



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO**

---

---

**DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA,  
INVESTIGACIÓN Y SERVICIO EN ZOOTECNIA**

**POSGRADO EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y CALIDAD DE HUEVO  
DE GALLINAS CRIOLLAS SUPLEMENTADAS CON  
SEMILLAS DE CALABAZA (*Cucurbita argyrosperma*)**

**TESIS**

Que como requisito parcial

para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN INNOVACION GANADERA**

Presenta:

**GUADALUPE VELAZCO OJEDA**



DIRECCION GENERAL ACADEMICA  
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES  
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

Bajo la supervisión de:

**MARIANO J. GONZÁLEZ ALCORTA, Ph. D.**



Chapingo, Estado de México, junio 2017.

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y CALIDAD DE HUEVO DE  
GALLINAS CRIOLLAS SUPLEMENTADAS CON SEMILLAS DE  
CALABAZA (*Cucurbita argyrosperma*)**

Tesis realizada por **GUADALUPE VELAZCO OJEDA** bajo la supervisión del  
Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito  
parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN INNOVACIÓN GANADERA**

DIRECTOR:   
Ph. D. MARIANO J. GONZÁLEZ ALCORTA

ASESOR:   
DR. MANRRUBIO MUÑOZ RODRÍGUEZ

ASESOR:   
Ph. D. JOSÉ LUIS ZARAGOZA RAMÍREZ

ASESORA:   
DRA. SILVIA CARRILLO DOMÍNGUEZ

## CONTENIDO

LISTA DE CUADROS .....	iv
LISTA DE FIGURAS .....	vi
AGRADECIMIENTOS .....	vii
DEDICATORIAS .....	viii
DATOS BIOGRÁFICOS.....	ix
RESUMEN GENERAL.....	x
GENERAL ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUCCIÓN GENERAL .....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1    Avicultura familiar de traspatio.....	3
2.2    Importancia de la avicultura de traspatio .....	5
2.3    Problemáticas presentes en la avicultura de traspatio.....	6
2.4    Principales características genéticas de las aves de traspatio .....	7
2.5    Infraestructura y equipo para aves de traspatio .....	8
2.6    Manejo sanitario de las aves de traspatio.....	12
2.7    Alimentación de las aves en un sistema familiar de traspatio.....	14
2.7.1    Ingredientes alternativos en la alimentación de aves de traspatio	16
2.8    Producción y productividad en los sistemas avícolas de traspatio .....	22
2.9    Calidad de huevo y su composición .....	24
2.10    LITERATURA CITADA .....	29
3. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA AVÍCOLA FAMILIAR DE TRASPATIO EN SAN LORENZO, XICOTEPEC, PUEBLA.....	36
3.1    RESUMEN.....	36
3.2    ABSTRACT.....	37

3.3	INTRODUCCIÓN.....	38
3.4	MATERIALES Y MÉTODOS.....	39
3.5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	41
3.6	CONCLUSIONES .....	53
3.7	AGRADECIMIENTOS.....	54
3.8	LITERATURA CITADA .....	54
4.	COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y CALIDAD DE HUEVO DE GALLINAS CRIOLLAS SUPLEMENTADAS CON SEMILLAS DE CALABAZA ( <i>Cucurbita argyrosperma</i> ).....	58
4.1	RESUMEN.....	58
4.2	ABSTRACT.....	59
4.3	INTRODUCCIÓN.....	60
4.4	MATERIALES Y MÉTODOS.....	61
4.5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	69
4.5.1	Comportamiento productivo .....	69
4.5.2	Calidad de huevo .....	74
4.6	CONCLUSIONES .....	78
4.7	AGRADECIMIENTOS.....	78
4.8	LITERATURA CITADA .....	79

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Materiales utilizados en la construcción de gallineros de acuerdo a lo citado por diversos autores.....	10
Cuadro 2. Equipo utilizado en las instalaciones de un sistema avícola de traspatio. ....	11
Cuadro 3. Principales causas de mortalidad y porcentaje de familias que realizan actividades relacionadas con la sanidad.....	14
Cuadro 4. Parámetros productivos con dietas balanceadas en aves de traspatio. ....	17
Cuadro 5. Parámetros relacionados con calidad de huevo de gallinas alimentadas con dietas desbalanceadas versus dietas balanceadas. ....	18
Cuadro 6. Producción de calabaza (semilla) o chihua (ciclo: cíclicos y perennes, modalidad riego + temporal) para algunos Estados de México. ....	21
Cuadro 7. Parámetros productivos y reproductivos en gallinas de traspatio. ...	23
Cuadro 8. Grados de clasificación según la NMX-FF-079-SCFI-2004.....	26
Cuadro 9. Componentes del huevo entero de gallina (100 g de porción comestible).....	27
Cuadro 10. Total de integrantes en las familias encuestadas que cuentan con aves de traspatio en San Lorenzo, Xicotepec, Puebla.....	42
Cuadro 11. Estructura de la parvada hallada en la comunidad versus lo reportado por otros autores.....	46
Cuadro 12. Tipo de materiales usados en la construcción de corrales para gallinas de corral en San Lorenzo, Xicotepec, Puebla. ....	49
Cuadro 13. Producción de huevo anual proveniente de gallinas de traspatio en San Lorenzo, Xicotepec, Puebla.....	52

Cuadro 14. Composición química de la harina de semilla de calabaza ( <i>Cucurbita argyrosperma</i> ).....	63
Cuadro 15. Requerimientos nutrimentales de gallinas ponedoras.....	64
Cuadro 16. Composición de las dietas utilizadas en los diferentes tratamientos a evaluar. ....	65
Cuadro 17. Nivel de significancia de los efectos considerados en el modelo para el análisis de las variables productivas. ....	69
Cuadro 18. Medias* de mínimos cuadrados para determinar el efecto de los tratamientos sobre las variables productivas. ....	72
Cuadro 19. Parámetros iniciales para las variables relacionadas a la calidad de huevo procedente de gallinas criadas en traspatio. ....	74
Cuadro 20. Efecto de los tratamientos sobre las características relacionadas a la calidad de huevo producido por aves de traspatio (semana 6).....	76

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa del municipio de Xicotepec de Juárez y su ubicación en el Estado de Puebla. Fuente: INEGI 2005 (tomado de PACMA 2014-2015).....	40
Figura 2. Porcentaje de padres y madres de familia con diferentes niveles de estudio en San Lorenzo, Xicotepec, Puebla. ....	44
Figura 3. Distribución de aves por color en las unidades de producción avícola de traspatio en San Lorenzo, Xicotepec, Puebla. (*Pinto: mezcla de dos o más colores (negro-amarillo-rojo-blanco-café-gris). ....	47
Figura 4. Porcentaje de postura promedio para cada uno de los cuatro tratamientos evaluados durante las ocho semanas del experimento. T1 (solo maíz); T2 (Dieta balanceada- aceite de soya); T3 (Dieta balanceada- aceite de canola); T4 (Dieta balanceada- aceite de canola y semilla de calabaza). ....	71
Figura 5. Efecto de las cuatro dietas evaluadas sobre la Ganancia de Peso obtenida a los 70 días en gallinas de traspatio. ....	74

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Autónoma Chapingo y de forma especial al Posgrado en Producción Animal por darme la oportunidad de realizar mis estudios de Maestría en Ciencias.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico brindado.

Al Dr. Mariano J. González Alcorta por su infinita paciencia y por sus sabios consejos que me ayudaron a seguir adelante.

Al Dr. José Luis Zaragoza Ramírez por su incalculable apoyo y disponibilidad para apoyarme en las actividades relacionadas al proyecto.

A la Dra. Silvia Carrillo Domínguez y al Dr. Octavio Villanueva Sánchez pertenecientes al Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán por el esfuerzo, el tiempo y el apoyo ofrecido en la realización del presente trabajo de investigación.

Al Dr. Manrubio Muñoz Rodríguez del CIESTAAM y a todas las personas de la comunidad de San Lorenzo, Xicotepec, Puebla por todas sus atenciones, trato amable y apoyo sincero antes, durante y después de la realización del experimento.

Y también a todos los profesores del Posgrado en Producción Animal, que de una u otra forma intervinieron durante mi formación profesional en la realización de este posgrado.

A todos ustedes, gracias.

## DEDICATORIAS

Con todo mi cariño para la dueña de mi vida: mi pequeña Ximena Alexa Chávez Velazco.

Para ti Alejandro Chávez, que a pesar de todos los problemas y de la distancia siempre me has brindado tu apoyo y amor incondicional.

A mi madre Alejandra Ojeda, a mi madrina Sara Ojeda, a mi hermana Teresa de Jesús Lechuga, a mi hermano Marco Antonio Lechuga y a ti amiga querida Alma Cruz.

A mis amigos y compañeros que me brindaron alegría a lo largo de este proceso: Inés Sierra, Bricia Plata, Angélica Ortiz, Pablo López, Juan Quiroz, Diana Herrera, Santiago Velázquez y Ubaldo Juárez.

A ustedes Cristina Cortés y Verónica Cortés, por hacerme sentir parte de su familia.

De todo corazón, mil gracias...

## DATOS BIOGRÁFICOS



### Datos personales

Nombre:	Guadalupe Velazco Ojeda
Fecha de nacimiento:	23 de mayo de 1987
Lugar de nacimiento:	Xicotepec de Juárez, Puebla
CURP:	VEOG870523MPLLJD07
Profesión:	Ing. En Sistemas Pecuarios
Cédula profesional:	09143057

### Desarrollo académico

2005-2009	Preparatoria Agrícola Universidad Autónoma Chapingo Texcoco Edo. De México
2009-2013	Ing. En Sistemas Pecuarios Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas UACH Bermejillo Durango
2015-2017	Maestro en Ciencias en Innovación Ganadera, Posgrado en Producción Animal Departamento de Zootecnia Universidad Autónoma Chapingo

## RESUMEN GENERAL

### COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y CALIDAD DE HUEVO DE GALLINAS CRIOLLAS SUPLEMENTADAS CON SEMILLAS DE CALABAZA (*Cucurbita argyrosperma*)

En San Lorenzo, Xicotepec, Puebla, se caracterizó el sistema avícola a través de una encuesta. Del total de familias encuestadas (n=54), el 64.8% contaban con aves de traspatio. El número promedio por parvada fue de 19 aves. La alimentación para aves adultas fue maíz complementada con desperdicios de cocina. La producción promedio de huevos por unidad familiar fue de 10 semanales, con un peso de  $58.4 \pm 4.99$  g pieza<sup>-1</sup>. Asimismo se detectó la semilla de calabaza (*Cucurbita argyrosperma*) como alternativa local para balancear las dietas. De la problemática detectada se planteó que al sustituir la alimentación basada en maíz por dietas balanceadas, se incrementaría la cantidad y la calidad del huevo producido. En la fase experimental de alimentación se evaluaron cuatro dietas: T1 sólo maíz, T2 dieta balanceada (Ac. soya), T3 dieta balanceada (Ac. canola), T4 dieta balanceada (Ac. canola y harina de semilla de calabaza). Se utilizó un diseño completamente al azar ( $Y_{ij} = M + T_i + E_{ij}$ ) y una prueba de medias de Tukey, y se encontró para T1, T2, T3 y T4 el peso de huevo (g) ( $53.34^b$ ,  $60.15^a$ ,  $60.15^a$ ,  $62.03^a$ ); para número de huevos semana<sup>-1</sup> gallina<sup>-1</sup> ( $0.15^c$ ,  $1.9^b$ ,  $1.89^b$ ,  $2.53^a$ ). La calidad física de huevo se mejoró ( $p \leq 0.05$ ) con las dietas balanceadas en relación a los parámetros iniciales. Se concluye que la dieta balanceada con harina de semilla de calabaza mejora tanto el peso como el número de huevos comparada con la dieta de solo maíz.

**Palabras clave:** Productores, avicultura familiar, alimentación balanceada, aceite de canola, semilla de calabaza pipiana.

## GENERAL ABSTRACT

### PRODUCTIVE PERFORMANCE AND QUALITY OF EGGS OF CREOLE HENS SUPPLEMENTED WITH PUMPKIN SEEDS

#### *(Cucurbita argyrosperma)*

In San Lorenzo, Xicotepec, Puebla, the poultry system was characterized through a survey. Of the total families surveyed (n=54), 64.8% had backyard poultry. The average number per flock was 19 birds. Feeding for adult birds was maize supplemented with kitchen waste. The average egg production per family unit was 10 weekly, weighing  $58.4 \pm 4.99$  g piece. Pumpkin seed (*Cucurbita argyrosperma*) was also detected as a local alternative to balance diets. From the problem detected, it was suggested that by replacing a maize-based feed with balanced diets, the quantity and quality of the egg produced would increase. In the experimental phase of feeding, four diets were evaluated: T1 only maize, T2 balanced diet (oil soybean), T3 balanced diet (oil de canola), T4 balanced diet (oil canola, and pumpkin seed meal). A completely randomized design ( $Y_{ij} = M + T_i + E_{ij}$ ) and was used with a Tukey mean test, and the weight of egg (g) ( $53.34^b$ ,  $60.15^a$ ,  $60.15^a$ ,  $62.03^a$ ) was found for T1, T2, T3, and T4; For the number of eggs per week per hens ( $0.15^c$ ,  $1.9^b$ ,  $1.89^b$ ,  $2.53^a$ ). The physical quality of egg improved ( $p \leq 0.05$ ) with the balanced diets in relation to the initial parameters. It is concluded that the balanced diet with pumpkin seed improves both the weight and the number of eggs compared to the corn diet.

**Key words:** Producers, family poultry, balanced feed, canola oil, pumpkin seed pipiana.

## 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

De acuerdo a la Encuesta Nacional Agropecuaria el inventario de cabezas de aves de corral fue de casi 400 millones, con una producción nacional media diaria de huevo de 7,632 toneladas. El comportamiento de aves por habitante presentó altibajos ya que de 3.3 aves por persona que había en 2007, se redujo a 3.0 en 2012 y en 2014 aumentó a 3.4 aves por habitante. La producción per cápita de huevo registra una tendencia inestable, pues pasó de un kilogramo por cada 18.3 habitantes en 2007, a un kilogramo por cada 15.3 habitantes en 2012, y en 2014, a un kilogramo por cada 15.6 habitantes (INEGI & SAGARPA, 2014). El dato más reciente reportado por el SIAP (2016) es de 22.1 kg per cápita.

La avicultura familiar de traspatio aunque no alcanza los parámetros de producción de un sistema tecnificado, ha llegado a representar hasta 10% de la producción avícola nacional (Lastra et al., 1998) y está presente en más del 85% de las unidades de producción pecuaria del país (Centeno, López & Juárez, 2007). Este tipo de avicultura es importante ya que permite el fortalecimiento de la seguridad alimentaria de las familias campesinas mediante el abasto y autoconsumo de proteína animal, el cual llega a ser insuficiente dadas las condiciones de baja producción (Mendoza, Zaragoza & Rodríguez, 2014).

Esta actividad es practicada por las familias campesinas y consiste en criar un pequeño grupo de aves no especializadas, generalmente criollas, referidas por Segura, Jerez-Salas, Sarmiento y Santos-Ricalde (2007) como una mezcla de diferentes razas que se han adaptado a las condiciones locales como resultado de la selección natural, con una alimentación basada en insumos producidos por los propios campesinos, lo que estas aves comen en el campo y desperdicios de la unidad familiar (Lafargue-Savón, Noa-Lobaina & Ramírez-Triminiño, 2015).

Se ha evaluado la inclusión de diversos ingredientes para complementar la alimentación de las gallinas de postura y al mismo tiempo mejorar parámetros relacionados a la calidad del huevo como el grosor y peso de cascarón, color de yema, altura de clara y de yema, índice de yema e índice de forma, unidades Haugh y tamaño de huevo, características apreciadas por el consumidor.

Uno de los ingredientes evaluados ha sido la semilla de calabaza (*Cucurbita moschata*) por su balance adecuado de ácidos grasos esenciales que son benéficos para la salud humana (Farrel, 2012), además de contener un elevado nivel de proteína  $\geq 30\%$  (Martínez, Valdivié, Martínez, Estarrón & Córdova, 2010). Sin embargo, la semilla de calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma*) posee una amplia gama de variedades criollas adaptadas a cada región agrícola de México (Ayvar et al., 2004) y en la zona de estudio, Sierra Norte del Estado del Puebla, es de fácil adquisición y presenta niveles altos de proteína cruda ( $>30\%$ ) además contener otros nutrimentos importantes como fósforo, potasio, calcio, hierro, zinc y cobre (INIFAP, 2007).

Las hipótesis planteadas en esta investigación fueron las siguientes: 1) La baja producción de huevo puede deberse en primer lugar al factor genético (aves criollas) y a una alimentación desbalanceada, y en segundo lugar a las prácticas de manejo, infraestructura y sanidad deficientes; 2) Al sustituir la alimentación habitual basada en maíz por una dieta balanceada que incluye harina de semilla de calabaza, se incrementa el porcentaje de postura y se mejoran los indicadores internos y externos asociados a la calidad del huevo. Para lograr lo anterior, las dietas se balancearon con aceite de soya que tradicionalmente se usa en dietas para aves; con aceite de canola porque aporta energía y ácidos grasos benéficos para la salud humana; y con harina de semilla de calabaza como fuente de proteína y de ácidos grasos.

El primer objetivo de la investigación fue identificar los principales factores genéticos, de alimentación, sanidad e infraestructura que pueden afectar la producción de huevo en la avicultura familiar de traspatio. El segundo objetivo fue evaluar la eficiencia y eficacia de producción de huevo como respuesta a los tres tipos de dietas balanceadas (con aceite de soya, con aceite de canola, y semilla de calabaza) en comparación a una dieta desbalanceada de solo maíz.

La presente tesis se encuentra estructurada en cuatro capítulos. En el capítulo uno se encuentra la introducción general en donde se menciona la importancia de esta investigación, así como también las hipótesis y los objetivos planteados.

En el capítulo dos se despliegan conceptos relacionados a la avicultura de traspatio, así como sus principales características, parámetros tanto productivos como de calidad de huevo al implementar dietas balanceadas para las aves de corral. En el capítulo tres se muestra la caracterización de la avicultura familiar de traspatio de la comunidad de San Lorenzo, Xicotepéc, Puebla. Y en el capítulo cuatro se presentan los resultados de la evaluación de cuatro dietas (una desbalanceada que contenía solo maíz, y tres balanceadas) proporcionadas a las gallinas de corral pertenecientes a unidades de familia de la comunidad en estudio.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Avicultura familiar de traspatio**

La avicultura es la rama de la ganadería con mayores antecedentes históricos en México, ya que se practica desde antes del arribo de los españoles al continente Americano cuando se practicaba la cría de aves de corral, principalmente de guajolote o pavo (*Meleagris gallopavo*). Con el arribo de los colonizadores, se introdujeron a los territorios conquistados razas y variedades de aves que fueron adaptadas a las condiciones de explotación de México. Las gallinas (*Gallus gallus domesticus*) fueron desplazando rápidamente a los guajolotes, debido a que tradicionalmente éstos últimos eran consumidos solo por los gobernantes, así como por la facilidad que tiene la crianza de gallinas respecto a la de guajolotes, iniciándose la producción a baja escala, lo cual se considera como el origen del actual sistema de traspatio o rural, practicado en amplias regiones marginales del país (Camacho-Escobar et al., 2011; Lastra et al., 2000).

