



COLEGIO DE POSTGRADUADOS
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS VERACRUZ

POSTGRADO EN AGROECOSISTEMAS TROPICALES

**INCUBABILIDAD DEL HUEVO DE GALLINA CRIOLLA (*Gallus domesticus* L.) Y
RESPUESTA DE SU PROGENIE A DIETAS CON DOS NIVELES DE FIBRA EN LA
REGIÓN DEL SOTAVENTO VERACRUZANO**

ERIK DANIEL DÍAZ AMBROSIO

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS**

TEPETATES, MANLIO F. ALTAMIRANO, VERACRUZ, MÉXICO.

AGOSTO 2017

La presente tesis titulada: **Incubabilidad del huevo de gallina criolla (*Gallus domesticus* L.) y respuesta de su progenie a dietas con dos niveles de fibra en la región del Sotavento Veracruzano**, realizada por el alumno: **Erik Daniel Díaz Ambrosio**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN
CIENCIAS

AGROECOSISTEMAS TROPICALES

CONSEJO PARTICULAR

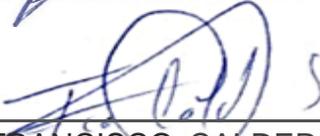
CONSEJERO:


DR. ADALBERTO ROSENDO PONCE

ASESOR:


DR. CARLOS MIGUEL BECERRIL PÉREZ

ASESOR:


DR. FRANCISCO CALDERÓN SÁNCHEZ

ASESOR:


DR. DIEGO ESTEBAN PLATAS ROSADO

Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México, 07 de Julio de 2017.

**INCUBABILIDAD DEL HUEVO DE GALLINA CRIOLLA (*Gallus domesticus* L.) Y
RESPUESTA DE SU PROGENIE A DIETAS CON DOS NIVELES DE FIBRA EN LA
REGIÓN DEL SOTAVENTO VERACRUZANO**

Erik Daniel Díaz Ambrosio, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2017

RESUMEN

La finalidad de la presente investigación fue evaluar la incubabilidad del huevo de gallina criolla y la respuesta productiva y morfológica de la progenie alimentada con dos niveles de fibra en la dieta. Se realizaron dos ensayos de incubación-eclosión-crecimiento de pollitos criollos. En incubabilidad se determinó el peso (Ph), índice morfológico (IM), fertilidad (Fe), eclosión del huevo (Ec) y peso al nacimiento del pollito (Pn); Posteriormente, se seleccionaron aleatoriamente y se distribuyeron en lotes de 10. A partir de la segunda semana y por un periodo de 56 días, se ofreció dos dietas experimentales con niveles de 4 y 8 % de fibra. Se evaluaron el variable peso vivo (Pv), consumo de alimento (CAD), ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia (CA); zoométricamente se midió el perímetro torácico (Pt), longitud dorsal (Ld), longitud de muslo (Lm), longitud de pierna (Pp), longitud de pernil (Lpe), perímetro de pierna (Pp), longitud de ala (Al), longitud de caña (Lc). El diseño utilizado fue completamente al azar con mediciones repetidas semanales. En incubación se observó diferencia ($P<0.05$) en Fe (71.2 vs 90.1 %), Ec (51.9 vs 72.0 %) y Pn (36.8 vs 39.2 g). Analizando por contenido de fibra, se encontró diferencia ($P<0.05$) en CAD con 34.4 g (T4) y 35.9 g (T8), sin alguna diferencia ($P>0.05$) en Pv, CA, GDP. En mediciones zoométricas el periodo 1 fue superior ($P<0.0001$).

Palabras clave: Incubación, pollo, criollo, fibra, crecimiento, zoometría.

**INCUBABILITY OF CREOLE HEN'S EGG (*Gallus domesticus* L.) AND RESPONSE
OF IT'S PROGENY TO DIETS WITH TWO LEVELS OF FIBER IN THE REGION OF
SOTAVENTO VERACRUZANO**

Erik Daniel Díaz Ambrosio, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2017

ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the hatchability of eggs of Creole hens and the productive and morphological response of the progeny fed with two levels of fiber in the diet. Two trails of incubation-hatching- growth of creole eggs and chicks were carried out. For incubation egg weight (Ph), morphological index (IM), fertility (Fe), hatching from the egg (Ec) and weight at birth (Pn) were determined; subsequently, the chickens were randomly selected and distributed in batches of 10. From the second week and through a period of 56 days, two experimental diets containing levels of 4% and 8% of fiber were offered. We assessed the variables live weight (Pv), feed intake (CAD), average daily gain (GDP) and feed conversion (CA); for zoometrics the thoracic perimeter (Pt), dorsal length (Ld), length of thigh (Lm), length of leg (Pp) length of upper leg (Lpe), perimeter of leg (Pp), wing length (Al), length of shank (Lc) were measured. The design was completely randomized with week repeated measures. In incubation differences were observed ($P<0.05$) in Fe (71.2 vs 90.1%), Ec (51.9 vs 72.0%) and Pn (36.8 vs. 39.2 g). Analyzing by fiber content, difference was found ($P<0.05$) in CAD with 34.4 g (T4) and 35.9 g (T8), without any difference ($P>0.05$) in Pv, CA, GDP. In zoometric measures, period 1 was superior ($P<0.0001$).

Key words: Incubation, chicken, creole, fiber, growth, zoommetry.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada para realizar mis estudios de maestría en el Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz.

Al Colegio de Postgraduados Campus Veracruz por formar parte de su posgrado en Agroecosistemas Tropicales.

A mis padres, **Ana Lucila Ambrosio González** y **Calixto Díaz Monfil**, por el amor, apoyo, confianza en todo momento y los buenos valores inculcados, este logro no es mío sino suyo. A mi hermana **Ana Laura Díaz Ambrosio** por el entusiasmo transmitido para terminar la maestría.

A **Brenda Nataly Hernández**, por su amor, cariño, paciencia en los buenos y malos momentos. Porque cuando el amor prevalece, todo obstáculo es vencido.

A los profesores investigadores del Campus Veracruz por su enseñanza y formación académica durante el transcurso de la maestría, especialmente a la **Dra. Mónica de la Cruz Vargas Mendoza** y **Catarino Ávila Reséndiz**.

Al **Dr. Adalberto Rosendo Ponce** por desempeñar como Profesor Consejero.

Al **Dr. Carlos Miguel Becerril Pérez** por su asesoría, aporte y entusiasmo en el transcurso de la investigación.

Con gran agradecimiento al **Dr. Francisco Calderón Sánchez** por el tiempo, comprensión, apoyo y asesoría en la elaboración de tesis. Asimismo, ser una persona excelentemente moral e impulsarme a ser mejor profesionista y ser humano.

Al **Dr. Diego Esteban Platas Rosado** por su participación dentro de mi Consejo Particular.

A la **M.C. Anayeli Torres Beltrán** por su gran apoyo, alegría y amistad que me brindo desde el inicio.

A los amigos dentro del posgrado **Sergio Lagunes, Sergio Hernández, Aleyda, Medel, Rodrigo, Liliana, Lalo, Rafa, Miguel, Chepo** y **Xico** por los momentos agradables que compartimos.

A la **Familia Ambrosio** por su apoyo, por su apoyo, ánimo y ejemplo para seguir motivándome a seguir con mis estudios de maestría.

¡A todos ustedes, muchas gracias!

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Agroecosistema	3
2.1.1. Sistema.....	3
2.1.2. ¿Qué es un agroecosistema?.....	4
2.1.3. Propiedades y componentes de un agroecosistema	5
2.1.4. El ave criolla (<i>Gallus gallus domesticus</i>) en el agroecosistema	7
2.1.4.1. Aspectos sociales en la crianza de gallinas criollas	7
2.1.4.2. Cuestión ecológica en la crianza de gallina criolla	8
2.1.4.3. Productividad de la gallina criolla.....	10
2.2. Antecedentes y características de la avicultura criolla.....	11
2.2.1. Alimentación	11
2.2.2. Aprovechamiento del recurso criollo.....	12
2.3. Incubación	12
2.3.1. Concepto y generalidades	12
2.3.2. Selección de huevo a incubar.....	13
2.3.3. Concepto de fertilidad y causas que la afectan	14
2.3.4. Muerte embrionaria	15
2.3.5. Requerimientos en el proceso de incubación	15
2.3.5.1. Temperatura	15
2.3.5.2. Humedad	15
2.3.5.3. Movimiento.....	16
2.3.5.4. Sistema de ventilación en la incubadora.....	16

2.4. Fibra	16
2.4.1. Concepto de fibra	16
2.4.2. Fibra soluble	17
2.4.3. Fibra insoluble	17
2.4.4. Componentes de la fibra.....	18
2.4.4.1. Celulosa	18
2.4.4.2. Hemicelulosa	18
2.4.4.3. Lignina	18
2.4.4.4. Sustancia péptica.....	19
2.4.5. Efectos físico-químicos de la utilización de la fibra.....	19
III. OBJETIVOS	21
3.1. Objetivos Generales.....	21
3.2. Objetivo Particulares	21
IV. HIPÓTESIS	21
4.1. Hipótesis generales.....	21
4.2. Hipótesis específicas.....	21
V. MATERIALES Y MÉTODOS	22
5.1. Localización del área de estudio.....	22
5.2. Fase 1: Proceso de incubación	22
5.2.1. Recolección de huevo	22
5.2.2. Manejo pre-incubación del huevo.....	23
5.2.3. Manejo del huevo incubado.....	23
5.3. Fase 2: Evaluación de niveles de fibra en la crianza de pollitos	23
5.3.1. Manejo del pollito pre-evaluación	23
5.3.2. Manejo del pollito en evaluación.....	24

5.4. Fase 3: Caracterización zoométrica semanal de pollitos	26
5.5. Diseño experimental y análisis estadístico	27
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
6.1. Fase 1	28
6.1.1. Peso de huevo (Ph)	28
6.1.2. Índice Morfológico (IM)	29
6.1.3. Fertilidad de huevo incubado (Fe)	30
6.1.4. Eclosión de huevo incubado (Ec)	30
6.1.5. Peso del pollito al nacimiento (Pep)	31
6.2. Fase 2	32
6.2.1. Peso vivo (PV)	33
6.2.2. Consumo de alimento (CAD)	35
6.2.3. Ganancia diaria de peso (GDP)	37
6.2.4. Conversión alimenticia (CA)	39
6.3. Fase 3	40
6.3.1. Resultados	40
6.3.1.1. Perímetro torácico (Pt)	42
6.3.1.2. Longitud dorsal (Ld)	42
6.3.1.3. Longitud de muslo (Lm)	43
6.3.1.4. Longitud de pierna (Lp)	44
6.3.1.5. Longitud de pernil (Lpe)	44
6.3.1.6. Perímetro de pierna (Pp)	45
6.3.1.7. Longitud de ala (La)	46
6.3.1.8. Longitud de caña (Lc)	46
6.3.2. Discusión	47

6.4. El efecto de variabilidad en productividad y zoometría	49
VII. CONCLUSIONES.....	50
VIII.LITERATURA CITADA	51

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. El ave criolla (<i>Gallus domesticus L.</i>) y su interacción dentro de un agroecosistema.	9
Figura 2. Localización de estudio, municipio de Cotaxtla, región Sotavento, Veracruz.	22
Figura 3. Corrales experimentales utilizados en fase productiva.	24
Figura 4. Temperaturas medias y humedad relativa durante los periodos experimentales de marzo-abril y mayo-junio.	25
Figura 5. Peso vivo semanal en dos períodos de engorde de pollos criollos.	34
Figura 6. Tendencia de peso vivo con diferentes contenidos de fibra por época.	34
Figura 7. Tendencia de consumo de alimento por época.	36
Figura 8. Tendencia de consumo de alimento con diferentes contenidos de fibra por época.	36
Figura 9. Tendencia de ganancia diaria de peso por época.	38
Figura 10. Tendencia de ganancia diaria de peso con diferentes contenidos de fibra por época.	38
Figura 11. Tendencia de conversión alimenticia por época.	39
Figura 12. Tendencia de conversión alimenticia con diferentes contenidos de fibra por época.	40
Figura 13. Desarrollo de perímetro torácico por época.	42
Figura 14. Desarrollo de longitud dorsal por época.	43
Figura 15. Desarrollo de longitud de muslo por época.	43
Figura 16. Desarrollo de longitud de pierna por época.	44
Figura 17. Desarrollo de longitud de pernil por época.	45
Figura 18. Desarrollo de perímetro de pierna por época.	46
Figura 19. Desarrollo de longitud de ala por época.	46
Figura 20. Desarrollo de longitud de caña por época.	47

LISTA DE CUADROS

	Pagina
Cuadro 1. Comparación entre ecosistema y agroecosistema	5
Cuadro 2. Rangos y medias en productividad de gallina criolla en México.	10
Cuadro 3. Efectos de insumos fibrosos en crecimiento de pollos de engorda.	20
Cuadro 4. Ingredientes (%) suministrados en la dieta de 4 y 8 % de fibra en diferentes periodos de crianza.	25
Cuadro 5. Características del huevo, incubación y nacimiento de pollitos criollos por periodo.	28
Cuadro 6. Características del huevo, incubación y nacimiento de pollitos criollos por periodo y localidad.	29
Cuadro 7. Medias de variables de respuesta productiva en tratamientos y periodos.....	32
Cuadro 8. Medias de variables morfológicas en tratamientos y periodos.....	40

I. INTRODUCCIÓN

Durante la conquista y colonización de México fueron introducidas diferentes especies pecuarias, entre ellas las gallinas (*Gallus gallus domesticus*). Esta especie encontró un medio propicio para su desarrollo productivo y reproductivo (Camacho-Escobar *et al.*, 2011), incrementando de manera importante su población. A principios del siglo XX, se introdujeron razas y estirpes mejoradas de Europa y Norteamérica, cuyo cruzamiento con las gallinas criollas ya existentes, dieron origen a poblaciones mosaico con amplia variabilidad fenotípica (Álvarez, 1987), y que aún se denomina gallinas criollas. De acuerdo con Segura *et al.* (2007), las gallina criolla paso por un proceso de selección natural por 500 años y se adaptó a diferentes ambientes, lo que ha permitido mantenerse como un recurso potencial para la sociedad.

Los traspatios del medio rural, son protagonistas de sistemas de producción sustentables basados en la cría y explotación de la gallina criolla, algunas de sus funciones principales son: proveer de alimentos frescos (Segura, 1998; Juárez *et al.*, 2000) y de alta calidad (huevo y carne), generar autoempleo e ingresos, ser fuente de ahorro y uso con fines curativos al utilizarse en rituales (Mariaca, 2015). Por otra parte, el instinto de incubación y reproducción de esta especie, permite conservar su biodiversidad (González *et al.*, 1995), coadyuvando a generar beneficios como el aprovechamiento de excedentes y el control de plagas (Acevedo y Angarita, 2012; Mendoza *et al.*, 2015; Camacho-Escobar *et al.*, 2016).

Aunque en diversas regiones del país se desconoce el comportamiento productivo y capacidad de adaptación de las gallinas criollas, están siendo reemplazadas por aves de líneas especializadas (Lázaro *et al.*, 2012). Lo anterior, provoca la pérdida de genotipos locales que son producto de la selección natural ocurrida durante 500 años, genotipos naturalizados y de gran adaptación y resistencia ambiental (González *et al.*, 1995; Juárez *et al.*, 2000; Camacho-Escobar *et al.*, 2016), rústicos y de hábitos pastoriles; su desplazamiento induce dependencia al uso de insumos externos como alimento balanceado, medicamentos y vacunas, usualmente no utilizados en la avicultura familiar de pequeña escala en los traspatios (Cuca-García *et al.*, 2015).

La reproducción de las gallinas criollas se realiza de forma natural con la ovoposición y la clueques. Para ello, busca espacios oscuros y libres de depredadores que aseguren la supervivencia de la cría pasado los 21 días de incubación (CTA, 2007); sin embargo, el proceso de incubación presenta riesgos como nidos contaminados e inadecuada nutrición de reproductores que afectan la fertilidad (Arias y Fernández, 1989; Madrazo, 2001); aunado a lo anterior, la capacidad de encluecarse está siendo afectada también por la introducción de líneas especializadas que han perdido esta característica, por lo que se ha tenido que recurrir al uso de incubadoras artificiales, existiendo poca información de la eficacia de este proceso en la gallina criolla.

En las zona tropical de climas cálidas se presenta una gran variedad de recursos disponibles para la alimentación de las aves de corral, entre los que se encuentran fuentes con alto contenido de fibra (Savón, 2002), que pueden ser una opción viable (Walugembe *et al.*, 2014). Pero el uso de alimentos fibrosos en especies animales no rumiantes y la utilización de fibra en la gallina criolla ha sido objeto de controversia, entre otras cosas por la baja capacidad de aprovechamiento de fibra y una mayor eficiencia de aprovechamiento en comparación a animales comerciales (Sarmiento Franco *et al.*, 2005). Con base en lo anterior, el principal objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento productivo y zoométrico de la progenie de gallinas criollas alimentadas con dos niveles de fibra en la región del Sotavento Veracruz.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Agroecosistema

2.1.1. Sistema

El concepto general de sistema se refiere a la estructura conformada por dos o más factores, entre estos el natural y artificial, que interactúan para una función definida (Ortiz y Ortega, 2001). Son representaciones en forma sistemática y científica que asemejan una situación real, ideal o de un modelo, ofreciendo un ambiente adecuado para la interrelación y comunicación desde una perspectiva holística e integradora (Arnold Cathalifaud y Osorio, 1998).

La teoría general de sistemas fue edificada por Ludwig von Bertalanffy en su trabajo “Teoría de los sistemas abiertos” en la década de los años 20’s del siglo XX, que fue importante para el gremio científico después de la segunda guerra mundial, por la publicación de trabajo en el enfoque a los sistemas (Johansen, 1982). Los conceptos de la teoría general de sistemas son diversos, Arnold y Osorio (1998):

- **Sistema:** Pueden ser abiertos, con importación e intercambio de energía y materia permanentemente con su ambiente; o cerrados en donde ningún elemento entra o sale del sistema.
- **Ambiente:** Características y propiedades funcionales que caracterizan las partes de un sistema.
- **Caja negra:** Elemento estudiado a partir de su interacción con las entradas y salidas que produce (que hace y como lo hace).
- **Cibernética:** Estudio interdisciplinario que abarca los procesos de control y comunicación de máquinas y seres vivos.
- **Complejidad:** Puede indicar cantidad de elementos de un sistema (complejidad cuantitativa), potencial de interacción (conectividad) y estados posibles que se producen a través de estos (variabilidad).
- **Conglomerado:** Suma de las partes, componentes y atributos en un conjunto es igual al todo.
- **Elemento:** Objeto o proceso de un componente de un sistema.
- **Entropía:** Aumento de la aleatoriedad y progresiva desorganización y

homogenización con el ambiente.

- **Frontera:** Limite o discontinuidades del sistema con su entorno.
- **Input (entradas):** Importación de recursos como energía, materia o información para el proceso de un sistema.
- **Outputs (salidas):** Elaboración o producción de un servicio o funciones del sistema.
- **Retroalimentación:** Proceso en que un sistema abierto recopila información de los efectos en el sistema, para la toma de decisiones en un futuro. La retroalimentación puede ser negativa (sostenimiento de determinadas finalidades) o positiva (variación de un componente que se esparce por el sistema creando un auto-reforzamiento).

2.1.2. ¿Qué es un agroecosistema?

El concepto de agroecosistema se describe como un ecosistema modificado por el hombre para la obtención y utilización de recursos naturales, con la finalidad de producir alimentos y bienes en beneficio o necesidad de la sociedad (Hernández, 1977; Odum, 1984). La humanidad es el responsable del origen de este sistema por un cambio al proceso del ecosistema, principalmente para la obtención del productos agroalimentarios (Montaldo, 1982).

Un agroecosistema tiene sus fundamentos en el enfoque de sistemas y teoría general de sistemas de Bertalanffy de 1976 (Vilaboa, 2013), en el que se considera un sistema abierto con interacción permanente con sus componentes al ambiente (Chiavenato, 1997; Vilaboa-Arroniz *et al.*, 2009). En general el agroecosistema se diferencia del ecosistema por diversos factores como la introducción fuerzas externas, artificiales y económicas. La producción dentro de un agroecosistema tiene un bajo interés en los procesos físico, químicos y biológicos, debido a la importancia alimenticia o económica que este genera. La comparación entre ecosistema y agroecosistema se muestra en el Cuadro 1 en base a lo planteado por Sarandón (2014).

Cuadro 1. Comparación entre ecosistema y agroecosistema

Propiedad	Ecosistema	Agroecosistema
Objetivo	Ninguno	Aprovechamiento
Responsable	Nadie	Productor
Fuente de energía	Solar	Solar, combustibles.
Diversidad genética	Alta	Baja
Fuerza de selección	Natural (evolución)	Hombre (económica)
Productividad	Baja	Alta
Biomasa	Alta	Media
Productividad/biomasa	Baja	Alta
Ciclo de nutrientes	Cerrado	Abierto
Continuidad espacio-tiempo	Alta	Baja
Interrelación plantas y organismos	Alta	Baja
Lixiviación de nutrientes	Baja	Alta
Erosión	Baja	Alta
Estabilidad	Alta	Baja
Resiliencia	Alta	Baja

Tomado de Sarandón (2014)

2.1.3. Propiedades y componentes de un agroecosistema

Los agroecosistemas pueden evaluarse mediante la forma en que cumplen sus funciones (Sarandón, 2014), describiendo a continuación variables presentes y a considerar dentro de un sistema:

- **Un objetivo:** Finalidad de la operación de un sistema.
- **Una frontera:** Indica que está dentro y fuera del límite del sistema.
- **El contexto:** Ambiente externo presente en el sistema (social, económico y político).
- **Los componentes:** Principales constituyentes que están relacionados para formar el sistema.
- **Las interacciones:** relación entre componentes.
- **Recursos:** Componentes usados en el sistema para su funcionamiento.

- **Productos:** Resultado del proceso del sistema en el tiempo.
- **Subproductos:** Productos útiles, aunque obtenidos inicialmente.

(Navarro, 2001)

Una propiedad es una cualidad propia que se origina dentro de un agroecosistema, identificándose y diferenciándose de otros agroecosistemas (Vilaboa *et al.*, 2006). Conway (1987) en su trabajo "The Properties of Agroecosystem" describe las propiedades de un agroecosistema en cuatro factores:

- **Productividad:** generación de producto elaborado por unidad del recurso utilizado con un valor en un agroecosistema para posterior conversión a una capital económica.
- **Estabilidad:** firmeza en la producción de un periodo de tiempo ante entes perturbadores que surgen de fluctuaciones y ciclos en el ambiente externo (factores físicos, biológicos, sociales y económicos)
- **Sustentabilidad:** Capacidad del agroecosistema de mantener la productividad ante un gran estrés de una fuerza altamente perturbadora. Los ejemplos para describir tal estrés son las sequías, inundaciones, plagas, salinidad, toxicidad, erosión o inclusive las no biológicas como la demanda de mercado.
- **Equidad:** Distribución uniforme que presenta la productividad dentro del agroecosistema con respecto al beneficio humano. En general se refiere al a la producción de los bienes y servicio del ecosistema modificado (granja, pueblo nación).

