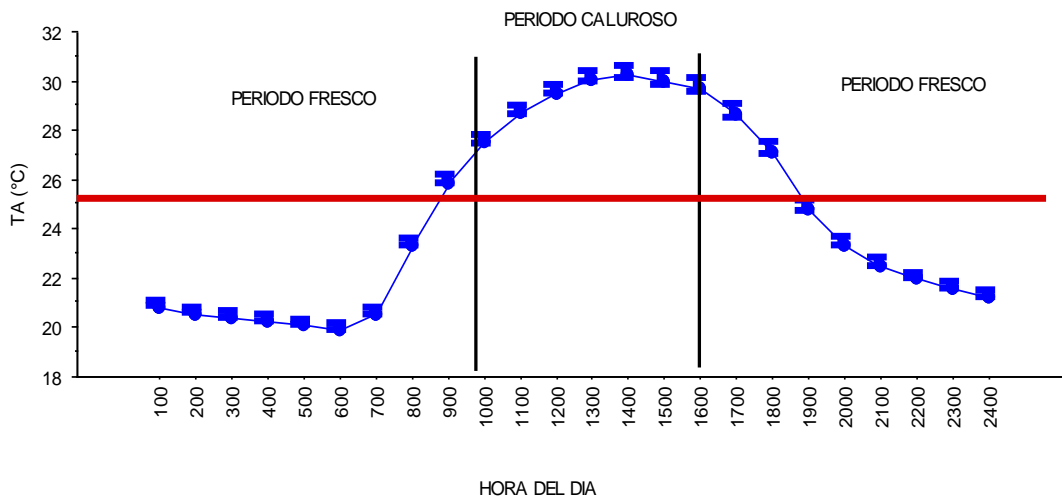
EDV: Volumen diastólico final

ESV: Volumen sistólico final.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Condiciones ambientales

En relación a las condiciones ambientales, durante el desarrollo del estudio, se observó variación de la TA promedio externa al galpón, con máxima registrada de  $32,80^{\circ}\text{C}$  en la tercera fase de evaluación, alrededor de las 15:00 h. La TA ascendía a partir de las 7:00 h en promedio  $20,50 \pm 1,10^{\circ}\text{C}$  hasta llegar a alcanzar valores de  $27,51 \pm 1,52^{\circ}\text{C}$  a las 10:00 h, el cual se estableció en principio como inicio del periodo caluroso del día. (Figura 4). Durante el desarrollo del experimento, la TA se encontró por encima de la zona de neutralidad térmica del ave, que para gallinas ponedoras está entre  $12$  y  $24^{\circ}\text{C}$  de acuerdo a Quiles y Hevia (2004), en la Figura 4 esta temperatura está representada con la línea roja, aunque no fue tan alta como para producir mortalidades, de hecho las gallinas en general hiperventilaron muy poco (estrategia de disipación del calor).



**Figura 4. Temperatura ambiental promedio externa al galpón y desviación estándar por hora medida de todo el experimento**

La HR máxima fue de 99% en las horas consideradas como frescas del día, durante las fases de evaluación. La HR promedio no superó el 80% como se observa en el Cuadro 3 y en algunos casos (Fase II) descendió hasta llegar a un valor mínimo de 26% a las 14:00 h, justo dentro del periodo caluroso, se determinó que, a mayor TA promedio en los días bajo experimentación, menor fue la HR. La precipitación máxima promedio se registró en la

última fase de evaluación  $0,25\pm 2,11$ mm, con lluvias constantes, mientras que la dirección del viento durante las fases evaluadas fue similar.

**Cuadro 3. Condiciones ambientales externas al galpón en cada fase de evaluación**

<b>Variable ambiental</b>	<b>Fase I (1-28d)</b>	<b>Fase II (29-56d)</b>	<b>Fase III (57-84d)</b>	<b>TOTAL (1-84d)</b>
TA (°C)	24,87±3,87	24,63±4,27	24,16±4,23	24,53±4,15
HR (%)	76,46±20,50	76,02±20,94	79,03±20,39	77,22±20,66
Dirección del viento (m/s)	0,41±0,46	0,38±0,41	0,31±0,38	0,36±0,41
Precipitación (mm)	0,11±0,84	0,11±0,82	0,25±2,11	0,16±1,42

Los valores de las variables evaluadas están expresados como la media ± la desviación estándar de la media

En Cuadro 4, se aprecia que la TA dentro del galpón se ubicó en un valor promedio de  $25,70\pm 3,53$ °C, observándose que durante todas las fases evaluadas la TA fue similar, el valor máximo se registró en la fase I, alcanzando un valor de 33,50°C alrededor de las 12:00 m muy por encima de la zona de confort de las gallinas, mientras que la TA mínima fue en la fase II (19,5 °C), la HR promedio dentro del galpón se acercó al 90% específicamente ( $88,86\pm 13,71$ %) siendo la fase I quien registró la HR más alta al compararla con sus homólogos.

**Cuadro 4. Condiciones ambientales dentro del galpón en cada fase de evaluación.**

<b>Variable ambiental</b>	<b>Fase I (1-28d)</b>	<b>Fase II (29-56d)</b>	<b>Fase III (57-84d)</b>	<b>TOTAL (1-84d)</b>
TA (°C)	26,00±3,37	25,80±3,67	25,29±3,52	25,70±3,53
HR (%)	89,67±12,86	86,37±14,96	88,82±14,09	88,86±13,71

Los valores de las variables evaluadas están expresados como la media ± la desviación estándar de la media

En síntesis, la TA promedio total dentro del galpón fue superior a la exterior en 1,17 °C, esto obedece principalmente a la presencia de las gallinas (microclima), las cuales generan calor, sin embargo como fue señalado anteriormente en ambos casos estuvieron por encima de la zona de neutralidad térmica de las gallinas, con estos valores es posible afirmar que las aves sí estuvieron bajo estrés calórico pero sólo del tipo crónico, según De Basilio (2006), este ocurre cuando hay aumento moderado de la TA entre 26 y 30 °C, por periodos cortos. En cuanto a la HR promedio de toda la experiencia, fue superior dentro del galpón en 11,64% con respecto a la exterior, es importante mencionar que durante la última fase de evaluación

hubo más precipitación que en las otras dos, alcanzando valores de (43,10 mm) además de ello, dentro del galpón había algunos botes de los bebederos de copa que pudieron influir en ese aumento de la HR, también en la Figura 4, se evidencia que el periodo caluroso del día, fue el establecido al inicio del experimento (10:00-16:00 h), este no fue ampliado ya que las referencias consultadas eran de máximo 7 horas, de ser ampliado se pudiese haber comprometido el comportamiento fisiológico de las gallinas bajo tratamiento.

### **Consumo de alimento**

A todas las gallinas que se encontraban bajo experimentación les fue suministrado la misma cantidad de nutrientes como se observa en el Cuadro 1, pero fue suministrado en dos modalidades de alimentación que consistieron en ofrecer la dieta balanceada en horas de la mañana, simulando así lo realizado en granjas comerciales, mientras que la segunda modalidad consistió en separar la dieta en dos fracciones, extrayendo el 35% de maíz en forma de grano molido y se suministró en el periodo caluroso del día (10:00-16:00 h) y el 65% de esta dieta complemento se ofreció en horas de la tarde al culminar el periodo caluroso establecido. Lo planteado teóricamente en el Cuadro 1, fue obtenido en la práctica ya que hubo similar consumo de alimento y similar proporción entre maíz y la dieta complemento. Ahora bien, en el Cuadro 2 correspondiente al análisis bromatológico, se observa que los resultados obtenidos no son similares a los determinados de manera teórica en el Cuadro 1 (nutrientes calculados), específicamente, las cenizas, proteína y fibra presentando variaciones hasta de 2-3% con respecto a los valores teóricos, lo que es posible atribuirse a que las materias primas no fueron evaluadas al momento de recibirlas, además de la problemática que se presenta con la disponibilidad y/o calidad de los reactivos utilizados en el laboratorio para la obtención de estos análisis.