A partir de 2015 se ha señalado que la mayor parte de las empresas mexicanas se encuentran a corto plazo de operar con casetas totalmente mecanizadas (Hernández & Padilla, 2015), con una tendencia clara hacia la tecnificación reemplazando el sistema semitecnificado y el sistema de traspatio (Lastra et al., 2000). Este último, aunque no alcanza los parámetros de producción de un sistema tecnificado, ha llegado a representar hasta el 10% de la producción

avícola nacional (Lastra et al., 1998) y está presente en más del 85% de las unidades de producción pecuaria del país (Centeno et al., 2007).

Aquino et al. (2003) definen la avicultura de traspatio como el aprovechamiento de animales, como son las gallinas, guajolotes, patos y otras aves en el patio de la casa o alrededor de la misma; se realiza a pequeña escala, en áreas rurales, suburbanas y zonas marginadas. Normalmente la alimentación de las aves de traspatio consiste de granos de maíz, trigo o sorgo, sobrantes de comida como la tortilla y el pan, desperdicios de frutas y verduras, algunos forrajes o hierbas, insectos, lombrices y algunos gusanos. Pero en todo caso la dieta de las gallinas debe incluir fuentes adecuadas de energía y proteína que son vitales para su desarrollo normal (Jerez-Salas, González, Carrillo-Rodríguez, Villegas & Vásquez, 2014).

La avicultura de traspatio es la actividad pecuaria de mayor tradición y difusión en el país y algunas de sus principales características son: que se utilizan pocos insumos, la mano de obra es principalmente familiar y las gallinas son del tipo criollo. Bajo este esquema, la producción de huevo y pollo en las comunidades rurales permite a la gente de escasos recursos económicos producir y consumir proteína de buena calidad a un costo accesible (Centeno et al., 2007). El INEGI define esta actividad como “explotación ganadera en pequeña escala, en la que se incluye entre otros, la cría y engorda de ganado porcino y de guajolotes criollos”. Otros autores como Lastra y Peralta (1999) mencionan que este estrato productivo aporta aproximadamente 5% de la producción nacional, porcentaje que ha disminuido por el estancamiento en sus niveles de producción y el mayor incremento de la producción proveniente de sistemas tecnificados y semitecnificados.

Según datos obtenidos durante el VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007 (INEGI 2007), el inventario nacional de aves de corral asciende a más de 350 mil cabezas en el país ubicadas en 4,341 unidades de producción y en el Estado de Puebla a 28,418,523, situándolo como el tercer productor a nivel nacional. Cabe destacar que en este Estado casi la totalidad de las aves de corral son gallinas,

pollos de engorda y pollos y pollas en desarrollo. De acuerdo al grado de desarrollo de las aves de corral en la unidad de producción, se observa que en el Estado de Puebla, un 54.3% son gallinas, cifra que contrasta con los datos del país en más de 17 puntos porcentuales.

## **2.2 Importancia de la avicultura de traspatio**

La avicultura de traspatio es una actividad cada vez más importante en las zonas rurales de muchos países en desarrollo, principalmente para las zonas más pobres y marginadas que imposibilitan cubrir los requerimientos de proteína a sus habitantes. Ya que, independientemente de los bajos parámetros productivos que se logran, existen otras ventajas que se tienen al desarrollar esta actividad como: ofrecer empleo a los agricultores marginales, proporcionar ingresos adicionales a los hogares rurales, ayudar en la fertilidad del suelo del área de traspatio, proporcionar carne y huevo con muy poca inversión al hacer uso de insumos locales, presentar niveles más bajos de colesterol en la yema de huevo y en la carne comparado con los productos obtenidos en la producción intensiva y de forma general promueve el bienestar de la población menos favorecida (Cruz, 2008; Guèye, 2000).

Las aves que se desarrollan en su hábitat natural tienen oportunidad de mejoramiento a través de la introducción de nuevas prácticas de manejo, sanidad y alimentación complementarias a las prácticas tradicionales, con lo cual se pueden ofrecer al mercado productos con mayores ventajas de calidad para los consumidores que los ofertados por las granjas comerciales, tal como se lleva a cabo en las granjas denominadas “free range” o aves en libre pastoreo (Cruz, 2008; SARE, 2012).

Otro aspecto importante es la participación de la mujer en la producción avícola de traspatio, ya que ellas son las principales responsables del cuidado de las aves, y al obtener un ingreso extra por la venta de carne o huevo, ellas tienen la oportunidad de decidir en qué se puede invertir, ya que estos son productos de su esfuerzo. Por otra parte, se proporciona una herramienta para promover la igualdad de género principalmente en países como la India y México (Kumar,

Debnath & Panda, 2015; Vieyra et al., 2004) en donde la mayor parte de las decisiones son tomadas por el jefe de familia.

### **2.3 Problemáticas presentes en la avicultura de traspatio**

Dentro de la avicultura familiar o de traspatio hay un gran número de problemáticas, y una de las principales, es la dificultad de cuantificar los indicadores productivos llevando a un desconocimiento del funcionamiento de este sistema para caracterizarlo solamente como una actividad de apoyo a la economía familiar. Entre otros factores que han limitado esta actividad, se encuentran los modernos sistemas de producción, la introducción de material genético exótico, la limitación en el desarrollo de algunas razas, la demanda cambiante de los mercados y la poca o nula aplicación de tecnología y control sanitario (Camacho-Escobar, Lira-Torres, Ramírez-Cancino, López-Pozos & Arcos-García, 2006).

Sumado a las dificultades anteriores, se encuentra la limitante relacionada con la alimentación, ya que solo se les proporciona una pobre cantidad de granos, complementando su dieta con insectos, forrajes verdes y desperdicio. Además, desde pequeños a los pollos se les enseña a picar, es decir a sobrevivir. El alimento principal para las gallinas es el maíz, pero debido al bajo contenido de aminoácidos (lisina), retrasan el crecimiento y con ello la madurez sexual (Lázaro, 2009). Este tipo de alimentación desbalanceada es común en las unidades de producción avícola de traspatio en diversas partes del mundo.

Gutiérrez-Triay et al. (2007) encontraron en el municipio de Tetz en Yucatán, que prácticamente no existe un manejo diferencial en la alimentación de aves jóvenes y adultas en la avicultura de traspatio y que los alimentos principalmente utilizados eran: alimento comercial, maíz y tortilla. Este fue un factor limitante para la avicultura de traspatio en este municipio y de forma general, ya que una característica primordial del sistema de traspatio es la utilización de los excedentes de la milpa y desechos de cocina, así como de hierbas e insectos que cosechan los animales en los patios. La necesidad de comprar maíz o alimento comercial, hace al sistema dependiente y por lo tanto no sustentable.

## **2.4 Principales características genéticas de las aves de traspatio**

La diversidad genética de las aves de corral es muy amplia y depende de la zona en donde se desarrolle, pero de forma general, existen aves de líneas comerciales como la Rhode Island y Plymouth Rock barrada (que han sido distribuidas en paquetes familiares) y las aves criollas, referidas por Segura et al. (2007) como “una mezcla de diferentes razas que se han adaptado a las condiciones locales como resultado de la selección natural”, sin embargo, también se puede hallar un porcentaje de aves producto de la cruce entre aves de líneas comerciales y aves criollas.

Existen algunos estudios en donde se analizó la proporción de aves que predominan en los sistemas de traspatio, utilizando en algunos casos, el color como referente para realizar la clasificación. Centeno et al. (2007) encontraron en Ixtacamaxtitlán, Puebla, que las principales razas de aves de traspatio eran: Rhode Island Roja y Playmouth Rock Barrada, criollas y cruza de New Hampshire, Wyandotte, Suseex, y aves de cuello desnudo. Por otro lado, Lafargue-Savón, Noa-Lobaina y Ramírez-Trimiño, (2015) mencionan que predomina la raza criolla con un 98.1% del total de aves en los patios familiares de una comunidad del Salvador, en Guantánamo, Cuba, lo anterior es muy similar a lo hallado por Sánchez-Sánchez y Torres-Rivera, (2014) en Huatusco, Veracruz, con un 97% de los casos de raza criollas y 3% de líneas comerciales. En otro análisis realizado por Lázaro (2009) en Tianguismanalco, Tecali, Puebla, se encontró que la distribución de las aves por su color de plumaje fue de la siguiente forma: rojo 46.38%, negro 21.46%, con menor frecuencia el color amarillo, y el gris y blanco en menor proporción. Un estudio más fue realizado por Juárez, Manríquez y Segura (2000) en Pátzcuaro, Michoacán, México, en donde se obtuvo que las aves de color rojo representaban el 24.9%, las de color negro el 21.3%, las de color pardo 16.8%, las de color gris 11.1%, mientras que los colores propios de estirpes comerciales (Plymouth Rock Barred, Rhode Island Red y White Leghorn) solo el 7.2%. Este mismo autor menciona que, los colores oscuros son de gran ayuda para el camuflaje y reducción de riesgos por depredadores. Por otro lado, los colores similares al de las aves comerciales,

pueden indicar el nivel de introducción de aves exóticas a la población de gallinas locales.

La diversidad genética de las gallinas criollas presentes en la avicultura familiar de traspatio, les ha permitido subsistir a través del tiempo y a las diversas condiciones de muchos países en todo el mundo, convirtiendo este sistema de producción en un reservorio genético de resistencia, adaptación y tolerancia al cambio (Guelber, 2012). Cruz (2008) afirma que las razas criollas "...son más resistentes a las enfermedades de la región al adquirir anticuerpos de sus progenitores, desde el proceso de incubación, y al nacimiento a partir del sistema inmunológico al iniciar la producción de anticuerpos contra los antígenos específicos del lugar". Sin embargo, la introducción de estirpes comerciales sin un plan de mejoramiento adecuado, puede llevar al detrimento de las razas ya adaptadas a cada zona (criollas) provocando una disminución en la producción, y un posible incremento en la mortalidad por la compra de aves enfermas, muy pequeñas o sin las vacunas adecuadas.

## **2.5 Infraestructura y equipo para aves de traspatio**

La presencia o ausencia de un gallinero es de suma importancia para un sistema de traspatio, para esto, se suelen utilizar materiales de la localidad, reciclados o muy económicos, por lo cual estos corrales tienden a ser rústicos y sencillos. Sin embargo un porcentaje importante de productores no cuenta con corral o gallinero dejando a las aves pernoctar en los árboles o en los alrededores de la casa. En un análisis realizado por (Gutiérrez-Triay et al., 2007) encontraron que el 8.7% de productores encuestados no contaban con corral, principalmente por el bajo número de aves y porque no lo consideraban necesario, este porcentaje es inferior a lo hallado por (Lafargue-Savón et al., 2015) en donde el 75.9% no poseían instalaciones que protegieran a las aves de las inclemencias del clima o de algunos depredadores. Diferentes resultados fueron indicados por Cruz (2008) en donde el 53% de las unidades de producción contaban con gallinero, el resto mantenía a sus aves al aire libre, inferior al 88.9% hallado por Gutiérrez-Ruiz et al. (2012) en el Estado de Yucatán, México. Otro análisis realizado en localidades

de Bangladesh se encontró que el 30% de los productores mantenía a sus aves dentro de la casa familiar (Billah, Nargis, Hossain, Howlider & Lee, 2013). A diferencia del 5% reportado por Lobo, Alders, Da Silva y Harun (2006) en Mozambique, África. Los mismos autores indican que un 47% de las familias no proveen refugio para sus aves (duermen en los árboles o en el techo de la casa), mientras en 48% si cuenta con gallineros.

Hay evidencia que sugiere una correlación positiva entre el número de huevos por ave por año y el alojamiento existente en la unidad de producción, tal como fue analizado por Kumar, Gupta y Narain (2015) en Mahoba, India, en donde se obtuvo lo siguiente:  $92 \pm 4.71$  huevos/ave/año sin alojamiento versus  $164 \pm 2.62$  huevos/ave/año con alojamiento parcial y  $141 \pm 6.43$  huevos/ave/año con alojamiento total. En relación a estos datos, Lafargue-Savón et al. (2015) mencionan que el 72.2% de criadores encuestados afirmaron tener pérdidas de huevo por consumo de otros animales, situación que se manifiesta por no contar con instalaciones y equipo adecuados para la postura de las aves. Posiblemente, también se incrementa la mortalidad de la parvada al existir pérdidas por depredación de animales salvajes.

Es importante conocer el porcentaje de familias que sí cuentan con instalaciones para el encierro total o parcial de sus aves, no obstante, identificar el tipo de materiales utilizados para su construcción y su proporción, ayuda a complementar el análisis realizado a los sistemas avícolas de traspatio. A continuación en el Cuadro 1 se muestra una recopilación de lo citado por varios autores en diferentes zonas de México.

Cuadro 1. Materiales utilizados en la construcción de gallineros de acuerdo a lo citado por diversos autores.

Tipo de material	Lugar	Autor (es)
<b>Techo</b>		
Lámina de cartón (67.9%), hoja de guano (24.1%), y otros (lámina de zinc, bolsas de alimento, etc.).	Tetiz, Yucatán, México	(Gutiérrez-Triay et al., 2007)
Lámina galvanizada (63.6%), lámina de asbesto (9.1%), teja (9.1%) y madera (18.2%).	Ixtacamaxtitlán, Puebla	(Centeno et al., 2007)
Lámina de cartón (59.6%), palma de huano (23.3%), lámina de zinc (13.0%).	Yucatán, México	(Gutiérrez-Ruiz et al., 2012)
Plástico o lámina.	Tianguismanalco, Tecali, Puebla	(Lázaro, 2009)
<b>Piso</b>		
Tierra (80.4%) y cemento (10.7%).	Tetiz, Yucatán, México	(Gutiérrez-Triay et al., 2007)
Tierra (81.8%) y madera (18.2%).	Ixtacamaxtitlán, Puebla	(Centeno et al., 2007)
Tierra (94.3%) y otros.	Yucatán, México	(Gutiérrez-Ruiz et al., 2012)
Cemento (42%) y tierra (58%).	Huamantla, Tlaxcala	(Cruz, 2008)
<b>Paredes</b>		
Malla de alambre (63.6%) y madera (23.7%).	Tetiz, Yucatán, México	(Gutiérrez-Triay et al., 2007)
Madera (81.8%) y cemento (18.2%).	Ixtacamaxtitlán, Puebla	(Centeno et al., 2007)
Malla de alambre (28.5%), palos (27.5%), piedras (6.7%), el resto materiales diversos.	Yucatán, México	(Gutiérrez-Ruiz et al., 2012)

La construcción de gallineros no supone gran inversión, pero dependiendo de la climatología del lugar y del manejo dado a la parvada, el mal diseño y espacio inadecuado puede influir negativamente en la producción y productividad del ave, afectando directamente la calidad de huevo tanto para incubación como para consumo (FAO & OMS, 2008).

En un sistema tecnificado se suelen utilizar comederos y bebederos comerciales con las características idóneas para cada ave en cada etapa de su desarrollo, pero en los sistemas avícolas de traspatio la situación es totalmente diferente, ya que el maíz (u otro alimento suplementario) se ofrece en comederos rústicos o directamente en el suelo. En Penjamillo, Michoacán el 90% de las unidades de producción no cuenta con comedero y el 63% no tiene bebederos, por lo cual las aves deben obtener el agua de los charcos o de los bebederos de otros animales del predio familiar (Juárez-Caratachea, Ortiz-Rodríguez, Pérez-Sánchez, Gutiérrez-Vázquez & Val-Arreola, 2008), sin embargo, este porcentaje puede cambiar dependiendo de la zona de estudio. En relación a los materiales que se suelen utilizar como comedero o bebedero existe una amplia variabilidad tal como se puede observar en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Equipo utilizado en las instalaciones de un sistema avícola de traspatio.

	Material	Autores
Comederos	Recipientes de plástico (36.6%), ollas de desecho (35.3%).	(Gutiérrez-Triay et al., 2007).
	Piso (82%), bandejas de plástico (11.8%).	(Centeno et al., 2007)
	Madera (29%), aluminio (21%), comerciales (18%), de otro tipo (32%).	(Ruiz, Ruiz & Mendoza, 2014).
Bebederos	Recipientes de plástico (32.5%), ollas de desecho (28.2%), cubos (14.6%), pilas de cemento (13.5%) etc.	(Gutiérrez-Triay et al., 2007).
	Utensilios de cocina (44%),	(Ruiz et al., 2014).
	Madera, arcilla, plástico, aluminio.	(Lázaro, 2009)

Los nidos, ponederos o nidales tienen como propósito brindar un espacio adecuado, fresco, limpio, confortable y tranquilo para las gallinas, tanto para la postura como para la incubación. Soler y Fonseca (2011) recomiendan un nidal

por cada 5-7 gallinas con las siguientes dimensiones: 35 cm de alto, 35 cm de fondo y 30 cm de frente, a una distancia del piso de 60 a 80 cm.

En un sistema avícola de traspatio es común que los nidos no cuenten con las características adecuadas, ya sea por el tipo de material, el tamaño, la ubicación o porque son insuficientes para la cantidad de gallinas presentes en la parvada. No obstante, existen comunidades como San Isidro localizada en el municipio de Ixtacamaxtitlán, Puebla, en donde Centeno et al. (2007) hallaron que, más del 90% de las familias sí utilizaba nidos para sus gallinas con un promedio de un nido por cada dos gallinas y entre los materiales más comunes para su construcción y acondicionamiento se encontraban las cajas de madera, tambos o cajas de cartón y como cama las hojas de pino secas, y el rastrojo de maíz.

La relación nido-gallina también suele cambiar dependiendo del tipo de sistema avícola, tal como lo exponen Sánchez-Sánchez y Torres-Rivera (2014), al indicar que los productores con fines comerciales presentaron un promedio de 1.7 nidos por gallina (debajo del fogón, a orilla de la casa o en el cafetal), los de tipo autoconsumo con venta de excedentes un nido por gallina (fuera del gallinero, a orilla de la casa o en el cafetal) y los productores de solo autoconsumo 1.1 nidos por gallina (dentro del gallinero).