Los componentes presentes dentro de una agroecosistema pueden ser diversos y variados, dependiendo de la función, objetivo y finalidad que presenten. Los componentes se pueden dividir en productor, consumidor y detritívoros, desde de un punto de vista ecosistémico. Los productores presentan la actividad de acumular y transformar la energía lumínica en energía química (fotosíntesis), en el que las plantas son los principales productores. Los consumidores (animales) se ubican un paso adelante en la cadena trófica, necesitan a los productores para sobrevivir debido a la incapacidad de transformar energía luminosa (alimentándose de quien si lo hace). A los animales omnívoros se les denomina consumidores primarios y a los animales

carnívoros consumidores secundarios. Un tercero pero menos importante son los detritívoros, consumidores de tejido muerto en plantas y que ayudan al proceso de reciclado de nutrientes (Sarandón, 2014).

2.1.4. El ave criolla (*Gallus gallus domesticus*) en el agroecosistema

El papel de las aves criollas dentro del agroecosistema cumple funciones socio-económicas como la autosuficiencia alimentaria, actividad cultural, ingresos, ecológicas (reciclaje de nutrientes, control biológico, degradación de materia orgánica) y productivas (sostenibilidad en ingresos-alimentación del animal, rusticidad, eficiencia alimenticia). Los procesos de producción con aves criollas, están afectados por factores ambientales como clima, enfermedades y depredadores. Dentro de estos sistemas el factor humano se presenta en dos niveles: 1) endógeno, en el que participan cuatro tipos de insumos (tierra, mano de obra, capital y manejo); 2) exógeno, el cual considera los impactos socio-económicos y políticos, que están fuera del control interno (Figura 1) (Juárez-Caratachea *et al.*, 2008).

2.1.4.1. Aspectos sociales en la crianza de gallinas criollas

La crianza de aves de corral se realiza en más de 85% de las unidades de producción rural del país (Centeno *et al.*, 2007) y se relaciona con la calidad de vida del productor y su familia. Es una actividad accesible de realizar en zonas rurales y los productos obtenidos son de alta calidad nutritiva. La crianza de aves de traspatio está relacionada al bajo poder adquisitivo de la familia campesina, la cual pretende producir sus propios alimentos y disponer de excedentes para la venta; la participación de la mujer en esta actividad es de gran relevancia (Mendoza *et al.*, 2015; Centeno *et al.*, 2007; Varón *et al.*, 2014). Varón *et al.*, (2014) mencionan que es necesario rescatar conocimientos tradicionales y complementarlos con técnicas mejoradas de producción para que estos contribuyan a la autosuficiencia alimentaria. Además, de la producción para autoconsumo, la avicultura de traspatio cumple con una función social, como fuente de objetos de intercambio o regalo, así como ingrediente principal de los platillos en eventos familiares (Mendoza *et al.*, 2015). Las aves están principalmente a cargo de las amas de casa, quienes reciben ayuda de los niños en actividades de limpieza, suministro de alimentos o recolección de huevos, los hombres participan más activamente en la

construcción de gallineros (Centeno *et al.*, 2007). Sánchez-Sánchez y Torres-Rivera (2014) indicaron que en Huatusco, Veracruz, los principales motivos para la crianza de aves fueron por costumbre (38-55%), alimentación sana (33-43%) y ahorro económico (9-14%), la antigüedad de crianza varió de 1 a 61 años. Existen programas del estado para el apoyo de familias campesinas de Oaxaca y de Puebla, entre otras entidades federativas, que promueven el reemplazo de las gallinas criollas por aves mejoradas comerciales, con los inconvenientes de modificar la crianza tradicional de aves y los hábitos alimenticios de las poblaciones locales e indígenas (Camacho-Escobar *et al.*, 2011).

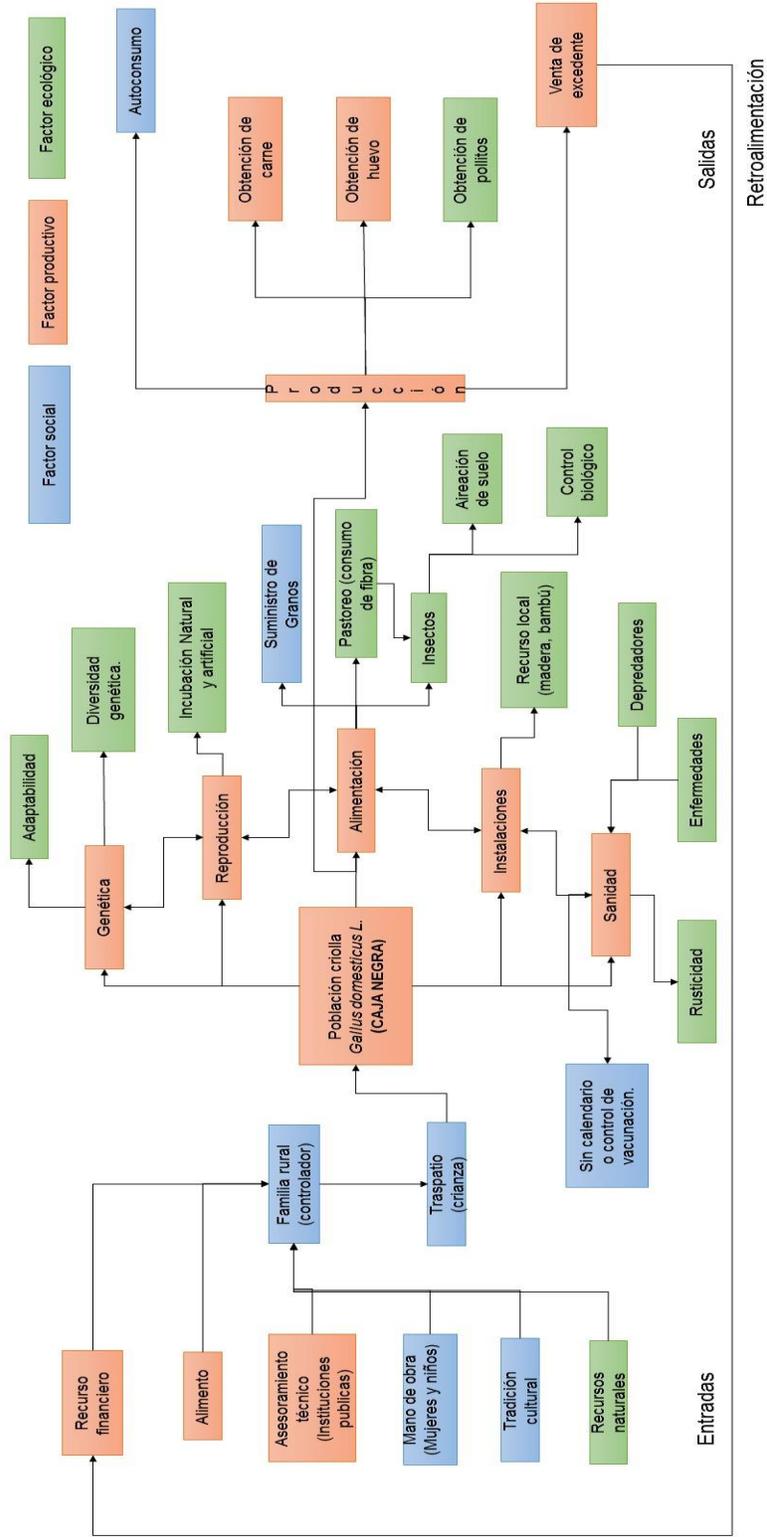
2.1.4.2. Cuestión ecológica en la crianza de gallina criolla

Como se ha mencionado anteriormente la *Gallus gallus domesticus* criolla es una especie que no ha sido sometida a algún programa de mejora genética por selección artificial; se caracteriza por su rusticidad, resistencia a enfermedades y aclimatación en diversos ambientes (Camargo *et al.*, 2015), además de su adaptación metabólica y aptitudes de supervivencia como cloquera y habilidad materna (Soto *et al.*, 2002; Minga *et al.*, 2004; Rúales *et al.*, 2009; Jiménez *et al.*, 2014; Jiménez *et al.*, 2015).

Dentro de su agroecosistema, se integran fácilmente cuando disponen de alimento, refugio y bienestar. En los traspatios de las zonas rurales su independencia les permite la búsqueda de alimento por excavaciones superficiales del terreno, que favorecen la aeración de suelo y permiten la descomposición de la materia orgánica, reciclaje de desperdicios de alimento y residuos de cosechas y contribuyen al control biológico de invertebrados (Guevara, 2000; Acevedo y Angarita, 2012). El consumo de follaje de plantas y árboles en la alimentación animal incrementa la cobertura vegetal, protege y mejora la calidad de suelo, aumenta la diversidad biológica, recupera y conserva fuentes de agua, sumideros de CO₂ y producción de leña (Sarria, 1999; Marín *et al.*, 2003).

Una de las maneras de conservar la gallina criolla como recurso genético es la implementación en programas productivos, debido a su adaptación en los diversos medios ecológicos del país (Jiménez *et al.*, 2014).

Figura 1. El ave criolla (*Gallus domesticus* L.) y su interacción dentro de un agroecosistema.



2.1.4.3. Productividad de la gallina criolla

Las investigaciones sobre la productividad de la gallina criolla, están orientadas a la comparación de gallinas de líneas genéticas comerciales y la capacidad o el potencial que puede llegar a presentar las gallinas criollas con alimento comercial y alimento alternativo. Este alimento alternativo está orientado a la disminución de costos de producción o al aprovechamiento de insumos disponibles a nivel local.

Las instalaciones consisten en jaulas individuales o corrales con espacios pequeños adaptados de acuerdo a las indicaciones de guías de manejos de líneas comerciales. De acuerdo con diversos autores, en el Cuadro 2 se presentan algunas variables productivas de la gallina criolla. Juárez y Ochoa (1995) y Jerez (2004) en peso vivo (PV) reportan intervalo de 1395 - 2280 g. La madurez sexual (MS), definida como la edad de puesta del primer huevo fue de 22 y 30 semanas (Jerez, 2004; Juárez y Ochoa, 1995) y el consumo máximo de alimento de 123 g (Juárez y Ochoa, 1995) .

Cuadro 2. Rangos y medias en productividad de gallina criolla en México.

Autor/variable	PV (kg)	MS (sem)	CAD (g)	HA	CS (g)
Jerez (2004)	1.3-1.6	21-23	24.0-134.0	74-98	-
Juárez <i>et al.</i> , (2007)	-	29	76.8-88.3	-	-
Segura <i>et al.</i> , (2007)	-	22	-	52.60	-
Jerez <i>et al.</i> , (2009)	1.5-1.7	24-27	-	212-282	-
Lázaro (2009)	2.15	28	-	22.60	-
Juárez y Ochoa (1995)	1.1-2.2	22-30	49.75-123.5	41.8-91.8	-
González <i>et al.</i> , (1995)	1.4	-	-	-	75
Segura-Correa <i>et al.</i> , (2004)	0.5-0.6		32.8-64.3		70-107

PV= peso vivo; MS= Madurez Sexual; CAD = Consumo de alimento al día; HA= Huevos por ave; CS= Crecimiento por semana.

2.2. Antecedentes y características de la avicultura criolla

La travesía de la gallina hacia México, empezó en el segundo viaje de Colon, embarcando inicialmente equinos y vacas en Sevilla y posteriormente becerros, porcinos y aves de corral en la Isla de Gomera (Canarias). Las primeras gallinas llegaron a México años posteriores del inicio de la colonización; los primeros animales en llegar de Europa a México fueron equinos, caninos y porcinos, los llamados “animales de conquista”, después arribaron las aves de corral, bovinos, ovinos, mulares y asnos nombrados “animales de colonización” (Álvarez, 1987; Tudela y Cabrero, 1993). La gallina ocupó un lugar importante entre los animales domésticos, aunque su posición jerárquica estuvo por debajo del dinero y el maíz, y fue utilizada como tributo en las encomiendas a mediados del siglo XVI (Gibson, 1984). En esa época, los virreyes ordenaron que los indios criaran en su casa doce “gallinas de castilla” (que se refería a la especie *Gallus*) y “seis de tierra” (refiriéndose a la especie *Meleagrididae sp*, el guajolote autóctono de México (Álvarez, 1987).

La gallina criolla es resultado de un proceso de naturalización de más de 500 años, que le ha conferido aptitudes de adaptación a condiciones ambientales locales, como la baja disponibilidad de alimento (Segura *et al.*, 2007; Zaragoza *et al.*, 2011). Comprende una amplia variabilidad y diversidad de fenotipos con diferentes colores de plumaje y rasgos morfológicos (Segura *et al.*, 2007); tamaño, presencia o ausencia de cresta, peso vivo y producción de huevo, entre otras (Jerez *et al.*, 1994).

La cría de la gallina criolla se realiza con tecnología poco intensiva que se transmite por tradición en las familias de generación a generación. La alimentación de la gallina se realiza por picoteo a libertad en campo y se complementa con granos de maíz proporcionados por los productores. Las gallinas permanecen en libertad en el patio, descansan por las noches en las ramas de los árboles o en algunos casos se cuenta con alojamientos pequeños para protección contra depredadores y condiciones ambientales adversas (Rodríguez *et al.*, 1996; Olivas y Real, 2000).

2.2.1. Alimentación

La alimentación es fundamental en gallinas criollas y en la producción de aves de

traspatio (Cisneros, 2002; Hernández M. *et al.*, 2011). En su búsqueda de alimento las aves pueden abarcar un radio de picoteo de 100 a 200 m² alrededor de la vivienda. Consumen plantas monocotiledóneas, dicotiledóneas, insectos, lombrices, hojas, semillas, maíz, lentejas, frijoles, habas, entre otros (Fletcher, 1985); deben consumir agua limpia y fresca para facilitar los procesos vitales de la digestión, metabolismo y respiración, y regular la temperatura corporal, agregando o aminorando el calor y tener un medio para conducir desechos a eliminar de las funciones corporales (Quintana, 1999; Mardoqueo, 2001). El maíz es el alimento más utilizado en la producción de la gallina criolla, se suministra tanto habitualmente como ocasionalmente, presentando una frecuencia de alimentación variable en el que se llega a suministrar hasta tres veces al día.

2.2.2. Aprovechamiento del recurso criollo

La crianza de aves criollas tiene el potencial estratégico para la mejora de la economía familiar (Platas-Rosado, 1995; Rejón Avila *et al.*, 1996) con un ciclo corto y bajo costo contribuyendo a la dieta de las familias y a la seguridad alimentaria (Jiménez, 1994), esta seguridad depende de lo generado, el costo del alimento y la capacidad económica de la familia, basándose a la teoría “estrategias de vida” que indica que todo individuo o grupo tiene la capacidad para satisfacer necesidades a partir de recursos naturales, intelectuales, económicos y culturales (Bebbington y Batterbury, 2001). Las aves criollas son importantes socialmente como fuentes de alimento y proteína, además de su tradición cultural, en el que el ave se utiliza en rituales medicinales o ceremonias religiosas como alimento o regalos. Además son útiles para generar abono orgánico sin costo (Safalaoh, 1997).

2.3. Incubación

2.3.1. Concepto y generalidades

La incubación natural o artificial es necesaria para obtener la progenie de las aves, para la continuidad de su consumo. Esta práctica de acuerdo a Aristóteles ha sido realizada desde el periodo de 246 a.C. en China y 400 a.C. en Egipto, que manejaban los estercoleros como incubadoras (Berry, 2007). La incubación es la acción por parte de ovíparos de empollar y mantener constante los requerimientos de temperatura y

humedad para el desarrollo del embrión (De Marchi *et al.*, 2008). Actualmente en la industria comercial de producción de huevo se ha descartado la incubación natural, debido a la pérdida del instinto de incubar en las líneas mejoradas y mayor eficiencia en el proceso de incubación artificial (Vargas, 2015).

En los traspatios rurales la incubación la realizan las gallinas cluecas. Próximo a este instinto, las gallinas erizan sus plumas y empiezan a emitir un sonido característico. En este proceso las gallinas se resguardan con los huevos en un entorno oscuro y libre de depredadores (CTA, 2007). Transcurridos 21 días los huevos eclosionan e inmediatamente la gallina se hace cargo de su supervivencia, pudiendo cuidar hasta 15 pollitos. El cuidado de la gallina hacia los pollitos principalmente es darle calor al momento de estar anidando bajo sus plumas. Transcurridos días posteriores los pollitos siguen a la gallina aprendiendo a obtener alimento y agua. En esta etapa temprana es recomendable suministrar alimento comercial o similar para el aumento de la tasa de supervivencia (Ahlers *et al.*, 2009). El suministro de alimento y agua usualmente se realiza con materiales reciclables o locales como tubos de PVC, botellas o partes de bambú. Estos deben limpiarse y rellenarse diariamente y colocarse a distancia máxima de 1.5 metros (Glatz, 2013).

Juárez-Caratachea y Ortiz (2001) reportan un porcentaje de fertilidad de 82 y 60% de eclosión de huevo, con 11% de huevos infértiles y mortalidad embrionaria de 16%. Pérez *et al.*, (2000) estimaron valores superiores de 73% de huevos eclosionados y 93% de fertilidad.

2.3.2. Selección de huevo a incubar

El manejo previo a incubar, los huevos deben pasar por un proceso de discriminación, en que se quedan únicamente los aptos para su incubación (Salazar, 2000) . En este proceso de discriminación es importante seleccionar y clasificar los huevos (Vargas, 2015) en aspectos como:

- **Procedencia del huevo:** afectado por condiciones ambientales, edad de progenitores, salud, raza, tipo de alimentación y tiempo de postura de huevo (Langhout, 2003).

- **Progenitores:** transmisión de características genéticas indeseables como patologías y deformidades (Hartmann *et al.*, 2003).
- **Alimentación:** evitar deficiencias en nutrientes que puedan afectar al huevo y crear malformaciones en el embrión (Vargas, 2015).

En masa y morfología no es recomendable que el huevo tenga peso menor de 52 g (pollitos pequeños y débiles) o superior de 69 g (huevos grandes alargan el proceso de incubación provocando deshidratación). Entre otros puntos a considerar al momento de incubación es descartar huevos con forma irregular y que presenten suciedad, roturas y fisuras en cascarón (entrada de bacterias y contaminación de huevo) (Ascensio y Elías, 2009).

2.3.3. Concepto de fertilidad y causas que la afectan

Fertilidad en el ámbito avícola es la capacidad de las reproductoras de producir huevos fértiles después de un proceso de apareamiento con un reproductor (Salazar, 2000). Cuando un huevo es fértil, presenta blastodermo, esto es la presencia de un embrión formado en el proceso de fecundación dentro del infundíbulo 15 min después de la ovulación (Ascensio y Elías, 2009). La fertilidad de huevos incubables, mortalidad embrionaria e incubabilidad son los aspectos más importantes en gallinas reproductoras.

La edad del ave es uno de los factores más importantes que afectan la fertilidad. Mauldin (2001) menciona que la fertilidad disminuye con la edad del ave, una de las causas puede ser la postura de huevos más grandes, que a su vez afecta la calidad de cascarón en huevos rotos o fisurados por un mal acoplamiento en el transporte (Langhout, 2003). El factor raza puede influir en la fertilidad (Bell, 2002); otro factor es la alimentación de progenitores machos, que es fundamental para la capacidad fertilizante de los espermatozoides (Madrazo, 2001). La asignación del número de hembras por macho también puede afectar la fertilidad (Vargas, 2015). El tiempo de almacenado del huevo puede afectar el inicio del proceso de incubación en yema, albumen y cutícula, por lo que no hay que exceder siete días post postura, siendo más crítico en altas temperaturas (Medina, 2012).

El 60% de la mortalidad ocurre en dos lapsos de tiempo, el primero en el 3er y 4to día

de la incubación (baja fertilidad, consanguinidad, etc.); días posteriores se identifica el huevo infértil con un ovoscopio para que no ocasione la explotación del huevo. En los últimos 3 días de incubación se presenta el segundo lapso de mortalidad, que resulta de una mala operación de la incubadora en requerimientos de humedad, temperatura, aireación y volteo del huevo (Bustamante, 2001; Ascensio y Elías, 2009).

2.3.4. Muerte embrionaria

La mortalidad puede ser ocasionada por varios factores. Kalita *et al.*, (2013) encontraron que las principales causas de mortalidad fueron mala posición 19.5, condiciones patológicas 27.8, malformaciones 7.8, adhesión al cascarón 2.4 y deshidratación 1.66 %. El tiempo de almacenaje de huevo puede ser el principal precursor en la mortalidad de aves, a mayor tiempo de guardado disminuye la calidad de albumen, que resulta en la salida de CO₂ por los poros, creando desequilibrio acido-base y la muerte del embrión (Reis *et al.*, 1997). El almacenamiento prolongado induce la degradación de la albumen, y ocasiona que la yema gire y flote en la parte superior del huevo, en el cual se sitúa el embrión cerca de la membrana interior lo que provoca deshidratación o contaminación bacteriana (Alda, 2003).

La muerte embrionaria durante los primeros cinco días de incubación puede ser causada por la deficiencia nutritiva en la dieta de los reproductores o de reproductores enfermos, situación común en poblaciones de gallina criolla por la baja calidad alimenticia y sanitaria (Quintana, 1991). La mortalidad tardía después de 18 días puede deberse a exceso de CO₂, problemas de volteo, y cambios de temperatura y humedad (Hevia, 1996).

2.3.5. Requerimientos en el proceso de incubación

2.3.5.1. Temperatura

La temperatura requerida en el proceso de incubación es de 37.5 - 37.7 °C de forma ininterrumpida durante 21 días (Jiménez y Veloza, 2008; Ascensio y Elías, 2009). A menor temperatura se retrasa el desarrollo del embrión y en temperaturas superiores se adelanta el desarrollo embrionario (Ascensio y Elías, 2009).

2.3.5.2. Humedad

Durante la incubación, el huevo debe perder la humedad necesaria para contribuir a

eliminar el calor contenido en el huevo, por lo cual el proceso debe contar una humedad requerida para la continuidad de la actividad de evaporación de agua y para facilitar al final de la incubación el ablandamiento de las membranas en el cascarón al momento de la eclosión (Ascensio y Elías, 2009). La humedad relativa del huevo deber ser de 60-65 % los primeros 18 días y de 75-78 % los últimos tres días para poder suavizar el cascarón y que el pollito pueda eclosionar fácilmente (Jiménez y Veloza, 2008; Ascensio y Elías, 2009).