En la fase I el consumo promedio entre los tratamientos fue 92,39 g/gallina. Este consumo a pesar de ser bajo con respecto a lo ofrecido (105 g/gallina) resulta normal ya que la Guía de manejo nutricional para ponedoras Isa Brown (2009) señala que al inicio de la puesta el consumo es menor porque las gallinas no han llegado a su peso adulto, además de ello indican que, son sensibles a la presentación del alimento y la introducción de nuevos ingredientes lo cual concuerda en este caso, ya que anteriormente consumían una dieta única de prepostura y esta era suministrada *ad libitum* una vez al día y cuando inició el experimento



se cambió la modalidad y horas de alimentación. El consumo de alimento en la fase II fue de 100,53 g/gallina, menor al indicado en el manual para una edad de 26-29 semanas el cual lo establecen en 105 g/gallina, lo cual concuerda con lo reportado por Barragán (1989) y Elliot (2010) donde reportan una disminución del consumo de alimento al incrementar la TA por encima de 25°C. En la última fase, la mayoría de las gallinas se encontraban consumiendo la totalidad del ofrecido para esta etapa, el cual se mantuvo en 105 g/gallina, siguiendo las sugerencias del manual del híbrido utilizado, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $P>0,05$ ) entre factores de una misma fase de evaluación a pesar de las diferencias numéricas entre tratamientos de la misma fase (Cuadro 5).

Al realizar el cambio en el horario de alimentación y en la forma de suministro de la dieta, se presumía que éste disminuyera, por el contrario las gallinas no dejaron de consumir alimento, a pesar que el consumo se mantuvo por debajo de los valores referenciales. Por otra parte, es importante señalar que la adición del complejo enzimático en T2 y T4 no modificó el consumo por parte de las gallinas al compararlas con las aves del T1 y T3 lo cual concuerda con los estudios realizados por Vukic y Wenk (1993), Pan *et al.*(1998), Scheideler *et al.* (2005) y Costa *et al.*(2008), los cuales comprobaron que no hay ninguna influencia de las enzimas exógenas sobre el consumo de alimento por parte de las gallinas ponedoras. Por otra parte el consumo de maíz promedio fue de 31.88 g/gallina/día y 62.12 g/gallina/día de alimento en T3 y T4 representando así 34 y 66% de la dieta, lo que demuestra que las gallinas consumieron casi el 35% de maíz grano molido establecido al inicio del experimento, cabe destacar que el suministro de maíz en las horas de calor (T3 y T4) produce un déficit de calcio en las gallinas de estos tratamientos, durante ese periodo que se presume que el mismo fue compensado con el excedente de este nutriente en la dieta balanceada que se le suministraba posteriormente. Con este estudio se demuestra la adaptación de las gallinas a diferentes horarios o modalidades de alimentación, ya que en este caso se les proporcionó el maíz y alimento de esa manera desde el primer día del experimento. Las gallinas de los T3 y T4, estuvieron expuestas al alimento balanceado durante 18 h al día, iniciando en horas de la tarde, ya que en el periodo señalado como caluroso (10:00 a 16:00 h) consumían sólo maíz grano molido, a diferencia de las gallinas del T1 y T2 que tenían una exposición de 24 horas iniciando la alimentación en horas de la mañana (sin estimulación lumínica), lo que indica que

las aves de T3 y T4 se adaptaron al menor tiempo de exposición del alimento y lograron consumir la misma cantidad de alimento que sus homólogos para cubrir los requerimientos para la producción de huevos, ya que no se observaron diferencias estadísticamente significativas, en consonancia con lo anteriormente expuesto, FelverGant *et al.*, (2012) indica que cuando la ingesta voluntaria de alimento disminuye, el animal no posee los requerimientos energéticos y minerales necesarios para la producción de huevo, siendo afectado en primera instancia la tasa de postura, peso del huevo y calidad de la cáscara, con disturbios neurorespiratorios, pérdida del equilibrio ácido-básico en sangre por hipoxia crónica, eliminación excesiva de CO<sub>2</sub> e hiperventilación. Además, Star *et al.*, (2008) señala que se ha encontrado que la exposición crónica al calor en gallinas, disminuye significativamente la digestión de las proteínas, grasas y carbohidratos del alimento balanceado, limitando la disposición y transporte de nutrientes como calcio y fósforo a nivel celular para la formación del huevo; de hecho, cuando se combinan los niveles marginales de fósforo con el estrés por calórico, pueden elevar las tasas de mortalidad, especialmente en las aves de mayor edad.

**Cuadro 5. Consumo de alimento balanceado y maíz (g/gallina/fase) en gallinas ponedoras en inicio de postura sometidas a estrategias para combatir el estrés calórico.**

Tratamiento/Fase de evaluación	I (1-28d)	II (29-56d)	III (57-84 d)	Total (1-84d)
<b>T1</b> (balanceado 1)	2607,9±148,4	2797,6±105,0	2831,5±142,0	8237,1±338,2
<b>T2</b> (balanceado 1+enzima)	2587,8±116,3	2801,9±79,3	2837,5±59,4	8227,3±225,2
<b>T3</b> (balanceado 2 + maíz grano molido)	2552,5±203,9	2827,0±101,1	2857,5±84,2	8237,0±352,7
<b>T4</b> (balanceado 2 + maíz grano molido + enzima)	2600,4±190,3	2833,0±97,2	2869,2±57,6	8302,7±326,7
ANOVA	Ns	Ns	ns	ns
Tipo (t)	Ns	Ns	ns	ns
Pres.enz.(Pe)	ns	Ns	ns	ns
t*Pe	ns	ns	ns	ns

**T1:** Alimentación tradicional a base de alimento balanceado 1; **T2:** Alimentación tradicional a base de alimento balanceado 1 + enzimas exógenas; **T3:** Maíz en grano molido (10h -16h) y (16h – 10 h) Alimento balanceado 2; **T4:** Maíz en grano molido (10h -16h) y (16h – 10 h) Alimento balanceado 2 + enzimas exógenas. **ns:** diferencias estadísticamente no significativas ( $P > 0.05$ ). **s:** diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ). **t:** tipo, tratamiento con o sin maíz. **Pres. enz:** Tratamientos con o sin enzimas. \* Los valores de las variables evaluadas están expresados como la media  $\pm$  la desviación estándar de la media.

### **Peso vivo (PV) y Ganancia diaria de peso (GDP)**

Las gallinas presentaron un peso promedio de 1591,1 g/gallina en la primera fase de evaluación, los pesos obtenidos durante esta fase fueron menores a los señalados en la Guía de manejo de ponedoras Isa Brown, (2009) ya que en el mismo estiman que de 22 a 25 semanas de edad, el peso promedio por gallina, debe ubicarse en el rango de 1710-1772g. En las fases II y III igualmente las gallinas no alcanzaron el peso estimado en el manual, que indica que entre las 26-33 semanas de edad, el peso debería ser de 1784-1852 g/gallina y el obtenido fue de 1711,6 g/gallina en la segunda fase y 1750,6 g/gallina durante la última fase de evaluación. Cabe acotar que fueron observadas diferencias numéricas entre tratamientos de una misma fase de evaluación (Cuadro 6) sin ser estas diferencias significativas entre los factores estudiados ( $P > 0.05$ ). Pan *et al.* (1998) encontraron una mejora significativa ( $P \leq 0.05$ )

de 98.2 a 126.1 g/gallina al adicionar enzimas a dietas a base de trigo-soya y centeno-soya resultados que discrepan de los obtenidos en este experimento.

**Cuadro 6. Peso vivo (g/gallina) por fase de evaluación y final del experimento para los distintos tratamientos**

Tratamiento/fase de evaluación	I (1-28d)	II (29-56d)	III (57-84 d)
<b>T1</b> (balanceado 1)	1578,5±54,0	1736,8±59,6	1753,3±7,0
<b>T2</b> (balanceado 1+enzima)	1598,7±61,3	1725,7±61,6	1740,2±83,9
<b>T3</b> (balanceado 2 + maíz grano molido)	1580,4±63,8	1674,8±89,5	1750,6±73,9
<b>T4</b> (balanceado 2 + maíz grano molido + enzima)	1606,8±64,1	1709,1±77,7	1758,5±81,5
ANOVA	Ns	ns	ns
Tipo (t)	Ns	ns	ns
Pres.enz.(Pe)	Ns	ns	ns
t*Pe	ns	ns	ns

**T1:** Alimentación tradicional a base de alimento balanceado 1; **T2:** Alimentación tradicional a base de alimento balanceado 1 + enzimas exógenas; **T3:** Maíz en grano molido (10h -16h) y (16h – 10 h) Alimento balanceado 2; **T4:** Maíz en grano molido (10h -16h) y (16h – 10 h) Alimento balanceado 2 + enzimas exógenas. **ns:** diferencias estadísticamente no significativas ( $P > 0.05$ ). **s:** diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ). t: tipo, tratamiento con o sin maíz. Pres. enz: Tratamientos con o sin enzimas. \* Los valores de las variables evaluadas están expresados como la media  $\pm$  la desviación estándar de la media.