## **2.6 Manejo sanitario de las aves de traspatio**

En la crianza de aves de corral, el manejo sanitario, llega a ser deficiente o inclusive nulo ocasionando una disminución en la producción (huevo y carne) y una elevada mortalidad. Las enfermedades más comunes son las respiratorias y digestivas, debido a la falta de vacunas o tratamientos preventivos (Soler, 2010), y para la cura de estas enfermedades, una práctica muy común entre las familias es el uso de productos naturales disponibles localmente, esta actividad también es conocida como medicina etnoveterinaria y en África hasta el 79% de los agricultores pobres la llevan a cabo (Guèye, 2000), también se suele utilizar medicamento y antibióticos para humanos (Lázaro, 2009).

El porcentaje de mortalidad también varía de acuerdo a las zonas en donde se realiza la producción avícola, a las enfermedades que predominan y a las prácticas enfocadas a la prevención:

- En el Estado de Oaxaca Verduzco-Ríos, Martínez-González, Muñoz-Rodríguez, Santoyo-Cortés y Aguilar-Ávila (2016) mencionan un 30.1% de mortalidad en pollitos de 0-8 semanas de vida.
- En Huamantla, Tlaxcala Cruz (2008) reporta un porcentaje similar para pollitos nacidos en casa (30%), también se realiza un desglose para las distintas etapas: gallinas 49%, gallos 59%, pollos (as) 50% y pollitos 99% (comprados a vendedores ambulantes), de forma general se menciona un 56% anual.
- En cinco distritos de Bangladesh se presenta una tasa de mortalidad del 65% a los 75 días, lo cual es atribuido a los depredadores como perros, gatos, cuervos y aves rapaces (Lobo et al., 2006).
- En otro estudio realizado en Mahoba, India, se halló que del total de productores encuestados, las pérdidas de aves ocurrían de la siguiente forma: por enfermedades (adultas 54%, en crecimiento 52%, pollitos 61%), y por depredación (adultas 7%, en crecimiento 9%, pollitos 19%) (Kumar, Dwivedi & Narain, 2015).

Como se observa en el Cuadro 3, la limpieza es uno de los factores más deficientes, la vacunación se realiza pero sin seguir un calendario de vacunación adecuado, y además, la asesoría de personal capacitado es muy baja en algunos casos por falta de recursos y en otros por falta de interés al considerar que cuenta con los conocimientos necesarios para criar aves tal como lo referido por Sánchez-Sánchez y Torres-Rivera (2014). Al aumentar la mortalidad de las aves, las pérdidas económicas se hacen mayores debido a los insumos invertidos, sobre todo si son aves en etapas productivas (Soler, 2010).

En relación a esta problemática y a la muerte de aves ligada a la prevalencia de enfermedades, la FAO y IAEA (2006) recomiendan una estrategia de vacunación adecuada en tiempo y forma lo cual reduciría la mortalidad hasta en 80%.

Cuadro 3. Principales causas de mortalidad y porcentaje de familias que realizan actividades relacionadas con la sanidad.

Autor (es)	Lugar	Limpieza de corral	Vacunar	Desparasitar	Enf. comunes	Asesoría técnica
(Khandait, Gawande, Lohakare & Dhenge, 2011)	Bhandara, Maharashtra, India	84%	0%	0%	Newcastle, viruela, diarrea, enfermedades respiratorias.	4%
(Camacho-Escobar et al., 2006)	Costa de Oaxaca, México	--	68%	68%	Coccidiosis, prolapso uterino, enteritis, colibacilosis, etc.	--
(Gutiérrez-Ruiz et al., 2012)	Yucatán, México	--	20%	21%	Enfermedades respiratorias 35%.	23%
(Cruz, 2008)	Xalpatlahuaya Huamantla, Tlaxcala, México	0%	38%	38%	63%: diarreas, enfermedades respiratorias, Newcastle.	7%
(Sánchez-Sánchez & Torres-Rivera, 2014)	Huatusco, Veracruz	--	--	--	Gripe, viruela, ácaros, Newcastle, y depredación.	8%
(Lázaro, 2009)	Tianguismanalco, Tecali, Puebla	--	3-5%	--	Problemas respiratorios (66%) y digestivos.	--

## 2.7 Alimentación de las aves en un sistema familiar de traspatio

La alimentación principal de las aves de traspatio adultas se basa en granos (maíz) y cereales (trigo y arroz), desperdicios de cocina, y se complementa con

pastoreo e insectos que las mismas aves alcanzan a recolectar, o viceversa, se basa en pastoreo y se complementa con granos y cereales, esto dependerá del tiempo que se deje en libertad a la parvada. Diversos estudios coinciden con lo anterior (Camacho-Escobar et al., 2006; Juárez-Caratachea et al., 2008; Mendoza, Zaragoza & Rodríguez, 2014; Ruiz et al., 2014; Sánchez-Sánchez & Torres-Rivera, 2014; Solórzano et al., 2014; Verduzco-Ríos et al., 2016) sin importar el lugar en donde se haya realizado el análisis, inclusive en estudios realizados en la India (Mandal, Khandekar & Khandekar, 2006) y en Nigeria, África (Amos, 2006) la alimentación es similar. Solo en el caso de los pollos recién nacidos y en crecimiento se llega a realizar algún tipo de suplementación con masa, maíz molido, arroz, alimento comercial, y/o la combinación de estos (Lázaro, 2009; Sánchez-Sánchez & Torres-Rivera, 2014).

Los recursos alimenticios disponibles para las gallinas de traspatio dependen de varios factores: el excedente de granos obtenidos durante la cosecha, las estaciones del año, los ciclos de cosechas, y el ciclo de los insectos consumidos por las aves, lo cual muestra la gran variabilidad de las dietas que ingieren y la dificultad al identificar los ingredientes que las componen (Soler & Fonseca, 2011). Se han realizado algunas aproximaciones para determinar el valor nutritivo y la composición de lo que consumen las aves que pastorean, tal como el estudio realizado por Mutayoba, Katule, Minga, Mtambo y Olsen (2011) en donde se encontraron diferencias significativas por estación (húmeda y seca) y lo determinado para aves adultas fue lo siguiente: granos (17.2-34.3 g), residuos de cocina (1.5-2.1 g), material vegetal (2.1-0.7 g), semillas (1.5-1.8 g), insectos (2.1-0.9 g), gusanos (1.2-0.6 g), no identificado (2.0-1.5 g), con un total de 27.5 g para la estación húmeda y 41.9 g para la estación seca. Estos mismos autores realizaron un análisis para determinar el consumo de nutrimentos y hallaron deficiencias de proteína, energía, calcio y fósforo en las diferentes edades de las aves, para las dos estaciones evaluadas.

### **2.7.1 Ingredientes alternativos en la alimentación de aves de traspatio**

El costo de alimentación en la industria avícola llega a representar del 70 al 80%, por ello es necesario formular dietas adecuadas que mejoren la eficiencia de la producción y disminuir la eliminación de nitrógeno al ambiente (Fuente-Martínez, Mendoza-Martínez, Arce-Menocal, López-Coello & Avila-González, 2012).

Los alimentos más utilizados como fuentes de energía son principalmente los granos de cereales (maíz blanco o amarillo, sorgo, arroz, trigo, cebada). También se suelen incluir subproductos como el salvado de maíz, de trigo o pulido de arroz, aunque su empleo debe ser limitado, por contener mucha fibra. Además de yuca (*Manihot esculenta Crantz*), melaza y gallinaza. La suplementación de proteína en la dieta de las aves es crítica y el costo de los productos es elevado. Las fuentes de proteína más usuales son las siguientes: pasta de soya, pasta de algodón, pasta de ajonjolí, pasta de girasol, pasta de cártamo, pasta de coco, semilla de calabaza, harina de pescado, harina de pluma, harina de sangre o huesos (Cuca & Ávila, 1978).

Pero a diferencia de un sistema avícola tecnificado, las aves de traspatio raramente alcanzan a cubrir sus requerimientos nutricionales de producción, debido a que el maíz es utilizado como base o como suplemento, combinado con desperdicios de cocina, subproductos de lo obtenido en la parcela, hierbas, semillas y gusanos que las mismas aves alcanzar a recolectar en el campo (Lázaro, 2009).

Los recientes avances en la nutrición de aves de corral se han centrado en tres aspectos principales: i) Lograr una mayor comprensión del metabolismo de los nutrimentos y de las necesidades de nutrientes; ii) Determinar la presencia y disponibilidad de nutrientes en los ingredientes de los alimentos, y iii) Formular las dietas de menor costo que conjuguen necesidades y suministro de nutrimentos de forma concreta. El objetivo general es *la alimentación de precisión* para reducir costos y maximizar la eficacia económica (FAO, 2013).

Por ello, se han llevado a cabo diversas investigaciones y pruebas de alimentación para evaluar ingredientes poco comunes que puedan mejorar la

producción de huevo o carne de aves de traspatio y/o conferir cualidades de interés comercial, como el color de yema, grosor de cascarón, inclusive un incremento en el nivel de ácidos grasos esenciales. En el Cuadro 4 se muestran algunos parámetros productivos obtenidos al ofrecer una dieta que sí cubre los requerimientos nutricionales en las aves de traspatio. Se puede observar que tanto el tamaño de huevo, como la producción de huevo por semana se incrementan, aunque existen variaciones en los resultados debido a las condiciones en las que se desarrollaron las pruebas de alimentación.

Cuadro 4. Parámetros productivos con dietas balanceadas en aves de traspatio.

Autor (es)	Variables productivas	Tipo de aves	
		Emplume completo	Cuello desnudo
(Juárez-Caratachea, Gutiérrez-Vázquez, Garcidueñas-Piña & Salas-Razo, 2010)	Dieta balanceada	Emplume completo	Cuello desnudo
	Producción (huevo sem <sup>-1</sup> )	3.9	3.6
	Peso de huevo (g)	51	52
	Índice de forma (%)	--	--
	Resistencia de cascarón (%)	--	--
	Color de yema	--	--
(Jerez-Salas, Camacho et al., 2014)	Dieta alternativa: maíz, cacahuete, alfalfa, vitaminas y minerales.	Criollas (Dieta alternativa, sin pastoreo)	De color mejoradas (Dieta alternativa, con pastoreo de verdolaga)
	Producción (huevo sem <sup>-1</sup> )	3.2	3.2
	Peso de huevo (g)	57.4	47.6
	Índice de forma (%)	74.3	74.3
	Resistencia de cascarón (%)	86.2	74.3
	Color de yema	7	8.5
(Abou-Elezz, Sarmiento-Franco, Santos-Ricalde & Solorio-Sánchez, 2011)	Dieta balanceada: sorgo, soya, harina de canola, vitaminas, minerales, aminoácidos.	Rhode Island Red ( <i>Leucaena leucocephala</i> )	Rhode Island Red ( <i>Moringa oleífera</i> )
	Producción (huevo sem <sup>-1</sup> )	5.9	4.2
	Peso de huevo (g)	59.2	57.8
	Índice de forma (%)	72.7	72.8
	Color de yema	7.5	8.3
	CA (kg huevo: kg alimento)	3.4	3.6
(Guerrero, 2016)	Dieta balanceada: maíz, melaza, pasta de soya, harina de Leucaena, vit. y min.	Gallinas traspatio (sin AGPI)	Gallinas traspatio (con AGPI)
	Producción (huevo sem <sup>-1</sup> )	4.9	4.2
	Peso de huevo (g)	60.6	58.7
	Índice de forma (%)	-	-
	Color de yema	8.3	7.6
	CA (kg huevo: kg alimento)	4	3.9

La calidad del huevo se encuentra ligada a factores como programas de iluminación, edad, clima, sanidad y constitución genética de las gallinas (Galíndez, Peña, Albarrán & Prospert, 2014), pero principalmente dependen de la calidad y del tipo de dieta ofrecida a las gallinas asociado al manejo y sanidad. Sin embargo, estas características no suelen cumplirse en los sistemas de avicultura familiar, por desconocimiento o por falta de recursos por parte de los pequeños avicultores (Guerrero, 2016). Al proporcionar una dieta balanceada a las gallinas criadas en el traspatio, se mejoran los parámetros de producción al mismo tiempo que los parámetros relacionados con la calidad del huevo, tal como se muestra en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Parámetros relacionados con calidad de huevo de gallinas alimentadas con dietas desbalanceadas versus dietas balanceadas.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Peso de huevo (g)					
Alimentación desbalanceada	54.1	50.7	54.0	51.6	--
Alimentación balanceada	56.5	--	62.5	58.7	58.4
Grosor de cascarón (mm)					
Alimentación desbalanceada	0.32	0.28	0.35	0.31	--
Alimentación balanceada	0.34	--	0.39	0.35	0.40
Peso de cascarón (g)					
Alimentación desbalanceada	5.35	4.5	6.62	4.64	--
Alimentación balanceada	5.71	--	7.66	5.39	5.68
Peso de yema (g)					
Alimentación desbalanceada	16.2	--	--	15.71	--
Alimentación balanceada	17.2	--	--	18.50	14.07
Color de yema (unidades)					
Alimentación desbalanceada	7.9	12.1	11.85	6.38	--
Alimentación balanceada	7.8		10.36	7.85	11.89
Altura albúmina (mm)					
Alimentación desbalanceada	6.36	6.3	--	4.71	--
Alimentación balanceada	5.64	--	--	5.17	--

Fuentes: (1) (Krawczyk, 2009); (2) (Juárez-Caratachea, Gutiérrez-Vázquez, Segura-Correa et al., 2010); (3) (Yenice, Kaynar, Ileriturk, Hira & Hayirli, 2016); (4) (Guerrero, 2016); (5) (Dikmen, İpek, Şahan, Sözcü & Baycan, 2017).

Continuación del Cuadro 5... Parámetros relacionados con calidad de huevo de gallinas alimentadas con dietas desbalanceadas versus dietas balanceadas.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Unidades Haugh				
Alimentación desbalanceada	80.0	73.4	66.65	67.70	--
Alimentación balanceada	74.2	--	70.10	69.59	88.10
	Índice de yema (%)				
Alimentación desbalanceada	--	--	40.57	34.72	--
Alimentación balanceada	--	--	41.89	34.87	48.20
	Altura de yema (cm)				
Alimentación desbalanceada	--	1.6	--	1.60	--
Alimentación balanceada	--	--	--	1.64	--
	Índice de forma (%)				
Alimentación desbalanceada	--	75	74.75	--	--
Alimentación balanceada	--	--	77.74	--	78.31

Fuentes: (1) (Krawczyk, 2009); (2) (Juárez-Caratachea, Gutiérrez-Vázquez, Segura-Correa et al., 2010); (3) (Yenice et al., 2016); (4) (Guerrero, 2016); (5) (Dikmen, İpek, Şahan, Sözcü & Baycan, 2017).

Otros ingredientes que han sido evaluados como fuentes alternativas en la alimentación avícola son los siguientes:

- Yuca: como fuente energética con un nivel de inclusión de 10% para pollos de engorda y de 20% en gallinas ponedoras. Niveles superiores pueden provocar un detrimento en la producción debido al contenido de ácido prúsico o cianhídrico en la raíz o a un inhibidor de la fosforilasa presente en la "cáscara" de los tubérculos de la yuca (Cuca & Ávila, 1978).
- Morera (*Morus alba*): como fuente de proteína (15-28%) con un nivel de inclusión de 5% en pollos de engorda (Casamachin, Ortiz & López, 2007).
- Hojas de bore (*Alocasia macrorrhiza*): como fuente de proteína, con un nivel de inclusión del 5% en dietas para pollos de engorda (López, Caicedo & Alegría, 2012).
- Semilla de calabaza: uno de los ingredientes alternativos que también ha sido utilizado como sustituto parcial de la soya en la alimentación de las aves de postura y pollos de engorda es la semilla de calabaza (*Cucurbita moschata*). Se han evaluado diferentes niveles de inclusión con el objetivo

de reducir la concentración de colesterol y principalmente para incrementar el nivel de ácidos grasos monoinsaturados (oleico) y poliinsaturados (linoleico y alfa-linolénico) en el huevo y en la carne (Aroche et al., 2011; Martínez et al., 2012; Martínez et al., 2010).

### **Semilla de calabaza (*Cucurbita argyrosperma*)**

En esta investigación se propone el uso de la semilla de calabaza (*C. argyrosperma*), especie cultivada y ampliamente diversificada pero que también puede encontrarse en estado silvestre. Su área de distribución abarca desde el suroeste de los Estados Unidos hasta Nicaragua, en zonas por debajo de los 1800 m, con climas cálidos y algo secos (Villanueva, 2007; citado por Cerón, Legaria, Villanueva & Sahagún, 2010).

Según la CONABIO (1989), los nombres más comunes utilizados para esta especie son: Arota (Chihuahua, Sinaloa, Sonora); bachí (Chihuahua); calabaza (México); calabaza borrada (San Luis Potosí); calabaza borrada (Tamaulipas); calabaza caliente (Sinaloa); calabaza caliente (Sonora); calabaza criolla (Michoacán); calabaza de casco (Michoacán) y calabaza de pipián (Puebla).

### **Información taxonómica**

REINO: Plantae

DIVISIÓN: Magnoliophyta

CLASE: Magnoliopsida

ORDEN: Violales

FAMILIA: Cucurbitaceae

GÉNERO: *Cucurbita* J.C. Huber, 1867

ESPECIE: *argyrosperma* J.C. Huber, 1867

SUBESPECIE: *argyrosperma* NA

SINÓNIMOS:

*Cucurbita argyrosperma* J.C. Huber, 1867

*Cucurbita argyrosperma callicarpa* Merrick et D.M. Bates, 1989

*Cucurbita argyrosperma callicarpa* Merrick et D.M. Bates, 1989

*Cucurbita mixta* Pangalo, 1930

*Cucurbita mixta cyanoperizona* Pangalo, 1930

*Cucurbita mixta stenosperma* Pangalo, 1930

*Cucurbita moschata argyrosperma* Naudin, 1865

La producción de semilla de calabaza pipiana es importante para el consumo nacional. En 1999 se registró una producción de 5,794 ton cosechadas en 11,309 ha, con un rendimiento promedio de 0.512 ton/ha (Sánchez et al., 2006). Para el Estado de Puebla (2014) el comportamiento de la producción fue como se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Producción de calabaza (semilla) o chihua (ciclo: cíclicos y perennes, modalidad riego + temporal) para algunos Estados de México.

Estado	Superficie Sembrada (ha)	Superficie Cosechada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton ha <sup>-1</sup> )	PMR (\$ ton <sup>-1</sup> )	Valor Producción (Miles de Pesos)
Campeche	13,197	11,747	6,293	0.54	27,391	172,362
Guerrero	7,700	7,586	4,860	0.64	22,878	111,193
Tabasco	5,827	2,449	668	0.27	24,872	16,616
Zacatecas	5,465	5,465	2,562	0.47	41,732	106,902
Yucatán	2,615	2,410	289	0.12	20,570	5,943
Puebla	638	638	274	0.43	26,410	7.25

Fuente: (SIAP, 2014)

La mayoría de investigaciones que se han realizado sobre esta variedad de *Cucurbita* se han enfocado a caracterizaciones morfológicas (Rodríguez-Amaya, Montes-Hernández, Rangel-Lucio, Mendoza-Elos & Latournerie-Moreno, 2009; Ruelas, Aguilar, Garcia, Valdivia & López, 2015), a incrementar el rendimiento (Ayvar et al., 2004; Sánchez-Hernández, Villanueva-Verduzco, Sánchez-Hernández, Sahagún-Castellanos & Villanueva-Sánchez, 2014) y a identificar la diversidad genética y fenotípica (Cerón, Legaria, Villanueva & Sahagún, 2010; Sánchez et al., 2006).