2.3.5.3. Movimiento

El movimiento periódico del huevo en el proceso de incubación favorece la movilidad de sus componentes internos, lo que evita una incorrecta posición del embrión, que evita malformaciones por su adhesión del corion con las membranas testáceas (New, 1957; Martínez-Alesón, 2003). El volteo se debe realizar cada hora en los primeros 18 días de incubación en un ángulo de 45° para evitar que el embrión se coloque solamente en una posición y se adhiera a la pared del huevo (Jiménez y Veloza, 2008).

2.3.5.4. Sistema de ventilación en la incubadora

En el desarrollo del embrión se presenta un intercambio entre la entrada de oxígeno y salida de bióxido de carbono por el cascarón (Jiménez y Veloza, 2008). Por lo que es necesario una circulación o recambio constante de aire para lograr una purificación y traslado de calor y humedad al huevo (Ascensio y Elías, 2009).

2.4. Fibra

2.4.1. Concepto de fibra

La fibra es el componente de la dieta que está constituida en las paredes de las células vegetales, que forma complejos de polímeros de hidratos de carbono con otros componentes (Mateos *et al.*, 2006) y presenta resistencia a la actividad enzimática del tracto intestinal. Sus componentes son principalmente la celulosa, lignina, pectinas, fenil propano (polímero), polisacáridos de reserva denominados “gomas” y hemicelulosas (Gargallo, 1979). El término “fibra o fibra dietética” como lo menciona Olagnero *et al.*, (2007) fue usado por primera vez por Hipsley (1953) en “Dietary “Fibre” and Pregnancy Toxaemia”; En 1976 Trowell *et al.* definieron el concepto de fibra como polisacáridos

vegetales y ligninas, que son resistentes a la hidrólisis por las enzimas digestivas del hombre. Trowell en 1999 incluyó en el concepto de fibra dietética a los oligosacáridos, polisacáridos, ligninas, gomas, mucilagos y productos industriales (celulosa, pectinas y gomas modificadas) (Olagnero *et al.*, 2007).

La inclusión de fibra en la dieta contribuye al desarrollo del tracto intestinal, a la velocidad digestiva del alimento y su capacidad de intercambio iónico y al potencial como sustrato en la fermentación microbiana (Gargallo, 1979). Dependiendo de la definición de fibra (fisiológica o nutricional) esta se puede dividir en polisacáridos no almidón, oligosacáridos no digeribles, almidón resistente y lignina o puede ser también en base a su grado de solubilidad o capacidad de degradación en la flora bacteriana colonica (Romero y Eduardo, 2012), dividiéndose en dos: fibra insoluble (celulosa, algunas hemicelulosas, lignina) y fibras solubles (pectinas, beta-glucano, gomas, mucilagos, almidón resistente, entre otros) (Hernández, 2008).

2.4.2. Fibra soluble

La fibra soluble se define como aquellas que forman geles en contacto con el agua lo que favorece la absorción de agua y sodio, además de retrasar el vaciamiento gástrico y el tránsito intestinal; dentro de los que componen este tipo de fibra son las gomas, mucilagos, pectinas, almidón resistente, algunas hemicelulosas, galacto oligosacáridos, inulina y fruto oligosacáridos, presentándose en mayor medida en frutas, legumbres y cereales como la cebada y la avena (Olagnero *et al.*, 2007). Además presentan polisacáridos extraíbles con agua y que precipitan en soluciones de alcohol o acetona, estos incluyen a betaglucanos de cebada y avena, arabinoxilanos de trigo y centeno, pectina de frutas y pulpas de remolacha y galactomananos de las leguminosas (Mateos *et al.*, 2006). El consumo de este tipo de fibra afecta la motilidad intestinal y retrasa el paso de los alimentos en el intestino (Savón, 2005), pero no presenta beneficios debido a sus propiedades hidrófobas y de absorción que retardan el proceso digestivo y la absorción de nutrientes (Periago *et al.*, 1993).

2.4.3. Fibra insoluble

Se caracteriza por aportar una mayor digestibilidad de las proteínas y mantiene en sanas

condiciones la flora intestinal; en este tipo se encuentra la celulosa, su uso ayuda a mejorar la digestión de los alimentos y la salud del tracto gastrointestinal (Romero y Eduardo, 2012). Esta fibra es parcialmente fermentable en el intestino por las bacterias colónicas y no forma dispersión en agua (Olagnero *et al.*, 2007). El principal componente de fibra insoluble es la celulosa presente en un 90% (Hidalgo, 2012), seguido de hemicelulosa, lignina, sustancias pécticas y proteínas ligadas a la fibra (Mateos *et al.*, 2006; Hidalgo, 2012). La fibra insoluble acelera el tránsito intestinal, disminuye el tiempo disponible en el proceso digestivo y limita la absorción de nutrientes, que depende de su nivel en la dieta y el tipo de fuente de fibra (Savón, 2005). Donde comúnmente se encuentra fuente de fibra insoluble son en pajas de cereales y en cascarillas de leguminosas (Mateos *et al.*, 2006).

2.4.4. Componentes de la fibra

2.4.4.1. Celulosa

La celulosa es el mayor polímero estructural de la pared de la planta formado por cadenas lineales beta 1-4 unidas a unidades de glucopirasonil, es el polímero más abundante en la tierra, que representa 40-50 % del epitelio de las leguminosas y semillas oleaginosas, 10-30 % en forrajes, 3-5% semillas de leguminosas y 1-5 % de cereales a excepción de la avena (10%) (Savón, 2005).

2.4.4.2. Hemicelulosa

Grupo de polisacáridos con menor grado de polimerización que la celulosa, los xiloglucanos son el principal grupo de hemicelulosa de paredes primarias de plantas dicotiledóneas (vegetal y semilla). Estos representan entre 10-25 % de materia seca en forrajes y subproductos agroindustriales y 2-12% de los granos y raíces (Savón, 2005). En monogástricos la hemicelulosa presenta un papel laxante, el cual facilita los movimientos peristáltico en el intestino (Hidalgo, 2012).

2.4.4.3. Lignina

La lignina es un polímero sacárido presente en 5 % en alimentos y forrajes inmaduros y 12 % en la pared celular de forrajes viejos. Está constituido por tres unidades de fenilpropano y presenta la acción de fijar a otros polímeros en su lugar. Este excluye el

agua y hace la célula más rígida y resistente contra enzimas bacterianas (Savón, 2005). Rara vez excede su composición en la paredes celulares pero tiene repercusiones sobre la fisiología digestiva, actúa como cementante (no es soluble) de la pared celular y crea un aumento en las conexiones entre las microfibras de celulosa y hemicelulosa, que estabiliza la estructura macromolecular de fibra y resulta un aumento a su resistencia física a la rotura y reducción en su solubilidad (Mateos *et al.*, 2006).

2.4.4.4. Sustancia péptica

Se presenta en la capa media de la pared celular, principalmente en la pared primaria de las plantas dicotiledóneas, además en plantas leguminosas y pared de frutos (Savón, 2005).

2.4.5. Efectos físico-químicos de la utilización de la fibra

Debido al alto precio de los ingredientes convencionales (Onifade y Odunsi, 1998) se hace necesaria la búsqueda de ingredientes disponibles localmente (Abdollahi *et al.*, 2015); los ingredientes fibrosos son una opción para las dietas de aves de corral (Jiménez-Moreno *et al.*, 2009). Savón (2002) menciona que el consumo de fibra dietética por monogástricas puede favorecer el consumo de alimento y en consecuencia de energía digestible (Savón, 2002) y aumentar en el tiempo de retención del alimento durante la digestión dentro tracto digestivo para estimular la función de la molleja (Rogel *et al.*, 1987; Hetland *et al.*, 2005). El efecto depende de la edad y peso vivo del animal, de factores físicos del alimento como tamaño de partícula, volumen, solubilidad, procedencia y procesamiento, y de factores químicos como capacidad de absorción de agua, capacidad de intercambio catiónico, viscosidad, efecto en el consumo voluntario, efecto en secreciones digestivas, absorción en el tránsito intestinal (Wenk, 2001; Savón, 2002; Savón, 2005).

El principal efecto a la respuesta de las aves de corral alimentadas con dietas altas en fibra va a depender del nivel y tipo de fibra utilizada (Jiménez-Moreno *et al.*, 2013). Es por eso que se debe conocer el tipo de fibra, los efectos físico-químico, fisiológico y digestivo. En algunos tipos de fibras hay aumento en la viscosidad de la raciones y del contenido intestinal, que provoca un incremento en la secreción del nitrógeno endógeno continuado por proteína y DNA, que origina una exfoliación de células de la mucosa

intestinal debido a una erosión mecánica (Savón, 2002). Entre los aspectos negativos se considera que actúa como diluyente de energía y tiene un efecto anti-nutricional en las aves de corral (Mateos *et al.*, 2002; Sklan *et al.*, 2003; Rougière y Carré, 2010; Jiménez-Moreno *et al.*, 2013). Su uso en dietas de pollos origina un alargamiento de los ciegos provocado por el alargamiento temporal de la fibra dentro de este (Eastwood, 1992). En el Cuadro 3 se presenta el efecto de insumos con contenido de fibra en las características productivas de los pollos de engorda, en él se observa que la respuesta de los animales depende del origen de la fibra y que unas de las mejores respuestas se tienen con fibra de remolacha y avena.

Cuadro 3. Efectos de insumos fibrosos en crecimiento de pollos de engorda.

Autor/variable	Tipo de fibra	Sexo	Edad (días)	GDP (g)	C (g)	CA
(Sadeghi <i>et al.</i> , 2015)	Pulpa de remolacha-3% (Fibra soluble)	♂	1-42	56.1	112.1	1.89
	Cascara de arroz-3% (Fibra insoluble)	♂	1-42	58.3	114.5	1.96
(Jiménez-Moreno <i>et al.</i> , 2010)	Cascara de avena 3%	♀	1-21	32.4	41.7	1.28
	Pulpa de remolacha 3%	♀	1-21	30.5	39.9	1.30
(Mateos <i>et al.</i> , 2012)	Cascarilla de avena 3%	♂	1-42	60.0	90.0	1.49
	Pulpa de remolacha 3%	♂	1-42	56.0	85.0	1.53
(González-Alvarado <i>et al.</i> , 2007)	Cascara de avena 3%	♂	1-21	33.4	44.3	1.33
	Cascara de soya 3%	♂	1-21	33.4	44.6	1.34

GDP= ganancia diaria de peso; C= Consumo de alimento; CA= Conversión alimenticia.

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivos Generales

- Evaluar la incubabilidad del huevo de la gallina criolla de diferentes procedencias.
- Evaluar la respuesta productiva y morfológica de la progenie alimentada con dos niveles de fibra en la dieta.

3.2. Objetivos Específicos

- Determinar el porcentaje de fertilidad y eclosión de huevo incubado proveniente de los traspatios rurales de la región de Sotavento del estado de Veracruz.
- Determinar el efecto del contenido de fibra de la dieta en el peso vivo, consumo de alimento, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia del pollito criollo de 14 a 56 días de edad.
- Conocer el efecto de dos niveles de fibra en el desarrollo anatómico de piezas de pollo de importancia para el consumo humano.

IV. HIPÓTESIS

4.1. Hipótesis Generales

- La incubabilidad del huevo de gallina criolla es muy variable física y fértilmente entre las distintas procedencias.
- Un alto contenido de fibra en la dieta afecta negativamente el comportamiento productivo y desarrollo anatómico del pollito criollo.

4.2. Hipótesis Específicas

- El porcentaje medio en la incubación del huevo de la gallina criolla es de 80 % de fertilidad y 60% de eclosión.
- La dieta con alto contenido de fibra aumenta la conversión alimenticia y consumo de alimento, pero no el peso vivo y la ganancia diaria de peso del pollito criollo a los 56 días de edad.
- La dieta con alto contenido de fibra afecta 10 % negativamente el desarrollo morfológico del pollito criollo.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización del área de estudio

La investigación se llevó a cabo en el rancho “El Huilango”, localizado en la comunidad de “La Capilla”, Municipio de Cotaxtla, Veracruz, $18^{\circ} 44' - 18^{\circ} 59' N$ y $96^{\circ} 11' - 96^{\circ} 32' O$, a 40 msnm, la temperatura y precipitación media anual son de $26^{\circ} C$ y 1400 mm, el clima es cálido subhúmedo AW (w)(i') g (García, 1988).

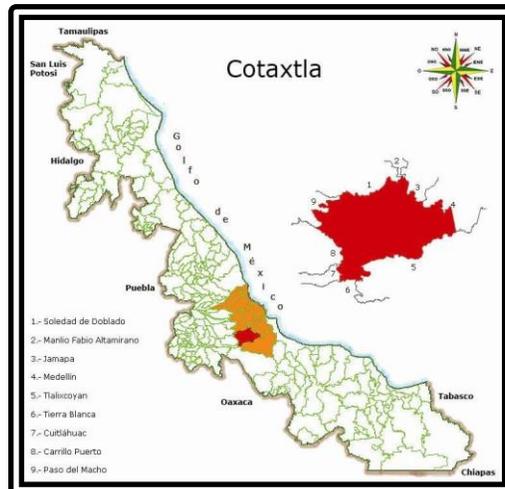


Figura 2. Localización de estudio, municipio de Cotaxtla, región Sotavento, Veracruz (SEFIPLAN, 2015).

El trabajo se desarrolló en tres fases: 1) Incubación, dónde se recolectó y caracterizó el huevo producido por las familias rurales; 2) Respuesta productiva de 2-8 semanas de pollitos alimentados con diferentes niveles de fibra en la dieta y provenientes de la incubación; 3) Caracterización zoométrica durante el periodo productivo.

5.2. Fase 1: Proceso de incubación

5.2.1. Recolección de huevo

Se realizaron dos ensayos de incubación-eclosión-crecimiento de pollitos criollos: Periodo 1 marzo-abril y periodo 2 mayo-junio. Se recolectó huevo de gallina criolla en localidades aledañas al Colegio de Postgraduados “Campus Veracruz” y el rancho “El Huilango”. En el primer ensayo se recolectaron 343 huevos en las localidades Loma del Nanche (LN, 120), El Pochote (POCH, 51) del municipio de Paso de Ovejas y rancho “El Huilango” (CAP, 165). Para el segundo ensayo se recolectaron 284 huevos de las localidades Cebadilla (CEB, 9), El Jícara (JIC, 75) y rancho “El Huilango” (CAP, 199) del municipio de Cotaxtla.

5.2.2. Manejo pre-incubación del huevo

Inicialmente la recolección de huevo se realizó a granel sin distinción por criterio de calidad, posteriormente se discriminó por presencia de fisuras, heces y malformaciones. Los huevos se lavaron y desinfectaron con una solución de yodo a 10%. Se pesaron en una báscula digital y se midió su ancho y largo y se identificó por procedencia. Se colocaron en la incubadora de manera escalonada en lotes de 100 huevos por día en una incubadora Incumatic® con capacidad máxima de 324 huevos.

5.2.3. Manejo del huevo incubado

Al décimo día de incubación se realizó una ovoscopia para determinar la fertilidad, se observó la presencia de vasos sanguíneos y se desecharon huevos que no los presentaron. A partir de cada huevo se midieron las siguientes variables:

- **Peso (*Ph*, g):** Se determinó con báscula digital.
- **Índice morfológico (*IM*, %):** Ancho entre longitud del huevo, multiplicado por cien, medidas obtenidas con un Vernier.
- **Fertilidad (*Fe*, %):** Número de huevos fértiles entre el total de huevos por cien.
- **Eclosión (*Ec*, %):** Número de huevos eclosionados entre el total de huevos por cien.
- **Peso del pollito al nacimiento (*Pep*, g):** Peso individual de cada pollito con báscula digital.

5.3. Fase 2: Evaluación de niveles de fibra en la crianza de pollitos

En los dos ensayos realizados las variables de respuesta del pollito criollo se realizaron de la segunda a la octava semana de edad.

5.3.1. Manejo del pollito pre-evaluación

Los pollos se mantuvieron en una criadora de batería y en corrales hasta la segunda semana de edad para asegurar su supervivencia y adaptación al ambiente. El área utilizada para el crecimiento fue de 42 m². Con corrales individuales con un área en piso de 2 m² por corral con una altura de 1.75 m. Los corrales fueron elaborados con malla hexagonal

de calibre de 10 milímetros para el contorno y de calibre 25 mm para puertas y división entre corrales (Figura 3).



Figura 3. Corrales experimentales utilizados en fase productiva.

Los corrales se desinfectaron con una lechada de cal a 20 % y se proporcionó cama de piso con viruta de madera previamente desinfectada con una solución de yodo a 10%. El alimento se proporcionó en comederos de aluminio tipo canoa y el agua en bebederos de plástico tipo campana. Se asignaron al azar 10 pollitos sin sexar por corral.

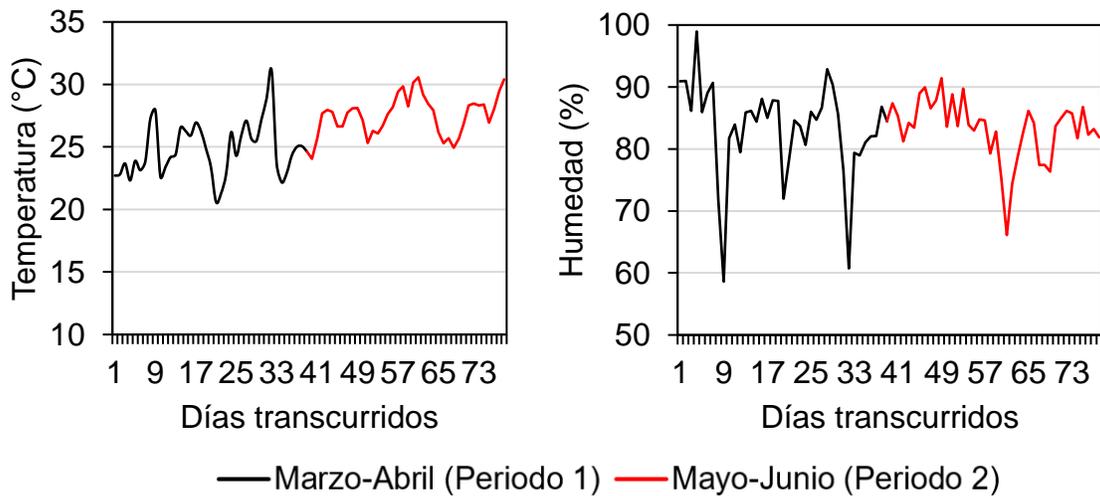
5.3.2. Manejo del pollito en evaluación

El periodo experimental fue de 56 días de la segunda a octava semana de edad. El alimento y agua se ofrecieron *ad libitum* a las 9:00 h. Las dietas se formularon de acuerdo los requerimientos establecidos por el NRC para pollos de engorda. La composición de las dietas experimentales se presenta en el Cuadro 4. Con niveles de fibra de 4 y 8 %. El ingrediente de fuente de fibra fue la hoja de la mazorca de maíz proveniente de cosecha local. La hoja se separó del elote y se molió con una criba de 2 mm, para obtener el tamaño adecuada para consumo en pollos de engorda. Solamente el 35 % de los animales experimentales fueron pesados. Antes de suministrar alimento se pesó el alimento ofrecido y rechazado. Se registró la temperatura ambiental una vez al día durante la fase experimental, las temperaturas medias fueron 26°C en el periodo 1 y 30°C en el periodo 2, las temperaturas registradas mínimas fueron 14.4°C y 19.1°C y máximas 41.5°C y 41.7°C por periodo. En la Figura 4 se presentan las temperaturas medias por

periodo experimental .

Cuadro 4. Ingredientes (%) suministrados en la dieta de 4 y 8 % de fibra en diferentes periodos de crianza.

Ingrediente	2-3 semanas		3-6 semanas		6-8 semanas	
Dieta % fibra	4	8	4	8	4	8
Maíz	56	38.50	63.30	45.80	67	50
Soya	35.3	37.80	28.10	31	23.30	25.50
Hoja de maíz	1	11.50	1.70	12.20	2	11.50
Metionina	.30	.30	.20	.20	.20	.30
Lisina	.20	0	.20	.10	.20	0
Minerales	2	2.20	2.00	2.20	2	2
Aceite de soya	1	6	.50	6	1.30	7
Carbonato de calcio	2.20	1.70	2	1.50	2	1.70
Melaza	2	2	2	1	2	2



Fuente: INIFAP (2017).

Figura 4. Temperaturas medias y humedad relativa durante los periodos experimentales de marzo-abril y mayo-junio.

Las variables productivas de respuesta fueron:

- **Peso vivo (PV, g):** Se pesaron semanalmente las aves en una báscula digital.
- **Ganancia diaria de peso (GDP, g):** Diferencia entre dos pesadas consecutivas, dividida entre el número de días transcurridos entre pesadas (7).
- **Consumo de alimento (CAD, g):** Total semanal por corral entre el número de aves que completaron la semana.
- **Conversión alimenticia (CA):** Consumo medio por ave entre el peso promedio corporal. La ecuación para obtener el dato es:

$$CA = \frac{(\text{Consumo de alimento por corral} / \text{Numero de pollitos})}{(\text{Peso vivo semana} - \text{peso vivo semana previa} / \text{dias de la semana})}$$

5.4. Fase 3: Caracterización zoométrica semanal de pollitos

Se recolectaron medidas corporales de 35 % de los pollos por corral elegidos aleatoriamente, las variables de respuesta fueron:

- **Perímetro torácico (cm):** Circunferencia del tórax por debajo de las alas.
- **Longitud dorsal (cm):** Primera vertebra torácica hasta la región del pigostilo.
- **Longitud ventral (cm):** Inicio y término de la quilla o esternón.
- **Longitud de muslo (cm):** Región coxal hasta la articulación de la rodilla.
- **Longitud de pierna (cm):** Articulación de rodilla hacia el tarso.
- **Longitud de pernil (cm):** Unión de pierna con muslo.
- **Diámetro de pierna (cm):** Zona de mayor volumen de la pierna.
- **Longitud de caña (cm):** Distancia entre los tarsos a la presencia del cuarto dedo.
- **Longitud de ala (cm):** Suma de las tres partes del ala hueso húmero, radio-cubito y falanges.

5.5. Diseño experimental y análisis estadístico

El peso de huevo, índice morfológico, fertilidad y eclosión (Fase 1) se analizaron con el modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + O_i + P_j + E_{ijk}$$

Y_{ij} = Variable respuesta k -ésima de la i -ésima localidad y j -ésimo periodo.

μ = Media general.

O_i = Efecto de i -ésima localidad de origen de huevo ($i=1,2,3$).

P_j = Efecto del j -ésimo periodo ($j=1,2$).

E_{ijk} = Error experimental.

Para las características de productividad se utilizó un diseño completamente al azar con los dos niveles de fibra y mediciones repetidas semanales. Se tuvieron 10 corrales - repeticiones por tratamiento-, cada uno con 10 pollos. Se usó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + P_j + (FP)_{ij} + A_k(ij) + S_l + (FS)_{il} + (PS)_{jl} + (FPS)_{ijl} + E_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijk} = Medición del i -ésimo porcentaje de fibra de la j -ésima repetición y k -ésima semana.