Con respecto a la GDP, en la fase I, se registró en promedio 120.45 g/gallina. Durante la segunda fase de evaluación la GDP disminuyó en todas las gallinas bajo experimento a 38.9 g/ave en promedio, mientras que en la última fase de evaluación las gallinas no ganaron peso, todo lo contrario perdieron parte de su peso, en promedio 77.4 g/gallina, a pesar de estas diferencias numéricas dentro de cada una de las fases (Cuadro 7) no se observaron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ), esto parece indicar que durante la primera y segunda fase de evaluación las gallinas estaban aún en crecimiento y en la tercera fase estabilizaron su peso para la producción de huevos, además de ello es importante mencionar que durante esta última fase hubo problemas con el suministro de agua, lo que pudo provocar estrés en las aves y también se

registró la TA máxima del ensayo, lo importante está en que las pérdidas de peso que se dieron, fueron similares como se observan en el Cuadro 7, lo que indica que no se deben a efectos de los tratamientos per se. En términos generales durante toda la experiencia (1-84 días) las gallinas presentaron una GDP en promedio de 164.1 g/gallina.

**Cuadro 7. Ganancia de peso (g/gallina) por fase de evaluación y total del experimento para los distintos tratamientos**

Tratamiento/Fase de evaluación	I (1-28d)	II (29-56d)	III (57-84 d)	Total (1-84 d)
<b>T1</b> (balanceado 1)	158,3±49,8	16,4±90,6	-96,6±97,6	156,2±139,0
<b>T2</b> (balanceado 1+enzima)	126,9±26,0	14,5±111,7	-76,4±128,7	130,0±102,9
<b>T3</b> (balanceado 2 + maíz grano molido)	94,4±77,4	75,7±139,1	-48,1±107,2	244,1±140,1
<b>T4</b> (balanceado 2 + maíz grano molido + enzima)	102,2±49,8	49,3±108,5	-88,5±112,3	126,2±96,9
ANOVA	Ns	Ns	ns	ns
Tipo (t)	Ns	Ns	ns	ns
Pres.enz.(Pe)	Ns	Ns	ns	ns
t*Pe	ns	ns	ns	ns

**T1:** Alimentación tradicional a base de alimento balanceado 1; **T2:** Alimentación tradicional a base de alimento balanceado 1 + enzimas exógenas; **T3:** Maíz en grano molido (10h -16h) y (16h – 10 h) Alimento balanceado 2; **T4:** Maíz en grano molido (10h -16h) y (16h – 10 h) Alimento balanceado 2 + enzimas exógenas. **ns:** diferencias estadísticamente no significativas ( $P > 0.05$ ). **s:** diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ). t: tipo, tratamiento con o sin maíz. Pres. enz: Tratamientos con o sin enzimas. \* Los valores de las variables evaluadas están expresados como la media  $\pm$  la desviación estándar de la media.

### Producción de huevos

La producción de huevos durante la fase I de evaluación se ubicó en 65.5% en promedio, además se aprecia que la desviación estándar fue mayor en esta fase en comparación a las demás fases, ya que las gallinas estaban en inicio de postura, (Cuadro 8). En la segunda fase la producción aumentó a 90.5% en promedio, fase en la cual se presentó el pico de postura, mientras que en la última, la producción fue de 87%, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ) principalmente por la alta variabilidad que se

observa entre las repeticiones de cada tratamiento. La Guía de manejo del híbrido utilizado, indica que el porcentaje de postura (%P) durante las semanas 22 a 25 de edad (denominado aquí fase I) se debe ubicar entre el 84-94% y los resultados obtenidos en promedio de los tratamientos están por debajo (65,5%), mientras que el %P para las semanas 26 a 29 debería ser entre 95-96% en este experimento se obtuvo 90.5% en promedio, en la última fase (semana 30 a la 33 semana de edad) el %P debería ser aproximadamente 94-95% y se alcanzó el 87% de postura. A pesar de no encontrarse diferencias estadísticamente significativas, es importante resaltar que las gallinas del T2 durante todo el experimento presentaron una tendencia a aumentar la producción de huevos al compararlas con las gallinas de los demás tratamientos y entre fases de evaluación, lo cual coincide con lo reportado por Vukic y Wenk (1993), Pan *et al.* (1998), Scheideler *et al.* (2005), Costa *et al.* (2008) y Perić *et al.* (2011) quienes han evaluado la adición de complejos enzimáticos en dietas para gallinas ponedoras observando en todos los casos incrementos en la producción de huevos. Por lo que es posible inferir que si hubo un efecto positivo la incorporación del complejo enzimático en el T2. Sin embargo se especula que estos resultados no fueron mejores debido al estrés calórico en el que estaban sometidos los animales ya que la TA dentro y fuera del galpón (Cuadros 3 y 4) durante todo el experimento fue mayor a la TA óptima para las gallinas ponedoras. Además de ello, no fue implementado un programa de iluminación como se ha venido mencionando, que permitiera la estimulación de la puesta, de haberse realizado probablemente, hubiesen sido mayores los valores de producción de huevos en todos los tratamientos.

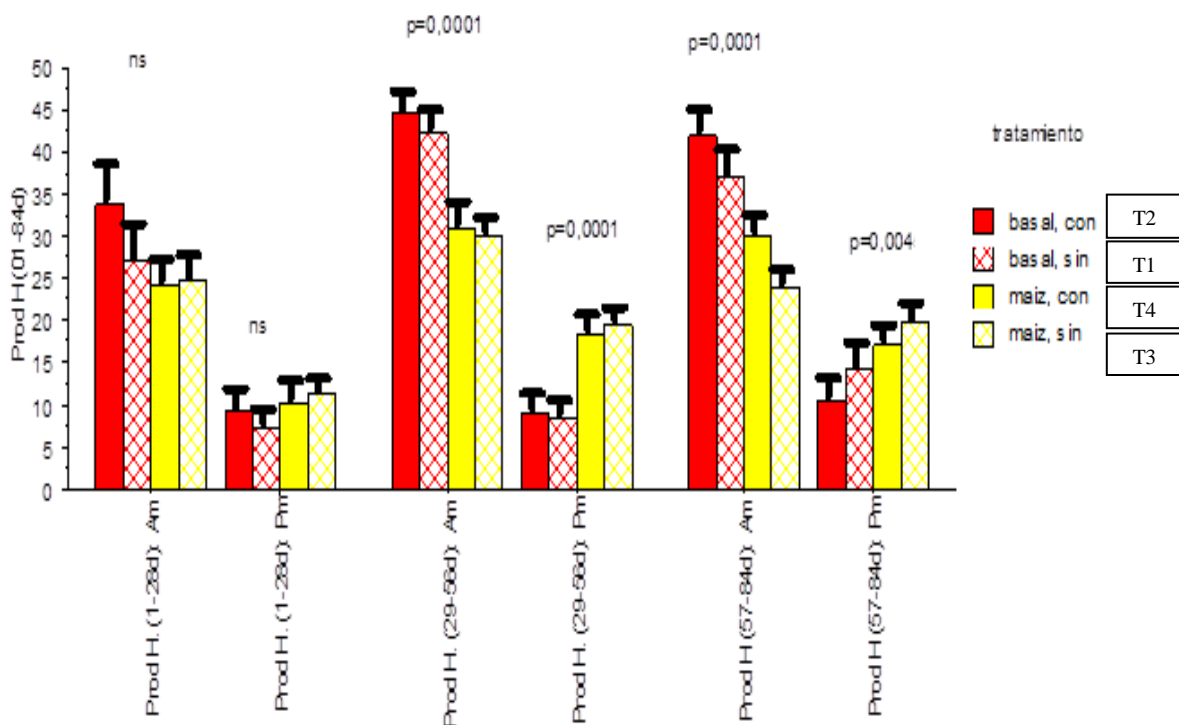
**Cuadro 8. Producción de huevos (unidades) y porcentaje de postura (%) por fase y total de experimento para los distintos tratamientos**

Tratamiento/fase de evaluación	I (1-28d)	II (29-56d)	III (57-84 d)	Total (1-84d)
<b>T1</b> (balanceado 1)	34,5±10,9 (62%)	50,6±5,6 (90%)	51,4±3,4 (92%)	136,5±17,8 (81%)
<b>T2</b> (balanceado 1+enzima)	41,6±11,3 (74%)	53,5±1,3 (96%)	52,7±2,3 (94%)	148,0±12,5 (88%)
<b>T3</b> (balanceado 2 + maíz grano molido)	36,1±9,2 (64%)	49,4±3,2 (88%)	43,8±6,6 (78%)	129,4±11,4 (77%)
<b>T4</b> (balanceado 2 + maíz grano molido + enzima)	34,5±9,7 (62%)	49,5±6,6 (88%)	47,1±5,4 (84%)	131,2±19,6 (78%)
ANOVA	ns	ns	ns	ns
Tipo (t)	ns	ns	ns	ns
Pres.enz.(Pe)	ns	ns	ns	ns
t*Pe	ns	ns	ns	ns

**T1:** Alimentación tradicional a base de alimento balanceado 1; **T2:** Alimentación tradicional a base de alimento balanceado 1 + enzimas exógenas; **T3:** Maíz en grano molido (10h -16h) y (16h – 10 h) Alimento balanceado 2; **T4:** Maíz en grano molido (10h -16h) y (16h – 10 h) Alimento balanceado 2 + enzimas exógenas. **ns:** diferencias estadísticamente no significativas ( $P > 0.05$ ). **s:** diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ). t: tipo, tratamiento con o sin maíz. Pres. enz: Tratamientos con o sin enzimas. \* Los valores de las variables evaluadas están expresados como la media  $\pm$  la desviación estándar de la media.