Las semillas de calabaza, son clasificadas como oleaginosas debido a que presentan niveles lipídicos por encima del 30%, así como también altos contenidos en proteína, y se puede suministrar en las dietas de animales monogástricos (Martínez, Valdivia et al., 2012).

Espinosa-Solares et al. (2007) realizaron una comparación del contenido de aceites de cuatro diferentes variedades de calabazas y encontraron que *C. argyrosperma* contenía 32.4% (valor inferior a las otras variedades), sin embargo en todas las variedades los ácidos grasos de mayor proporción fueron el linoleico y el oleico que juntos cubrían más del 70% del perfil. En cuanto al contenido de proteína cruda, datos de Ayvar-Serna et al. (2007) indican un 32.2%, mientras que datos propios determinados en la Universidad Autónoma Chapingo arrojaron un total de 33.9%.

## **2.8 Producción y productividad en los sistemas avícolas de traspatio**

Los indicadores productivos en los sistemas avícolas de traspatio, generalmente son bajos, esto debido a las problemáticas existentes en casi todas las áreas del sistema, alimentación, manejo, sanidad, infraestructura y equipo utilizado, etc. algunos de estos parámetros se pueden observar en el Cuadro 7. También se puede apreciar la baja producción de huevo por gallina por semana, la cual oscila de 3.2-4.6, producciones inferiores son reportadas por Guèye (2000) en África (0.37-1.92) y por Valencia (2009) en Colombia (0.48-1.92). Las diferencias significativas en la estimación anual de huevo para gallinas de traspatio, pueden deberse a las diferentes zonas ecológicas, y a las diversas condiciones climáticas asociadas a estas zonas. Y las diferencias en producción podrían estar relacionada con el manejo que se les da a las aves, a la disponibilidad de alimentos utilizados como base y las razas predominantes en la unidad de producción (Abegaz & Gemechu, 2016).

Cuadro 7. Parámetros productivos y reproductivos en gallinas de traspatio.

Parámetros	Fuente o referencia					
	Pesa, Oaxaca (2016)	Centen o et al. (2007)	Segur a et al. (2007)	Pletsch et al. (2009)	Zaragoza et al. (2011)	Habte et al. (2013)
Edad a la primer postura (semanas)	30.5	30	22.1	26.5	--	30
Ciclos de postura	2.6	2.3	--	--	2.3	--
Producción huevo ave <sup>-1</sup> semana <sup>-1</sup>	3.5	3.2	4	4.6	--	--
Huevos incubados por nidada	12	9	--	--	8 a 12	11.3
Eclosión (%)	67	80	--	--	70	82.7
Mortalidad de pollitos 0-8 semanas (%)	30.1	23.5	--	--	14.3	--

Fuente: (Verduzco-Ríos et al., 2016).

Otro aspecto importante es el porcentaje de eclosión, el cual suele ser bajo y llegar a alcanzar el 60%, dato similar fue obtenido por Juárez-Caratachea y Ortiz (2001) en municipios del Estado de Michoacán, en donde se evaluaron los indicadores de incubabilidad del huevo de gallinas criollas, señalando que el problema radica tanto en la mala calidad del cascarón (25.2%), como en la muerte embrionaria total (15.9%), e infertilidad del huevo (11.4%). Lo anterior, causado por dietas deficientes tanto en calcio como en otros nutrimentos, edad de las gallinas y presencia de reproductores enfermos.

El peso promedio del huevo producido por gallinas de traspatio es más bajo que el producido por gallinas de líneas comerciales, Juárez-Caratachea, Gutiérrez-Vázquez, Segura-Correa y Santos-Ricalde (2010) indicaron pesos de 45.2 a 57.4 g en huevos de gallina criolla de traspatio en Michoacán. En otra investigación Yenice, Kaynar, Ileriturk, Hira y Hayirli (2016) reportan el peso promedio de huevo

obtenido bajo diferentes sistemas de producción: el más alto fue de  $62.53 \pm 0.51$  g en sistema de jaulas, seguido del sistema “free-range” con  $58.15 \pm 0.39$  g y el más bajo peso fue para el sistema de tipo familiar con  $54.02 \pm 0.81$  g. Sin embargo se han referido pesos de huevo más bajos que los mencionados anteriormente, huevos de 40 g provenientes de gallinas autóctonas en Yeki Woreda, Etiopía (Abegaz & Gemechu, 2016).

La variabilidad en el peso de huevo es grande dado que está influenciado por muchos factores como el genotipo de la gallina, el periodo de postura relacionado con la edad, (Hernández-Bautista et al., 2013), factores ambientales, pero principalmente por la energía y el valor nutritivo de la dieta consumida por el ave y primordialmente el nivel de proteína (Krawczyk, 2009). Es precisamente este último factor que resulta limitante en la alimentación de las aves de corral, ya que el suplemento principal es maíz, el cual puede contener entre 8 y 11% de proteína.

En lo referente al tamaño de la nidada y duración de la pausa, Segura et al. (2007) señalan que las gallinas criollas ponen dos huevos seguidos y descansan un día. Aunque esto puede ser muy irregular para una misma gallina. También observaron, que las aves que rompen postura a mayor edad producen menos huevos en determinado periodo. Pero a pesar de lo expuesto anteriormente, se puede afirmar que la importancia radica en el germoplasma avícola que representan estas aves criollas y que se debe continuar investigando.

## **2.9 Calidad de huevo y su composición**

Establecer las especificaciones y control de la calidad del huevo de gallina para consumo humano no es un problema de fácil solución dado que involucra numerosos factores; alimentación, iluminación, edad, clima, sanidad y constitución genética de las gallinas pueden afectar la calidad interna del huevo. Para ello se han utilizado muchas técnicas de laboratorio para determinar la calidad del huevo en gallinas de estirpe comercial (Juárez-Caratachea, Gutiérrez-Vázquez, Segura-Correa & Santos-Ricalde, 2010).

Una norma creada y diseñada en México para evaluar el huevo fresco de gallina es la “NMX-FF-079-SCFI-2004, PRODUCTOS AVÍCOLAS - HUEVO FRESCO DE GALLINA – ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA” (Diario Oficial de la Federación, 19 de octubre de 2004). En esta norma se establecen las características físicas y especificaciones que debe cumplir el “huevo fresco clasificado de gallina”, que se produce y/o comercializa dentro del territorio nacional, con el fin de asegurar a los consumidores un producto de calidad, que cumpla con las disposiciones sanitarias y zoonosanitarias vigentes, tal como se especifica en el siguiente Cuadro 8.

Cuadro 8. Grados de clasificación según la NMX-FF-079-SCFI-2004.

Grados	Cascarón	Cámara de aire	Clara	Yema
a) México extra	Normal, íntegro y limpio.	Normal y no exceder los 3.2 mm.	Limpia, firme y transparente, de tal forma que los límites de la yema sean ligeramente definidos. La altura de la albúmina es de más de 5.5 mm o en unidades Haugh mayor a 70.	De forma redondeada, libre de defectos, ubicada en el centro, sin manchas de sangre y carnosidades, el disco germinativo imperceptible. El color puede ser entre 9 y 13 en el abanico Colorímetro de roche.
b) México 1	Normal, íntegro y limpio.	De normal a ligeramente móvil, puede presentar movimientos ondulatorios limitados, pero sin burbujas y no exceder los 5.0 mm.	Transparente y firme, permitiendo ver los bordes de la yema cuando el huevo se rota a la luz del ovoscopio. La altura de la albúmina es de más de 4.2 mm o en unidades Haugh de 61 a 70.	De forma redondeada, libre de defectos, ubicada en el centro, sin manchas de sangre y carnosidades, el disco germinativo imperceptible. El color puede ser entre 9 y 13 en el abanico Colorímetro de roche.
c) México 2	Puede presentar anormalidade s, pero debe estar intacto, libre de manchas o excremento adherido, u sangre otros materiales.	Puede presentar movimiento ondulatorio limitado y de libre de burbujas, profundidad no mayor a 6.0 mm.	Puede ser débil y acuosa, de tal forma que la yema se acerque al cascarón, provocando que ésta aparezca visible, como una mancha oscura al girar el huevo en el ovoscopio, puede presentar puntos de sangre o carne, siempre y cuando en su conjunto no excedan los 3.1 mm. La altura de la albúmina es de más de 2.2 mm o en unidades Haugh de 31 a 60.	Puede aparecer obscura y estar ligeramente aplanada o alargada, desplazada fuera de la posición céntrica y con disco germinativo ligeramente visible, pero sin sangre. El color puede ser entre 9 y 13 en el abanico Colorimétrico roche.
d) Fuera de clasific ación	Lavado, sucio, o manchado de sangre, excremento o cualquier materia extraña, quebrado.	Que esté libre o espumosa, o que sea mayor a 6.0 mm.	Cuando tenga cuerpos extraños o manchas, que solas o en conjunto tengan un tamaño mayor a 3.1 mm, cuando aparezca turbia.	Obscura, no céntrica, anormal, con disco germinativo desarrollado y/o crecimiento microbiológico.

En lo referente a la composición nutrimental del huevo, la SAGARPA, (2014) incluye en el documento Plan Rector Visión 2014-2024 el siguiente Cuadro 9.

Cuadro 9. Componentes del huevo entero de gallina (100 g de porción comestible).

(Porción comestible: 87% del peso total de huevo con cáscara)			
Energía (kcal)	141	Iodo(µg)	12.7
(kJ)	593	Cinc (mg)	2
Proteínas (g)	12.7	Magnesio (mg)	12.1
<b>Carbohidratos (g)</b>	<b>0.68</b>	Sodio (mg)	144
Azúcares sencillos (g)	0.68	Potasio (mg)	147
<b>Lípidos (g)</b>	<b>9.7</b>	Cobre (mg)	0.014
AGS (g)	2.8	Selenio (µg)	10
AGM (g)	3.6	Flúor (mg)	0.11
AGP (g)	1.6	Manganeso (mg)	0.071
Colesterol (mg)	410	Cromo (µg)	2.5
C18:1 Ácido oleico (g)	3.4	<b>Otras sustancias</b>	
C18:2 Ácido linoleico (g)	1.34	Colina (mg)	250
C18:3 Ácido linolénico (g)	0.04	Luteína + Zeaxantina (µg)	331
AG trans (g)	0.032	<b>Aminoácidos</b>	
EPA (mg)	7	Alanina (mg)	755
DHA (mg)	60	Arginina (mg)	755
Total de omega-3	101	Ácido aspártico (mg)	1239
<b>Vitaminas</b>		Cistina (mg)	236
Tiamina (mg)	0.11	Ácido glutámico (mg)	1536
Riboflavina (mg)	0.37	Glicina (mg)	450
Equivalente de Niacina (mg)	3.3	Histidina (mg)	280
Vit B6 (mg)	0.12	Isoleucina (mg)	789
Eq. Folato dietético (µg)	51.2	Leucina (mg)	1069
Vit B12 (µg)	2.1	Lisina (mg)	755
Vit C (mg)	0	Metionina (mg)	382
Vit A (Eq. De Retinol)(µg)	227	Fenilalanina (mg)	679
Vit D (µg)	1.8	Prolina (mg)	500
Vit E (Eq. A-tocoferol)(mg)	1.9	Serina (mg)	976
Vit K (µg)	20	Treonina (mg)	602
<b>Minerales</b>		Triptófano (mg)	195
Calcio (mg)	56.2	Tirosina (mg)	501
Fósforo (mg)	216	Valina (mg)	950
Hierro (mg)	2.2		

Fuente: Instituto de Estudios del Huevo - INPROVO (2012); citado por SAGARPA 2014.

En la evaluación de las características internas relacionadas con la vida de anaquel una de las más utilizadas son las Unidades Haugh (sistema desarrollado en 1937), las cuáles conforman una escala de 0 a 110 donde a menor valor, mayor es el envejecimiento del huevo. Este sistema es el más utilizado internacionalmente para la determinación de la frescura del huevo y también es el que se describe en la NMX-FF-079-SCFI-2004 (Secretaría de Economía, 2004). Los resultados se obtienen midiendo la altura del albumen y relacionándolo con el peso del huevo en gramos. Las unidades Haugh (UH) se calculan a partir de la siguiente ecuación (desarrollado por Raymond Haugh, 1937):  $U. H. = 100 \log_{10} (A + 7.57 - 1.7 P^{37})$ .

Dónde A = altura del albúmina (mm); P = peso del huevo (g).

La cámara de aire es otra de las medidas de la frescura de un huevo en términos de calidad, ya que a medida que el huevo pierde frescura, pierde también agua en forma de vapor a través de los poros de la cáscara y la cámara de aire se expande (Instituto de Estudios del Huevo, 2009). Los valores de referencia son los mencionados en el Cuadro 8.

El Índice de yema es otra característica de la calidad interna del huevo el cual varía en forma directamente proporcional a la frescura del huevo, mayor valor, mayor frescura. Los valores extremos se encuentran entre 30 y 60% y el valor medio en 45%. Se define como: Índice de yema = (Altura de la yema (mm)) que divide al diámetro promedio de la yema (mm)), todo esto multiplicado por 100 (Herrera, Bolaños & Lutz, 2003).

- En la clara o albumen se pueden distinguir dos partes según su densidad: el albumen denso (rodea a la yema) y el fluido (más próximo a la cáscara). Cuando se quiebra un huevo fresco se puede ver la diferencia entre ambos, porque el albumen denso rodea la yema y esta flota centrada sobre él. Sin embargo, al transcurrir el tiempo el huevo pierde frescura, el albumen denso es menos consistente y termina por confundirse con el fluido, quedando la clara muy líquida y sin apenas consistencia a la vista (Instituto de Estudios del Huevo, 2009). El pH de la clara de un huevo recién puesto varía de 7.6-7.9 incrementando este valor

hasta 9.7 después de varios días de almacenamiento, esto como consecuencia de la pérdida por difusión del CO<sub>2</sub> disuelto en la cáscara (Gil, 2010).

Otra característica importante es la *pigmentación de la yema*, y aunque ésta no tiene efecto en el valor nutritivo del huevo, es un factor importante de preferencia para el consumidor. El método más común es la utilización del abanico colorimétrico de Roche ya que es fácil de usar, efectivo y económico, aunque se debe tomar en cuenta que esta característica está muy influenciada por el tipo de alimentación que se proporciona a las aves. También se puede realizar mediante un método llamado fotolorimetría de reflectancia y el fundamento en el que se basa es la emisión de un haz de luz, el cual incide sobre el objeto evaluado y registra el color que “refleja” dicho objeto y la escala más usada en la avicultura es L\*, a\*, b\* por ser de medición directa (Rojas, Callacna & Arnaiz, 2015).

## 2.10 LITERATURA CITADA

- Abegaz, A., & Gemechu, T. (2016). Indigenous chicken production system and their productive performance in Yeki Woreda, Southwestern Ethiopia. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 7(5), 266–274. <https://doi.org/10.5251/abjna.2016>.
- Abou-Elezz, F. M. K., Sarmiento-Franco, L., Santos-Ricalde, R., & Solorio-Sánchez, F. (2011). Efectos nutricionales de la inclusión dietética de harina de hojas de *Leucaena leucocephala* y *Moringa oleifera* en el comportamiento de gallinas Rhode Island Red. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45(2), 163–170.
- Amos, T. T. (2006). Analysis of backyard poultry production in Ondo State, Nigeria. *International Journal of Poultry Science*, 5(3), 247–250. <https://doi.org/10.3923/ijps.2006.247.250>
- Aquino R., E., Arroyo L., A., Torres H., G., Riestra D., D., Gallardo L., F., & López Y., B. A. (2003). El guajolote criollo (*Meleagris gallopavo* L.) y la ganadería familiar en la zona centro del Estado de Veracruz. *Técnica Pecuaria en México*, 41(2), 165–173.
- Aroche G., R., Rodríguez B., R., Valdivié N., M., & Martínez A., Y. (2011). Semilla de calabaza en dieta para pollos de ceba. *Revista de Producción Animal*, 23(2), 103–108.
- Ayvar-Serna, S., Mena B., A., Durán R., J. A., Cruzaley S., R., & Gómez M., N. O. (2007). La calabaza pipiana y su manejo integrado. Iguala, Guerrero, México.
- Ayvar S., S., Mena B., A., Cortés M., D., Durán R., J. A., & De Luna M., J. G. (2004). Rendimiento de la calabaza pipiana en respuesta a la poda y la densidad de población. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 27(Es1), 69–72.
- Billah, S. M., Nargis, F., Hossain, M. E., Howlider, M. A. R., & Lee, S. H. (2013).

- Family poultry production and consumption patterns in selected households of Bangladesh. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development*, 5(4), 62–69. <https://doi.org/10.5897/JAERD12.113>
- Camacho-Escobar, M. A., Lezama-Nuñez, P. N., Jerez-Salas, M. P., Kollas, J., Vásquez-Dávila, M. A., García-López, J. C., ... Chávez-Cruz, F. (2011). Avicultura indígena mexicana: sabiduría milenaria en extinción. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 1, 375–379.
- Camacho-Escobar, M. A., Lira-Torres, I., Ramírez-Cancino, L., López-Pozos, R., & Arcos-García, J. L. (2006). La avicultura de traspatio en la costa de Oaxaca, México. *Ciencia y Mar*, 10(28), 3–11.
- Casamachin F., M. L., Ortiz, D., & López, F. J. (2007). Evaluación de tres niveles de inclusión de morera (*Morus alba*) en alimento para pollos de engorde. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 5(2), 64–71.
- Centeno B., S. B., López D., C. A., & Juárez E., M. A. (2007). Producción avícola familiar en una comunidad del municipio de Ixtacamaxitlán, Puebla. *Técnica Pecuaria en México*, 45(1), 41–60.
- Cerón G., L., Legaria S., J. P., Villanueva V., C., & Sahagún C., J. (2010). Diversidad genética en cuatro especies mexicanas de calabaza (*Cucurbita spp.*). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 33(3), 189–196.
- CONABIO. (1989). *Cucurbita argyrosperma argyrosperma*. Recuperado a partir de [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/20832\\_especie.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/20832_especie.pdf) El 17 de abril de 2017.
- Cruz P., M. A. (2008). *La ganadería en sistema familiar campesino con atención especial avicultura (Gallus, gallus domesticus) en Xalpatlahuaya, Huamantla, Tlaxcala*. (Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados, Puebla, Puebla).
- Cuca G., M., & Ávila G., E. (1978). Fuentes de energía y proteínas para la alimentación de las aves. *Ciencia Veterinaria*, 2, 325–358.
- Dikmen Y., B., İpek, A., Şahan, Ü., Sözcü, A., & Baycan, S. C. (2017). Impact of different housing systems and age of layers on egg quality characteristics. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 41, 77–84. <https://doi.org/10.3906/vet-1604-71>
- Secretaría de Economía. (2004). NMX-FF-079-SCFI-2004-Productos avícolas-huevo fresco de gallina-especificaciones y métodos de prueba.
- Espinosa-Solares, T., Hueda-Rasgado, E., Medina-Juárez, L. A., Villanueva-Verduzco, C., Montesinos-López, O. A., & Gómez-Cruz, A. (2007). Características del aceite de semilla de calabaza (*Cucurbita pepo* L., *C. argyrosperma* y *C. ficifolia*). *XII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas*. Zacatecas, México.
- FAO. (2013). Revisión del Desarrollo Avícola. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/docrep/019/i3531s/i3531s.pdf> El 24 de septiembre de 2016.
- FAO-OMS. (2008). *Producción de alimentos de origen animal* (Segunda ed). Roma, Italia.
- FAO, & IAEA. (2006). Improving farmyard poultry production in Africa: Interventions and their economic assessment. Viena, Austria.