μ = Constante que caracteriza a la población.

F_i = Efecto fijo del i -ésimo porcentaje de fibra en la dieta ($i = 1, 2$).

P_j = Efecto fijo del j -ésimo periodo ($j = 1, 2$).

$(FP)_{ij}$ = Efecto fijo de la interacción porcentaje de fibra en la dieta por periodo.

$A_k(ij)$ = Efecto aleatorio de la j -ésima repetición anidada en el i -ésimo porcentaje de fibra del j -ésimo periodo ($k = 1, 2, \dots, 9, 10$).

S_l = Efecto fijo de la l -ésima semana ($l = 1, 2, \dots, 6, 7$).

$(FS)_{il}$ = Efecto fijo de la interacción del i -ésimo porcentaje de fibra con la l -ésima semana.

$(PS)_{jl}$ = Efecto fijo de la interacción del j -ésimo periodo con la l -ésima semana.

$(FPS)_{ijl}$ = Efecto fijo de la interacción porcentaje de fibra, periodo y semana.

E_{ijkl} = Error experimental.

Los datos se analizaron con los procedimientos GLM y MIXED del SAS 9.4 (SAS, 2013).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Fase 1

6.1.1. Peso de huevo (Ph)

El peso medio del huevo fue de 55.6 g \pm 6.1 g. Entre periodos no se observó diferencia ($p > 0.05$) en el peso del huevo (Cuadro 5); sin embargo, si se notó ($p \leq 0.05$) entre localidades (Cuadro 6). El peso de huevo de las localidades de LN, CAP y CEB se considera “chico” y en CAP (1er. Per.), POCH y JIC “mediano”, en términos de la clasificación establecida por la Norma NMX-FF-079-SCFI-2004 para la avicultura comercial.

Cuadro 5. Características del huevo, incubación y nacimiento de pollitos criollos por periodo.

Variables	Media	Periodo 1			Periodo 2		
		Media	Min	Max	Media	Min	Max
Variables físicas del huevo							
Peso (g)	55.6	55.4 \pm 6.0 ^a	38.0	73.0	55.8 \pm 5.9 ^a	42.0	77.0
IM	74.3	74.5 \pm 3.2 ^a	62.7	83.3	74.2 \pm 5.1 ^a	62.5	84.6
Incubación (%)							
Fertilidad	79.8	71.2 \pm 4.5 ^b			90.1 \pm 2.9 ^a		
Eclosión	61.0	51.9 \pm 5.0 ^b			72.0 \pm 4.4 ^a		
Peso al nacimiento							
Peso (g)	38.0	36.8 \pm 4.4 ^b	26	48	39.2 \pm 4.7 ^a	29	56

^{abc}Medias con diferente letra son diferentes estadísticamente ($p < 0.05$). IM= índice morfológico, Min= valor mínimo, Max= Valor máximo.

En algunas localidades las gallinas criollas se alimentan con concentrado comercial disponible en pequeños negocios distribuidores de alimentos y forrajes, además del maíz, ingrediente principal en la alimentación de estas aves, que al no cubrir los requerimientos nutricionales, pudiera relacionarse con el peso del huevo, el cual es generalmente menor hasta 14% al peso de huevo de gallinas comerciales mejoradas (Rodríguez *et al.*, 2007). Cevallos *et al.*, (2009) y Martínez *et al.*, (2012) reportan un peso medio de 59.4 g en huevos de gallinas Isa Babcock B-300 alimentadas con dietas elaboradas a diferentes niveles de lisina digestible y 61 g de peso en huevos de gallinas White Leghorn alimentadas con semilla de calabaza.

Cuadro 6. Características del huevo, incubación y nacimiento de pollitos criollos por periodo y localidad.

Variables	Periodo 1			Periodo 2		
	CAP	LN	POCH	CAP	CEB	JIC
Variables físicas del huevo						
Peso (g)	55.6 ±4.3 ^{bc}	53.6±7.1 ^c	58.3±6.8 ^{ab}	54.4±4.0 ^c	53.1± 7.5 ^c	59.3±6.8 ^a
IM	74.1±2.7 ^b	74.1±3.7 ^b	76.5±2.8 ^a	73.8±3.1 ^b	74.2±3.1 ^b	74.8±3.7 ^b
Incubación (%)						
Fertilidad	82.2±3.8 ^a	53.3±5.0 ^b	77.5±4.2 ^a	87.0±3.3 ^a	90.9±3.0 ^a	96.5±1.8 ^a
Eclosión	64.2±4.8 ^{abc}	35.8±4.8 ^c	47.1±5.0 ^{bc}	65.4±4.7 ^{ab}	63.6±5.0 ^{abc}	87.3±3.3 ^a

^{abc}Medias con diferente letra son diferentes estadísticamente ($p < 0.05$), \pm desviación estándar, CAP= Capilla, LN= Loma de Nanche, POCH= Pochote, CEB= Cebadilla, JIC= Jícaro, IM = índice morfológico.

El peso del huevo está relacionado con el genotipo y la composición del alimento suministrado (Jerez *et al.*, 2009; Fuente-Martínez *et al.*, 2012). El peso vivo de las gallinas en traspatios rurales es muy variable y se relaciona negativamente con el peso del huevo, una correlación genética positiva permitiría aumentar ambas características a través de la selección artificial (Juárez-Caratachea *et al.*, 2016).

6.1.2. Índice Morfológico (IM)

No se observó diferencia entre periodos ($p > 0.05$) para IM; la media global fue de 74.3 % (Cuadro 5), valor muy cercano al óptimo medio de 74 % (Periago, 2011), aunque inferior de 76 y 78.9 % reportados por Navarro (2000) y Alsobayel y Albadry (2011). Solamente en una localidad se obtuvo un IM mayor (Cuadro 6). Un IM cercano a 100 indica huevos más redondos y menos elongados, el IM se relaciona con el peso del huevo (huevos pesados tienen diámetros más grandes y viceversa) y con edad del ave, tamaño de yema, efecto individual de la gallina y ambiente de producción (North y Bell, 1998; Andrade-Yucailla *et al.*, 2015). El IM es importante al momento de colocar y posteriormente mover el huevo en las incubadoras automáticas; en los huevos largos ocurren más daños mecánicos y los esferoidales son más difíciles de colocar en las

charolas de incubación.

6.1.3. Fertilidad de huevo incubado (Fe)

Se observó diferencia entre periodos ($p \leq 0.05$); la fertilidad de 90 % del segundo periodo puede considerarse aceptable (Cuadro 5), dadas las condiciones locales de incubación, con huevos provenientes de localidades donde se desconoce la tecnología para su uso en incubadora, falta de instalaciones diseñadas exprofeso para la incubación y falta de servicios de alta calidad para la operación de las mismas.

Entre las localidades, el Jícaro obtuvo un notable porcentaje de incubación superior de 95% y al obtenido por Jerez (2004) de 91.6 a 93.5 % en aves criollas de México. Loma de Nanche (LN) presentó el porcentaje de fertilidad más bajo ($P \leq 0.05$) con 53.3 con respecto al resto de localidades (Cuadro 6). Los valores presentados en Capilla y Cebadilla fueron similares a lo que reportan Faruque *et al.*, (2010) y Andrade (2011) con 88.7 y 88.6 - 91.0 % respectivamente en aves nativas de Bangladesh y criollas de Ecuador. En La Capilla se presentaron valores similares a los reportado por Juárez-Caratachea y Ortiz (2001) de 82.4 %.

La fertilidad del huevo puede estar influida por altos niveles de consanguinidad y baja calidad nutritiva de los alimentos, entre otros factores, que reducen la producción y vitalidad de los espermias y por ende la fecundidad (Jerez *et al.*, 2009), los problemas anatómicos de los reproductores (se desconoce la situación reproductiva de los huevos colectados) puede tener relevancia en gallos, la presencia de malformaciones llega a reducir la fecundación por un inadecuado contacto con la cloaca de la gallina (Hocking *et al.*, 1989) y la gran variabilidad de la gallina criolla puede diferir en su composición genética y expresarlo en la fertilidad, una mala calidad genética puede disminuir la fecundidad en las aves (Galíndez *et al.*, 2012)

6.1.4. Eclosión de huevo incubado (Ec)

Similar a la fertilidad del huevo, la eclosión fue mayor en el segundo periodo ($P \leq 0.05$), aunque esta diferencia fue aún más amplia (Cuadro 5). Un mejor control de la temperatura y humedad de la incubadora influyeron en este resultado. La mayor eclosión del huevo de casi 90 % también se observó en El Jícaro ($p \leq 0.05$), más del doble de la obtenida de la menor de 40 % de Loma del Nanche. Los valores que se obtuvieron para

otras comunidades son inferiores a lo reportado por Pérez *et al.*, (2000), Faruque *et al.*, (2010) y Arthola y Rayo (2011) cuyos valores fueron de 73.5, 75 y 75.7 % en huevos de aves criollas de Cuba, aves nativas de Bangladesh y aves criollas de Nicaragua manejadas en reproducción natural, respectivamente. En otros estudios Andrade (2011) reporto 81.3 % de eclosión en huevos en aves criollas y Arthola y Rayo (2011) indicaron 83.3 % de eclosión en aves criollas inseminadas artificialmente, estos valores son cercanos al reportado en el presente trabajo para la localidad de El Jícaro.

La sanidad tiene un gran efecto sobre el nacimiento de los pollitos. En condiciones de campo, en los traspatios se desconocen las mejores técnicas sanitarias de conservación del huevo para su incubación artificial y los mismos se exponen a condiciones naturales muy variables de temperatura y humedad (Pérez *et al.*, 2000), lo que puede favorecer la introducción de bacterias y hongos patógenos al momento de la pérdida de la cutícula que protege al huevo días posteriores a la puesta (Arias y Fernández, 1989); en unidades de producción donde el huevo se almacena sin ser expuesto a un ambiente variable y se utilizan desinfectantes para protegerlo previo a la incubación, la eclosión puede superar 85 % (Jerez *et al.*, 2009).

6.1.5. Peso del pollito al nacimiento (Pep)

El peso medio del pollito al nacimiento de cerca de 40 g, también fue superior en el segundo periodo ($P \leq 0.05$, Cuadro 5) y similar a 39.2 g estimado por Juárez-Caratachea y Ortiz (2001). En un estudio de caracterización productiva en gallina criollas de Cuba indicaron un peso al nacimiento de 32.2 g, inferior a los estimados en los dos periodos del presente estudio (Pérez *et al.*, 2000). El peso del pollito al nacimiento depende de diversos factores como la cantidad de yema residual (Cortázar, 2008). La alimentación de la gallina previa a la incubación de sus huevos influye en el desarrollo embrionario, su edad se relaciona con el tamaño y peso del huevo que a su vez influyen en el peso al nacimiento; gallinas jóvenes forman huevos pequeños e irregulares y en consecuencia se obtienen pesos de pollos al nacimiento bajos (Cortázar, 2008).

También la conservación y transporte del huevo a la incubadora tienen efectos sobre el peso del pollito al nacimiento, principalmente por el riesgo de ingreso de bacterias en el

huevo en ambientes contaminados que no tengan una temperatura y humedad controlada (16-18 °C, 70-75 %) y un medio higiénico y seguro en el cascarón del huevo al momento de movilizarlo (Cortázar, 2008); en el proceso de incubabilidad se afecta la calidad si no se tiene seguimiento correcto de la temperatura, humedad y ventilación, lo que puede retrasar el desarrollo del embrión, deshidratación, asfixia, y pérdida de calor que se traduce en estrés al nacimiento y retraso en el crecimiento (Cortázar, 2008; Abad y García, 2013).

6.2. Fase 2

Cuadro 7. Medias de variables de respuesta productiva en tratamientos y periodos.

Peso vivo (g)				
Época/tratamiento	Tratamiento 4%	Tratamiento 8%	Diferencia	Pr > F
Periodo 1	254.9±137.1	264.2±149.1	9.3	0.8326
Periodo 2	230.7±127.0	225.3±127.6	4.7	0.0365
Diferencia	24.1	38.9		
Pr > F	0.9599	0.0137		
Consumo de alimento (g)				
Época/tratamiento	Tratamiento 4%	Tratamiento 8%	Diferencia	Pr > F
Periodo 1	32.3±13.4	31.8±12.4	0.5	0.9517
Periodo 2	36.6±13.5	40.0±15.2	3.4	0.0111
Diferencia	4.2	8.2		
Pr > F	0.0023	<.0001		
Ganancia diaria de peso (g)				
Época/tratamiento	Tratamiento 4%	Tratamiento 8%	Diferencia	Pr > F
Periodo 1	8.1±6.3	9.7±5.3	1.6	0.1477
Periodo 2	8.2±5.6	8.6±5.0	0.4	0.9121
Diferencia	0.03	1.12		
Pr > F	1.000	0.4232		
Conversión alimenticia				
Época/tratamiento	Tratamiento 4%	Tratamiento 8%	Diferencia	Pr > F
Periodo 1	3.5±1.9	3.7±2.1	0.2	0.9522
Periodo 2	3.9±1.6	4.4±1.3	0.5	0.7155
Diferencia	0.4	0.7		
Pr > F	0.7924	0.3057		

6.2.1. Peso vivo (PV)

Los niveles de fibra en la dieta no tuvieron un efecto ($P > 0.05$) en PV, con 242.8 g en T4% y 244.7 g en T8%. La fibra afecta negativamente la utilización de nutrientes en pollos de engorda, en el tracto gastrointestinal una barrera física de paredes celulares encapsula nutrientes disponibles; además, la propiedad viscosa de (McNab *et al.*, 1992; Bach, 2014) almidones no polisacáridos interfieren en el proceso de digestión y reduce la digestibilidad de nutrientes (Steenfeldt, 2001; Bach, 2014). Vale decir que la base alimenticia del pollo criollo de engorda en los traspatios son las hierbas y plantas con alto contenido de fibra. Entre periodos se observó diferencia ($P < 0.05$) en PV medio, mayor en el primero 259.6 g que en el segundo 228.0 g, durante el cual se presentaron temperaturas más altas. Se observó que el PV semanal de los dos periodos presentó diferencia ($P < 0.01$). En la Figura 5 se observa que los PV semanales fueron similares hasta la 3ra semana, después de la cual fueron mayores en el primer periodo en la 5ta ($P < 0.05$) y en la 6ta semana ($P < 0.01$).

El PV por dieta y periodo no fue diferente ($P > 0.05$). La exposición a altas temperaturas induce estrés calórico y disminuir el consumo de alimento, el ave reduce su ingesta y metabolismo para no generar calor por la digestión del alimento (Simmons *et al.*, 1997; Simmons *et al.*, 2003; Veldkamp *et al.*, 2005; Fayeye *et al.*, 2006; Estrada-Pareja *et al.*, 2007). Las aves son homeotermos, capaces de regular su temperatura corporal en un intervalo estrecho, esta regulación puede dificultarse debido a la exposición a condiciones ambientales adversas; sin embargo las aves criollas son capaces de tolerar altas temperaturas ambientales (Piestun *et al.*, 2008).

El nivel de fibra en la dieta no afectó el PV en ambos periodos, es probable que el pollo criollo sea más tolerante a la ingesta de fibra y sus requerimientos nutricionales sean menores a los de los pollos mejorados, los cuales tienen mayores requerimientos para expresar su potencial productivo. Con dietas altas en fibra en engorda de pollos comerciales Sarmiento-Franco *et al.*, (2002) tuvieron intervalo de 703 - 841 g a la 6ta semana en aves Hubbard con diferentes porcentajes de chaya, Husvéth *et al.*, (2015) tuvieron intervalo de 2.94 - 3.02 kg de peso a la 6ta semana en animales Ross 308 alimentados con diferentes porcentajes de trigo y Nkukwana *et al.*, (2014) un intervalo de 2.14 - 2.23 kg en la 5ta semana de edad suministrando *Moringa olifera* en pollos Cobb

500. En aves criollas Segura-Correa *et al.*, (2004) tuvieron PV medio de 675 g a la 7ma semana de edad, Jerez *et al.*, (2004) de 1.01 kg en la 10ma, Andrade (2011) de 506 - 509 g en pollitas en la 8va semana de edad, Juárez-Caratachea y Ortiz (2001) de 970 g a la 8va y Jerez (2004) de 766 g también en la 8va. PV similares a este estudio en la 8va semana de edad fueron reportados por Pérez *et al.*, (2000) y Jerez-Salas *et al.*, (2014) de 570 g y 425 - 591 g, respectivamente.

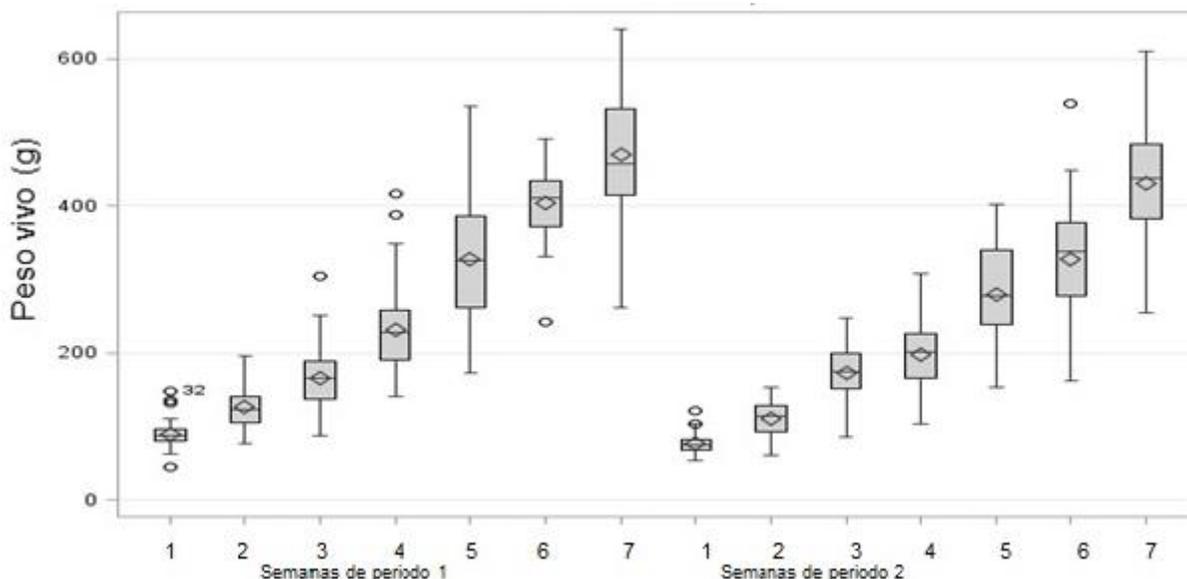


Figura 5. Peso vivo semanal en dos períodos de engorde de pollos criollos.

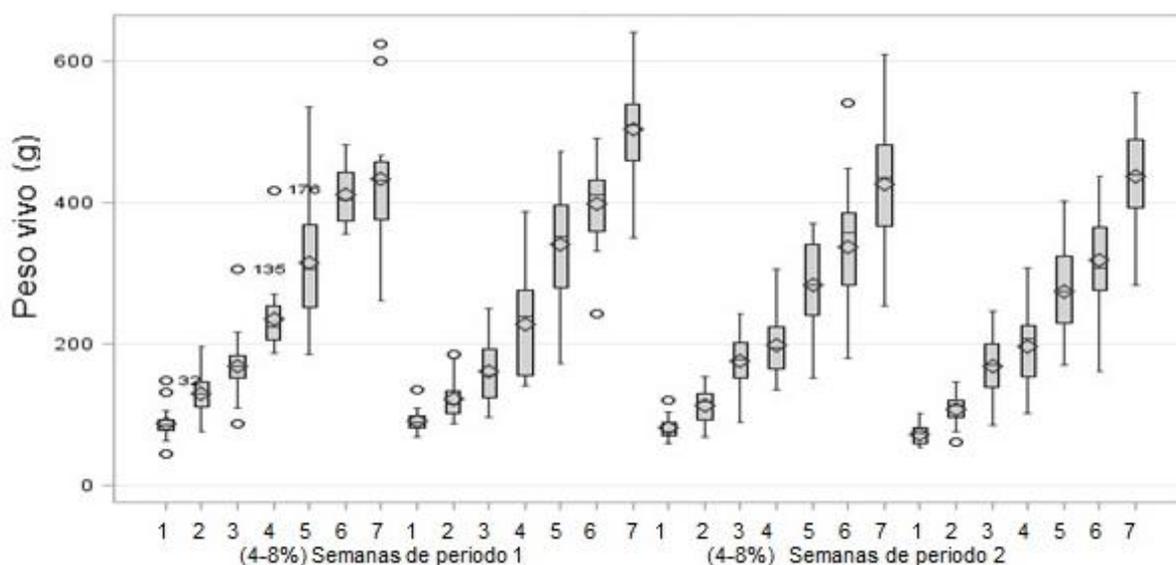


Figura 6. Tendencia de peso vivo con diferentes contenidos de fibra por época.

6.2.2. Consumo de alimento (CAD)

El CAD fue 16 % superior en el segundo periodo ($p \leq 0.01$) pero sin diferencia entre niveles de fibra ($p > 0.05$, Cuadro 7). Un mayor consumo de alimentos con alto contenido en fibra puede relacionarse a una mayor velocidad de paso del alimento en el tracto intestinal, que puede disminuir la absorción y utilización de nutrientes, sin satisfacer los requerimientos nutricionales del animal (Savón, 2005). El CAD fue diferente ($P < 0.01$) entre niveles de fibra en la 2da, 3ra, 5ta y 6ta semana del primer periodo (Figura 7).

El CAD semanal de T4% y T8% por periodo presentó diferencias ($P < 0.05$), con mayor consumo en el 2do periodo, a pesar de las temperaturas medias más altas que ocurrieron en dicho periodo. Las temperaturas elevadas pueden inducir menor consumo en pollitos para evitar generar calor metabólico; sin embargo, el ave puede disipar el calor corporal por alcalosis con aumento su frecuencia respiratoria, con la consecuente pérdida de dióxido de carbono, disminución de la presión parcial y de los niveles de concentración de ácido carbónico e hidrógeno, los riñones aumentan la excreción de ácido carbónico y reducen la excreción de hidrógeno para mantener el equilibrio ácido base (Dai y Büttow, 2014). La alcalosis y el aumento de jadeo en temperaturas ambientales superiores de 25°C resultan en mayor desgaste energético (Dai y Büttow, 2014), aunque en aves criollas adaptadas a altas temperaturas esta acción puede posibilitar un mayor consumo en condiciones de temperaturas más altas, tal y como ocurrió en el segundo periodo. Consumos superiores de la dieta con bajo nivel de fibra en el segundo periodo se observaron en la 2da, 3ra, 5ta y 6ta semana ($P < 0.01$). En Nigeria Adeyemi *et al.*, (2012) con dietas a base de harina de yuca y harina de sangre de diferente contenido de fibra en pollos de engorda "Anak" estimaron un intervalo de consumo de 85 - 99 g a la 6ta semana de edad; Kermanshahi *et al.*, (2012) con dietas adicionadas con harina de maíz en pollos Ross 308 observaron un consumo diario de 95.5 - 99.5 g en la 7ma semana de edad. En el intervalo de 18 - 25 días de edad (3er-4ta semana) los consumos en este estudio fueron inferiores a los estimados por Jiménez-Moreno *et al.*, (2009), Hernández F. *et al.*, (2011) y Jiménez-Moreno *et al.*, (2013), de 39.8 a 54.8 g en las líneas comerciales Ross 308 y Cobb. Walugembe *et al.*, (2014) obtuvieron una respuesta similar de 30.4 g día en pollos Ross 308 y Hy line W36.