Al observar la producción, expresada en huevos/jaula según los momentos de puesta am y pm, siendo am, los huevos recogidos en el periodo (16:00 a 10:00h) del día y pm la producción de huevos de la tarde (10:00 a 16:00h), se puede observar que hubo un efecto de los tratamientos aplicados (Figura 5), específicamente en las gallinas a las cuales se le suministró maíz, ya que presentaron la mayor producción de huevos en la tarde, mientras que las gallinas que no recibieron maíz en horas de calor (T1 y T2) pusieron la mayoría de los huevos en la mañana como regularmente ocurre en las granjas comerciales de gallinas ponedoras. Este comportamiento se afianzó a partir de la segunda fase de evaluación, donde se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,0001$ ) ( $T1Pm=8,5\pm 5,3$  y  $T2Pm=9\pm 6,2$  frente a  $T3Pm=19,5\pm 4,9$  y  $T4Pm=18,5\pm 6,5$ ), es decir, T3 y T4 produjeron en promedio 10 huevos más que T1 y T2 en las recogidas de la tarde, comportamiento similar ocurrió en la fase III del experimento, donde las gallinas del T3 y T4 produjeron 6 huevos más en promedio que T1 y T2 en la tarde siendo estas diferencias estadísticamente

significativas ( $P=0,004$ ), es posible inferir que se estuvo en presencia de una adaptación por parte de las gallinas en cuanto a la hora de puesta, según lo señalado en la Guía de manejo de ponedoras Isa Brown, (2009) la ovulación ocurre 5 a 10 minutos después de la expulsión del huevo y la formación de la cáscara inicia aproximadamente 5 h después de la ovulación, que es el tiempo que tarda en llegar el huevo en formación al útero, teniendo una extensión de 17 h para la formación de la cáscara, etapa en la cual es estrictamente necesario tener a disposición los componentes cálcicos de la dieta para evitar el uso de las reservas corporales del hueso y obtener mejor calidad de cáscara, obteniéndose lo antes mencionado principalmente, en los tratamientos 3 y 4, ya que se les colocaba su respectiva ración de alimento balanceado en horas de la tarde (al finalizar el periodo caluroso) y era a partir de este tiempo donde se tenían accesibles dichos nutrientes y por la duración del ciclo de puesta se puede inferir que debido a esto se modificó la hora de la puesta porque particularmente sucedió en las gallinas de T3 y T4 mientras que la hora de puesta de las aves alimentadas de manera tradicional (T1 y T2) se concentró en horas de la mañana.



**Figura 5. Producción total (huevos/jaula) durante las fases de evaluación según el momento de puesta (am/pm).**



## **Conversion de alimento (CA)**

La CA promedio de la primera fase de evaluación fue de 158 gramos de alimento para producir un huevo, durante la fase II ésta disminuyó a 112 g en promedio mientras que la última fase la CA promedio se ubicó en los 119 g por cada huevo producido. Al observar los valores del Cuadro 9, específicamente en la segunda fase de evaluación, se evidencia una tendencia numérica a una CA más alta en los tratamientos donde se suministró maíz (T3 y T4), esta misma tendencia se presentó en la última fase de evaluación, por lo cual se realizó un ANOVA y se determinó diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.0001$ ) para el factor tipo, al realizar una prueba de Fisher con la finalidad de determinar cual tratamiento era el causante de la diferencia dentro del factor tipo, resultó ser las gallinas del T3 que arrojaron la mayor diferencia ( $p= 0.0039$ ) indicando además que T3 es diferente de T1 y T2, pero estadísticamente igual a T4, presentando T3 una CA de 23.6 y 26.5 g de alimento/huevo más que T1 y T2 respectivamente.

En cuanto a la fase total del experimento, se aprecia el mismo comportamiento, el ANOVA indicó una diferencia entre los T3 y T4 con un ( $p= 0.0352$ ) con respecto a T1 y T2, al realizar la prueba de Fisher se determinó que la mayor diferencia existió entre T3 y T2, lo que indica que cuando fue suministrado el maíz en grano las CA resultaron ser más altas.

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con el estudio realizado por Costa *et al.* (2008) donde añadieron la enzima, en una dieta para gallinas ponedoras denominada reformulada, la CA mejoró considerablemente con respecto a la dieta control, estos resultados a su vez discrepan de los obtenidos por Cufadar *et al.* (2009) y Narasimha *et al.* (2013), donde adicionaron enzimas en dietas a base de maíz y soya en gallinas ponedoras y no encontraron efectos sobre la CA. Es importante mencionar que, de haber alargado el experimento, se presume que se pudo haber observado un efecto más contundente en cuanto a los efectos de los tratamientos, ya que en este experimento se observó que los animales que consumieron maíz en las horas de calor (T3 y T4), tendieron a aumentar su consumo de alimento para poder producir la misma cantidad de huevos que las gallinas de T1 y T2, ya que en ambas variables no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

**Cuadro 9. Conversión de alimento (g de alimento/huevo producido) por fase de evaluación y total del experimento para los distintos tratamientos**

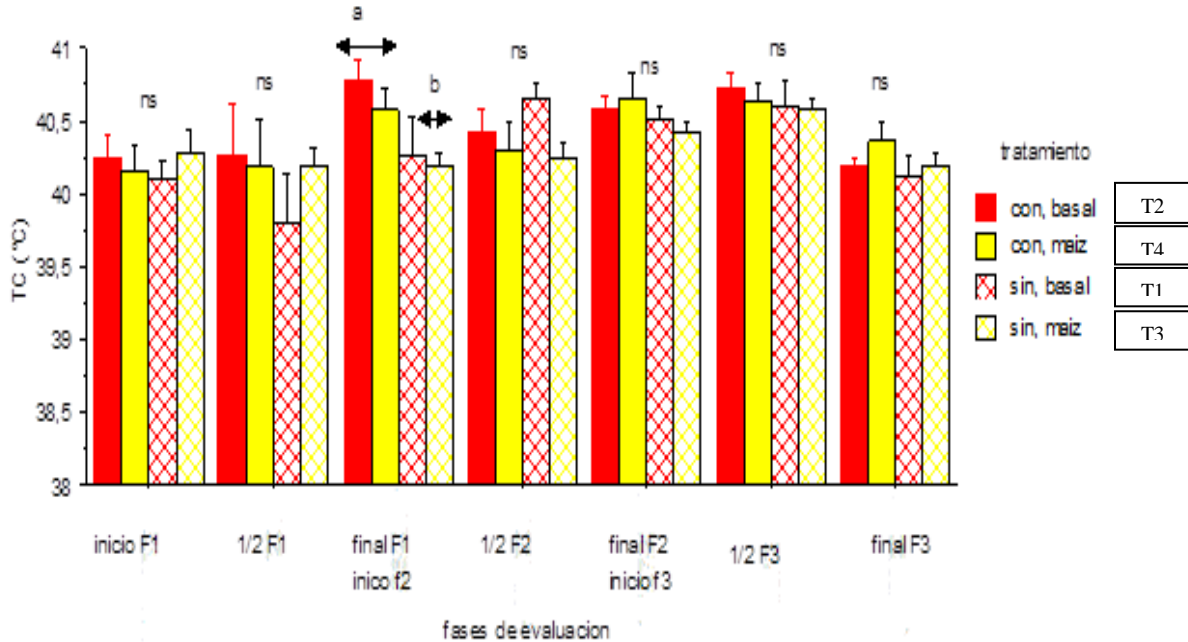
Tratamiento/Fase de evaluación	I (1-28d)	II (29-56d)	III (57-84 d)	Total (1-84 d)
T1(balancedo 1)	167,7±59,5	112,1±16,6	110,7±10,9 <b>b</b>	122,8±19,3 <b>ab</b>
T2 (balancedo 1+enzima)	137,9±56,5	104,6±4,0	107,8±6,5 <b>b</b>	112,0±11,8 <b>b</b>
T3(balancedo 2 + maíz grano molido)	151,4±45,0	114,7±6,5	134,3±29,7 <b>a</b>	128,1±11,4 <b>a</b>
T4(balancedo 2 + maíz grano molido + enzima)	175,0±102,4	116,9±20,6	123,6±18,7 <b>ab</b>	130,2±27,3 <b>a</b>
ANOVA	ns	Ns	0.0039 s	0.0939 s
Tipo (t)	ns	Ns	0.0007	0,03
Pres.enz.(Pe)	ns	ns	ns	ns
t*Pe	ns	ns	ns	ns