- Farrel D. (2012). Función de las aves de corral en la nutrición humana. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/019/i3531s/i3531s.pdf> Consultado el: 25 de enero de 2016.
- Fuente-Martínez, B., Mendoza-Martínez, G. D., Arce-Menocal, J., López-Coello, C., & Avila-González, E. (2012). Respuesta productiva de gallinas a dietas con diferentes niveles de proteína. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 44(1), 67–74. <https://doi.org/10.4067/S0301-732X2012000100010>
- Galíndez, R., Peña, I., Albarrán, Á., & Prospert, J. (2014). Peso e indicadores de calidad interna del huevo de cuatro razas de gallinas reproductoras venezolanas. *Zootecnia Tropical*, 32(2), 207–215.
- Gil H., Á. (2010). *Tratado de Nutrición. Tomo II: composición y calidad nutritiva de los alimentos* (Segunda Ed). España: Editorial Médica Panamericana. Recuperado de: <https://books.google.com.mx/books?id=hcwBJ0FNvqYC&pg=PT589&dq=Gil+H.Tratado+de+Nutrici%C3%B3n.+Tomo+II:+composicion+y+calidad+nutritiva+de+los+alimentos&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi2s-OuiOTTAhWh5IMKHQN6BzAQ6AEILTAB#v=onepage&q=Gil%20H.Tratado%20de%20Nutrici%C3%B3n.%20Tomo%20II%3A%20composicion%20y%20calidad%20nutritiva%20de%20los%20alimentos&f=false> El 12 de marzo de 2017.
- Guelber S., M. N. (2012). *Expresiones de la avicultura familiar Capixaba: sacando de la invisibilidad la crianza a pequeña escala y sus agentes*. (Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, Capixaba, Brasil).
- Guerrero R., J. (2016). *Comportamiento productivo y calidad del huevo de gallinas en sistemas de avicultura familiar de traspatio*. (Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México) 67 p.
- Guèye, E. F. (2000). The role of family poultry in poverty alleviation, food security and the promotion of gender equality in rural Africa. *Outlook on Agriculture*, 29(2), 129–136. <https://doi.org/10.1080/09614520052565>
- Gutiérrez-Ruiz, E. J., Aranda-Cirerol, F. J., Rodríguez-Vivas, R. I., Bolio-González, M. E., Ramírez-González, S., & Estrella-Tec, J. (2012). Factores sociales de la crianza de animales de traspatio en Yucatán, México. *Bioagrociencias*, 5(1), 20–28.
- Gutiérrez-Triay, M. A., Segura-Correa, J. C., López-Burgos, L., Santos-Flores, J., Santos-Ricalde, R. H., Sarmiento-Franco, L., ... Molina-Canul, G. (2007). Características de la avicultura de traspatio en el municipio de Tetiz, Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 7(3), 217–224.
- Hernández-Bautista, J., Pérez-León, M. I., González-Martínez, A., Villegas-Aparicio, Y., Rodríguez-Ortíz, G., & Meza-Villalvazo, V. M. (2013). Calidad de huevo de cuatro líneas genéticas de gallinas en clima cálido. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6, 1107–1118.
- Hernández T., J. M., & Padilla H., R. (2015). Evolución reciente de la producción y consumo de huevo en México. *Mundo Siglo XXI*, 11(37), 75–87.
- Herrera R., C. H., Bolaños V., N., & Lutz C., G. (2003). *Química de Alimentos. Manual de laboratorio* (Primera Ed). Universidad de Costa Rica. <https://books.google.com.mx/books?id=hcwBJ0FNvqYC&printsec=frontcover&dq=Tratado+de+Nutrición.+Tomo+II:+composición+y+calidad+nutritiva+>

- de+los+alimentos&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjT4brXy9LRAhWm0YMKHfD4Ar4Q6AEIKjAA#v=onepage&q=Tratado de Nutrición. Tomo II%3A El 14 de febrero de 2017.
- INEGI. (2007). Cría y explotación de animales en Puebla. Censo Agropecuario 2007. Recuperado de [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/agropecuario/2007/ganderia/cria\\_expllt/pue/CriaexpPue1.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/agropecuario/2007/ganderia/cria_expllt/pue/CriaexpPue1.pdf) El 19 de abril de 2017.
- INEGI & SAGARPA. (2014). Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2014. *Boletín de prensa*, 328 p.
- Instituto de Estudios del Huevo. (2009). *El gran libro del huevo* (Primera ed.). Madrid, España: Editorial Everest, S. A. <https://doi.org/LE-1016-2009>
- Jerez-Salas, M. P., Camacho, M. A., Quijano-Vicente, G., Lozano-Trejo, S., Sosa-Montes, E., & Ruiz-Luna, J. (2014). Características del huevo de gallinas de traspatio alimentadas con una formulación alternativa con o sin verdolaga (*Portulaca oleracea* L.). *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 4, 158-160.
- Jerez-Salas, M. P., González, J. C., Carrillo-Rodríguez, J. C., Villegas, Y., & Vásquez, M. A. (2014). Evaluación de cuatro dietas alternativas en el crecimiento y desarrollo de pollos criollos. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 4, 210-212.
- Juárez-Caratachea, A., Gutiérrez-Vázquez, E., Garcidueñas-Piña, R., & Salas-Razo, G. (2010). Producción de huevos en gallinas criollas Cuello Desnudo (Nana) y con emplume normal (nana) en la región del altiplano mexicano. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 44(3), 287–290.
- Juárez-Caratachea, A., Gutiérrez-Vázquez, E., Segura-Correa, J., & Santos-Ricalde, R. (2010). Calidad del huevo de gallinas criollas criadas en traspatio en Michoacan, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12(1), 109–115.
- Juárez-Caratachea, A., Ortiz-Rodríguez, R., Pérez-Sánchez, R. E., Gutiérrez-Vázquez, E., & Val-Arreola, D. (2008). Caracterización y modelación del sistema de producción avícola familiar. *Livestock Research for Rural Development*, 20(2).
- Juárez-Caratachea, A., & Ortiz A., M. A. (2001). Estudio de la incubabilidad y crianza en aves criollas de traspatio. *Veterinaria Mexico*, 32(1), 27–32.
- Juárez C., A., Manríquez A., J. A., & Segura C., J. (2000). Rasgos de apariencia fenotípica en la avicultura rural de los municipios de la Ribera del Lago de Patzcuaro, Michoacan, Mexico. Recuperado a partir de <http://www.lrrd.org/lrrd12/1/jua121.htm> El 20 de marzo de 2017,
- Khandait, V. N., Gawande, S. H., Lohakare, A. C., & Dhenge, S. A. (2011). Adoption level and constraints in backyard poultry rearing Practices at Bhandara District of Maharashtra (India). *Research Journal of Agricultural Sciences*, 2(1), 110–113.
- Krawczyk, J. (2009). Quality of eggs from Polish native Greenleg Partridge chicken-hens maintained in organic vs. backyard production systems. *Animal Science Papers and Reports*, 27(3), 227–235.
- Kumar R., P., Debnath M., K., & Panda, P. (2015). Backyard poultry farming in

- India: a call for skill upliftment. *Research Journal of Recent Sciences*, 4(2015), 1–5.
- Kumar R., S., Dwivedi, S., & Narain, S. (2015). Backyard poultry production in Mahoba: A socio-economic analysis. *An International Journal of Agro Economist*, 2(1), 19–27.
- Kumar R., S., Gupta, R., & Narain, S. (2015). Study on the performance of backyard poultry production reared by rural woman in Mahoba. *Indian Research Journal of Extension Education*, 15(4), 24–28.
- Lafargue-Savón, M., Noa-Lobaina, N., & Ramírez-Trimiño, M. (2015). Condiciones de la crianza de aves de corral en patios familiares. *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 19(3), 85–93.
- Lastra M., I. J., Muciño, L., Villamar, L., Barrera, M. A., Guzmán, H., Flores, J. L., ... Gómez, M. (1998). Situación actual y perspectiva de la producción de carne de pollo en México 1990-1997. Secretaría de agricultura, ganadería y desarrollo social. México.
- Lastra M., I. J., Peralta A., M. A., Villamar, L., Ortega M., A., Segura M., C., Guzmán V., H., & Domínguez I., R. (2000). Situación actual y perspectiva de la producción de huevo para plato en México 1990-1999. Secretaría de agricultura, ganadería y desarrollo social. México.
- Lázaro G., C. (2009). *Análisis del sistema de producción de gallinas de traspatio en la Trinidad Tianguismanalco, Tecali, Puebla*. (Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Puebla, México).
- Lobo, Q. J. P., Alders, R. G., Da Silva, A., & Harun, M. (2006). Improvement of health and management of village poultry in Mozambique. Improving farmyard poultry production in Africa: interventions and their economic assessment. Vienna. IAEA-TECDOC-1489. Recuperado a partir de [http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/37/060/37060702.pdf#page=223](http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/37/060/37060702.pdf#page=223) El 12 de abril de 2017.
- López M., F., Caicedo G., A., & Alegría F., G. (2012). Evaluación de tres dietas con harina de hoja de bore (*Alocasia macrorrhiza*) en pollos de engorde. *Revista MVZ Córdoba*, 17(3), 3236–3242.
- Mandal, M. K., Khandekar, N., & Khandekar, P. (2006). Backyard poultry farming in Bareilly district of Uttar Pradesh, India: an analysis. *Livestock Research for Rural Development*, 18(7).
- Martínez, Y., Valdivia, M., Martínez, O., Olmo, C., & Cobo, R. (2012). Factibilidad económica del empleo de la harina semilla de calabaza en la alimentación de las aves. *Revista Electronica de Veterinaria*, 13(3), 1–9.
- Martínez, Y., Valdiviá, M., Martínez, O., Estarrón, M., & Córdova, J. (2010). Utilización de la semilla de calabaza (*Cucurbita moschata*) en dietas para pollos de ceba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 44(4), 393–398.
- Mendoza, M., Zaragoza, L., & Rodríguez, G. (2014). Estrategias de avicultura de traspatio en tres localidades del municipio de San Lucas, Chiapas, México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 4, 216–218.
- Mutayoba, S. K., Katule, A. K., Minga, U., Mtambo, M. M., & Olsen, J. E. (2011). Seasonal variation in nutritive value of scavenged feed and effect of supplementation on performance of rural birds. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 2(9), 1310–1316.

- <https://doi.org/10.5251/abjna.2011.2.9.1310.1316>
- Rodríguez-Amaya, R., Montes-Hernández, S., Rangel-Lucio, J. A., Mendoza-Elos, M., & Latournerie-Moreno, L. (2009). Caracterización morfológica de la calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma* Huber). *Agricultura Técnica en México*, 35(4), 378–388.
- Rojas V., V., Callacna C., M., & Arnaiz P., V. (2015). Uso de un aditivo a base de cantaxantina y extracto de achiote en dietas de gallinas de postura y su efecto sobre la coloración de la yema y la vida de anaquel del huevo. *Scientia agropecuaria*, 6(3), 191–199.  
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.03.05>
- Ruelas H., P. G., Aguilar C., J. A., Garcia P., J. D., Valdivia B., R., & López G., G. (2015). Diversidad morfológica de especies cultivadas de calabaza (*Cucurbita spp.*) en el Estado de Nayarit. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(8), 1845–1856.
- Ruiz, H., Ruiz, B., & Mendoza, P. (2014). Caracterización del sistema de producción de aves de traspatio del municipio de Pantepec, Chiapas. *Actas iberoamericanas de Conservación animal*, 4, 41–43.
- SAGARPA. (2014). Plan Rector Visión 2014-2024 “Sistema Producto Huevo para Plato”. México, D. F.
- Sánchez-Hernández, M. A., Villanueva-Verduzco, C., Sánchez-Hernández, C., Sahagún-Castellanos, J., & Villanueva-Sánchez, E. (2014). Respuesta a la selección participativa en variedades de calabaza de la Sierra Norte de Puebla, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 20(1), 41–56.  
<https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2011.10.058>
- Sánchez-Sánchez, M., & Torres-Rivera, J. A. (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(2), 63–75.
- Sánchez H., M. A., Mejía C., J. A., Villanueva V., C., Sahagún C., J., Muñoz O., A., & Molina G., J. D. (2006). Estimación de parámetros genéticos en calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma* Huber). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 29(2), 127–136.
- SARE. (2012). Avicultura rentable : criando aves en pasturas. Recuperado a partir de [www.sare.org/poultry](http://www.sare.org/poultry) El 11 de enero de 2017.
- Segura C., J. C., Jerez-Salas, M. P., Sarmiento F., L., & Santos-Ricalde, R. (2007). Indicadores de producción de huevo de gallinas criollas en el trópico de México. *Archivos de Zootecnia*, 56(215), 309–317.
- SIAP. (2014). Producción agrícola calabaza (semilla) o chihua. Recuperado a partir de [http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola\\_siap/icultivo/index.jsp](http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap/icultivo/index.jsp) El 18 de abril de 2016.
- SIAP. (2016). Atlas Agroalimentario. Recuperado a partir de <https://play.google.com/store/apps/details?id=devparias.SIAP.ATLAS&hl=es-419> El 23 de abril de 2017.
- Soler F., D. M. (2010). *Importancia de los sistemas avícolas campesinos (pollo de engorde y gallina ponedora) dentro de la unidad productiva y su aporte a la seguridad alimentaria: estudio de caso Vereda La pradera, municipio de Duitama, Boyacá*. (Tesis de Maestría. Pontificia Universidad Javeriana,

- Boyacá, Colombia).
- Soler F., D. M., & Fonseca C., J. A. (2011). Producción sostenible de pollo de engorde y gallina ponedora campesina: revisión bibliográfica y propuesta de un modelo para pequeños productores. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 2(1), 29–43.
- Solórzano, M., Florio-Luis de Pineda, J., Tamasaukas, R., Sánchez, A., Rodríguez, M., Ostos, M., & Pérez, L. (2014). Manejo de aves en sistemas de avicultura familiar en la República Bolivariana de Venezuela. *Actas iberoamericanas de Conservación Animal*, 4, 257–259.
- Valencia LI., N. F. (2009). *La gallina criolla Colombiana* (UNIMEDIOS). Colombia.
- Verduzco-Ríos, C., Martínez-González, E. G., Muñoz-Rodríguez, M., Santoyo-Cortés, V. H., & Aguilar-Ávila, J. (2016). Estrategia de gestión de la innovación para la avicultura de traspatio en zonas rurales marginadas de Oaxaca, México. *TRANSITARE Revista de Turismo, Economía y Negocios*, 2(2), 165–182.
- Vieyra, J., Castillo, J., Losada, H., Cortés, J., Alonso, G., Ruiz, T., ... Acevedo, A. (2004). La participación de la mujer en la producción traspatio y sus beneficios tangibles e intangibles. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 53, 9–23.
- Yenice, G., Kaynar, O., Ileriturk, M., Hira, F., & Hayirli, A. (2016). Quality of eggs in different production systems. *Czech Journal of Food Sciences*, 34(4), 370–376. <https://doi.org/10.17221/33/2016-CJFS>

### 3. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA AVÍCOLA FAMILIAR DE TRASPATIO EN SAN LORENZO, XICOTEPEC, PUEBLA

#### 3.1 RESUMEN

El estudio se realizó en San Lorenzo, Xicotepec de Juárez, Estado de Puebla (México) con el propósito de caracterizar el sistema avícola de traspatio. Los datos cuantitativos y cualitativos fueron analizados por procedimientos para estadísticos descriptivos con SAS® versión 9.3. Se aplicó un cuestionario con preguntas semiestructuradas a 54 jefes de familia que criaban gallinas para producción de huevo por la técnica de encuesta exhaustiva. Los resultados mostraron que el 64.8% de las familias encuestadas criaban gallinas de postura en su traspatio. El tamaño promedio de la familia fue de 4.7 miembros. El 38% de los padres y el 49% de las madres de familia no concluyeron estudios de primaria. Las aves son atendidas por las jefas de familia (91.43%). El tamaño promedio de las parvadas fue de 19 aves, con un mínimo de 5 y máximo de 49 aves. Las gallinas de postura (41.9%) son las más abundantes y seguidas de pollos/pollas (27.6%). El plumaje de las gallinas es de color rojo, negro, amarillo y barrado (80.43%). Por otro lado, el plumaje de los machos fue rojo, barrado y pinto (78.72%). Casi el 50% de las parvadas cuenta con algún tipo de corral rústico, con un manejo sanitario deficiente. La alimentación para gallos, gallinas y pollos (as) fue básicamente maíz complementada con desperdicios de cocina y tortilla. La producción promedio por unidad familiar fue de 10 huevos por semana, con un peso de  $58.4 \pm 4.99$  g por pieza. Los huevos son para autoconsumo (80%) siendo aún insuficiente para satisfacer las necesidades de las familias, por lo que las familias compran 1.0 kg de huevo por semana. Estos resultados sugieren que factores genéticos (aves criollas), sistema de alimentación y sanidad deficiente contribuyen a una baja eficiencia y eficacia de la producción avícola en los sistemas familiares de traspatio.