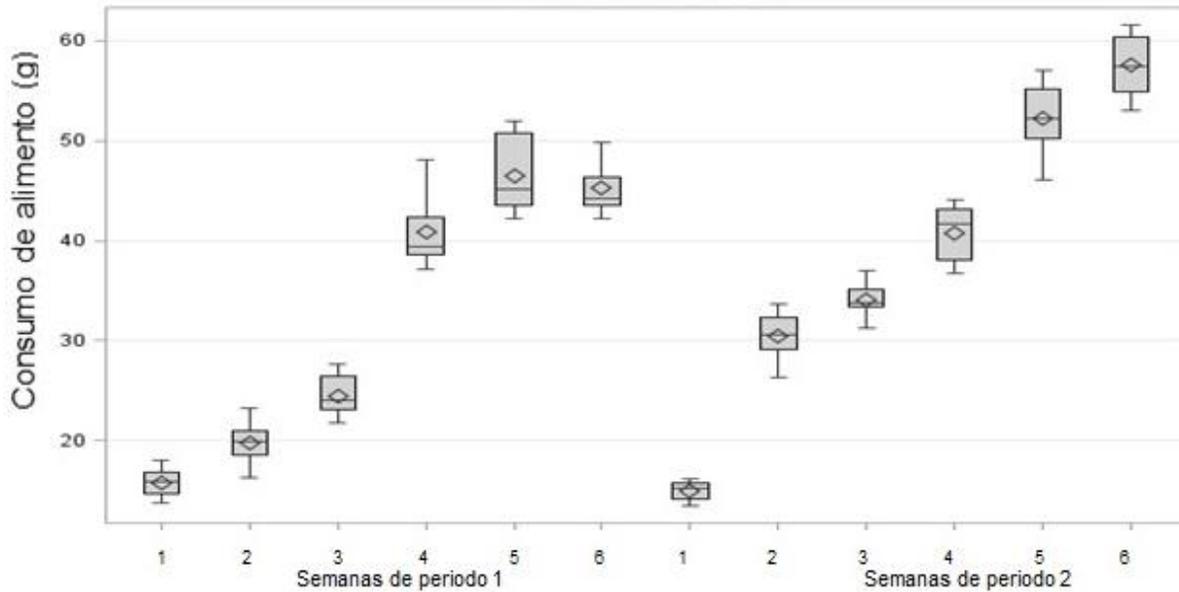


Figura 7. Tendencia de consumo de alimento por época.

En intervalo de consumo en la 7ma y 8va semanas de edad de este estudio, estuvieron acordes con otros con aves criollas, con medias de 48, 63, 47.5, 41 y 38 g (Juárez-Caratachea y Ortiz, 2001; Segura-Correa *et al.*, 2004; Jerez *et al.*, 2004; Jerez, 2004; Andrade, 2011), respectivamente. Pérez *et al.*, (2000) observaron un menor consumo de 24.1 g día.

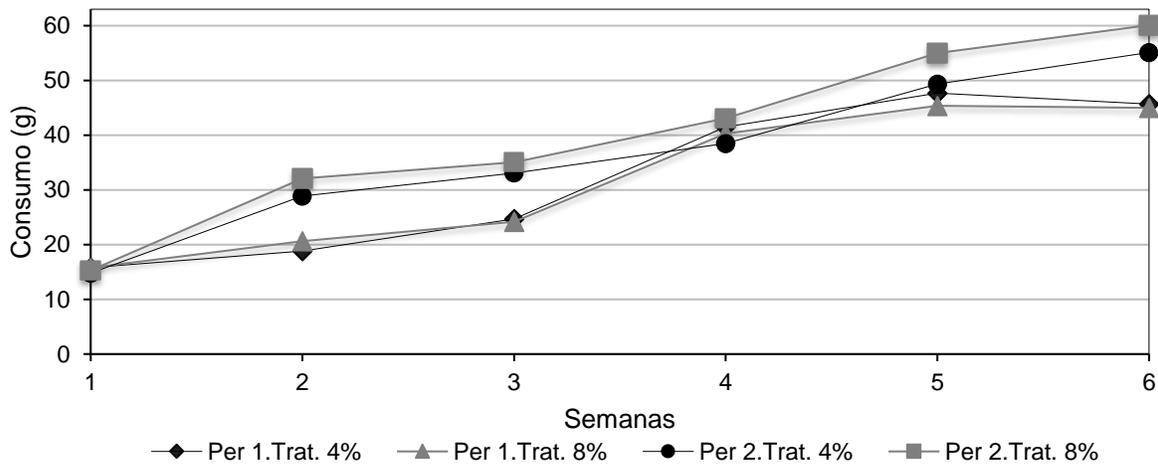


Figura 8. Tendencia de consumo de alimento con diferentes contenidos de fibra por época.

6.2.3. Ganancia diaria de peso (GDP)

Se encontró diferencia a favor de la dieta con mayor contenido de fibra ($P < 0.05$) en el 1er periodo. Durante el segundo periodo, a pesar de un mayor consumo de alimento, la presencia de temperaturas superiores a 32°C pudieron reducir la ganancia diaria de peso a través de un mayor consumo de agua y regulación de la temperatura corporal (Corona, 2012). En dietas con alto contenido de fibra se incrementa la velocidad de pasaje en el tracto digestivo con rápida eliminación de excretas, lo que disminuye la digestibilidad (Itzá *et al.*, 2010). En este estudio la dieta con mayor contenido de fibra, logro cubrir los requerimientos de GDP que la dieta con menor fibra e incluso observar una mejor respuesta. Los nutrientes obtenidos por el mayor consumo de alimento en el segundo periodo pudieron ser utilizados para disipar calor en vez de utilizarse para ganar peso. La GDP por periodo fue diferente entre semanas ($P > 0.05$). Como se muestra en la Figura 9, la GDP fue muy variable con medias 3.0, 5.7, 4.0 y 5.6 g en las semanas 2, 3, 5 y 6. La dieta con menor contenido de fibra fue superior a la de alto contenido en las semanas con diferencia ($P < 0.05$) en la 6ta semana. En la Figura 10 se muestra la tendencia variable de la GDP por periodo de estudio. Jorgensen *et al.*, (1996), Adeyemi *et al.*, (2012), Kermanshahi *et al.*, (2012), Nkukwana *et al.*, (2014) y Khosravi *et al.*, (2016) estimaron GDP de 29.5 - 63.8 g entre 4ta y 7ma semana de edad en aves tipo Ross 208, Ross 308, Cobb, Cobb 500 y "Anak". Jiménez-Moreno *et al.*, (2009), Hernández F. *et al.*, (2011), Jiménez-Moreno *et al.*, (2013) y Walugembe *et al.*, (2014) estimaron ganancias diarias de peso superiores de 18.7 - 42.6 g del 18 a 25 día de edad en aves tipo Ross 308, Cobb y Hyline W36. Onifade y Odunsi (1998) y Sarmiento-Franco *et al.*, (2002) estimaron ganancias de 22.5 - 22.9 g y 8.1 - 14.7 g, respectivamente, en la 5ta y 6ta semana de vida con animales tipo Arbor Acres y Hubbard. En aves criollas de 7 y 8 semanas de edad se han estimado GDP de 14.5 y 12 g (Segura-Correa *et al.*, 2004; Jerez, 2004). Pérez *et al.*, (2000) y Andrade (2011) estimaron GDP de 5.9 y 8.4 g a la 8va semana de edad, similares al presente estudio. Las aves secretan hormonas tiroideas según la temperatura ambiental, si esta aumenta la secreción disminuye (Silva, 2003).

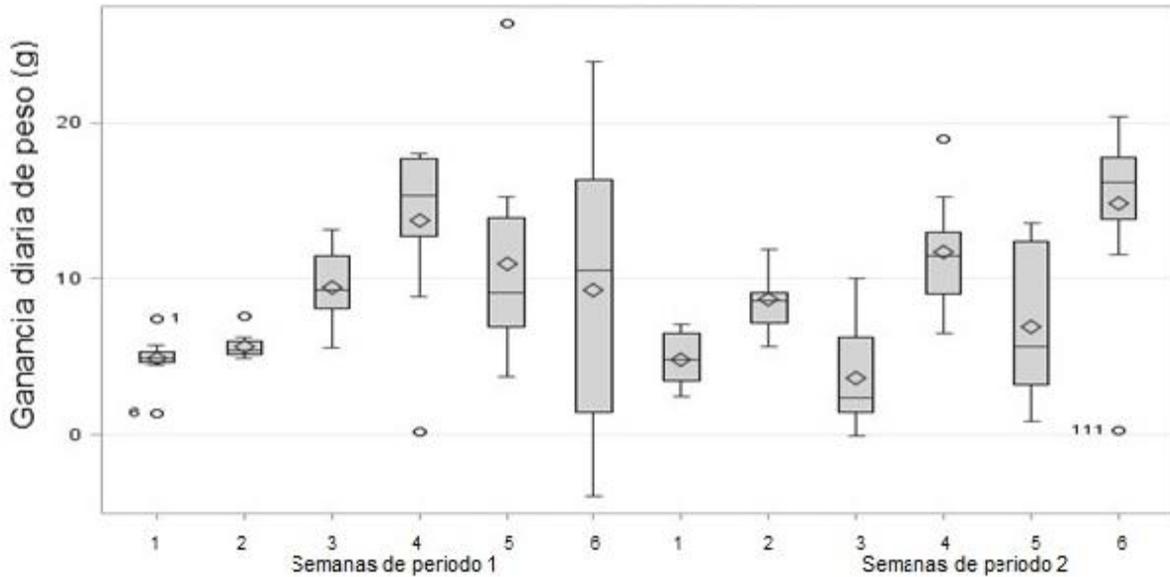


Figura 9. Tendencia de ganancia diaria de peso por época.

La triiodotironina es la principal hormona estimulante metabólica (Gabarrou *et al.*, 1997), relacionada con la regulación de la temperatura corporal y el crecimiento de pollos; por lo cual la temperatura ambiental puede contribuir a modificar la tasa de crecimiento (Sandoval *et al.*, 2004).

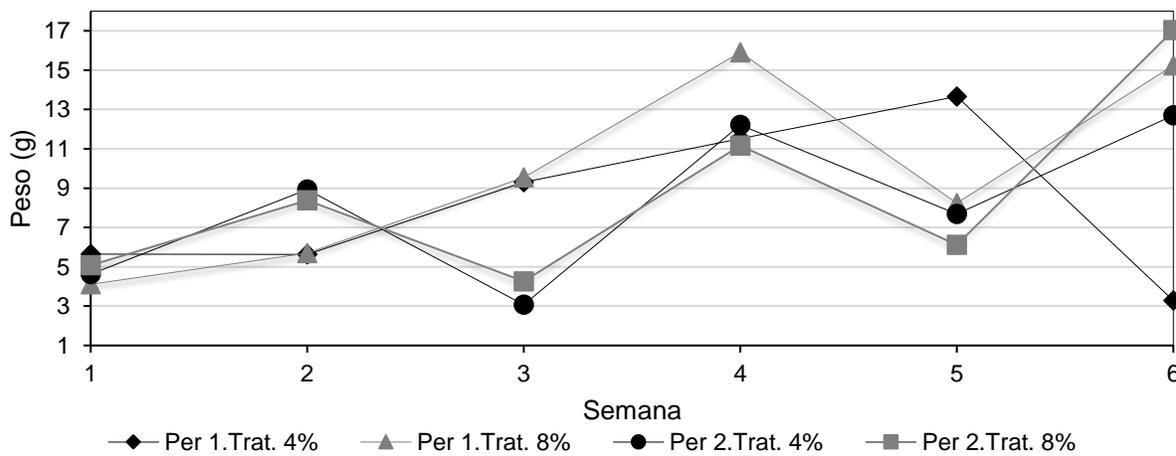


Figura 10. Tendencia de ganancia diaria de peso con diferentes contenidos de fibra por época.

6.2.4. Conversión alimenticia (CA)

No se encontró efecto significativo ($p > 0.05$) ni del nivel de fibra en la dieta ni del periodo de engorda en CA (cuadro 5); sin embargo, la diferencia máxima de 900 g puede ser importante con escasez de alimentos. La CA semanal por periodo tuvo tendencia similar (Figura 11) y diferencia ($p < 0.05$) solamente en la 4ta semana. En el análisis semanal, la dieta alta en fibra del segundo periodo presento diferencia ($p < 0.05$) en la 3ra semana. En pollos de engorda de líneas comerciales, Adeyemi *et al.*, (2012) estimaron conversiones de 2.1 - 2.7 en la 6ta semana; Jorgensen *et al.*, (1996) 2.0 - 2.7 de la 4ta y 5ta semanas, Kermanshahi *et al.*, (2012) de 2.3 - 2.5 en la 7ma semana, Husvéth *et al.*, (2015) de 1.5 - 1.6 en la 6ta semana, Khosravi *et al.*, (2016) de 2.4 - 3.1 en la 6ta semana, Nkukwana *et al.*, (2014) de 1.4 en la 5ta semana. En datos reportados por Jiménez-Moreno *et al.*, (2009) Hernández F. *et al.*, (2011), Jiménez-Moreno *et al.*, (2013) con aves comerciales y Cajal y Francesch (2014) con gallinas autóctonas “Sobrarbe” en la 3ra - 4ta semana estimaron CA de 1.3 - 1.9. Las CA de 3.7 a 5.6 en la semana 6ta también fueron estimadas por Sarmiento-Franco *et al.* (2002).

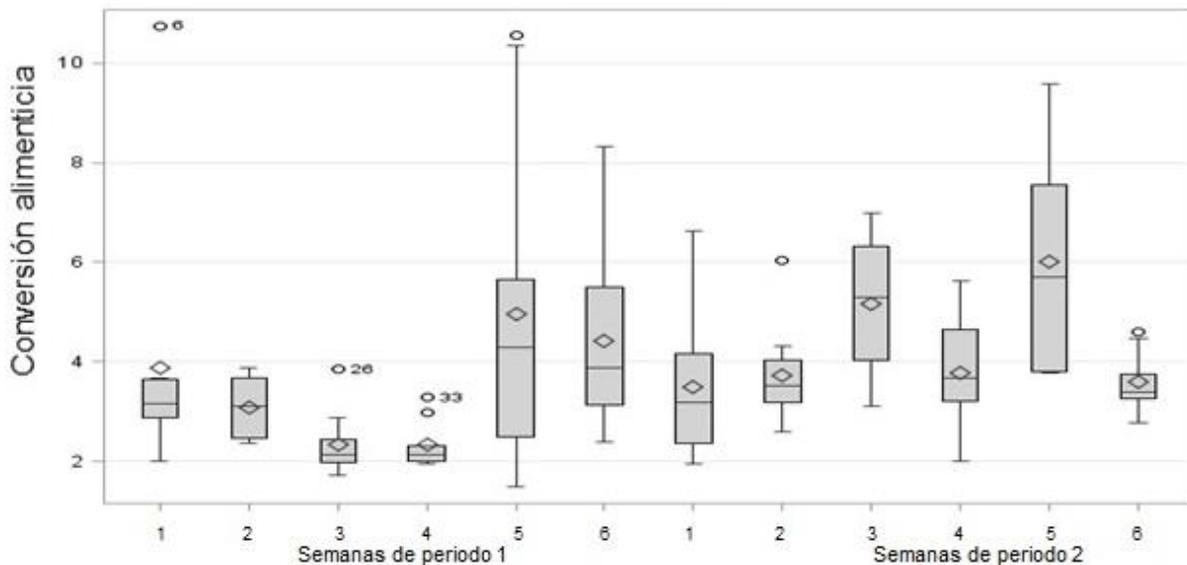


Figura 11. Tendencia de conversión alimenticia por época.

En pollos criollos, conversiones similares al presente estudio fueron de 3.7 - 4.6 entre la 7ma y 8va semana (Pérez *et al.*, 2000; Segura-Correa *et al.*, 2004; Andrade, 2011; Jerez-Salas *et al.*, 2014) e inferiores de 3.0 - 3.3 en la 8va y 10ma semana (Juárez-Caratachea y Ortiz, 2001; Jerez, 2004; Jerez *et al.*, 2004).

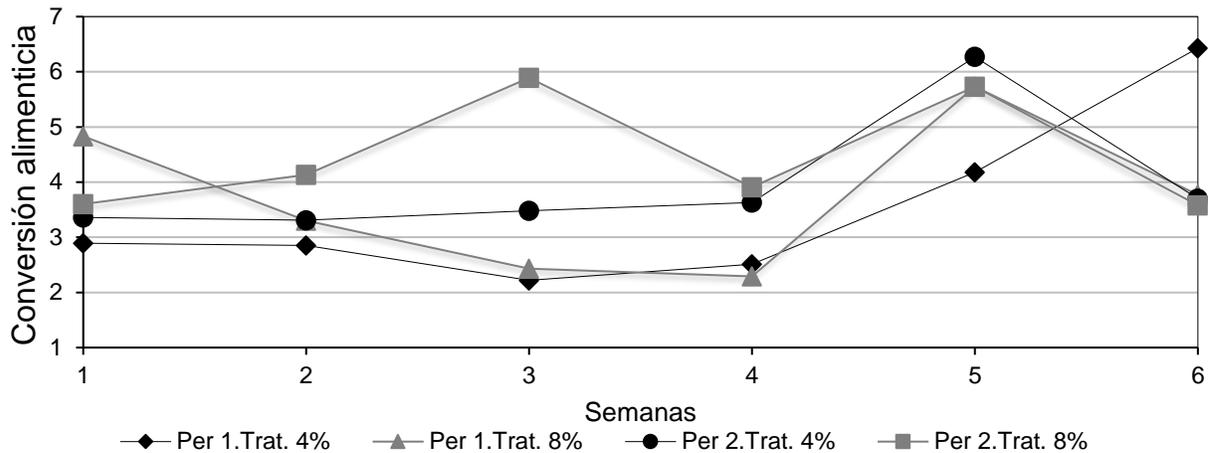


Figura 12. Tendencia de conversión alimenticia con diferentes contenidos de fibra por época.

6.3. Fase 3

6.3.1. Resultados

Cuadro 8. Medias de variables morfológicas en tratamientos y periodos.

Perímetro torácico (cm)				
Época/tratamiento	Tratamiento 4%	Tratamiento 8%	Diferencia	Pr > F
Periodo 1	11.7±2.7	11.9±3.0	0.2	0.7910
Periodo 2	11.1±2.4	10.8±2.5	0.2	0.6838
Diferencia	0.6	1.0		
Pr > F	0.0768	0.0013		
Longitud dorsal (cm)				
Época/tratamiento	Tratamiento 4%	Tratamiento 8%	Diferencia	Pr > F
Periodo 1	11.9±2.6	12.1±2.8	0.2	0.5978
Periodo 2	11.6±2.3	11.3±2.5	0.2	0.3547
Diferencia	0.37	0.85		
Pr > F	0.1498	0.0004		

Longitud de muslo (cm)				
Época/tratamiento	Tratamiento 4%	Tratamiento 8%	Diferencia	Pr > F
Periodo 1	5.7±1.2	5.9±1.3	0.1	0.2583
Periodo 2	5.4±1.2	5.3±1.2	0.1	0.2864
Diferencia	0.2	0.5		
Pr > F	0.0133	<.0001		
Longitud de pierna (cm)				
Época/tratamiento	Tratamiento 4%	Tratamiento 8%	Diferencia	Pr > F
Periodo 1	7.7±1.9	7.8±1.8	0.07	0.9434
Periodo 2	7.5±1.7	7.3±1.7	0.1	0.6666
Diferencia	0.2	0.4		
Pr > F	0.2245	0.0089		
Longitud de pernil (cm)				
Época/tratamiento	Tratamiento 4%	Tratamiento 8%	Diferencia	Pr > F
Periodo 1	13.5±3.1	13.7±3.1	0.2	0.6642
Periodo 2	13.0±2.9	12.7±2.9	0.2	0.4602
Diferencia	0.5	1.0		
Pr > F	0.0621	0.0003		
Perímetro de pierna (cm)				
Época/tratamiento	Tratamiento 4%	Tratamiento 8%	Diferencia	Pr > F
Periodo 1	5.7±1.4	5.7±1.4	0.01	0.9990
Periodo 2	5.3±1.2	5.2±1.2	0.17	0.5658
Diferencia	0.32	0.50		
Pr > F	0.0927	0.0051		
Longitud de ala (cm)				
Época/tratamiento	Tratamiento 4%	Tratamiento 8%	Diferencia	Pr > F
Periodo 1	16.1±3.5	16.5±3.6	0.01	0.4877
Periodo 2	14.9±3.1	14.6±3.1	0.17	0.6487
Diferencia	0.32	0.50		
Pr > F	0.0010	<.0001		
Longitud de caña (cm)				
Época/tratamiento	Tratamiento 4%	Tratamiento 8%	Diferencia	Pr > F
Periodo 1	3.3±0.8	3.4±0.8	0.01	0.9222
Periodo 2	3.2±0.8	3.1±0.8	0.17	0.2122
Diferencia	0.32	0.50		
Pr > F	0.3414	0.0022		

6.3.1.1. Perímetro torácico (Pt)

En el primer periodo se obtuvieron los mayores perímetros torácicos para ambos niveles de fibra ($P < 0.05$) con diferencia máxima de 1.1 cm (Cuadro 6). La interacción contenida de fibra por periodo no fue significativa ($P > 0.05$). En la Figura 13 se indica la tendencia de crecimiento torácico, similar en ambos periodos. El nivel de fibra no afecto en perímetro torácico ($P > 0.05$). Entre los dos periodos se encontró diferencia ($P < 0.01$). Entre semanas, se encontraron diferencias en la 4ta, ($P > 0.05$), 5ta y 6ta ($P < 0.01$).