**T1:** Alimentación tradicional a base de alimento balanceado 1; **T2:** Alimentación tradicional a base de alimento balanceado 1 + enzimas exógenas; **T3:** Maíz en grano molido (10h -16h) y (16h – 10 h) Alimento balanceado 2; **T4:** Maíz en grano molido (10h -16h) y (16h – 10 h) Alimento balanceado 2 + enzimas exógenas. **ns:** diferencias estadísticamente no significativas ( $P > 0.05$ ). **s:** diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ). t: tipo, tratamiento con o sin maíz. Pres. enz: Tratamientos con o sin enzimas. \* Los valores de las variables evaluadas están expresados como la media ± la desviación estándar de la media.

### Temperatura de la piel (TP)

Se registró una TP máxima de  $40,80 \pm 0,35^\circ\text{C}$  al final de la fase I de evaluación, el cual corresponde también, al inicio de la fase II, mientras que la TP mínima fue de  $39,80 \pm 0,69^\circ\text{C}$  a la mitad de la fase I, se encontraron diferencias estadísticamente significativas al final de la primera fase e inicio de la segunda (Figura 6), donde los tratamientos a los cuales se les agregó el complejo enzimático (T2 y T4) presentaron las TP más elevadas ( $1,05^\circ\text{C}$ ) con respecto a los tratamientos sin complejo enzimático. En general no se observó un efecto marcado en la TP ya que la TA dentro y fuera del galpón fue alta pero tal vez no lo suficientemente alta durante todo el experimento como para afectar la TP de las aves. Por su parte, Giloh y Yahav (2012), midieron la TC y la temperatura en la superficie facial (TSF) con cámara térmica y termómetro médico común en ambos casos, en pollos de engorde

sometidos a estrés por calor agudo, en edades de 8, 15, 22, 29 y 36 días, encontrando una fuerte correlación positiva entre la TC y la TSF en todas las edades de medición, donde el último día de medición en condición de aclimatación al calor la TC fue de 43,3°C frente a 41,8°C de TSF sin ser estas diferencias estadísticamente significativas, las TP obtenidas en este experimento con gallinas ponedoras, estuvieron por debajo de lo obtenido por Giloh y Yahav (2012) en pollos de engorde.



**Figura 6. Temperatura de la piel promedio al inicio, mitad y final de cada fase de evaluación por tratamientos.**

### Calidad de huevos

En el Cuadro 10, se observa que no se encontraron diferencias estadísticas, para las variables peso de huevo, índice de forma, índice de yema, color de yema, peso de cáscara y las UH. El peso promedio de huevo para el híbrido utilizado es de 62,9 g según la Guía de manejo de ponedoras Isa Brown (2009), siendo menor el obtenido en este experimento (58.4g en promedio) la guía de manejo también indica un valor de 82 UH y se encontró en promedio 79.8 en los huevos de las gallinas bajo los distintos tratamientos, esto pudiese atribuirse a un efecto de las temperaturas registradas durante el experimento (superiores a los 24°C) como lo

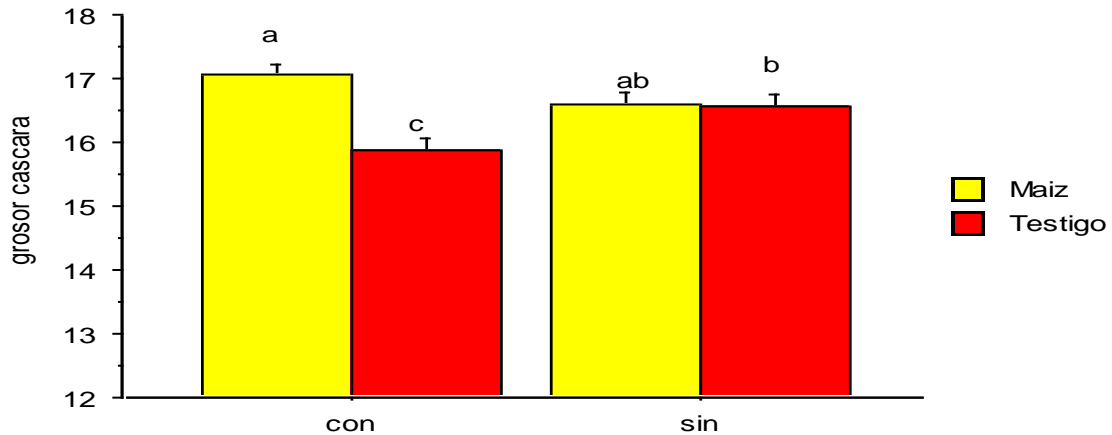
indica Barragán (2004). El índice de forma e índice de yema obtenidos correspondió a lo estimado en el manual 79.1 y 95.6 respectivamente, el color de la yema fue bajo en todos los tratamientos aplicados ya que este debería ser de aproximadamente 5-6. Los resultados obtenidos en la variable peso de huevo discrepan de los obtenidos por Scheideler *et al.* (2005), donde llevaron a cabo un trabajo que determinó que la línea de gallinas (Babcock B-300 Vs. Hy-Line W-36) presentaba un efecto significativo, presentando las Babcock B-300 pesos de huevos superiores, pero además al adicionar enzimas este efecto se acentuaba aún más. El trabajo llevado a cabo por Costa *et al.* (2008) también obtuvo huevos más pesados en las gallinas a las cuales contenían enzimas en la dieta a base de maíz-soya en sus modalidades reformulada y por adición. Sin embargo en los trabajos realizados por Cufadar *et al.* 2009 y Narasimha *et al.* (2013) no encontraron efectos al adicionar enzimas en dietas a base de maíz-soya para gallinas ponedoras sobre las variables: peso del huevo, unidades Haugh y grosor de cáscara.

**Cuadro 10. Calidad de huevo obtenidos en el experimento de todas las fases de evaluación**

Tratamiento	Peso huevo (g)	Indice forma	Indice yema	Color yema (1-15)	Peso cáscara (g)	Grosor cáscara (mm)	Unidades Haugh
T1 (balanceado 1)	58,2±3,9	78,8±3,5	96,2±4,3	4,1±1,1	6,8±1,1	0,41±1,8	80,0±13,3
T2 (balanceado 1+enzima)	58,3±3,6	78,7±3,0	95,4±4,4	4,1±1,2	7,0±1,3	0,39±1,6	79,2±12,4
T3 (balanceado 2 +maíz grano molido)	58,9±4,4	78,6±4,3	95,3±5,9	4,2±1,2	7,0±0,8	0,41±1,5	81,6±10,2
T4(balanceado 2 + maíz grano molido + enzima)	58,4±5,4	80,6±8,4	96,5±4,0	4,0±1,0	7,1±1,3	0,42±1,5	78,7±12,6
Tipo (t)	ns	ns	ns	ns	ns	0,0004	ns
Pres. enz (Pe)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
t*Pe	ns	ns	ns	ns	ns	0,001	ns

**T1:** Alimentación tradicional a base de alimento balanceado 1; **T2:** Alimentación tradicional a base de alimento balanceado 1 + enzimas exógenas; **T3:** Maíz en grano molido (10h -16h) y (16h – 10 h) Alimento balanceado 2; **T4:** Maíz en grano molido (10h -16h) y (16h – 10 h) Alimento balanceado 2 + enzimas exógenas. **ns:** diferencias estadísticamente no significativas ( $P > 0.05$ ). **s:** diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ). t: tipo, tratamiento con o sin maíz. Pres. enz: Tratamientos con o sin enzimas. \* Los valores de las variables evaluadas están expresados como la media  $\pm$  la desviación estándar de la media.

Con respecto al grosor de cáscara, en el cual se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ), se realizó un análisis de Fisher para observar que tratamientos eran diferentes entre sí, donde se evidenció que el factor tipo (donde se suministró maíz grano molido, T3 y T4) presentaron grosores de cáscara mayores a los de los huevos de T1 y T2 como se observa en la Figura 7, además se encontró efecto en la interacción tipo\*presencia de enzima en los tratamientos 2 y 4 ( $P < 0,001$ ).