**Palabras clave:** traspatio, parvada, alimentación, familia, producción de huevo.

# CHARACTERIZATION OF THE FAMILY POULTRY BACKYARD SYSTEM IN SAN LORENZO, XICOTEPEC, PUEBLA

## 3.2 ABSTRACT

This study was carried out in San Lorenzo, Xicotepec de Juarez, Puebla (Mexico) to characterize the poultry backyard system. Quantitative and qualitative data set was analyzed with procedures for descriptive statistics using SAS® software version 9.3. A semi-structured questionnaire was applied to 54 heads of household through an exhaustive survey technique. Results showed that 64.8% of the surveyed families raise hens in their backyard. In average, families were integrated with 4.7 members. Thirty-eight percent of fathers and forty percent of mothers did not finish elementary school. Mothers took care of hens in 91.43% of cases. The average size of flocks was 19 birds with a minimum of five and a maximum of forty-nine. Hens (41.9%) were abundant in flocks following by growing chickens (27.6%). Plumage colors of hens were red, black, yellow and barred (80.43%). On the other hand, plumage colors of roosters were red, barred and spotted (78.72%). Almost 50% of flocks have some kind of rustic corral, with a poor sanitary management. Roosters, hens, and growing chickens were fed with grain corn supplemented with kitchen waste, mainly with tortilla. The average production per family unit was 10 eggs per week, weighing  $58.4 \pm 4.99$  g each piece. Eggs are for self-consumption (80%) but they are not enough, so that the families bought an additional kilogram of commercial egg per week. These results suggest that genetic factors (creole poultry), feeding system and poor sanitary management contribute to a low poultry production efficiency and efficacy in the family poultry backyard system.

**Keywords:** backyard, flock, feeding, family, egg production.

---

Master of Science Thesis, Universidad Autónoma Chapingo.

Author: Guadalupe Velazco Ojeda

Advisor: Ph. D. Mariano Jesús González Alcorta

### **3.3 INTRODUCCIÓN**

La cría de aves de corral de sistemas de producción tradicional, se realiza en áreas rurales, suburbanas y zonas marginadas; se caracteriza por una mínima inversión en insumos, mano de obra familiar (Aquino et al., 2003). Esta forma de criar aves ya la practicaban los grupos mesoamericanos con aves de vida libre que domesticaron (López et al., 2013). Esto fue el origen del sistema de producción gallinas y huevo de traspatio para producir proteína animal como carne y huevo, con fines de autoconsumo, de venta en la comunidad o para uso socio-cultural por familias campesinas pobres y de escasos recursos (FAO, 2014; Singh, Fotsa & Thieme, 2011). Aun cuando el potencial productivo de las gallinas de traspatio es bajo, son un pilar de la seguridad alimentaria (Cruz-Sánchez, Muñoz-Rodríguez, Santoyo-Cortés, Martínez-González & Aguilar-Gallegos, 2016), y una ocupación para la mujer campesina o de comunidades rurales (Kumar, Gupta et al., 2015).

El crecimiento del sistema cría aves de corral es limitado por alta mortalidad estacional, baja productividad y manejo subóptimo de las aves (Kumar, Debnath & Panda, 2015; Kumar, Gupta & Narain, 2015). La forma de alimentar las aves de corral en los sistemas de traspatio es una de las causas de la baja productividad, parece ser que no es suficiente proporcionar granos y permitir que las aves consuman insectos, forrajes verdes y desperdicio. El alimento principal para las gallinas es el maíz, pero debido al bajo contenido de aminoácidos (lisina), retrasan el crecimiento y con ello la madurez sexual (Lázaro, 2009). Esta situación es común en los sistemas de producción de aves de traspatio, en diversas partes del mundo.

La producción de huevo de gallinas de traspatio varía ampliamente entre zonas ecológicas debido a las condiciones climáticas asociadas a cada zona que influyen en el manejo alimenticio y sanitario de las aves, además de la selección de razas o tipo de aves (Abegaz & Gemechu, 2016).

En la comunidad de interés (San Lorenzo, Xicotepec, Puebla), hacen falta más estudios que contribuyan a identificar las problemáticas específicas del sistema de producción avícola familiar y aporten información meritoria para explicar los posibles bajos índices de producción. Investigaciones previas en sistemas de avicultura familiar de traspatio muestran que son ineficientes en el manejo de instalaciones, manejo sanitario, recursos genéticos y alimenticios. Por lo tanto, son también ineficaces para obtener la mayor cantidad y la mejor calidad de huevo posible. Si se mejora la eficiencia y la eficacia del sistema, éste cumpliría mejor su propósito de suplir carne y huevo para la alimentación de las comunidades de escasos recursos. La hipótesis planteada es que la baja eficiencia en el uso de recursos y la baja eficacia para suplir la demanda de huevo para las familias de la zona de estos sistemas avícolas de traspatio se deben a problemáticas relacionadas a factores genéticos, de alimentación, de infraestructura y manejo. Por tal razón, el objetivo de esta investigación fue caracterizar la avicultura familiar de traspatio para detectar los principales problemas de la misma, que impiden que dicho tipo de avicultura sea eficiente y eficaz.

### **3.4 MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio se realizó en la comunidad de San Lorenzo, municipio de Xicotepec de Juárez, ubicado en la Sierra Norte del Estado de Puebla. El municipio se localiza en la Sierra Madre Oriental, entre las coordenadas 20° 13' y 20° 26' de latitud norte y 97° 45' y 98° 02' de longitud oeste; altitud entre 180 y 1,700 m. El clima es semicálido húmedo con lluvias todo el año (83%), cálido húmedo con lluvias todo el año (16%) y cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (1%) y un rango de precipitación de 1900- 2600 mm (INEGI, 2009).



Los datos colectados fueron organizados en una hoja de Excell y analizados por procedimientos estadísticos para calcular estadísticos descriptivos para variables cuantitativas y cualitativas (Stokes, Davis & Koch, 1991) utilizando el paquete SAS® versión 9.3.

### **3.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la primera sección de resultados se caracterizó las actividades primarias de las familias de la zona. Los resultados de la encuesta mostraron que las actividades primarias de la zona son el cultivo de café combinado con árboles de sombra y frutales, así como la siembra de maíz. El cultivo de café es la actividad principal tanto en la comunidad como en la Sierra Norte del Estado de Puebla. El 85.2% de las familias poseen cultivo de café combinado con árboles que proporcionan sombra y otros usos (combustible, alimento, medicina, madera): naranjo, mandarina, limón, lima, mango, litchi, jobo (*Spondias mombin*), zapote, guayaba, mamey, pagua (*Persea schiedeana*), plátano, chalahuite, *Leucaena*, cedro, pimienta, cocuite, entre otros, información que coincide con lo encontrado por Martínez, Evangelista, Basurto, Mendoza y Cruz-Rivas (2007). La siembra de maíz es llevada a cabo únicamente por el 34.28% de las familias en un rango de 0.5 a 5.0 ha y para ello se utiliza semilla obtenida dentro de la misma parcela o comprada a los vecinos. Intercalado con el cultivo de café y con el de maíz se encuentra la yuca y la calabaza (sola o combinada) sembrada por más de la mitad de las familias, y el destino de la producción es el autoconsumo (65.71%) y la venta (34.29%).

Del total de familias encuestadas (n=54) el 64.8% crían gallinas de postura en su traspatio, menos familias que en otras comunidades rurales (71%, Camacho-Escobar et al., 2006; 99%, Mendoza et al., 2014; 83%, Gutiérrez-Triay et al., 2007). De las 54 familias entrevistadas al 11.11% no le interesa criar gallinas de postura, otras familias no criaba gallinas al momento de la encuesta, pero había tenido alguna vez y dejó de criarlas debido al daño que causaban a las plantas de jardín (36.84%), al poco espacio en el traspatio (36.84%), a la pérdida por depredadores (15.79%) o por enfermedades propias de las aves (5.26%); y a los

elevados costos de la alimentación (5.26%), como ha ocurrido en otros lugares (Sánchez-Sánchez & Torres-Rivera, 2014).

A continuación se exponen las características generales de las familias campesinas que crían gallinas de postura, como número de integrantes de la familia, sexo, nivel de escolaridad, materiales de construcción para la vivienda, y participación en proyectos y apoyos por parte del Gobierno federal.

El tamaño de la familia fue variable predominando familias con dos, seis y siete integrantes (Cuadro 10). En promedio las familias que crían gallinas de postura en su traspatio, fue de 4.7 integrantes, lo que parece ser característico en algunas comunidades con este tipo de sistemas (Lázaro, 2009; González, Pérez, Ocampo, Paredes & De la Rosa, 2013), pero superior al promedio nacional (3.7 integrantes) reportado por el INEGI (2015). En promedio las familias se integran por 1.6 hombres, 1.7 mujeres y 1.37 niños.

Cuadro 10. Total de integrantes en las familias encuestadas que cuentan con aves de traspatio en San Lorenzo, Xicotepec, Puebla.

Número de personas por familia	%	Número de familias
1	8.57	3
2	22.86	8
3	14.29	5
4	5.71	2
5	8.57	3
6	20.00	7
7	14.29	5
8	2.86	1
12	2.86	1
Total	100	35

Fuente: Elaboración propia con información recopilada en campo (2015).

Cada integrante de la familia participa en alguna actividad económica como trabajar en el predio o mano de obra asalariada en ciertas épocas del año, para

satisfacer las necesidades familiares. Los jefes de familia apoyados por los hijos varones son los responsables del trabajo de campo (64.71%) y las madres de familia se hacen cargo de los quehaceres del hogar apoyando esporádicamente en las labores agrícolas (14.75%).

El 58.8% de los padres o jefes de familia concluyeron algún nivel académico ( $p \leq 0.001$ ), un tercio del total de los jefes de familia ( $n=34$ ) terminó la primaria (38.24%) y muy pocos concluyeron la secundaria (17.7%) o bachillerato (2.9%). Un porcentaje similar (57.2%) de madres de familia concluyeron la primaria y secundaria (Figura 2). En general, el nivel de estudios dominante no es mayor al tercer nivel de la educación básica, conocido como “secundaria”. Este factor influye en el nivel de comprensión en cursos de capacitación y asesoría técnica, así como en el proceso de innovación tecnológica mediante proyectos productivos. El diseño y elección de conocimientos para cursos de capacitación a charlas de asesoría técnica deben ser a un nivel muy básico y adecuado a las condiciones sociales, económicas y culturales de los productores, para facilitar la comprensión de conocimientos técnicos y la efectividad de la asesoría (Guelber, 2012). El porcentaje de padres y madres que no contaban con estudio fue de 23.24%, muy por encima del promedio (10%) señalado para el municipio en el que se encuentra la comunidad de San Lorenzo (Ayuntamiento del municipio de Xicotepec, 2008).

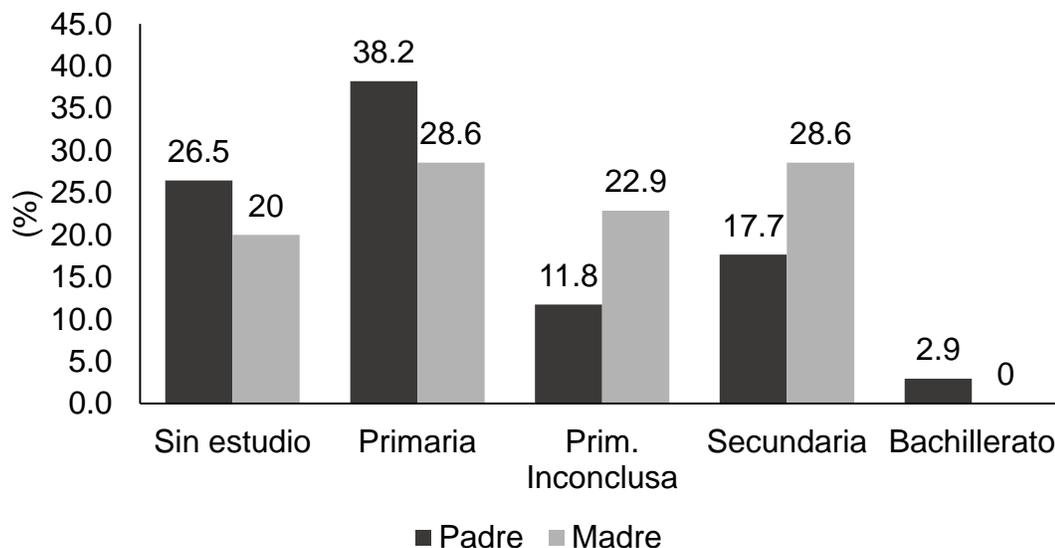


Figura 2. Porcentaje de padres y madres de familia con diferentes niveles de estudio en San Lorenzo, Xicotepéc, Puebla.

Las casas de las familias que crían aves en su traspatio estaban construidas de techo de lámina con paredes madera (71.43%) o de concreto con paredes block-ladrillo-piedra (28.57%). El piso de la casa era de cemento (68.57%) o de tierra (31.43%). El número de cuartos, en cada hogar, fue de 1 a 4 dominando hogares con dos cuartos (37.14%) o tres (48.57%). Una parte importante de las familias reciben el apoyo de gobierno llamado PROSPERA (34.29%) y otros han recibido (11.43%) apoyos para ampliación de la vivienda (un cuarto pequeño); solo una familia recibió apoyo para construir un baño. La mitad de familias no percibe ningún tipo de apoyo por parte del Gobierno federal. La participación en proyectos productivos fue escasa, apenas el 5.72%. El 100% de las familias campesinas señaló no haber contado con asistencia técnica para mejorar la producción de sus aves, pero manifestaron interés la producción de huevo y de carne de sus gallinas de corral.

La segunda sección de resultados se refiere a aspectos relacionados con la eficiencia y eficacia del sistema de producción de huevo de traspatio de la comunidad de San Lorenzo, Xicotepéc de Juárez, Puebla. La cría de aves en el traspatio consiste en alimentarlas por las mujeres jefas de familia con apoyo de los hijos (91.43%) y en menor escala por el jefe de familia (5.72%) y en

acondicionar un lugar para alojamiento nocturno como en cualquier sistema de traspatio (Cuca-García, Gutiérrez-Arenas & López-Pérez, 2015) muy similar a lo que ocurre en sistemas de gallinas de postura (91.50%) del trópico mexicano (Sánchez-Sánchez & Torres-Rivera, 2014). Las familias que pueden comprar pollitos de líneas comerciales para postura o para engorda, suelen alojarlos en corrales separados de las gallinas ya adaptadas a la zona. Esto parece indicar que la cruce entre aves comerciales y criollas no es intencional en este sistema de traspatio. La cría de gallinas de postura es la única actividad pecuaria en el traspatio (68.57%) algunas ocasiones combinada con la cría de guajolotes (20%), de patos, de cerdos y de ovinos. Esta actividad es complementaria a la agricultura de maíz y cultivo de café.

En promedio las parvadas están formadas por 19 aves, con un máximo de 49 y un mínimo de 5, esta variabilidad en el tamaño de las parvadas puede deberse a la facilidad de adquirir alimentos, a la situación económica de las familias, incidencia de enfermedades y pérdidas por depredadores (Abegaz & Gemechu, 2016). Predominan las gallinas de postura (Cuadro 11) ya que el propósito de criarlas es la producir huevo y pollitos para cría.

En el Cuadro 11 también se puede observar que el número de gallinas de postura es similar a lo reportado para algunos sistemas de aves de traspatio del Estado de Chiapas, pero superior a los sistemas de traspatio de Senegal y Etiopía. El número de gallos por parvada fue de uno por cada seis gallinas, posiblemente para evitar la presencia de niveles de jerarquía y evitar peleas entre gallos. Se crían los pollos (Cuadro 11) para autoconsumo o venta. La cantidad de pollos y pollas (27.6%) es de diez por cada 15 gallinas de postura similar a lo reportado por Mendoza et al. (2014) pero mayor lo reportado (Missohou, Dieye & Talaki, 2002; Abegaz & Gemechu, 2016). La cantidad promedio de pollitos es comparable a lo reportada para sistemas de traspatio de Etiopía. En general, que la estructura promedio de las parvadas de comunidad de San Lorenzo, Xicotepec, Puebla, es muy similar a otros sistemas de traspatio con gallinas de postura (Cuadro 11).

Cuadro 11. Estructura de la parvada hallada en la comunidad versus lo reportado por otros autores.

Aves	%	N	San Lorenzo, Xicotepec, Puebla <sup>1</sup>	Tetiz, Yucatán <sup>2</sup>	San Lucas, Chiapas <sup>3</sup>	Pantepec, Chiapas <sup>4</sup>	Senegal <sup>5</sup>	Etiopía <sup>6</sup>
Gallinas	41.9	281	8-9	7.3	7-8	14	2.8	1
Gallos	7.0	47	1-2	2.3	6-7	1	0.9	0.3
Pollos-as	27.6	185	5-6	10	5-6	-	2.2	3.2
Pollitos-as	23.4	157	4-5	10.1	-	15	16.7	5.6
Promedio			19	12.6	12; 14; 9	22.6; 15.8	22.7	3.3
aves por hogar								

1. Datos obtenidos en esta investigación; 2. (Gutiérrez-Triay et al., 2007); 3. (Mendoza et al., 2014); 4. (Ruiz et al., 2014); 5. (Missohou et al., 2002); 6. (Abegaz & Gemechu, 2016).

Existe una gran diversidad genética en las parvadas del sistema de traspatio estudiado. Se identificó una amplia variabilidad en cualidades fenotípicas reportadas, como tamaño corporal, tipo de cuello, forma de la cresta y color de plumaje. El color del plumaje parece ser la cualidad física empleada para la selección de las gallinas de postura; los productores lo asocian a tamaño corporal, a la producción de huevos, color del huevo y temperamento de las gallinas (Jiménez et al., 2014; Lázaro, 2009).

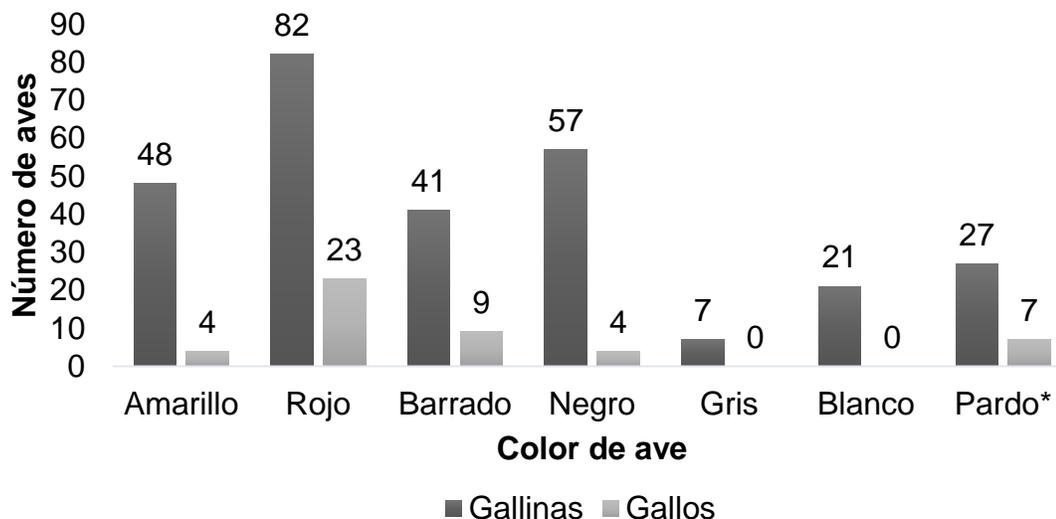


Figura 3. Distribución de aves por color en las unidades de producción avícola de traspatio en San Lorenzo, Xicotepec, Puebla. (\*Pinto: mezcla de dos o más colores (negro-amarillo-rojo-blanco-café-gris).