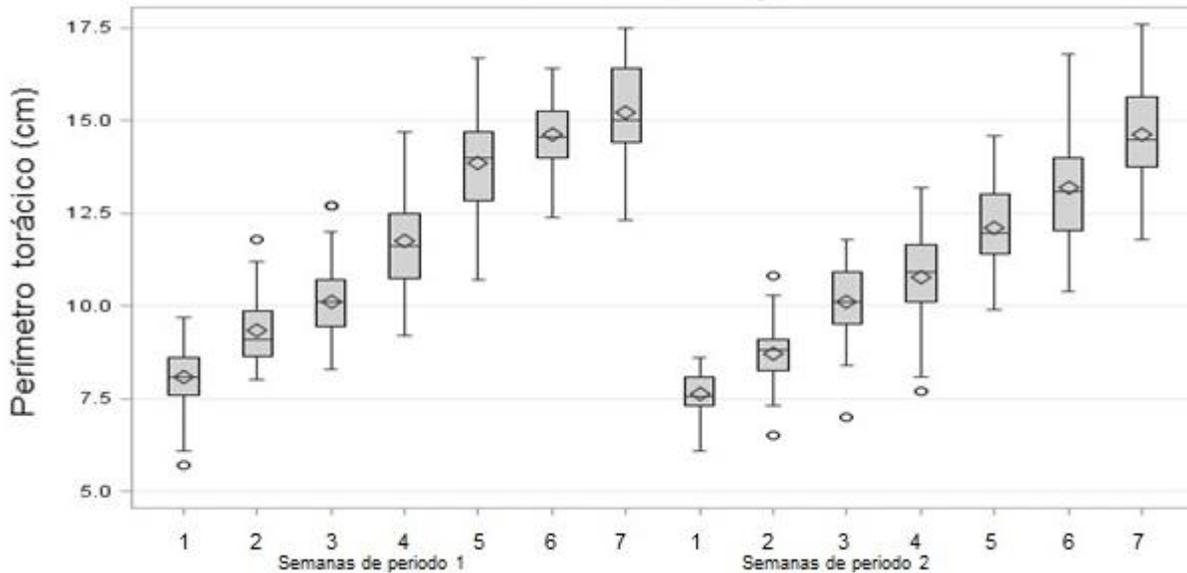


Figura 13. Desarrollo de perímetro torácico por época.

6.3.1.2. Longitud dorsal (Ld)

La Ld fue mayor en el primer periodo 12.0 vs 11.46 cm ($P < 0.01$), en el cual se obtuvieron las mayores Ld en los dos niveles de fibra ($P > 0.05$) con diferencia máxima de 0.85 cm (Cuadro 8). En la Figura 14 se muestra tendencia similar de Ld en ambos periodos. Por semana se presentaron diferencias en la 5ta y 6ta ($P < 0.05$). El nivel de fibra no afecto en longitud dorsal ($P > 0.05$).

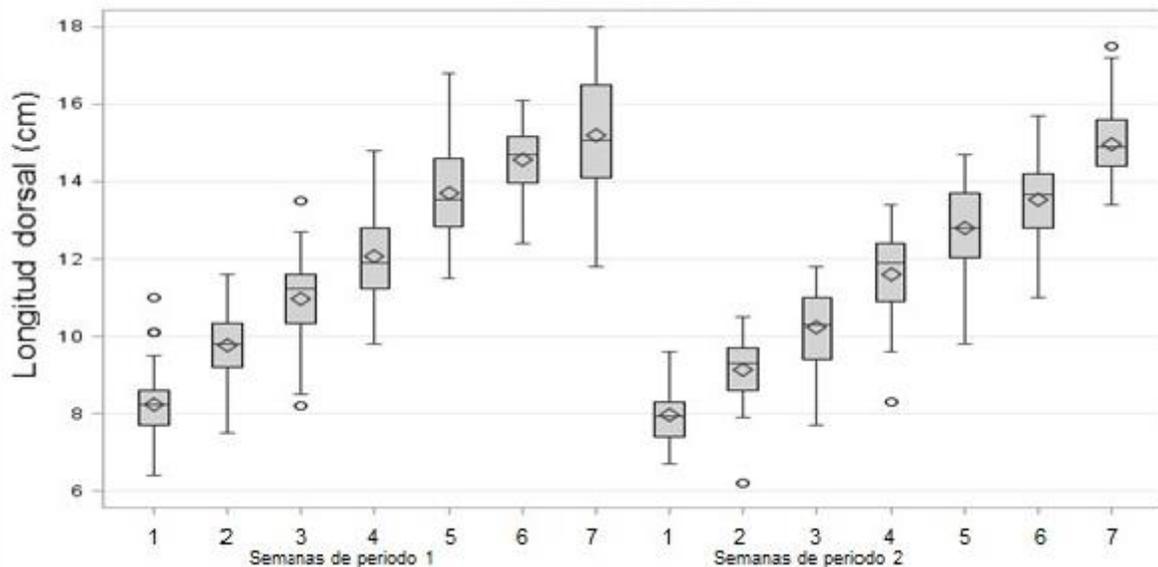


Figura 14. Desarrollo de longitud dorsal por época.

6.3.1.3. Longitud de muslo (Lm)

La dieta no tuvo efecto ($P > 0.05$) en Lm con medias similares a 5.6 cm. Lm en el primer periodo de 5.8 cm fue superior al segundo 5.4 cm ($P < 0.01$). En el primer periodo se obtuvieron las mayores longitudes de muslo para ambos niveles de fibra ($P < 0.01$) con diferencia máxima de 0.6 cm (Cuadro 8). En la Figura 15 se indica la tendencia de longitud dorsal, similar en ambos periodos. Por semana se observaron diferencias en la 1ra, 2da, 4ta, ($P < 0.05$), 5ta y 6ta ($P < 0.01$). El nivel de fibra no afecto la longitud de muslo ($P > 0.05$).

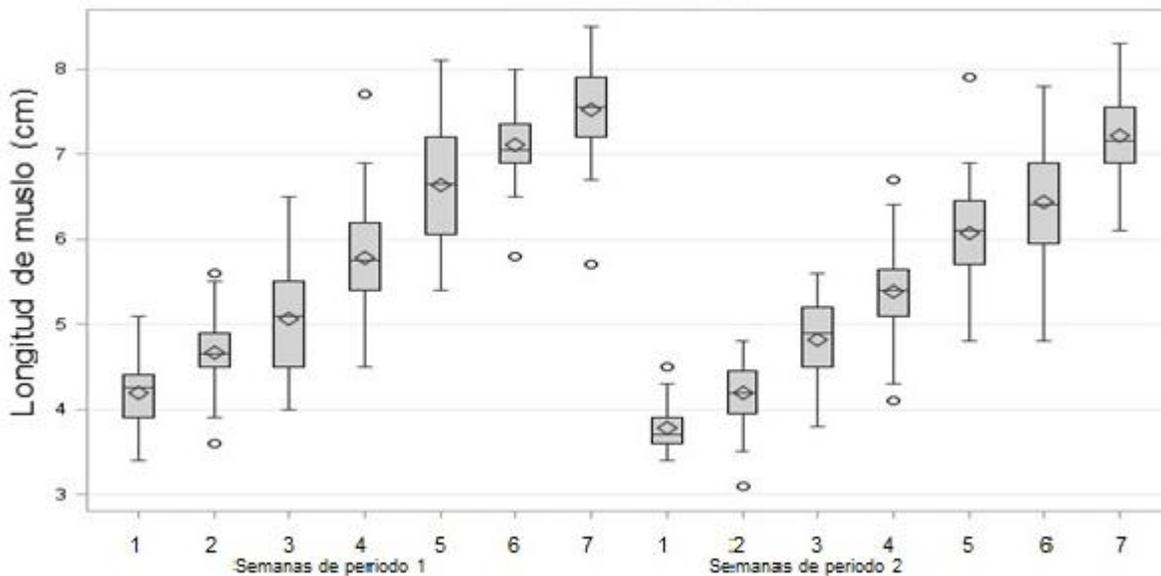


Figura 15. Desarrollo de longitud de muslo por época.

6.3.1.4. Longitud de pierna (Lp)

El contenido de fibra en la dieta no tuvo efecto ($P>0.05$) en Lp, pero si el periodo 7.8 vs 7.4 cm ($P<0.05$) (Cuadro 8). En el primer periodo se obtuvo la mayor longitud de pierna en el nivel alto de fibra ($P<0.05$) con diferencia máxima de 0.5 cm. En la Figura 16 se indica la tendencia de longitud dorsal, similar en ambos periodos. Por semana, se presentó diferencia en la 5ta y 6ta ($P<0.05$) semana. El nivel de fibra no afecto la longitud de pierna ($P>0.05$).

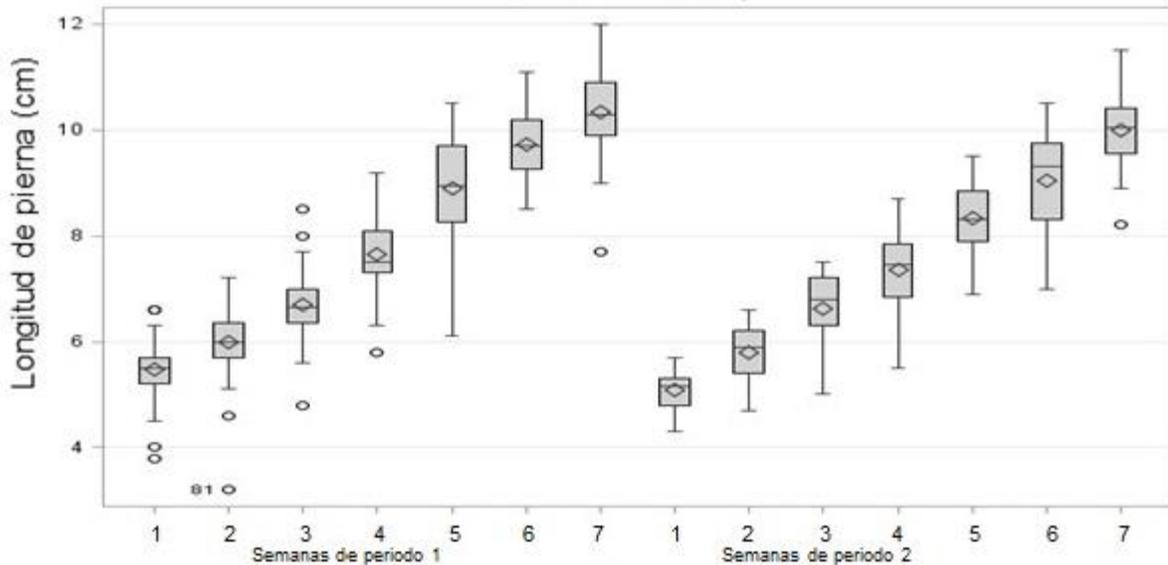


Figura 16. Desarrollo de longitud de pierna por época.

6.3.1.5. Longitud de pernil (Lpe)

El periodo afecto ($P<0.01$) Lpe, siendo superior en el primero 13.6 vs 12.8 cm, y una longitud de muslo mayor en ambos niveles de fibra ($P>0.05$), con diferencia máxima de 1.0 cm (Cuadro 8, Figura 17). En las semanas 5ta ($P<0.05$) y 6ta ($P<0.01$) se presentaron diferencias. El nivel de fibra no afecto la longitud de muslo ($P>0.05$).

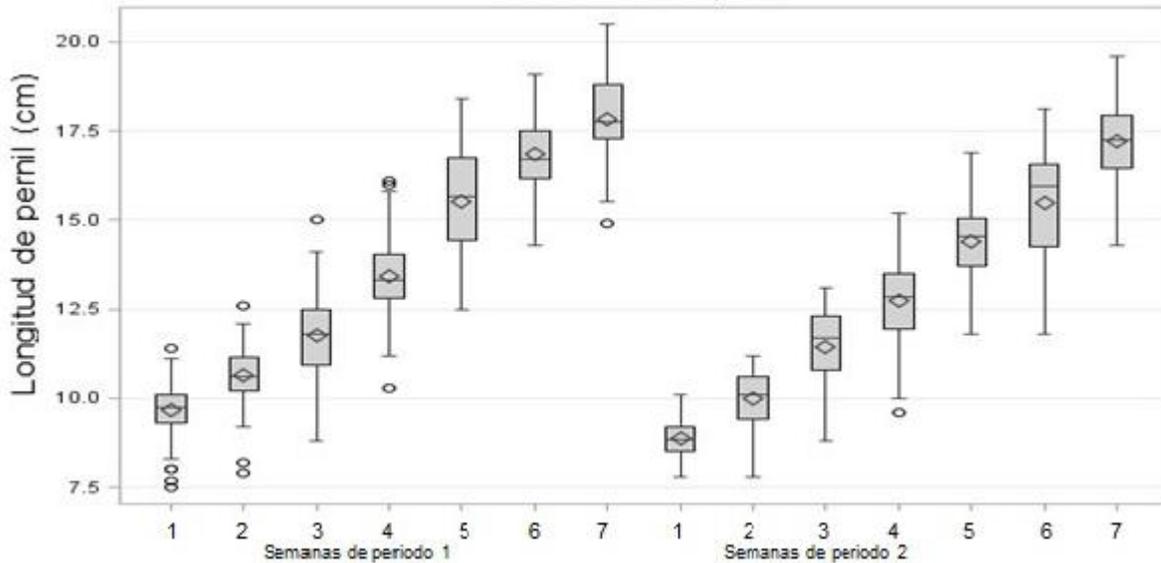


Figura 17. Desarrollo de longitud de pernil por época.

6.3.1.6. Perímetro de pierna (Pp)

El uso de diferentes porcentajes de fibra (T4% vs T8%) en el aumento de grosor de pierna no presentó diferencia significativa ($P > 0.05$), con valores similares de 5.54 cm (T4%) y 5.46 cm (T8%). En periodo se presentó una diferencia significativa ($P < 0.05$), con valores superiores en el periodo 1 (Per.1= 5.7 cm; Per.2= 5.3 cm). En el primer periodo se obtuvieron los mayores perímetros de pierna para ambos niveles de fibra ($P < 0.05$) con diferencia máxima de 0.5 cm. (Cuadro 8). En la figura 18 se indica la tendencia de longitud dorsal. El análisis de crecimiento semanal, la 5ta ($P < 0.05$) y 6ta ($P < 0.0001$) semana presentaron una diferencia. El nivel de fibra no afectó el perímetro de pierna ($P > 0.05$).

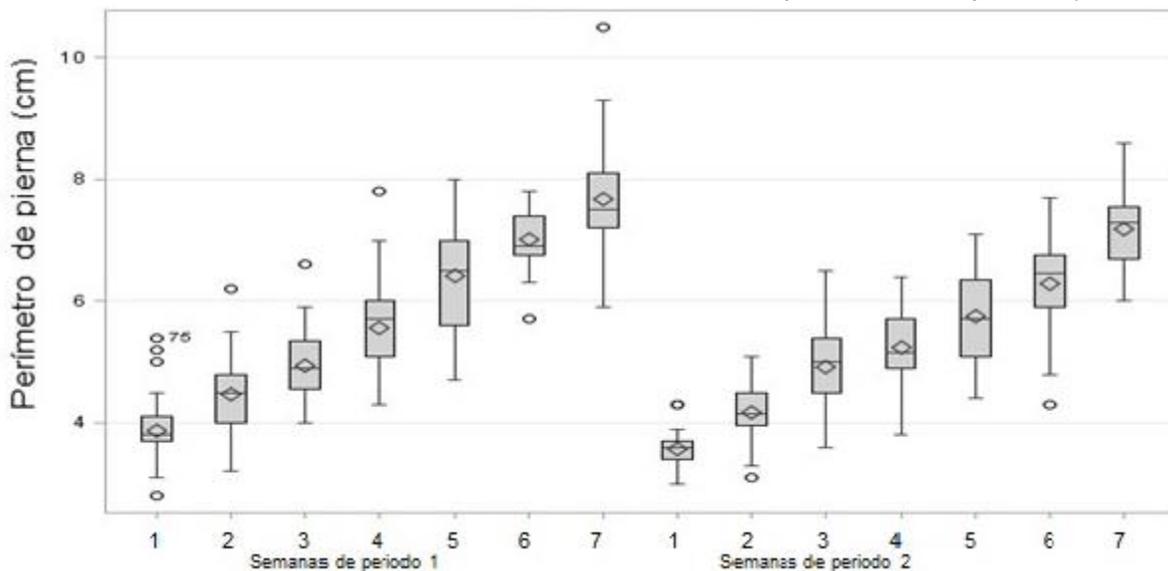


Figura 18. Desarrollo de perímetro de pierna por época.

6.3.1.7. Longitud de ala (La)

Se observó La similar 15.5 cm en los dos contenidos de fibra de la dieta ($P>0.05$); en el periodo La fue mayor 16.3 vs 14.77 cm ($P <0.01$) y mostro las mayores en ambos niveles de fibra ($P<0.01$) con diferencia máxima de 0.6 cm (Cuadro 8). En la Figura 19 se indica la tendencia de longitud dorsal, similar en ambos periodos. Fueron diferentes las semanas 1ra, 3ra, 4ta, 7ma ($P<0.05$), 5ta y 6ta semana ($P<0.01$). El nivel de fibra no afecto la longitud de ala ($P>0.05$).

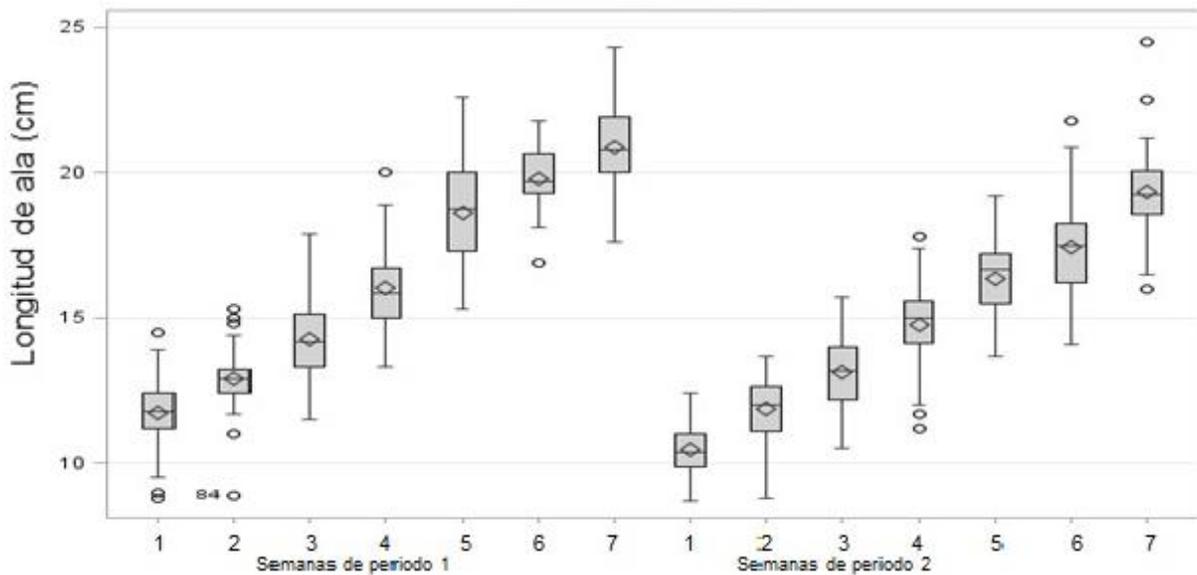


Figura 19. Desarrollo de longitud de ala por época.

6.3.1.8. Longitud de caña (Lc)

El nivel de fibra no tuvo efecto ($P>0.05$) en Lc, con valores similares de 3.3 cm; en el primer periodo se observó la mayor Lc 3.38 cm ($P<0.05$) que en el segundo 3.18 cm. En el primer periodo se obtuvo la mayor Lc en el nivel alto de fibra ($P<0.05$) con diferencia máxima de 0.3 cm. En la Figura 20 se indica la tendencia de longitud de caña, similar en ambos periodos (Cuadro 8). Por semana se presentaron diferencias en la 1ra 2da ($P<0.05$). El nivel de fibra no afecto la longitud de caña ($P>0.05$).

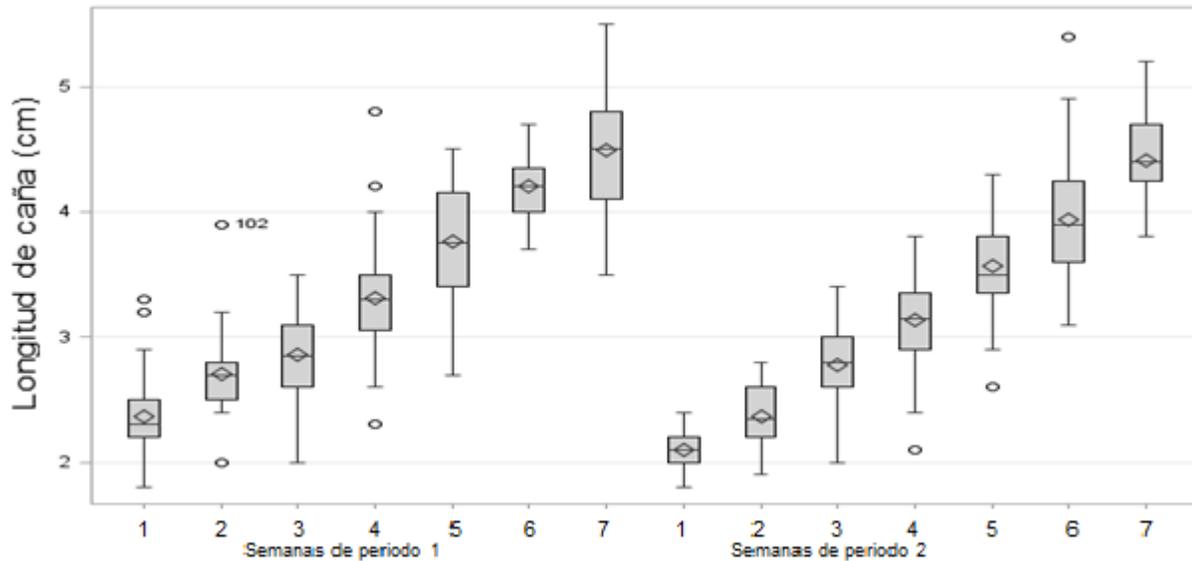


Figura 20. Desarrollo de longitud de caña por época.