**Figura 7. Grosor de cáscara de huevos de los tratamientos con alimento balanceado vs. Maíz en horas de calor.**

Los resultados obtenidos de grosor de cáscara en este experimento, coinciden a lo señalado por Blanco y Quintana, (2011) y la Guía de manejo de ponedoras Isa Brown, (2009) que indican valores de espesor de cáscara de 0.35 y 0.40 mm, de hecho en este ensayo fue superado ( $T1=0.41\pm1.8$ ,  $T2=0.39\pm1.6$ ,  $T3=0.41\pm1.5$  y  $T4=0.42\pm1.5$ ), no fue observado efecto de estrés calorico como lo reportó Holik (2009) que un incremento de TA de 30 a 38 °C, disminuye la calidad de la cáscara aumentando el porcentaje de huevos rotos.

### **Frecuencia cardiaca (FC) y Gasto cardiaco (GC)**

Se aprecia en el Cuadro 11 que la FC no mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos aplicados, sin embargo, al observar las comparaciones entre fases de evaluación. Se obtuvo valores promedios entre tratamientos de FC para los días 1, 14, 28, 42, 56, 70 y 84 de 363.0; 345.75; 345.95; 331.05; 332.8; 334.25 y 294.15 lat/min respectivamente. Los valores obtenidos en este ensayo son similares a los reportados por Chacón *et al*, 2010, quienes determinaron la FC en pollos de engorde en dos ambientes

denotados como fresco y caliente, obteniendo  $345\pm 2,9$  lat/min en ambiente fresco y  $353\pm 2,5$  lat/min en el ambiente caliente.

**Cuadro 11. Frecuencia cardiaca promedio de los tratamientos para los días de evaluación**

**Frecuencia cardiaca (lat/min)\***

Tratamiento/días de evaluación	Día 1	Día 14	Día 28	Día 42	Día 56	Día 70	Día 84
T1 (balanceado 1)	362,6±7,6	342,8±26,7	337,0±23,6	326,0±26,7	318,8±22,6	337,4±24,0	295,6±61,9
T2 (balanceado 1+enzima)	366,6±23,5	346,6±19,0	337,0±37,8	325,4±36,8	333,6±44,8	338,0±27,0	289,8±41,9
T3 (balanceado 2 +maíz grano molido)	365,4±6,5	336,2±34,3	335,2±41,3	328,2±46,4	340,2±25,6	322,8±16,5	314,0±17,3
T4 (balanceado 2 + maíz grano molido +enzima)	357,4±9,2	374,6±16,9	344,6±20,2	338,8±7,12	299,2±26,4	334,6±49,1	277,2±30,4
Tipo (t)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Pres.enz. (Pe)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
t*Pe	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

**T1:** Alimentación tradicional a base de alimento balanceado 1; **T2:** Alimentación tradicional a base de alimento balanceado 1 + enzimas exógenas; **T3:** Maíz en grano molido (10h -16h) y (16h – 10 h) Alimento balanceado 2; **T4:** Maíz en grano molido (10h -16h) y (16h – 10 h) Alimento balanceado 2 + enzimas exógenas. **ns:** diferencias estadísticamente no significativas ( $P > 0.05$ ). **s:** diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ). **t:** tipo, tratamiento con o sin maíz. **Pres. enz:** Tratamientos con o sin enzimas. \*Los valores de las variables evaluadas están expresados como la media ± la desviación estándar de la media.

En cuanto a la variable GC se observa en el Cuadro 12 que no hubo diferencias estadísticas, sin embargo hubo diferencias numéricas entre los valores máximos y mínimos de cada uno de los días de evaluación 1,14, 28,56,70 y 84 las cuales no excedieron los 170 ml/min, el día 42 se registró el mayor GC del ensayo ( $924,5\pm 236,6$  ml/min) en las gallinas del T4, al comparar estos valores con los obtenidos por Belisario (2010), quien determinó GC en pollos de engorde a los 22 y 29 días de edad, halló en el día 22 ( $689,04\pm 281,08$  y  $649,26\pm 176,21$  ml/min) en hembras y en machos respectivamente y el día 29 ( $646,24\pm 320,54$  y  $540,52\pm 115,45$  ml/min) en hembras y machos igualmente. Se observa que no coincide con lo encontrado en este ensayo, ya que el GC fue superior en la mayoría de los días de evaluación al compararlos con los pollos de engorde y además Belisario

(2010) señala que con el aumento de la edad se disminuye el GC, situación que no fue observada con las gallinas de este experimento.

### Cuadro 12. Gasto cardiaco promedio de los tratamientos para los días de evaluación

Tratamiento/días de evaluación	Gasto cardiaco (ml/min)*						
	Día 1	Día 14	Día 28	Día 42	Día 56	Día 70	Día 84
T1 (balanceado 1)	752,4±200,2	814,7±133,2	664,4±87,7	654,1±349,3	765,3±106,5	820,1±77,2	642,0±181,2
T2 (balanceado 1+enzima)	782,1±230,3	808,1±80,5	812,7±185,2	769,5±142,4	833,1±174,6	704,6±224,8	762,4±62,1
T3 (balanceado 2 +maíz grano molido)	721,2±132,7	685,98±106,3	666,1±95,1	743,5±104,4	788,4±214,5	659,4±166,0	724,2±222,0
T4 (balanceado 2 + maíz grano molido +enzima)	890,5±202,7	830,7±182,6	762,5±54,8	924,5±236,6	762,1±182,9	768,6±189,5	28,2±156,8
Tipo (t)	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns
Pres.enz.(Pe)	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns
t*Pe	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns

**T1:** Alimentación tradicional a base de alimento balanceado 1; **T2:** Alimentación tradicional a base de alimento balanceado 1 + enzimas exógenas; **T3:** Maíz en grano molido (10h -16h) y (16h – 10 h) Alimento balanceado 2; **T4:** Maíz en grano molido (10h -16h) y (16h – 10 h) Alimento balanceado 2 + enzimas exógenas. **ns:** diferencias estadísticamente no significativas ( $P > 0.05$ ). **s:** diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ). **t:** tipo, tratamiento con o sin maíz. **Pres. enz:** Tratamientos con o sin enzimas. \* Los valores de las variables evaluadas están expresados como la media ± la desviación estándar de la media.

### Discusión general

Las temperaturas ambientales y humedad relativa como principales variables ambientales registradas durante todo el experimento, estuvieron por encima de la zona de termo neutralidad de las gallinas, en el periodo caluroso, sin embargo, no presentaron signos visibles de estrés calórico, en algunas ocasiones se observó un poco de hiperventilación en algunos animales. Se evidenció que el periodo caluroso del día, fue el establecido al inicio del experimento (10:00-16:00 h).

Se pudo observar que no se encontraron diferencias estadísticas en la mayoría de las variables evaluadas, lo cual indica que extraer el 35% de maíz de la dieta tradicional de las

gallinas y ofrecerlo en las horas más calurosas del día, no modificó la ingestión de nutrientes totales al producirse el mismo nivel de consumo que cuando se suministró el maíz en conjunto con los otros nutrientes de la dieta denominada testigo, sólo que las aves que consumieron maíz tuvieron menos tiempo para el consumo del balanceado (18 h) mientras que las gallinas del T1 y T2 tenían el alimento durante 24 horas para su consumo, por lo que se observó una adaptación por parte de las aves de T3 y T4, ya que lograron consumir la misma cantidad de alimento que sus homólogos para cubrir los requerimientos y esto es posible observarlo ya que no hubo diferencias estadísticas en el peso vivo de las gallinas y algo más importante sucedió en la producción de huevos, siendo esto el producto final de los sistemas productivos de gallinas ponedoras, donde tampoco se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos y las gallinas alcanzaron porcentajes de postura buenos en ausencia de estimulación lumínica.

Las aves del T2, presentaron los valores más bajos de CA, siendo estas diferencias estadísticas significativas con respecto a los demás tratamientos, el consumo de alimento de estas gallinas fue numéricamente menor a las demás y el PV fue similar entre tratamientos, mientras que la producción de huevos fue numéricamente mayor, el espesor de la cáscara para este tratamiento estuvo en el límite aceptable de lo reportado por investigadores en el área, así que, todos estos efectos positivos es posible atribuírselo a la incorporación del complejo enzimático, aunque registró las TP más altas al final de la fase I de evaluación, no fue determinante en la salud de las aves ya que no se presentó ninguna mortalidad por efecto de altas temperaturas bien sea la TA o la TP.