En los sistemas de traspacios estudiados son comunes las gallinas de postura de color rojo, negro, amarillo y barrado abarcando el 80.43% del total y gallos de color rojo, el barrado y el pinto (78.72%, Figura 3). Las personas responsables del cuidado de las aves prefieren el color rojo y barrado, ya que lo relacionan gallinas con las razas Rhode Island Roja y Plymouth Rock Barrada de doble propósito (Guelber, 2012). Junto con la variabilidad en el color del plumaje se apreciaron gallinas con cuello desnudo, con plumaje de mezcla de otros colores, sin cola, con plumas en los tarsos o con plumaje rizado.

La clasificación a las gallinas de postura por color parece ser el criterio común en sistemas de traspatio de Ixtacamaxtitlán, Puebla (Centeno et al., 2007) y Pátzcuaro, Michoacán (Juárez et al., 2000) para los cuales se ha identificado la abundancia de gallinas de color rojo o color negro. Se señala que colores oscuros ayudan a las aves a ocultarse de los depredadores y que los colores parecidos a las aves comerciales sugieren una introducción intencional de aves exóticas a un sistema de traspatio (Juárez et al., 2000).

La infraestructura de los corrales y gallineros muestra que, el 54.3% de las familias que crían gallinas de postura tienen algún tipo de corral o gallinero poco común en algunos sistemas de traspatio (Cruz, 2008; Lázaro, 2009). Los corrales fueron rústicos contruidos con materiales reciclados y económicos (Cuadro 12). Las familias ponen mayor atención en la construcción de un gallinero o corral para asegurar el bienestar de las aves. Los aspectos tomados en consideración son altura del gallinero (79% de 1 a 1.5 m), el área del corral (varia de 1 a 20 m<sup>2</sup>, 52.6% con 1 a 4 m<sup>2</sup>, 36.8% con 5 a 10 m<sup>2</sup>, el 10.5% con 11 a 20 m<sup>2</sup>). Cuca-García et al. (2015) sugieren una área de 7 m<sup>2</sup> para 20 gallinas, la cual muy pocos cumplen.

La mayoría de las familias proporcionan el alimento a las gallinas en el suelo (74.29%) muy pocos lo proporcionan en comederos de material reciclado, como cubetas (5.71%), ollas de desecho o trastes (17.14%) o recipientes de plástico (2.86%). El agua se proporciona en cubetas (37.14%), ollas de desecho o trastes (42.86%), botellas (14.29%), cazuelas (2.86%) acondicionados como bebederos, los bebederos comerciales no son comunes (2.86%). El acondicionamiento de recipientes como bebederos es común en los sistemas de traspatio debido a las circunstancias económicas de los propietarios (Centeno et al., 2007; Gutiérrez-Triay et al., 2007; Ruiz et al., 2014).

El número de nidos para la postura de huevos varió de 0 a 5, siendo común uno o dos nidos por gallinero (65.63%), un tercio de los gallineros tienen de tres a cinco nidos para postura (34.38%), muy pocos gallineros no tuvieron nido para postura. En estos últimos casos las gallinas ponen huevos en algún lugar cercano a la casa habitación (5.71%). En ningún caso los gallineros cumple con la recomendación técnica de un nido por cada 5 o 7 gallinas, por el contrario en algunos casos la relación fue de un nido para cada 9 o 10 gallinas. Los nidos son hechos con caja de madera (51.43%) o caja de cartón o de plástico (17.14%). El interior de las cajas es acondicionado con costales, ropa vieja, cartón, palma u hojas de plátano secas para dar mayor comodidad a las gallinas.

Cuadro 12. Tipo de materiales usados en la construcción de corrales para gallinas de corral en San Lorenzo, Xicotepec, Puebla.

Tipo de material	N	%	Prueba de chi-cuadrada
Techo			0.0016
Lámina de cartón	5	14.29	
Lámina de zinc	10	28.57	
Lona	1	2.86	
Nylon	4	11.43	
No tiene	15	42.86	
Piso o suelo			
Tierra	20	57.14	
Pared			0.0224
Madera	4	11.43	
Malla	15	42.86	
No tiene	16	45.71	
Puerta			0.0032
Lámina	1	2.86	
Madera	7	20.00	
Malla	11	31.43	
No	16	45.71	
Ventana			0.1750
Malla	7	20	
No	16	45.71	
No tiene	12	34.29	
Percha			0.0067
Árboles diversos	10	28.57	
Planta de café	20	57.14	
Lima	5	14.29	
Acolchado			0.0001
Tierra	23	66.71	
Costales	4	11.43	
Ninguno	4	11.43	
Hoja de plátano	2	5.71	
Ocopetate	1	2.86	
Papatla	1	2.86	

En lo referente al manejo sanitario, la mayoría de las familias (90%) no aplica vacunas por no considerarlo necesario ya que según su opinión sus aves casi no se enferman. Los cuidados sanitarios no son parte del proceso de cría de gallinas de postura como ocurre en otros sistemas de traspatio (Centeno et al., 2007). Sin embargo, reportan que algunas de sus aves han muerto por enfermedades

respiratorios (37%) o diarrea (9%) sin conocer las verdaderas causas. Muchas aves han sido presa de depredadores (60%) lo que parece ser una causa común en los sistemas de traspatio (Billah et al., 2013) por el hecho de que las aves deambulan libremente en el traspatio y campo cercano a la casa habitación expuesto al ataque de animales silvestres como gavilanes, zorras, tlacuaches, serpientes; o de animales domesticados como gatos y perros.

Para pollitos, se reporta mayor mortalidad al primer mes de vida (21.19%), disminuyendo a la mitad con el tiempo después del primer mes (12.27%). Para gallinas adultas se estimó una mortalidad del 10.78%. Los porcentajes de mortalidad estimados para el sistema de gallinas de postura de la comunidad de San Lorenzo fue inferior al reportado por Kumar, Dwivedi et al., (2015) para pollitos (61%), pollos en crecimiento (52%) y para gallinas de postura (54%) por alguna enfermedad.

La limpieza de los corrales es deficiente ya que 70% no son limpiados y ninguno es desinfectado. Quienes limpian los corrales lo hacen con una frecuencia de 15, 30 o 60 días. Esto contrasta con los reportado para sistemas de traspatio de Bhandara, India donde casi la mayoría de los corrales son limpiados con una mayor frecuencia (87.17%, Khandait et al., 2011).

### **Alimentación**

La alimentación de las aves es un factor que comúnmente incide en la eficiencia y la eficacia de producción de huevo. Los resultados de la encuesta mostraron que las aves de traspatio como gallos, gallinas y pollos son alimentadas con grano de maíz complementado con desperdicios de cocina y tortilla. Los pollitos son alimentados con maíz quebrado (31.40%), alimento comercial (8.60%), masa (5.70%), nixtamal (2.86%), tortilla (2.86%) o alguna combinaciones de estos alimentos; como en cualquier sistema de traspatio (Lázaro, 2009; Sánchez-Sánchez & Torres-Rivera, 2014). Como la mayoría de las familias mantienen libre a las aves (91.43%) durante el día o parte del día, estas complementan su alimentación con las hierbas silvestres, semillas de plantas silvestres, insectos y

gusanos que se encuentran en el campo. El agua que beben proviene de manantial (60%), lluvia (17.14%), potable (17.14%) y pozo (5.71%).

Como pocas familias siembran maíz (34.28%), alimento base de alimentación de las aves, la mayoría lo compra en los poblados más cercanos. Situación análoga fue señalada por Gutiérrez-Triay et al. (2007) para sistemas de aves de traspatio de Tetiz, Yucatán, cuyos propietarios compran maíz o alimento comercial lo que hace al sistema no sustentable.

### **Parámetros productivos y reproductivos**

La encuesta mostró que la cantidad promedio de huevos producidos en las unidades de traspatio tipo familiar es de 10 huevos por semana, con un peso promedio de  $58.4 \pm 4.99$  g por pieza (clasificado como de tamaño chico a mediano según NMX-FF-079-SCFI-2004). Este peso fue parecido al huevo producido en sistemas de traspatio de Yeki Woreda, Etiopía (Abegaz & Gemechu, 2016), pero superior ( $50.7 \pm 3.0$  g) al de los sistemas de traspatio de 11 municipios del Estado de Michoacán (Juárez-Caratachea, Gutiérrez-Vázquez, Segura-Correa & Santos-Ricalde, 2010) y al de sistemas de traspatio de Nigeria con gallinas de cuello desnudo (43.04 g) y gallinas de plumaje normal (40.83 g) (Yakubu, Ogah & Barde, 2008). El tamaño del huevo fue 8.1 g inferior a lo hallado para sistemas de producción de traspatio de Huatusco, Veracruz (Sánchez-Sánchez & Torres-Rivera, 2014). La variación en el tamaño de huevo puede ser consecuencia de la alimentación y manejo sanitario (Galíndez, Peña, Albarrán & Prospert, 2014).

Solo un tercio de total de las unidades con gallinas de postura producen 100 huevos o más por gallina al año (Cuadro 13), cantidad inferior a lo reportado por Centeno et al. (2007), por Segura et al. (2007), y por Verduzco-Ríos et al., (2016). Cantidad apenas comparable con la producción anual de gallinas indígenas (20 a 100 huevos) de sistemas de traspatio en África (Guèye, 2000).

Cuadro 13. Producción de huevo anual proveniente de gallinas de traspatio en San Lorenzo, Xicotepec, Puebla.

N	9	12	12	Promedio
Producción anual	20 a 40	41-80	81-140	64.8
por gallina	huevos	huevos	huevos	huevos
%	25.7	34.3	34.3	100

La incubación de los huevos se realiza de forma natural de una a dos veces por año (80%). En promedio, se encuban 10.43 huevos con una amplitud de 7 a 15 huevos por nidada. El 85.72% de las familias incuban de 8 a 12 huevos, con porcentaje promedio de eclosión del 73.7%, superior a lo reportado en Tetiz, Yucatán (Gutiérrez-Triay et al., 2007) para sistemas de traspatio del Estado de Michoacán (Juárez-Caratachea et al., 2008) o del Estado de Oaxaca (Verduzco-Ríos et al., 2016), aunque no alcanza el 80% hallado por Centeno et al. (2007) y el 78.57% encontrado para sistemas de traspatio del Estado de Oaxaca (Zaragoza, Martínez, Méndez, Rodríguez & Perezgrovas, 2011). Sobre los resultados de la incubación Juárez-Caratachea y Ortiz, (2001) mencionan que el éxito de la incubación del huevo de gallinas criollas está asociada a la calidad del cascarón, a la mortalidad embrionaria o la infertilidad del huevo. Además de la manera de alimentar a las aves progenitoras.

Los resultados anteriores relacionados con la productividad del sistema avícola están de acuerdo con el concepto que expone Cruz (2008) acerca de que dicha productividad en el sistema de traspatio depende de la alimentación, el manejo sanitario, infraestructura para alojamiento y alimentación y la genética de las gallinas. Debido a que los aspectos anteriores se alejan de las especificaciones técnicas para la crianza de gallinas de postura la baja productividad del sistema debe ser inferior al potencial genético de las gallinas de postura criadas.

La caracterización de la encuesta realizada mostró que los productos del sistema avícola de traspatio en la comunidad de San Lorenzo, son principalmente de autoconsumo (80% para huevos y 77.14% para gallinas). La cantidad de gallinas

consumidas es variable, algunas familias (45.71%) consumen de 1 a 2 aves, otras (22.86%) de 3 a 4 aves y muy pocas consumen de 3 a 6 (5.71%) o más de seis gallinas (2.86%). La venta de gallinas no es común y solo un reducido número de familias vende gallinas ocasionalmente a un precio mayor a \$100.00 pesos por gallina. La edad promedio de las aves para el consumo fue de 0.5 hasta 2 años, predominando el consumo de gallinas con un año de edad (76.47%). El precio de huevo osciló entre \$1.50 y \$3.00 por pieza.

En promedio se llega a producir 0.584 kg de huevo a la semana, por unidad de traspatio tipo familiar, adicionalmente, las familias compran un kilogramo de huevo. Con estos datos se estimó un consumo per cápita de 17.96 kg al año con un déficit de 4.15 kg por año para lograr el consumo promedio nacional de 22.1 kg per cápita anual (SIAP, 2017). Por lo tanto, se deduce que las familias campesinas que crían gallinas de postura producen la tercera parte del huevo que consumen.

Aunado a lo anterior, se halló que los huevos producidos y las gallinas criadas son para autoconsumo, pero en el caso del huevo la cantidad producida no es suficiente para satisfacer las necesidades de las familias campesinas.

### **3.6 CONCLUSIONES**

Conforme a las hipótesis y al objetivo planteado, respecto a la detección de los principales factores que afectan la eficiencia y eficacia de la avicultura familiar de traspatio de la comunidad de San Lorenzo, y con base a los resultados de la encuesta, se concluye que las aves que consumen dietas desbalanceadas a base de maíz, y complementadas con desperdicios de cocina, son ineficientes porque consumen una gran cantidad de alimento y producen poco huevo. Por otro parte también se concluye que las aves en el sistema de traspatio son ineficaces porque no logran producir la máxima cantidad de huevo que requieren para autoconsumo los pobladores de la zona. Colateralmente al factor alimentación la eficiencia y la eficacia también es afectada por el manejo sanitario deficiente, la falta de infraestructura adecuada y el factor relacionado a la genética de las aves.

### 3.7 AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), al Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ), al Posgrado en Producción Animal (PPA) y al Centro de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM) de la Universidad Autónoma Chapingo por las facilidades para realizar este estudio.

### 3.8 LITERATURA CITADA

- Abegaz, A., & Gemechu, T. (2016). Indigenous chicken production system and their productive performance in Yeki Woreda, Southwestern Ethiopia. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 7(5), 266–274. <https://doi.org/10.5251/abjna.2016>.
- Alvira, F. (2011). *La encuesta: una perspectiva general metodológica*. Cuadernos Metodológicos, 35. Madrid, España.
- Aquino R., E., Arroyo L., A., Torres H., G., Riestra D., D., Gallardo L., F., & López Y., B. A. (2003). El guajolote criollo (*Meleagris gallopavo* L.) y la ganadería familiar en la zona centro del Estado de Veracruz. *Técnica Pecuaria en México*, 41(2), 165–173.
- Ayuntamiento del municipio de Xicotepec, H. (2008). *Plan de desarrollo municipal Xicotepec, Puebla 2008-2011*. Xicotepec, Puebla.
- Billah, S. M., Nargis, F., Hossain, M. E., Howlider, M. A. R., & Lee, S. H. (2013). Family poultry production and consumption patterns in selected households of Bangladesh. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development*, 5(4), 62–69. <https://doi.org/10.5897/JAERD12.113>
- Camacho-Escobar, M. A., Lira-Torres, I., Ramírez-Cancino, L., López-Pozos, R., & Arcos-García, J. L. (2006). La avicultura de traspatio en la costa de Oaxaca, México. *Ciencia y Mar*, 10(28), 3–11.
- Centeno B., S. B., López D., C. A., & Juárez E., M. A. (2007). Producción avícola familiar en una comunidad del municipio de Ixtacamaxtitlán, Puebla. *Técnica Pecuaria en México*, 45(1), 41–60.
- Cruz-Sánchez, B., Muñoz-Rodríguez, M., Santoyo-Cortés, V. H., Martínez-González, E. G., & Aguilar-Gallegos, N. (2016). Potencial y restricciones de la avicultura de traspatio sobre la seguridad alimentaria en Guerrero, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 13(2), 257–275. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22231/asyd.v13i2.329>
- Cruz P., M. A. (2008). *La ganadería en sistema familiar campesino con atención especial avicultura (Gallus, gallus domesticus) en Xalpatlahuaya, Huamantla, Tlaxcala*. (Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados, Puebla, Puebla).
- Cuca-García, J. M., Gutiérrez-Arenas, D. A., & López-Pérez, E. (2015). La avicultura de traspatio en México: historia y caracterización. *Agroproductividad*, 8(4), 30–36.