6.3.2. Discusión

Como se muestra en los resultados, el nivel de fibra de la dieta no tuvo un efecto en el desarrollo morfométrico. Muy poco se conoce el efecto fisiológico de la fibra y los requerimientos nutricionales en el ave criolla, presumiblemente menores que en líneas comerciales (Valencia, 2009). El menor requerimiento nutricional del ave criolla puede estar relacionado al proceso de selección natural en medios adversos, que le han conferido otras aptitudes y habilidades para conseguir y aprovechar diferentes alimentos (C.I.A.T., 2012). Se presentó un efecto distinto de cambio morfológico en los periodos evaluados con menores dimensiones en el segundo periodo, que puede ser debido a las diferencias de temperatura entre periodos, el segundo periodo con temperaturas superiores a los 30 °C (Ensminger *et al.*, 1990; De Basilio y Picard, 2002). Temperatura y humedad altas pueden afectar conjuntamente los mecanismos cutáneos y evaporatorios de regulación térmica de las aves (Yahav *et al.*, 1995; Webster y King, 1987); en altas temperaturas la disipación del calor mediante enfriamiento por evaporación se ve impedida por la humedad relativa aumentada por la deshidratación y la disminución de tasa de jadeo provocando una hipertermia (Arad *et al.*, 1985; Yahav *et al.*, 1995) y una disminución en la tasa de crecimiento (Yahav *et al.*, 1995).

Existen medidas para disminuir los problemas ocasionados por estrés térmico (Tirawattanawanich *et al.*, 2011) con selección genética de genes tolerantes a calor (Singh, 1999), acondicionamiento térmico en edad embrionaria (Yahav y Hurwitz, 1996; Piestun *et al.*, 2008) y restricción alimenticia (Zulkifli *et al.*, 2000). Se desconoce la dinámica en humedad, temperatura y el proceso de disminución térmica en zonas tropicales. Los avicultores de pequeña escala, a diferencia de los industriales, no pueden proveer a las aves mecanismos para mantener su temperatura corporal debido a su alto costo (Tirawattanawanich *et al.*, 2011). Las líneas comerciales mejoradas genéticamente en producción de carne y huevo se ven afectadas debido a su intolerancia al calor, por lo que los genotipos criollos podrían tener una oportunidad en estas condiciones y darían la pauta a nuevos biotipos comerciales adaptados a zonas tropicales (Tirawattanawanich *et al.*, 2011).

Son escasos los resultados científicos de medidas zoométricas específicas en el pollito criollo en crecimiento. En perímetro torácico los resultados de este estudio fueron inferiores a 27.6 - 28.8 cm (Dorji y Sunar, 2014) en aves indígenas en Bután y de 21.9 cm en aves indígenas de Bangladesh (Fayeye *et al.*, 2006). La longitud dorsal en la última semana fue inferior de 15.2 cm en pollos indígenas de Bangladesh (Tabassum *et al.*, 2015), así como también de 21.9 - 22.1 cm (Francesch *et al.*, 2011); 20.8 cm (Dorji y Sunar, 2014) y 15.3 - 32.3 cm en aves autóctonas (Sobrarbe) (Liyanage *et al.*, 2015) , indígenas o nativas respectivamente en España, Bután y Sri Lanka.

El tamaño del muslo fue inferior al intervalo de 10.33 - 13.1 cm (Francesch *et al.*, 2011; Dorji y Sunar, 2014) en aves autóctonas de España e indígenas de Bután.

La longitud de ala fue superior de 18.8 cm en machos y 16.7 en hembras de aves locales de Nigeria (Fayeye *et al.*, 2006). Francesch *et al.*, (2011) y Liyanage *et al.*, (2015) reportan un intervalo de 13.1 - 23.9 cm en aves autóctonas y locales de España y Sri Lanka, similares y superiores a los pollitos criollos de este estudio.

La longitud de caña estuvo en el intervalo de 4 - 5.7 cm observado por Dorji y Sunar (2014) en aves indígenas de Bután e inferior en pollos nativos de Bangladesh (Faruque *et al.*, 2010).

6.4. El efecto de variabilidad en productividad y zoometría

En los países desarrollados las empresas criadoras de aves de corral tienen la función de mantener y reproducir poblaciones con capacidades genéticas diversas; tasas reproductivas altas e intervalos de generación cortos permiten un negocio redituable (Pym, 2013); sin embargo, la introducción indiscriminada de líneas comerciales a los traspatios de las pequeñas unidades de producción familiar erosiona la gran variabilidad genética de la gallina criolla para características relacionadas con la supervivencia y adaptabilidad a medios adversos de altas temperaturas y humedad.

Las gallinas autóctonas o locales representan la mayor proporción en la diversidad genética mundial de las aves de corral (Pym, 2013), con categorías diversas de una región a otra (Hoffmann, 2008). Presentan diversidad en tamaño, color (negro, blanco, rojo, etc.), tipos de cresta, copete, barbas, cuello, cola, pata, enanas y huevos de colores (blanco, rojo, azul y verde) (PESA, 2007). La diversidad puede medirse inicialmente con marcadores morfológicos, que caracterizan a los individuos en un ambiente y pueden relacionarse a su comportamiento productivo y reproductivo, salud y supervivencia bajo condiciones ambientales específicas (Villacis, 2015). Un método rápido y efectivo para conocer la diversidad y variabilidad genética es el uso de marcadores moleculares, aunque su utilización en aves criollas ha sido limitado en caracteres productivos (Soto *et al.*, 2002). Los marcadores moleculares son segmentos de ADN que pueden codificar proteínas y permiten identificar diferencias entre individuos en los rasgos de interés (Soto *et al.*, 2002; Villacis 2015).

Se puede encontrar heterocigosis de hasta 67 % en poblaciones animales (Tixier-Boichard *et al.*, 2008), con gran variabilidad en especies silvestres ancestrales y población locales no seleccionadas (Pym, 2013). Se requiere tener censos periódicos de las poblaciones criollas, que describan su tamaño, tipo y distribución geográfica, estructura y diversidad genética, entre otros atributos poblacionales de interés. (FAO, 2007; Pym, 2013).

VII. CONCLUSIONES

La fertilidad y eclosión fueron diferentes entre localidades, probablemente por diferentes causas como la capacidad productiva de las aves, alimentación, sanidad y disponibilidad de espacio de vida; así como, por los procesos de recolección y manipulación de los huevos, desde la localidad hasta la incubadora.

Los niveles de fibra de la dieta no afectaron el comportamiento productivo asociado al crecimiento de los pollitos criollos, pero si el consumo de alimento y la conversión alimenticia. El primer periodo experimental fue mejor para el comportamiento productivo de los pollitos criollos, probablemente debido a condiciones de temperatura y humedad más favorables para su respuesta.

VIII. LITERATURA CITADA

- Abad, J.C, y F.J. García. 2013. Valoración de la calidad del pollito. In 50° Congreso Científico de Avicultura. WPSA-AECA. Lérída, España.
- Abdollahi, M. R., B. Hosking, and V. Ravindran. 2015. Nutrient analysis, metabolisable energy and ileal amino acid digestibility of palm kernel meal for broilers. *Animal Feed Science and Technology*. 206: 119-125.
- Acevedo O. Á., y A. Angarita L. 2012. Crianza y manejo de la gallina criolla. *In* Agroecología aplicada a condiciones del trópico húmedo, editado por C. Vargas T. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)-TROPENBOS. Bogotá, Colombia.
- Adeyemi, O. A., J. A. Adekoya, and R. A. Sobayo. 2012. Performance of broiler chickens fed diets containing cassava leaf: blood meal mix as replacement for soybean meal. *Revista Científica UDO Agrícola*. 12: 212–219.
- Ahlers, C., R.G. Alders, B Bagnol., A.B.Cambaza, M. Harun, R. Mgomezulu, H. Msami, B. Pym, P. Wegener, E. Wethli, and M. Young. 2009. Improving village chicken production: a manual for field workers and trainers. No. 139. editado por Australian Centre for International Agricultural Research (ACIA). Canberra, Australia. pp 194.
- Alda, R. 2003. Embrio-diagnóstico. *In* Manejo da incubação, editado por M. Macari y E. Gonzalez. pp. 499–514
- Alsobayel, A.A., and M.A. Albadry. 2011. Effect of storage period and strain of layer on internal and external quality characteristics of eggs marketed in Riyadh area. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 10: 41–45.
- Álvarez, J. R. 1987. Enciclopedia de México. SEP. México, D.F.

- Andrade G., C. S. 2011. Determinación de parámetros reproductivos y productivos de gallinas criollas para huevo verde, desde la recolección de huevos hasta la etapa inicial. Tesis de pregrado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Andrade-Yucailla, V., J.C. Vargas-Burgos, R. Lima-Orozco, M. Andino, R. Quiteros, y A. Torres. 2015 Caracterización morfométrica y morfológica de la gallina criolla (*Gallus domesticus*) del cantón Carlos Julio Arosemena, Ecuador. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal. 6: 42–48.
- Arad, Z., S. S. Amason, A. Chadwick, and E. E. Skadhauge. 1985. Osmotic and hormonal responses to heat and dehydration in the fowl. J. Comp. Physiol. 155: 227–34.
- Arias, J.L., y M.S. Fernández. 1989. La cáscara del huevo: un compartimiento acelular compuesto de matriz extracelular mineralizada. Monografías de Medicina Veterinaria. 11.
- Arnold C., M., y F. Osorio. 1998. Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas. Cinta de Moebio. 3: 11.
- Arthola N., G.M., y M.N. Rayo R. 2011. Establecimiento de técnica de extracción de semen en gallos criollos e inseminación artificial en gallinas criollas en Nejapa-Managua. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.
- Ascensio R., F. G., y S. G. Elías M. 2009. Evaluación de las funciones básicas de una incubadora artesanal con una semi-industrial y la incubación natural. Tesis de pregrado. Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador.
- Bach K, K. E. 2014. Fiber and nonstarch polysaccharide content and variation in common crops used in broiler diets. Poultry science. 93:2380–2393.

- Bebbington, A. J. and S. P. J. Batterbury. 2001. Transnational Livelihoods and Landscapes: Political Ecologies of Globalization. *Cultural Geographies*. 8:369–380.
- Bell, D. 2002. Satisfaciendo apropiadamente las demandas alimenticias en las ponedoras de reemplazo. *Revista Avicultura Profesional*. 20: 18–22.
- Berry, J. G. 2007. Artificial Incubation. Oklahoma Cooperative Extension Service, Division of Agricultural Sciences and Natural Resources. Oklahoma State University.
- Bustamante, A. J. 2001. La reproducción y la incubación natural. Mallorca, España.
- C.I.A.T. 2012. Crianza de la Gallina Criolla: Manual de Recomendaciones para los Valles Cruceños. Centro de Investigación Agrícola Tropical. Santa Cruz, Bolivia.
- Cajal, J. R. y A. Francesch. 2014. Caracterización productiva de la gallina de sobrarbe. *Archivos de Zootecnia*. 63: 211–214.
- Camacho-Escobar, M. A., M.P. Jerez-Salas, C. Romo-Díaz, M.A. Vázquez-Dávila, y Y. García-Bautista. 2016. La conservación *in situ* de aves en el traspatio oaxaqueño. *Quehacer Científico en Chiapas*. 11: 60–69.
- Camacho-Escobar, M. A., P. N. Lezama-Nuñez, M. P. Jerez-Salas, J. Kollas, M. A. Vázquez-Dávila, J. C. García-López, J. Arroyo-Ledezma, N. Y. Ávila-Serrano, y F. Chávez-Cruz. 2011. Avicultura indígena mexicana: sabiduría milenaria en extinción. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*. 1: 375–379.
- Camargo, J. C., L.M. Jiménez, L.F. Mendoza, J.D. Leal, M.K. Atehortua, S.A. Varón, y C.A. Sánchez. 2015. Uso de caracteres morfométricos para la identificación de la diversidad fenotípica de la gallina criolla en 5 regiones de Colombia. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*. 6:353–359.

- Centeno, S. B., C. A. López, y M. A. Juárez. 2007. Producción avícola familiar en una comunidad del municipio de Ixtacamaxitlán, Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 45: 41–60.
- Cevallos G, A. L., B. Fuente M., A. Cortés C., y E. Ávila, G. 2009. Nivel óptimo de lisina digestible en dietas para gallinas de postura de primer ciclo. *Técnica Pecuaria en México*. 47: 215–222.
- Chiavenato, I. 1997. Teoría de sistemas. *In* Introducción a la Teoría General de la Administración. Cuarta edición. McGraw- Hill. pp. 725–61.
- Cisneros, T. 2002. Aves de traspatio modernas en el Ecuador. *Avicultura Familiar*. FAO.
- Conway, G. R. 1987. The properties of agroecosystems. *Agricultural Systems*. 24: 95–117.
- Corona L, J. L. 2012. Impacto del estrés calórico en la producción de pollos de engorde de Venezuela. *REDVET*. 13: 6.
- Cortázar P., F. J. 2008. Aspecto-Calidad de pollito recién nacido. *Selecciones Avícolas*. 58: 19–26.
- CTA. 2007. Improved Practices in Rearing Indigenous Chickens. Practical Guide Series, No. 4. Centre for Agricultural and Rural Cooperation. Wageningen, The Netherlands.
- Cuca-García, J. M., D. A. Gutiérrez-Arena, y E. López-Pérez. 2015. “LA AVICULTURA DE TRASPATIO EN MÉXICO: Historia y caracterización”. *Agroproductividad*. 8:30–36.

- Dai, M. A. P. y V. F. R. Büttow. 2014. Estrés calórico en la producción de pollos. *In* Seminario Internacional de Manejo y Sistemas Operativos en Pollo de Engorde. AMEVEA, Bogotá, Colombia.
- De Basilio, V. y M. Picard. 2002. La capacité de survie des poulets à un coup de chaleur est augmentée par une exposition précoce à une température élevée. *INRA Prod. Anim.* 15: 235–45.
- De Marchi, G., G. Chiozzi, and M. Fasola. 2008. Solar incubation cuts down parental care in a burrow nesting tropical shorebird, the crab plover *Dromas ardeola*. *Journal of Avian Biology.* 39:484–486.
- Dorji, N., and S. K. Sunar. 2014. Morphometric variations among five Bhutanese indigenous chickens (*Gallus domesticus*). *JAPSC Journal of Animal and Poultry Sciences.* 3:76–85.
- Eastwood, M. A. 1992. The Physiological Effect of Dietary Fiber: An Update. *Annual Review of Nutrition.* 12: 19–35.
- Ensminger, M. E., J. E. Oldfield, and W. W. Heinemann. 1990. *Feeds and Nutrition Digest.* 2nd edition. (ed) W. W. Heinemann. Clovis, CA. The Ensminger Publishing Company. Wisconsin, USA.
- Estrada-Pareja, M. M., S. M. Márquez-Girón, y L. F. Restrepo-Betancur. 2007. Efecto de la temperatura y la humedad relativa en los parámetros productivos y la transferencia de calor en pollos de engorde. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias.* 20: 288–303.
- FAO. 2007. Plan de acción mundial sobre los recursos zoogenéticos y la declaración de Interlaken. *In* Conferencia Técnica Internacional sobre los Recursos Zoogenéticos para la Agricultura y la Alimentación Interlaken. FAO. Roma, Italia.

- Faruque, S., N.U. Siddiquee, M.A. Afroz, and M.S. Islam. 2010. Phenotypic characterization of Native Chicken reared under intensive management system. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*. 8: 79–82.
- Fayeye, T. R., K. L. Ayorinde, V. Ojo, and O. M. Adesina. 2006. Frequency and influence of some major genes on body weight and body size parameters of Nigerian local chickens. *Livestock Research for Rural Development*. 18: 37.
- Fletcher, D. 1985. *Avicultura Profesional*. Madrid, España.
- Francesch, A., I. Villalba, and M. Cartañà. 2011. Methodology for morphological characterization of chicken and its application to compare Penedesenca and Empordanesa breeds. *Animal Genetic Resources*. 48: 79–84.
- Fuente-Martínez, B., G.D. Mendoza-Martínez, J. Arce-Menocal, C. López-Coello, y E. Avila-González. 2012. Respuesta productiva de gallinas a dietas con diferentes niveles de proteína. *Archivos de medicina veterinaria*. 44: 67–74.
- Gabarrou, J. F., C. Duchamp, J. Williams, and P. A. Géraert. 1997. A role for thyroid hormones in the regulation of diet-induced thermogenesis in birds. *The British journal of nutrition*. 78: 963–973.
- Galíndez, R., I. Peña, A. Albarran, y J. Prospert. 2012. Producción de huevos y fertilidad en cuatro líneas de gallinas reproductoras venezolanas. *Revista de la Facultad de Agronomía (UCV)*. 38:123–131.
- García, E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana*. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 246 p

- Gargallo C., Juan. 1979. Efectos nutricionales de la utilización de fibra en las dietas de monogástricos. *In XVII Symposium de la Sección Española de la WPSA.* Barcelona, España.
- Gibson, C. 1984. Los aztecas bajo el dominio español (1519-1810). (ed) Siglo Veintiuno. D.F., México. pp 531.
- Glatz, P. 2013. Alojamiento y manejo de las aves de corral en los países en desarrollo. Incubación y eclosión. *In Revisión del desarrollo avícola.* FAO. Roma, Italia. pp. 25–44.
- González, C. E., L. G. Velázquez, C. M. Arriaga, y E. Sánchez. 1995. Comparación entre aves (*Gallus gallus*) de tipo criollo con aves de líneas comerciales bajo condiciones de traspatio en sistemas de producción campesinos del altiplano mexicano. *CIENCIA ergo-sum.* 2: 239–246.
- González-Alvarado, J. M., E. Jiménez-Moreno, R. Lázaro, and G. G. Mateos. 2007. Effect of type of cereal, heat processing of the cereal, and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive traits of broilers. *Poultry science.* 86:1705–1715.
- Guevara, J. 2000. Descripción de un sistema integrado Compostero-Aves de Corral. Trabajo de Aplicación de Conocimientos II. Universidad Nacional Experimental de Los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora. Guanare, Venezuela.
- Hartmann, C., K. Johansson, E. Strandberg, and L. Rydhmer. 2003. Genetic correlations between the maternal genetic effect on chick weight and the direct genetic effects on egg composition traits in a White Leghorn line. *Poultry science.* 82:1–8.
- Hernández, F., M.J. López, V. García, S. Martínez, M.D. Megías, and J. Madrid. 2011. Influence of cereal type and the inclusion of sunflower meal as a source of additional dietary fibre on nutrient retention, growth performance and digestive

- organ size in broilers from one to twenty-one days of age. *Animal Feed Science and Technology*. 165: 251–257.
- Hernández, M, S. Steinfeldt, y N. C. Kyvsgaard. 2011. Determinación preliminar de los principales alimentos que conforman la dieta de las gallinas criadas en libertad, en comunidades rurales del municipio del Sauce, departamento de León, Nicaragua. *La Calera*. 8: 63–70.
- Hernández, M. 2008. Tratado de parámetros productivos, de otra industria avícola. *Nutrición*. España.
- Hernández, X. E. 1977. Agroecosistemas de México. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 42.
- Hetland, H., B. Svihus, and M. Choct. 2005. Role of Insoluble Fiber on Gizzard Activity in Layers. *J. Appl. Poult. Res.* 14:38–46.
- Hevia, F. 1996. Desarrollo embrionario del pollito. *Nuestro Acontecer Avícola*. 3: 34–39.
- Hidalgo A., L. P. 2012. Evaluación de Diferentes Niveles de Fibra Bruta con y sin Complejo Enzimático en la Crianza de Broilers y Caracterización de la Composición Corporal. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador
- Hipsley, E. H. 1953. Dietary Fibre and Pregnancy Toxaemia. *British medical journal*. 2:420–422.
- Hocking, P.M., D. Waddington, M.A. Walker, and A.B. Gilbert. 1989. Control of the development of the ovarian follicular hierarchy in broiler breeder pullets by food restriction during rearing. *British poultry science*. 30: 161–73.

- Hoffmann, I. 2008. The global plan of action for nimal genetic resource and the conservation of poultry genetic resources. *In* Actas del XXIII congreso sobre aves de corral. Brisbane, Australia.
- Husvéth, F., L. Pál, E. Galamb, K.C. Ács, L. Bustyaházai, L. Wágner, F. Duplecz, and K. Duplecz. 2015. Effects of whole wheat incorporated into pelleted diets on the growth performance and intestinal function of broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*. 210:144–151.
- INIFAP.2017. Información de la Red Estatal de Estaciones Agroclimatológicas, datos de la estación Cotaxtla, Medellín, Veracruz.
- Itzá O., M. F., P. E. Lara L., M. Á. Magaña M., y J. R. Sanginés G. 2010. Evaluación de la harina de hoja de morera (*Morus alba*) en la alimentación de pollos de engorda. *Zootecnia Tropical*. 28:477–488.
- Jerez S., M. P., J. Herrera H., y M. A. Vásquez D. 1994. La gallina criolla en los Valles Centrales de Oaxaca. Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca No. 23. Centro de Investigación y Graduados Agropecuarios. Oaxaca, México.
- Jerez S., M.P., M. Reyes S., J.C. Carillo R., Y. Villegas A., y J. Segura C. 2009. Indicadores productivos de gallinas criollas en un sistema de producción avícola alternativo en Oaxaca, México. *In* Libro de Memoria VIII Congreso SEAE de Agricultura y Alimentación Ecológica. Murcia, España. pp. 1–9.
- Jerez Salas, M. P. 2004. Características productivas y reproductivas de gallinas Plymouth Rock Barrada x Rhode Island Roja y criollas en condiciones semiintensivas. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados "Campus Montecillos". Texcoco, México.
- Jerez, M. P., M. E. Suárez, J. Herrera, S. Lozano, y J. Segura. 2004. Rendimiento y costo de producción de carne de pollos del cruce Plymouth Rock x Rhode Island Red y

- Criollos, criados en condiciones de traspatio en Oaxaca, México. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 38:73–77.
- Jerez-Salas, M. P., J. C. González, y J. C. Carrillo-Rodríguez, Y. Villegas, M. A. Vásquez. 2014. Evaluación de cuatro dietas alternativas en el crecimiento desarrollo de pollos criollos. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*. 4:210–212.
- Jiménez A., S. 1994. Algunas consideraciones generales sobre la Seguridad Alimentaria. *In* Tercer Seminario Internacional de Nutrición. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Jiménez R., J. A. y J. F. Veloza C. 2008. Modelo funcional de una incubadora de huevos para la industria avícola. Tesis de pregrado. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.
- Jiménez, L. M., L.F. Mendoza, J.D. Leal, M.K. Atehortua, J.C. Camargo, S.A. Varón, y C.A. Sánchez. 2015. Manejo Sanitario de la gallina criolla en cinco comunidades rurales de Colombia. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*. 6:405–410.
- Jiménez, L. M., S.A. Varón, L.F. Mendoza, J.D. Leal, C.A. Sánchez, y Y.C. Pinilla. 2014. Caracterización fenotípica de la gallina criolla de traspatio en tres regiones rurales de Colombia. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*. 4:56–58.
- Jiménez-Moreno, E., J. M. González-Alvarado, A. de Coca-Sinova, R. Lázaro, and G. G. Mateos. 2009. Effects of source of fibre on the development and pH of the gastrointestinal tract of broilers. *Animal Feed Science and Technology*. 154: 93–101.
- Jiménez-Moreno, E., J. M. González-Alvarado, D. González-Sánchez, R. Lázaro, and G. G. Mateos. 2010. Effects of type and particle size of dietary fiber on growth performance and digestive traits of broilers from 1 to 21 days of age. *Poultry Science*. 89: 2197–2212.