Fue observado el efecto de la utilización del maíz grano molido en el periodo caluroso del día (10:00 a 16:00 h) sobre la hora de puesta, ya que una vez finalizaba el periodo caluroso se ofrecía a las aves del T3 y T4 el complemento de la ración diaria de alimento, por lo que estaban disponibles la mayoría de los nutrientes y en base a la duración del ciclo de formación del huevo 24-26 horas (Mehner, 1969) se puede inferir que esto modificó la hora de la puesta, porque particularmente sucedió en las gallinas de T3 y T4 mientras que la hora de puesta de las gallinas alimentadas de manera tradicional (T1 y T2) se concentró en horas de la mañana, esta presunción se corrobora al observar que en la fase I de evaluación no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos, pero a medida que



transcurría el tiempo las aves se adaptaron a los tratamientos y el efecto se hizo mayor hasta alcanzar valores que marcaron la diferencia entre tratamientos.

Como se dijo anteriormente a pesar que la TA fue alta en algunas fases de evaluación, no llego a ser lo suficientemente alta como para observar efectos sobre las variables fisiológicas frecuencia cardiaca y gasto cardiaco.

## **V. CONCLUSIONES**

- ✓ No se evidenció efectos de estrés calórico agudo medido como nivel de hiperventilación en las gallinas durante el periodo caluroso del día, a pesar que algunas temperaturas ambientales estuvieron por encima de los rangos óptimos de confort animal registrados en la literatura.
- ✓ El suministro de maíz grano molido (equivalente a 35% del contenido en la dieta) en horas calurosas, no alteró el consumo de alimento, el peso vivo, la producción de huevos, la conversión de alimento, ni la calidad de los huevos, tampoco se vieron afectadas las variables fisiológicas frecuencia y gasto cardiaco, así como la temperatura de la piel, tan sólo se evidenció un aumento de 10% de la proporción de huevos puestos en horas de la tarde.
- ✓ La adición del complejo enzimático al tratamiento con el fraccionamiento en 35% de maíz en horas calurosas y el resto de la dieta balanceada en horas frescas no produjo ningún efecto significativo en las variables evaluadas, dicha adición enzimática a la dieta de balanceado, mejoró la conversión acumulada reduciéndola en 10g menos de alimento por huevo producido, pero redujo en 5% el grosor de la cáscara.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- ✓ Se recomienda la repetición del experimento donde se pueda evaluar la fase media y final del ciclo productivo de las gallinas ponedoras, con la finalidad se observar si las tendencias que se observaron en este ensayo al final de la fase 3 de evaluación se mantienen en el tiempo.

- ✓ Debe considerarse la realización de este experimento bajo condiciones de mayor estrés calórico, que permitan comprobar la hipótesis de posible reducción de estrés calórico con el fraccionamiento del 35% del maíz y la adición del complejo enzimático en dietas para gallinas ponedoras.
- ✓ Se recomienda la realización de más experimentos con la utilización de maíz en grano como modalidad de alimentación y/o otras fuentes energéticas, con el uso de enzimas que permitan comparar los resultados obtenidos en este experimento.
- ✓ Se recomienda, estudiar las vías metabólicas de compensación de nutrientes que permitieron que con una suplencia desigual de nutrientes se obtuviera una producción de huevos adecuada.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcalá, E. 2010. Efecto del suministro de maíz (*Zea mays*) en las horas más calurosas del día sobre variables productivas y hematológicas en pollos suplementados con electrolitos en agua. Tesis de pregrado. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 26 p.
- Angulo, I. 1991. Manejo nutricional de aves bajo condiciones de estrés térmico. FONAIAP divulga. Julio-septiembre. Venezuela.
- Barragán, J. 1989. Estrés térmico en ponedoras. Publicación de la Universidad Autónoma de Barcelona p. 180-188.
- Barragán, J. 2004. Estrés térmico en Aves, Selecciones avícolas, Vol 46, nº 7. pp 423-426. Disponible en línea: <http://www.avicultura.com/docsav/SA2004jul423-426.pdf> [17/12/2011].
- Blanco, I. y Quintana, J. 2011. La cáscara de los huevos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnica. Universidad Nacional Autónoma de Mexico (UNAM). Disponible en línea: <http://www.todoelcampo.uy/espanol/lacascaradeloshuevos15?nid=898> [17/12/2013].
- Brandan, N., Llanos, C., Barrios, B., Escalante, M. y Ruiz, D. 2008. Enzimas.

- Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de Medicina. 6p. Disponible en línea: <http://www.med.unne.edu.ar/catedras/bioquimica/pdf/enzimas>. [02/05/2012].
- Belisario N. 2010. Evaluación del gasto cardiaco y su relación con parámetros productivos en pollos de engorde sometidos a estrés térmico. Tesis de pregrado. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 28 p.
- Broz, J. y Beardsworth, P. 2002. Recent trends and future developments in the use of feed enzymes in poultry nutrition. En Poultry Feedstuff: supply, composition and nutritive value (Poultry science symposium series, vol. 26). Edits: J. McNab and N. Boorman. CABI Publishing. 345-361pp. Disponible en línea: [http://books.google.co.ve/books?hl=es&lr=&id=b7fB29CIIx0C&oi=fnd&pg=PA345&dq=Recent+trends+and+future+developments+in+the+use+of+feed+enzymes+in+poultry+nutrition&ots=AjcDPOzPr1&sig=l9WCZiH1z7zcgKO0mXNi1Z\\_Wd9I#v=onepage&q=Recent%20trends%20and%20future%20developments%20in%20the%20use%20of%20feed%20enzymes%20in%20poultry%20nutrition&f=false](http://books.google.co.ve/books?hl=es&lr=&id=b7fB29CIIx0C&oi=fnd&pg=PA345&dq=Recent+trends+and+future+developments+in+the+use+of+feed+enzymes+in+poultry+nutrition&ots=AjcDPOzPr1&sig=l9WCZiH1z7zcgKO0mXNi1Z_Wd9I#v=onepage&q=Recent%20trends%20and%20future%20developments%20in%20the%20use%20of%20feed%20enzymes%20in%20poultry%20nutrition&f=false) [15/02/2012].
- Carrasco, C., Pastrana, L., Mendez, J. y Gracia, M. 2005. Suplementación enzimática en dietas basadas en cebada y trigo para gallinas ponedoras. Revista Producción Animal, n° 207. Disponible en línea: [http://www.myaenzimas.com/articulos/gallinas\\_ponedoras.pdf](http://www.myaenzimas.com/articulos/gallinas_ponedoras.pdf) [05/03/2012].
- Chacón, T. Comerma-Steffensen, S., Colina, Y., Rojas, J., Rossini, M., Zerpa, H., Oliveros, I., Farfán, C. y De Basilio, V. 2010. Frecuencia cardíaca como indicador de estrés calórico en pollos de engorde. Zootecnia Trop., 28(1): 93-100. 2010.
- Corona, J. 2013. Efecto del estrés calórico sobre la fisiología y calidad del huevo en gallinas ponedoras. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, Julio, 14:1-15. Disponible en línea: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63628041009> [18/11/2015].

- Costa, F., Oliveira, C., Goulart, C., Figueiredo, D. y Neto, R. 2008. Use of exogenous on laying hens feeding during the second production cycle. *International Journal of Poultry science* 7 (4): 333-338.
- Coults, J. y Wilson, G. 1990. *Manual práctico del huevo*. Editorial Roche Vitaminas, SA. Pp.2-4.
- Cufadar, Y., Yildiz, A. Ö.; Olgun, O. and Bahtiyarca, Y. 2009. Effect of inorganic zinc and phytase supplementation in based maize-soybean diets on the performance and egg quality traits of laying hens. *Journal of Animal production.*, 50. 16:21.
- De Basilio, V. 2002. Estrés calórico en aves. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía Instituto de Producción Animal. Sitio argentino de producción animal. Disponible en línea: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_avicola/60-stress-calorico.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_avicola/60-stress-calorico.pdf) [17/12/2011].
- De Basilio, V. 2006. Estrés calórico en aves. Conferencias XIII. Congreso Venezolano de Producción Animal. UNERG. San Juan de los Morros. Disponible en línea: <http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/conferencias/stress-calorico.pdf> [05/05/2015].
- Delgado, J. 2010. Efecto del suministro de maíz (*Zea mays*), grano molido grueso en las horas más calurosas del día suplementados con electrolitos en agua, sobre variables biométricas en pollos de engorde. Tesis de pregrado. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 25 p.
- Desgranges C., Georges M., Vergoignan C. y Duran A. 1991. Biomass estimation in solid state fermentation. *Appl. Microbiol Biotechnol.* 35: 206 – 209.
- Díaz G. 2011. Estrés calórico en aves. *Zootecnista Esp.* Universidad Nacional de Colombia Biomix S.A. Departamento Técnico Disponible en línea: <http://es.scribd.com/doc/22891450/Estres-Calorico-en-Aves-Memorias> [17/12/2011].
- Durán R. 2011. Medidas de alimentación para combatir el Estrés Térmico en broilers. Disponible en línea: <http://www.engormix.com/MA-avicultura/nutricion/articulos/medidas-alimentacion-combatir-estres-t3957/141-p0.htm> [20/02/2012].
- El Hadi, H., Sykes, A., 1982. Thermal panting and respiratory alkalosis in the laying hens.

- Br. Poult. Sci., 23 : 49-57p.
- Elliot M. 2010. El stress calórico en ponedoras comerciales. *Dekalb Poultry Research Illinois EU*. Disponible en línea: [http://www.produccion.com.ar/96mar\\_11.htm](http://www.produccion.com.ar/96mar_11.htm) [20/02/2012].
- Farfán, C., Rossini, M. y De Basilio, V. 2013. Efecto de la adición de electrolitos en agua y alimento sobre algunas variables productivas y sanguíneas en pollos de engorde bajo condiciones de estrés calórico. *Zootecnia trop.*, 31 (3): 237-246.
- FelverGant, J., Mack, L., Dennis, R., Eicher, S. y Cheng H. 2012 Genetic variations alter physiological responses following heat stress in 2 strains of laying hens. *Poult Sci.* n° 91, p.1542-1551.
- FENAVI. 2011. Federación Nacional de Avicultura: Consumo de huevos aumentó 2,4% el último año. Disponible en línea: <http://economia.noticias24.com/noticia/72363/ffederacion-nacional-de-avicultura-consumo-de-huevos-aumento-24-el-ultimo-ano/>[15/03/2012].
- Filer, K. 2000. Production of enzymes for the feed industry using solid substrate fermentation. *Biotechnology in the feed industry: Proceedings of Alltech's 16<sup>th</sup> Annual Symposium*. 131-152p.
- García A. 2006. Stress térmico y alimentación en gallinas ponedoras. Encuentro técnico avicultura puesta. Disponible en línea: [http://www.wpsa-aeca.es/aeca\\_imgs\\_docs/wpsa1149777238a.pdf](http://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/wpsa1149777238a.pdf) [20/02/2012].
- Giloh, D. y Yahav, S. 2012. Skin surface temperature of broiler chickens is correlated to body core temperature and is indicative of their thermoregulatory status. *Poult Sci* 2012 91:175-188.
- Guía de manejo general de ponedoras comerciales Isa Brown. 2009. A Hendrix genetics Company. 39 p.
- Guía de manejo de la nutrición de ponedoras comerciales Isa Brown. 2009. A Hendrix genetics Company. 39 p.
- Holik, V. 2009. Management of laying hens to minimize heat stress. *Lohmann information. Tanzania*. Disponible en línea: [http://www.lohmann-information.com/content/1\\_i\\_44\\_artikel3.pdf](http://www.lohmann-information.com/content/1_i_44_artikel3.pdf) [03/11/2015].

- INAMEH. 2011. Unidad climatológica. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Disponible en línea: <http://www.inameh.gob.ve/index.php> [17/12/2011].
- INIA. 2010. Unidad agroclimatológica. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Maracay- Venezuela.
- Jiménez, M. 2009. Efecto de la adición de enzimas en dietas para pollos a base de sorgo sobre parámetros productivos. Tesis de pregrado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 31p.
- Lozano, C. 2003. Efecto de la inclusión de maíz grano y restricción de alimento en los periodos calurosos del día sobre la capacidad productiva de los pollos de engorde en clima tropical. Tesis de pregrado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 61p.
- Lozano, C., De Basilio, V., Oliveros I., Álvarez, R., Yrina, C., Denis, B., Yahav. S. y Picard, M. 2006. Is sequential feeding a suitable technique to compensate for the negative effects of tropical climate in finishing broilers? Anim. Res. 55 (2006) 71-76. Disponible en línea: [http://animres.edpsciences.org/index.php?option=com\\_article&access=standard&Itemid=129&url=/articles/animres/pdf/2006/01/z205047.pdf](http://animres.edpsciences.org/index.php?option=com_article&access=standard&Itemid=129&url=/articles/animres/pdf/2006/01/z205047.pdf) [05/03/2012].
- Lozano, C. 2007. Evaluación del suministro de maíz molido y restricción del consumo en el periodo caluroso del día para aliviar los efectos del estrés calórico agudo en pollos de engorde en condiciones comerciales. Tesis de postgrado. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. 95p.
- Mehner, A. 1969. La gallina. Editorial acribia, Zaragoza, España. P 138-150.
- Narasimha, J., Nagalakshmi, D., Viroji Rao S 3 and Ramana, Y. 2013. Additive Effect of NSP Enzymes and Phytase on Performance, Egg Quality, Nutrient Retention and Gut Health of Laying Hens Fed Corn-Soybean Meal Based Low Energy Diets. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science. Volume 6:2319-2372 pp:22-28.
- Ortiz, A. 2006. Estrés térmico y Alimentación en gallinas ponedoras. Encuentro técnico avicultura puesta. CEVA Sante Animale, Servicio de avicultura NUTEGA, SL. 13p Disponible en línea: [http://www.wpsa-aeca.es/aeca\\_imgs\\_docs/wpsa1149777238a.pdf](http://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/wpsa1149777238a.pdf) [17/12/2011].

- Pacheco, P. 2010. Efectos del suministro de maíz en las horas más calurosas del día sobre variables productivas en pollos bajo condiciones comerciales suplementados con electrolitos en agua. Tesis de pregrado. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 19 p.
- Padrón, G. 2010. Efectos del suministro de maíz (*Zea mays*) en las horas más calurosas del día sobre variables productivas en pollos suplementados con electrolitos en agua. Tesis de pregrado. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 26 p.
- Pan, C., Igbasan, F., Guenter, W. y Marquard, R. 1998. The effects of enzyme and inorganic phosphorous supplements in wheat and rye-based diets on laying hen performance, energy and phosphorous availability. *Poult Sci.*, 77: 83-89p.
- Perić, L., Sartowska, K., Milošević, N., Đukić-Stojčić, M., Bjedov, S. y Nikolova, N. 2011. The effect of enzymes on the economics of poultry meat and egg production. *Macedonian Journal of Animal Science*, Vol. 1, No. 1, pp. 113–117.
- Piquer, F. 1996. Bases de la utilización de complejos enzimáticos en nutrición animal: estudio comparativo entre especies. XII Curso de especialización FEDNA, Madrid- España. 7p. Disponible en línea: [http://fundacionfedna.org/sites/default/files/96CAP\\_VII.pdf](http://fundacionfedna.org/sites/default/files/96CAP_VII.pdf) [06/03/2012].
- Quiles, M. y Hevia I. 2004. Termorregulación en las gallinas. Depto. De producción Animal. Fac. de Veterinaria. Univ. De Murcia. Disponible en línea: [http://www.veterinaria.org/asociaciones/vet-uy/articulos/artic\\_avic/034/avic034.htm](http://www.veterinaria.org/asociaciones/vet-uy/articulos/artic_avic/034/avic034.htm) [01/10/2015].
- Rivero, A. 2015. Efectos del cambio de hora de alimentación y adición de enzimas sobre variables productivas, fisiológicas y calidad de huevo en gallinas bajo condiciones calurosas. Tesis de postgrado. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. 56p.
- Sánchez, C. 1985. Comportamiento productivo de gallinas ponedoras de acuerdo al diseño del galpón y disposición de las jaulas en su interior. Tesis de maestría. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 160p.
- Scheideler, S. Beck, M. y Abudabos, A. 2005. Multiple-enzyme (Avizyme) supplementation of corn-soy-based layer diets. *J. Appl. Poult. Res.*, 14: 77-86.
- Star, L., Kemp, B., Van den Anker, I y Parmentier, 2008. H. Effect of Single or Combined

- Climatic and Hygienic Stress in Four Layer Lines: 1. Performance. *Poult Sci.* n° 87, p. 1022-1030.
- Teeter, R. y Smith, M. 1987. Durante el tiempo caluroso es necesario un correcto manejo de los broilers. *Selecciones Avícolas.* pp. 141 – 147.
- Viniegra, G. 1997. Solid State Fermentation: Definition, Characteristics, limitations and monitoring. *Eds. Advances in Solid State Fermentation*, Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, Chapter 2: pp. 5-22.
- Vukic, V. y Wenk, C. 1993. Influence of heat treatment on the effect of supplemental polysaccharide splitting enzymes in feed for laying hens. *Proceedings of Society of Nutrition and Physiol.*, 1:26.