- Jiménez-Moreno, E., M. Frikha, A. De Coca-Sinova, J. García, and G. G. Mateos. 2013. Oat hulls and sugar beet pulp in diets for broilers 1. Effects on growth performance and nutrient digestibility. *Animal Feed Science and Technology*. 182: 33–43.
- Johansen B., O. 1982. 1. Introducción a la Teoría General de Sistemas. Editorial Limusa. pp 167.
- Jørgensen, H., X. Q. Zhao, K. E. Bach K., and B. O. Eggum. 1996. The influence of dietary fibre source and level on the development of the gastrointestinal tract, digestibility and energy metabolism in broiler chickens. *British Journal of Nutrition* 15: 379–395.
- Juárez Caratachea, A. y M. P. Ochoa S. 1995. Rasgos de producción de huevo y calidad de cascara en gallinas criollas de cuello desnudo, en clima tropical. *Archivos de Zootecnia*. 44:79–84.
- Juárez, A., J. Segura, y L. Sarmiento. 2007. Efecto del gen cuello desnudo (Na) en el balance de calcio de gallinas criollas bajo condiciones de clima tropical seco. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 41: 55–58.
- Juárez, C. A., J. A. Manríquez A., y J. C. Segura C. 2000. Rasgos de apariencia fenotípica en la avicultura rural de los municipios de la Ribera del Lago de Patzcuaro, Michoacan, Mexico. *Livestock Research for Rural Development*. 12:36–42.
- Juárez-Caratachea, A. y M. A. Ortiz-Alvarado. 2001. Estudio De La Incubabilidad Y Crianza En Aves Criollas De Traspatio. *Vet Mex*. 32:27–32.
- Juárez-Caratachea, A., J.N. Barocio-Urue, A. García-Valladares, E. Gutiérrez-Vázquez, y R. Ortiz-Rodríguez. 2016. Efecto del fenotipo (color de plumaje) sobre el peso del huevo y peso vivo de la gallina de traspatio. *Archivos de medicina veterinaria*. 48: 99–107.

- Juárez-Caratachea, A., R. Ortiz-Rodríguez, R. E. Pérez-Sánchez, E. Gutiérrez-Vázquez, y D. Val-Arreola. 2008. Caracterización y modelación del sistema de producción avícola familiar. *Livestock Research for Rural Development*. 20.
- Kalita, N., N. Pathak, M. Ahmed, and G. K. Saikia. 2013. Various causes related to dead-in-shell embryos of crossbred (PB-2 x Indigenous) chicken egg. *Veterinary World*. 6: 774–777.
- Kermanshahi, H., K. Pournia, and M. Pilevar. 2012. Evaluation of corn meal on performance, carcass characteristics and nutrient digestibility of male broiler chickens. *African Journal of Biotechnology*. 11:13847–13853.
- Khosravi, M., B. Dastar, M. Aalami, P. Shawrang, and O. Ashayerizadeh. 2016. Comparison of gamma-Irradiation and enzyme supplementation to eliminate antinutritional factors in rice bran in broiler chicken diets. *Livestock Science* 191: 51–56.
- Langhout, D. J. 2003. El rol de los factores nutricionales en la calidad de la cáscara de huevo. *In* Memorias del XVIII Congreso Latinoamericano de Avicultura. Santa Cruz, Bolivia. 423 p.
- Lázaro G., C. 2009. Análisis del sistema de producción de gallinas de traspatio en la Trinidad Tianguismanalco, Tecali, Puebla. Colegio de Postgraduados. Tesis de posgrado. Colegio de Postgraduados "Campus Puebla". Puebla, México.
- Lázaro, G. C., J. S. Hernández Z, S. Vargas L, L. A. Martínez, y A. R. Pérez. 2012. Uso de caracteres morfométricos en la clasificación de gallinas locales. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*. 2: 109–114.
- Liyanage, R. P., C. M. B. Dematawewa, and G. L. L. P. Silva. 2015. Comparative Study on Morphological and Morphometric Features of Village Chicken in Sri Lanka. *Tropical Agricultural Research*. 26: 261–273.

- Madrazo, G. 2001. "Curso de Postgrado sobre alimentación de las reproductoras y sus reemplazos (mimeo)". Camagüey, Cuba.
- Mardoqueo, J. 2001. Clasificación de jaulas. *Acontecer avícola*. 8: 56.
- Mariaca M., R. 2015. El Conocimiento de la Gallina (*Gallus Gallus domesticus*) entre los Tseltales y Tsotsiles de los Altos de Chiapas, México" *ETNOBIOLOGÍA*. 11:29–43.
- Marín, A., D. C., A. M. Cioccia, y P. Hevia. 2003. Valor nutricional de los follajes de musa paradisiaca y clitoria ternatea como diluyentes de raciones para pollos de engorde. *Interciencia*. 28:51–56.
- Martínez A., Y., J. Córdova L., A.A. Santana P., O. Martínez Y., M.I. Valdivié N., y C.A. Betancur H. 2012. Productividad y calidad del huevo de gallinas con niveles crecientes de harina de semilla de calabaza (*Cucurbita maxima*). *Revista mexicana de ciencias pecuarias*. 3: 65–75.
- Martínez-Alesón, R. 2003. Manejo de la sala de incubación. *In* Reproducción e incubación en Avicultura. Real Escuela de Avicultura. Barcelona, España.pp. 291–314.
- Mateos, G. G., E. Jimenez-Moreno, M. P. Serrano, and R. P. Lázaro. 2012. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. *The Journal of Applied Poultry Research*. 21:156–174.
- Mateos, G. G., R. Lazaro, and M. I. Gracia. 2002. The Feasibility of Using Nutritional Modifications to Replace Drugs in Poultry Feeds. *The Journal of Applied Poultry Research*. 11:437–452.

- Mateos, G. G., R. Lázaro, J. M. González-Alvarado, E. Jiménez, y B. Vicente. 2006. Efectos de la fibra dietética en piensos de iniciación para pollitos y lechones. *In* XXII Curso de especialización FEDNA. Barcelona, España.
- Mauldin, J. M. 2001. Guía de procedimientos en un programa de control de calidad para plantas de incubación. *Tecnología Avipecuaria*. 159: 14–18.
- McNab, J. M. and R. R. Smithard. 1992. Barley β -Glucan: An Antinutritional Factor in Poultry Feeding. *Nutrition Research Reviews*. 5:45.
- Medina, J. 2012. Problemas del embrión de alta conformación y su incubación en sistemas de etapa única: manejo de incubadoras. *In* XXII Congreso Centroamericano y del Caribe de Avicultura. Panamá, Panamá.
- Mendoza, L. F., L.M. Jiménez, J.D. Leal, J.C. Camargo, M.K. Atehortua, S.A. Varón, y C.A. Sánchez. 2015. Valuación socio-económica de criadores de gallina criolla en 5 comunidades rurales de Colombia. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*. 6:466–473.
- Minga, U. M., P. L. Msoffe, and P. S. Gwakisa. 2004. Biodiversity (variation) in disease resistance and in pathogens within rural chicken populations. International Health Network for Family Poultry (INFD). *In* World Poultry Congress. Istanbul, Turkey.
- Montaldo, P. 1982. Agroecología del Trópico Americano. IICA. San Jose, Costa Rica.
- Navarro U., M.G. 2000. Estudio de factores de calidad de huevos en ponedoras Isa Brown y Shaver Cross sometidas a diferentes dosis de Esparteína y alcaloides totales del lupino. Tesis de Pregrado. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Navarro, H. 2001. El enfoque de sistemas en el desarrollo de predios lecheros. Serie actas n° 13-Seminario de Leche. Instituto de Investigaciones Agropecuarias-Centro Regional de Investigación Remehue. Valdivia, Chile.

- New, D. A. T. 1957. A critical period for the turning of hens's eggs. *Journal of Embryology and experimental morphology*. 5:293–299.
- Nkukwana, T. T., V. Muchenje, E. Pieterse, P.J. Masikac, T.P. Mabuselaa, L.C. Hoffman, and K. Dzama. 2014. Effect of *Moringa oleifera* leaf meal on growth performance, apparent digestibility, digestive organ size and carcass yield in broiler chickens. *Livestock Science*. 161: 139–146.
- Norma Oficial Mexicana NMX-FF-079-SCFI-2004. Norma de Productos avícolas- Huevo fresco de Gallina Especificaciones y Métodos de Prueba
- North, M. O., y Bell, D. D. 1998. Manual de producción avícola. 4a ed. Chaman y Hall. México, DF.
- Odum, P. 1984. Fundamentos de ecología. 3ra edición. Nueva Editorial Interamericana. México. 639 p.
- Olagnero, G., A. Abad, S. Bendersky, C. Genevois, L. Granzella, y M. Montonati. 2007. Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos. *DIAETA*. 25: 20-23.
- Olivas H., N. F. y B. F. Real M. 2000. Utilización de la hoja de Neem (*Azadirachta indica*) y Madero negro (*Gliricidia sepium*) como desparasitantes internos en gallina de patio (*Gallus gallus*) en la Comunidad El Chague, Municipio de León. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- Onifade, A. A., and A. A. Odunsi. 1998. Efficacy of procaine penicillin as a promoter in broiler chicks fed low and high fibre diets in the tropics. *Arch. Zootec*. 47: 621–628.
- Ortiz R. R., y G. R. Ortega. 2001. Importancia del factor humano en la productividad de los sistemas. *Acontecer Porcino*. 9: 86–98.

- Pérez, A., G. Polanco, J. Fernando, y A. Onzie. 2000. La gallina 'Criolla' de Cuba. 1. Incubación y etapa Inicial. *El Arca*. 4: 32-41.
- Periago, M. 2011. Higiene, inspección y control de huevos de consumo. Protocolo en control de calidad de huevo. Universidad de Murcia. <http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/higiene-inspeccion-y-control-alimentario-1/practicas-1/protocolos-control-de-calidad-huevos.pdf>
- Periago, M. J., G. Ros, G. López, M. C. Gutiérrez, y F. Rincón. 1993. Componentes de la fibra dietética y sus efectos fisiológicos. *Revista española de ciencia y tecnología de alimentos*. 53:229.
- PESA. 2007. Producción y manejo de aves de traspatio. Proyecto productivo. FAO. Oaxaca, México.
- Piestun, Y., D. Shinder, M. Ruzal, O. Halevy, J. Brake, and S. Yahav. 2008. Thermal manipulations during broiler embryogenesis: effect on the acquisition of thermotolerance. *Poultry science*. 87:1516–1525.
- Platas-Rosado, D. E. 1995. Estrategias de sobrevivencia de las unidades de producción campesina en dos comunidades del Valle de Puebla. *In* El cambio en el Desarrollo Rural. Colegio de Postgraduados. Texcoco, México.
- Pym, R. 2013. Genética y cría de aves de corral en los países en desarrollo. *In* Revisión del Desarrollo Avícola. FAO. Roma, Italia. pp 1–4.
- Quintana, J. A. 1991. Manejo de las aves domésticas más comunes. 3a ed. Trillas. México, D.F.
- Quintana, L. 1999. Avitécnia: Manejo de las aves domésticas más comunes. 3a ed. Trillas. México, D.F.

- Reis, L. H., L. T. Gama, and M. C. Soares. 1997. Effects of short storage conditions and broiler breeder age on hatchability, hatching time, and chick weights. *Poultry science*. 76:1459–1466.
- Rejón A., M. J., A. F. Daájer A., y N. Honhold. 1996. Diagnóstico comparativo de la ganadería de traspatio en las comunidades Texán y Tzucalá de la zona henequera del estado de Yucatán. *Veterinaria México*. 27:49–55.
- Rodríguez B., J. C., C. E. Allaway, G. J. Wassink, J. C. Segura C., y T. Rivera O. 1996. Estudio de la avicultura de traspatio en el municipio de Dzununcan, Yucatan. *Veterinaria Mexicana*. 27:215–219.
- Rodríguez, G., L. Zaragoza, R. Perezgrovas, G. Sánchez, y K. Jesús. 2007. Producción agropecuaria indígena rural y urbana en los Altos de Chiapas. *In CHIAPAS: La paz en la guerra*. Universidad Nacional Autónoma de México. Miranda, R. y Espinosa, L. (eds.). México, D.F.
- Rogel, AM, D. Balnave, W.L. Bryden, and E.F. Annison. 1987. Improvement of raw potato starch digestion in chickens by feeding oat hulls and other fibrous feedstuffs. *Australian Journal of Agricultural Research*. 38:629.
- Romero A., L. F. y J. Eduardo G. 2012. Evaluación de la inclusión de fibra cruda (celulosa) a diferentes concentraciones en la dieta de pollos de engorde Ross308 sobre los parámetros productivos, microbiológicos y económicos. *Plumazos*. 39:13–26.
- Rougière, N. and B. Carré. 2010. Comparison of gastrointestinal transit times between chickens from D+ and D- genetic lines selected for divergent digestion efficiency. *animal*. 4:1861–1872.
- Rúales E., F., C. Manrique P., F. Reyes M., L. Molina Z., y A. Latorre T. 2009. Caracterización Morfológica y Zoométrica de Gallinas criollas en el Municipio de

- Florencia Caquetá *In* X Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos, editado por L. A. Alvarez F. y J. E. Muñoz F. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia. pp 239–243.
- Sadeghi, A., M. Toghyani, and A. Gheisari. 2015. Effect of various fiber types and choice feeding of fiber on performance, gut development, humoral immunity, and fiber preference in broiler chicks. *Poultry science*. 94: 2734–2743.
- Safalaoh, A. C. L. 1997. Characteristics of indigenous chickens of Malawi. *Animal Genetic Resources Information*. 22:61–69.
- Salazar, A. 2000. Proceso de incubación. *Revista Avicultura profesional*. 18: 26.
- Sánchez-Sánchez, M. y J. A. Torres-Rivera. 2014. Diagnóstico y tipificación de unidades familiares con y sin gallinas de traspatio en una comunidad de Huatusco, Veracruz (México). *Avances en Investigación Agropecuaria*. 18:63–75.
- Sandoval, G. L., J.C. Terraes, G.P. Esquivel de Luchi, F.A. Revidatti, R.J. Fernández, N.S. Sotelo, y S.L. Maruñak. 2004. Hormonas tiroideas, inmovilidad tónica, peso vivo y eficiencia alimenticia en pollos criados en temporadas estival e invernal de zona subtropical, con hacinamiento e inversión corporal. Resumen: V-053. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*. Universidad Nacional del Nordeste.
- Sarandón, S. J. 2014. El agroecosistema: un ecosistema modificado. *In* Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables. Universidad de la Plata. La Plata, Argentina. pp 100–130.
- Sarmiento F., L., R. Ricalde S., y J. Correa S. 2005. Alimentación no convencional para monogástricos. Experiencias en el trópico mexicano: Alimentación no convencional para monogástricos en el trópico. *In*. VIII encuentro de nutrición y producción de monogástricos. Programa de producción agrícola animal.

- Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales. Guanare, Venezuela.
- Sarmiento-Franco, L., J.M. McNab, R.A. Pearson, and R. Belmar-Casso. 2002. Performance of Broilers Fed on Diets Containing Different Amounts of Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) Leaf Meal. *Tropical Animal Health and production* 34:257–269.
- Sarria, P. 1999. Forrajes arbóreos en la alimentación de mono- gástricos. *In* II conferencia electrónica FAO-CIPAV sobre agroforeste- ría para la producción animal en América Latina. (ed) M.D. Sánchez y M. Rosales M. FAO: Dirección de Producción y Sanidad Animal. Roma, Italia.
- SAS Institute Inc. 2013. Base SAS® 9.4 Procedures Guide: Statistical Procedures, Second Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Savón V., L. 2005. Alimentación no convencional de especies monogástricas: utilización de alimentos altos en fibra. *In* Alimentación no convencional para monogástricos en el trópico. Programa de producción agrícola animal. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales. Guanare, Venezuela. pp 30–50.
- Savón, L. 2002. Alimentos altos en fibra para especies monogástricas. Caracterización de la matriz fibrosa y sus efectos en la fisiología digestiva. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 36: 91–102.
- SEFIPLAN. 2015. Cuadernillos Municipales: Cotaxtla. Sistemas de Información Municipal. Gobierno del Estado de Veracruz.
- Segura C, J. C., M. P. Jerez S., L. Sarmiento F., y R. Santos R. 2007. Indicadores de producción de huevo de gallinas criollas en el tropico de México. *Archivos de Zootecnia*. 56:309–317.

- Segura, J. C. 1998. Rescate genético y fomento avícola de las aves indias o criollas en México. *In Memoria del Tercer Foro de Análisis de los Recursos Genéticos: ganadería ovina, caprina, porcina, avícola, apícola, equina y de lidia.* (ed) SAGAR. México, D.F. pp. 37–44.
- Segura-Correa, J. C., L. Sarmiento-Franco, J. G. Magaña-Monforte, and R. Santos-Ricalde. 2004. Productive performance of Creole chickens and their crosses raised under semi-intensive management conditions in Yucatan, Mexico. *British Poultry Science.* 45:342–345.
- Silva, J.E. 2003. The thermogenic effect of thyroid hormone and its clinical implications. *Annals of internal medicine.* 139:205–213.
- Simmons, J.D., B.D. Lott, and D.M. Miles. 2003. The effects of high air velocity on broiler performance. *Poult Sci.* 82:232–234.
- Simmons, J.D., B.D. Lott, and J.D. May. 1997. Heat loss from broiler chickens subjected to various wind speeds and ambient temperatures. *Appl Eng Agric.* 13:665–669.
- Singh, H. 1999. Optimizing delivery of genetic merit in subtropical climates through advanced reproductive technologies. *Poultry science.* 78:453–458.
- Sklan, D., A. Smirnov, and I. Plavnik. 2003. The effect of dietary fibre on the small intestines and apparent digestion in the turkey. *British Poultry Science.* 44:735–740.
- Soto H., I. M., G. Zavala P., H. Cano C., y J E. López M. 2002. Análisis de dos poblaciones de gallinas criollas (*Gallus domesticus*) utilizando RAPD ´s como marcadores moleculares. *Revista Técnica Pecuaria en México.* 40:275–283.
- Steenfeldt, S. 2001. The dietary effect of different wheat cultivars for broiler chickens. *British Poultry Science.* 42:595–609.

- Tabassum, F., M. A. Hoque, F. Islam, C. H. Ritchil, M. O. Faruque, and A. K. F. H. Bhuiyan. 2015. Phenotypic and Morphometric characterization of indigenous chickens at Jhenaigati upazila of Sherpur district in Bangladesh. *SAARC Journal of Agriculture*. 12:154–169.
- Tirawattanawanich, C., S. Chantakru, W. Nimitsantiwong, and S. Tongyai. 2011. The effects of tropical environmental conditions on the stress and immune responses of commercial broilers, Thai indigenous chickens, and crossbred chickens. *The Journal of Applied Poultry Research*. 20:409–420.
- Tixier-Boichard, M., A. Bordas, and X. Rognon. 2008. Characterization and monitoring of poultry genetic resources. *World's Poultry Science Journal*. 65: 280.
- Trowell, H., D. A. T. Southgate, T. M.S Wolever, A. R. Leeds, M. A. Gassull, and D. J. A. Jenkins. 1976. DIETARY FIBRE REDEFINED. *The Lancet*. 307:967.
- Tudela, J. 1993. Historia de la ganadería hispanoamericana: homenaje en su centenario. (es) L. Cabrero. Instituto de Cooperación Iberoamericana, Ediciones de Cultura Hispánica. 230 p.
- Valencia L., N. F. 2009. La gallina criolla colombiana. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia.
- Vargas H., J. S. 2015. Evaluación de parámetros productivos en la incubación de huevos considerados como no aptos (por su peso y forma) procedentes de reproductoras pesadas, en la Provincia de Pastaza Cantón Mera parroquia Madre Tierra. Tesis de maestría. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Varón, S. A. L.M. Jiménez, L.F. Mendoza, J.D. Leal, J. Montañez, y C.A. Sánchez. 2014. Caracterización del entorno social de la gallina criolla y/o de traspatio en tres regiones rurales de Colombia. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*. 4:80–82.

- Veldkamp, T., R.P. Kwakkel, P.R. Ferket, and M.W. Verstegent. 2005. Growth responses to dietary energy and lysine at high and low ambient temperature in male turkeys. *Poult Sci.* 84:273–282.
- Vilaboa A., J. 2013. La ganadería doble propósito desde una visión Agroecosistémica. *Agroproductividad.* 6: 9–15.
- Vilaboa A., J., P. Díaz R., D. E. Platas R., E. Ortega J., y M. A. Rodríguez C. 2006. Productividad y autonomía en sistemas de producción ovina: dos propiedades emergentes de los agroecosistemas. *Interciencia.* 31:37–44.
- Vilaboa-Arroniz, J., P. Díaz-Rivera, O. Ruiz-Rosado, D.E. Platas-Rosado, S.González-Muñoz, y F. Juárez-Lagunes. 2009. Caracterización socioeconómica y tecnológica de los agroecosistemas con bovinos doble propósito de la región del Papaloapan. Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems.* 10:53–62.
- Villacis R., G. 2015. Uso de Marcadores Moleculares para la Identificación del Genotipo de la Gallina Criolla. *Sistemas de Revisiones en Investigación Veterinaria de San Marcos.* Universidad Nacional Mayor de San Marco. Lima, Peru. 9 p.
- Walugembe, M., M. F. Rothschild, and M. E. Persia. 2014. Effects of high fiber ingredients on the performance, metabolizable energy and fiber digestibility of broiler and layer chicks. *Animal Feed Science and Technology.* 188:46–52.
- Webster, M.D. and J. R. King. 1987. Temperature and humidity dynamics of cutaneous and respiratory evaporation in pigeons. *Journal of Comparative Physiology.* 157: 253–260.
- Wenk, C. 2001. The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. *Animal Feed Science and Technology.* 90:21–33.

- Yahav, S. and S. Hurwitz. 1996. Induction of thermotolerance in male broiler chickens by temperature conditioning at an early age. *Poultry science*. 75:402–406.
- Yahav, S., S. Goldfeld, I. Plavnik, and S. Hurwitz. 1995. Physiological responses of chickens and turkeys to relative humidity during exposure to high ambient temperature. *Journal of Thermal Biology*. 20: 245–253.
- Zaragoza, L., B. Martínez, A. Méndez, V. Rodríguez, J. S. Hernández, G. Rodríguez, y R. Perezgrovas. 2011. Avicultura familiar en comunidades indígenas de Chiapas, México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*. 1: 411–415.
- Zulkifli, I., M. T. Che Norma, D. A. Israf, and A. R. Omar. 2000. The effect of early age feed restriction on subsequent response to high environmental temperatures in female broiler chickens. *Poultry science*. 79:1401–1407.