- FAO. (2014). *Family poultry development: issues, opportunities and constraints. Working paper*. Rome, Italy. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/3/a-i3595e.pdf> El 11 de abril de 2017.
- Galíndez, R., Peña, I., Albarrán, Á., & Prospert, J. (2014). Peso e indicadores de calidad interna del huevo de cuatro razas de gallinas reproductoras venezolanas. *Zootecnia Tropical*, 32(2), 207–215.
- González O., F., Pérez M., A., Ocampo F., I., Paredes S., J. A., & De la Rosa P., P. (2013). Contribuciones de la producción en traspatio a los grupos domésticos campesinos. *Estudios Sociales*, 22(44), 146–170.
- Guelber S., M. N. (2012). *Expresiones de la avicultura familiar Capixaba: sacando de la invisibilidad la crianza a pequeña escala y sus agentes*. (Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, Capixaba, Brasil).
- Guèye, E. F. (2000). The role of family poultry in poverty alleviation, food security and the promotion of gender equality in rural Africa. *Outlook on Agriculture*, 29(2), 129–136. <https://doi.org/10.1080/09614520052565>
- Gutiérrez-Triay, M. A., Segura-Correa, J. C., López-Burgos, L., Santos-Flores, J., Santos-Ricalde, R. H., Sarmiento-Franco, L., ... Molina-Canul, G. (2007). Características de la avicultura de traspatio en el municipio de Tetiz, Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 7(3), 217–224.
- INEGI. (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Recuperado a partir de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/21/21197.pdf> El 1 de abril de 2017.
- INEGI. (2015). Población, hogares y vivienda. Recuperado a partir de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/temas/default.aspx?s=est&c=17484> El 5 de abril de 2017.
- Jiménez, L. M., Varón, S. A., Mendoza, L. F., Leal, J. D., Sánchez, C. A., & Pinilla, Y. C. (2014). Caracterización fenotípica de la gallina criolla y de traspatio en tres regiones rurales de Colombia. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 4, 80–82.
- Juárez-Caratachea, A., Gutiérrez-Vázquez, E., Segura-Correa, J., & Santos-Ricalde, R. (2010). Calidad del huevo de gallinas criollas criadas en traspatio en Michoacan, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12(1), 109–115.
- Juárez-Caratachea, A., Ortiz-Rodríguez, R., Pérez-Sánchez, R. E., Gutiérrez-Vázquez, E., & Val-Arreola, D. (2008). Caracterización y modelación del sistema de producción avícola familiar. *Livestock Research for Rural Development*, 20(2).
- Juárez-Caratachea, A., & Ortiz A., M. A. (2001). Estudio de la incubabilidad y crianza en aves criollas de traspatio. *Veterinaria Mexico*, 32(1), 27–32.
- Juárez C., A., Manríquez A., J. A., & Segura C., J. (2000). Rasgos de apariencia fenotípica en la avicultura rural de los municipios de la Ribera del Lago de Patzcuaro, Michoacan, Mexico. Recuperado a partir de <http://www.lrrd.org/lrrd12/1/jua121.htm> El 20 de marzo de 2017
- Khandait, V. N., Gawande, S. H., Lohakare, A. C., & Dhenge, S. A. (2011). Adoption level and constraints in backyard poultry rearing Practices at Bhandara District of Maharashtra (India). *Research Journal of Agricultural*

- Sciences*, 2(1), 110–113.
- Kumar R., P., Debnath M., K., & Panda, P. (2015). Backyard poultry farming in India : a call for skill upliftment. *Research Journal of Recent Sciences*, 4, 1–5.
- Kumar R., S., Dwivedi, S., & Narain, S. (2015). Backyard poultry production in Mahoba: A socio-economic analysis. *An International Journal of Agro Economist*, 2(1), 19–27.
- Kumar R., S., Gupta, R., & Narain, S. (2015). Study on the performance of backyard poultry production reared by rural woman in Mahoba. *Indian Research Journal of Extension Education*, 15(4), 24–28.
- Lázaro G., C. (2009). *Analisis del sistema de produccion de gallinas de traspatio en la Trinidad Tianguismanalco, Tecali, Puebla*. (Tesis de Maestria. Colegio de Postgraduados, Puebla, México).
- Martínez, M. A., Evangelista, V., Basurto, F., Mendoza, M., & Cruz-Rivas, A. (2007). Flora útil de los cafetales en la Sierra Norte de Puebla. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78, 15–40. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.7550/rmb.5311>
- Mendoza, M., Zaragoza, L., & Rodríguez, G. (2014). Estrategias de avicultura de traspatio en tres localidades del municipio de San Lucas, Chiapas, México. *Actas Iberoamericanas de Conservacion Animal*, 4, 216–218.
- Missohou, A., Dieye, P. N., & Talaki, E. (2002). Rural poultry production and productivity in southern Senegal. *Livestock Research for Rural Development*, 14(2).
- PEMEX, & INAP. (2015). Diagnósticos Municipales: Xicotepec, Puebla. Programa de Apoyo a la Comunidad y Medio Ambiente.
- Ruiz, H., Ruiz, B., & Mendoza, P. (2014). Caracterizacion del sistema de produccion de aves de traspatio del municipio de Pantepec, Chiapas. *Actas iberoamericanas de Conservacion animal*, 4, 41–43.
- Sánchez-Sánchez, M., & Torres-Rivera, J. A. (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(2), 63–75.
- Segura C., J. C., Jerez-Salas, M. P., Sarmiento F., L., & Santos-Ricalde, R. (2007). Indicadores de producción de huevo de gallinas criollas en el trópico de México. *Archivos de Zootecnia*, 56(215), 309–317.
- Singh, D. P., Fotsa, J. C., & Thieme, O. (2011). E-Conference on opportunities of poultry breeding programmes for family production in developing countries. The bird for the poor. *International Network for Family Poultry Development*, 20(1).
- Stokes, M. E., Davis C. S., & Koch G. G. (2000). *Categorical Data Analysis Using the SAS® System*. Second Edition. SAS Institute Inc. Cary, NC. U. S. A.
- Urizar P., E., & Cubillos O., G. (1988). *Caracterización del sistema de producción bovina en el Valle de Asunción Mita, Jutiapa, Guatemala* (Publicación). IICA.
- Verduzco-Ríos, C., Martínez-González, E. G., Muñoz-Rodríguez, M., Santoyo-Cortés, V. H., & Aguilar-Ávila, J. (2016). Estrategia de gestión de la innovación para la avicultura de traspatio en zonas rurales marginadas de Oaxaca, México. *TRANSITARE Revista de Turismo, Economía y Negocios*,

2(2), 165–182.

Yakubu, A., Ogah, D. M., & Barde, R. E. (2008). Productivity and egg quality characteristics of free range naked neck and normal feathered Nigerian indigenous chickens. *International Journal of Poultry Science*, 7(6), 579–585. <https://doi.org/10.3923/ijps.2008.579.585>

Zaragoza, L., Martínez, B., Méndez, A., Rodríguez, G., & Perezgrovas, R. (2011). Avicultura familiar en comunidades indígenas de Chiapas, México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 1, 411–415.

## 4. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y CALIDAD DE HUEVO DE GALLINAS CRIOLLAS SUPLEMENTADAS CON SEMILLAS DE CALABAZA (*Cucurbita argyrosperma*)

### 4.1 RESUMEN

El experimento se realizó en gallinas de postura de sistemas avícolas de traspatio en San Lorenzo, Xicotepec de Juárez, Puebla, México, con el objetivo de evaluar eficiencia y eficacia de producción de huevo como respuesta a tres tipos de dietas balanceadas versus una dieta desbalanceada (solo maíz). Las dietas experimentales fueron: solo maíz (T1, dieta tradicional), dieta balanceada adicionada con aceite de soya (T2) dieta balanceada adicionada con aceite de canola (T3), dieta balanceada adicionada con aceite de canola + harina de semilla de calabaza (*Cucurbita argyrosperma*) (T4). El diseño experimental fue completamente aleatorizado ( $Y_{ij}=M+T_i+E_{ij}$ ) con tres repeticiones por dieta, cada repetición fue un grupo de 10 gallinas ponedoras y comparación de medias con una prueba de Tukey. Los resultados de T1, T2, T3 y T4 para eficiencia alimenticia (kg huevo/ kg alimento) fueron 0.009<sup>c</sup>, 0.137<sup>b</sup>, 0.136<sup>b</sup> y 0.188<sup>a</sup>; y para eficacia, medida como número de huevos/ave/semana fueron 0.15<sup>c</sup>, 1.90<sup>b</sup>, 1.89<sup>b</sup> y 2.53<sup>a</sup>. Asimismo, las dietas balanceadas mejoraron ( $p \leq 0.05$ ) el peso (g: 53.34<sup>b</sup>, 60.15<sup>a</sup>, 60.15<sup>a</sup>, 62.03<sup>a</sup>), así como el porcentaje de postura (%: 3.85<sup>c</sup>, 27.08<sup>b</sup>, 27.02<sup>b</sup>, 36.13<sup>a</sup>) y la conversión alimenticia (94.84<sup>b</sup>, 8.92<sup>a</sup>, 9.98<sup>a</sup>, 6.16<sup>a</sup>). En la calidad física del huevo el índice de yema se mejoró ( $p \leq 0.05$ ) con las dietas balanceadas. La ganancia de peso vivo a los 70 días fue mayor ( $p \leq 0.05$ ) para las gallinas que fueron alimentadas con dietas balanceadas adicionadas con aceite de canola (T3, 0.53 kg) y aceite de canola + harina de semilla de calabaza (T4, 0.66 kg). Se concluye que las dietas balanceadas mejoraron ( $p \leq 0.05$ ) tanto la eficiencia como la eficacia en comparación a la dieta desbalanceada de solo maíz. La dieta balanceada con la eficiencia y eficacia más alta fue la que se formuló con aceite de canola y harina de semilla de calabaza.

**Palabras clave:** Harina de semilla de calabaza, aves de traspatio, calidad de huevo, producción de huevo, dieta balanceada.

# PRODUCTIVE PERFORMANCE AND EGG QUALITY OF CREOLE HENS SUPPLEMENTED WITH PUMPKIN SEEDS (*Cucurbita argyrosperma*)

## 4.2 ABSTRACT

This experiment was carried out in a traditional backyard poultry system in San Lorenzo, Xicotepec de Juarez, Puebla, Mexico. It was done in order to evaluate efficiency and efficacy of egg production in response to three types of balanced diets versus an unbalanced diet (only corn). The experimental treatments were: grain corn as only fed (T1, traditional fed), balanced diet added with soybean oil (T2), balanced diet added with canola oil (T3), and balanced diet added with canola oil + pumpkin (*Cucurbita argyrosperma*) seeds meal (T4). The experimental design was completely randomized ( $Y_{ij}=M+T_i+E_{ij}$ ) with three replicates per treatment. A group of 10 hens was a replicate (experimental unit). Differences between treatments were tested using Tukey multiple comparison test. The results of T1, T2, T3 and T4 for food efficiency (kg egg/ kg food) were 0.009<sup>c</sup>, 0.137<sup>b</sup>, 0.136<sup>b</sup> y 0.188<sup>a</sup>; and for efficacy, measured as number of eggs/bird/week were 0.15<sup>c</sup>, 1.90<sup>b</sup>, 1.89<sup>b</sup> y 2.53<sup>a</sup>. Likewise, the balanced diets improved ( $p\leq 0.05$ ) the weight (g: 53.34<sup>b</sup>, 60.15<sup>a</sup>, 60.15<sup>a</sup>, 62.03<sup>a</sup>), as well as the percentage of posture (%: 3.85<sup>c</sup>, 27.08<sup>b</sup>, 27.02<sup>b</sup>, 36.13<sup>a</sup>) and feed conversion (94.84<sup>b</sup>, 8.92<sup>a</sup>, 9.98<sup>a</sup>, 6.16<sup>a</sup>). In the egg physical quality, the yolk index was improved ( $p\leq 0.05$ ) with the diets balanced. Average live weight gain at 70 days was highest ( $p\leq 0.05$ ) when the hens were fed with balanced diets added with canola oil (T3, 0.53 kg) and canola oil + pumpkin seeds meal (T4, 0.66 kg). In conclusion, balanced diets improved ( $p\leq 0.05$ ) both efficiency and efficacy compared to the unbalanced diet of only corn. The balanced diet with the highest efficiency and efficacy was that formulated with canola oil and pumpkin seed meal.

**Key words:** pumpkin seed meal, backyard hens, egg quality, egg production, balanced diet.

### 4.3 INTRODUCCIÓN

En las localidades del municipio de Xicotepec, se practica la ganadería de traspatio con la cría de gallinas ponedoras criollas adaptadas a la zona, y guajolotes, para obtener carne y huevo como fuente de proteína de origen animal, con fines de autoconsumo. La cría de gallinas en condiciones de traspatio carece de infraestructura para protección de los elementos del clima y la alimentación es a base de maíz, en cantidades limitadas por día, y de hierbas e insectos que colectan en el campo cuando pastan. La alimentación desbalanceada de las aves en la avicultura familiar de traspatio limita la productividad y la calidad del huevo producido (Rodríguez et al., 2012), ocasionando una disminución en la eficiencia y eficacia en la producción de huevo.

Se han evaluado las consecuencias de mejorar la alimentación de las aves de traspatio con dietas balanceadas o con ingredientes para obtener productos con características apreciadas por el consumidor, por ejemplo, el incremento de la cantidad de ácidos grasos esenciales (principalmente omega 3) ya que son conocidos por el potencial en la prevención y tratamiento de enfermedades cardiovasculares (González-Esquerro & Leeson, 2001). Para lograr este incremento en el huevo se ha evaluado la adición de aceite de canola por ser rico en omega 3 (Rowghani, Arab, Nazifi & Bakhtiari, 2007), a diferencia del aceite de soya que presenta niveles mayores de omega 6. Otro ingrediente evaluado ha sido la semilla de calabaza (*Cucurbita moschata*) tanto en pollos de engorda (Aroche, Rodríguez, Valdivié & Martínez, 2011; Martínez, Valdivié, Martínez, Estarrón & Córdova, 2010) como en aves de postura de razas comerciales (Martínez, Valdivié et al., 2012). Sin embargo, la semilla de calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma*) proviene de una amplia gama de variedades adaptadas a cada región agrícola de México (Ayvar, Mena, Cortés, Durán & De Luna, 2004). Esta semilla es accesible y asequible para los productores de Sierra Norte del Estado del Puebla y es una buena fuente de proteína cruda (32.2%) (Ayvar-Serna, Mena, Durán, Cruzaley & Gómez, 2007).

Esta semilla es una buena alternativa para mejorar la alimentación de las aves de traspatio por lo que debe documentarse sus consecuencias en el desempeño productivo de las gallinas de postura y calidad del huevo.

Un diagnóstico preliminar mostró que 64.8% de la población en la comunidad donde se llevó a cabo el experimento cuenta con sistemas de producción avícola de traspatio. Se detectó además que tanto los recursos genéticos (aves criollas), como un sistema de alimentación con dietas desbalanceadas a base de maíz, ocasionan disminución de la eficiencia y eficacia en la producción de huevo. En promedio, parvadas de 19 aves producen diez huevos a la semana. Si los propietarios de los sistemas de traspatio pudieran mejorar la alimentación de sus aves con dietas balanceadas, incluyendo ingredientes disponibles y asequibles en la región para cubrir las necesidades nutricionales de las gallinas de traspatio, tanto la eficiencia en el uso de recursos para el sistema de alimentación como la eficacia en la producción y calidad del huevo podrían incrementarse. Las dietas pueden balancearse con aceite de soya que tradicionalmente se usa en dietas para aves; con aceite de canola porque aporta energía y ácidos grasos benéficos para la salud humana; y con harina de semilla de calabaza como fuente de proteína y de ácidos grasos. Por lo anterior se plantea como objetivo evaluar la eficiencia y eficacia de producción de huevo como respuesta a los tres tipos de dietas balanceadas en comparación a una dieta desbalanceada de solo maíz.

#### **4.4 MATERIALES Y MÉTODOS**

El experimento se llevó a cabo en la comunidad de San Lorenzo, municipio de Xicotepec de Juárez, ubicado en la Sierra Norte del Estado de Puebla. El municipio se localiza en la Sierra Madre Oriental, entre las coordenadas 20° 13' y 20° 26' de latitud norte y 97° 45' y 98° 02' de longitud oeste; altitud entre 180 y 1,700 m. En el municipio hay tres tipos de climas: clima semicálido húmedo con lluvias todo el año (83%), cálido húmedo con lluvias todo el año (16%) y cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (1%), la precipitación en el municipio oscila de 1900- 2600 mm (INEGI, 2009).

Para desarrollar esta etapa experimental, se contó con la participación de 12 productores de la comunidad de San Lorenzo, seleccionados después de aplicar una encuesta directa. En total se alimentaron 120 gallinas con un promedio de 10 gallinas ponedoras por productor. Las gallinas ponedoras de cada productor fueron alojadas en un corral rústico, construido por los propios productores.

Las dietas evaluadas fueron (T1) Dieta Desbalanceada (solo maíz); (T2) Dieta Balanceada (aceite de soya); (T3) Dieta Balanceada (aceite de canola); (T4) Dieta Balanceada (aceite de canola, harina de semilla de calabaza 6%). Cada dieta tuvo tres repeticiones y cada repetición incluyó 10 gallinas ponedoras. En todas las dietas se aplicó un periodo de adaptación de dos semanas tal y como lo recomienda Caballero (1982), al final de este periodo se inició con el registro de mediciones en el grupo de gallinas durante ocho semanas. Durante el periodo de estudio todas las gallinas de postura estuvieron en encierro total para facilitar la colecta de huevo y homogeneizar el efecto de los tratamientos. No se aplicó medicamento alguno o atención veterinaria durante el experimento.

Para incluir la semilla de calabaza en la dieta (T4), fue llevada a las instalaciones de la Universidad Autónoma Chapingo, en donde se sometió a un proceso de secado total a 55° C durante 72 horas, una vez seca la semilla fue molida y mezclada con otros ingredientes para obtener una dieta balanceada. A una muestra de la semilla de calabaza molida se le determinó la composición química como harina de semilla de calabaza en el Laboratorio de Nutrición Animal del Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Zootecnia, de la Universidad Autónoma Chapingo. Se determinó el contenido de humedad, de materia seca, de proteína bruta, de fibra cruda, de extracto libre de nitrógeno, de extracto etéreo, de cenizas, de calcio y de fósforo, así como el calor de combustión (Cuadro 14), de la semilla de calabaza.

Cuadro 14. Composición química de la harina de semilla de calabaza (*Cucurbita argyrosperma*).

Nutrimentos (%) en base seca*								
MS%	PC	MO	EE	ELN	Ca	P	Cenizas	EB (cal por g de muestra)
94.01	33.94	95.72	32.67	11.65	0.76	1.15	4.28	6089

\* Con 0% de humedad o después de secar a 100 °C.

Las dietas experimentales fueron formuladas con base a las necesidades nutrimentales para aves y cerdos, según las Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos (Santiago et al., 2011), considerando gallinas ponedoras de huevo rojo y peso corporal promedio de 1.9 kg; las necesidades de energía metabolizable, proteína cruda y otros nutrimentos importantes se muestran en el Cuadro 15. El consumo de alimento fue de 120 g/gallina/día, para todos los grupos de gallinas incluidas en cada dieta experimental. La cantidad de alimento requerido por grupo de aves al día fue de 14.4 kg.

Cuadro 15. Requerimientos nutrimentales de gallinas ponedoras.

Peso corporal	kg	1.9	
Ganancia	g/día	0	
Masa de huevo	g/día	45	
Requerimiento EM	Kcal/día	2800	
Consumo	g/día	107	
PB	%	15.89	
Calcio	%	3.93	
Fósforo disponible	%	0.280	
Potasio	%	0.551	
Sodio	%	0.215	
Cloro	%	0.196	
Ácido linoleico	%	1.131	
		<b>Aminoácido digestible</b>	<b>Aminoácido total</b>
Lisina	%	0.627	0.704
Metionina	%	0.314	0.345
Metionina + Cistina	%	0.571	0.634
Treonina	%	0.477	0.557
Triptófano	%	0.144	0.184

Fuente: Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos (2011).

Los ingredientes y la cantidad de cada uno incluidos en las dietas balanceadas experimentales se presentan en el Cuadro 16. Las dietas fueron isoenergéticas (2.8 mega calorías por kilogramo de materia seca) e isoproteicas (160 gramos de proteína por kilogramo de materia seca). Se diferenciaron en el tipo de aceite o la combinación de aceite con harina de semilla de calabaza, empleado como fuente de energía.

Cuadro 16. Composición de las dietas utilizadas en los diferentes tratamientos a evaluar.

Ingredientes (%)	Tratamientos			
	DD <sup>4</sup> (Maíz) T1	DB <sup>5</sup> (Ac. soya) T2	DB <sup>5</sup> (Ac. canola) T3	DB <sup>5</sup> (Ac. canola, HSC <sup>3</sup> ) T4
1 Maíz amarillo <sup>1</sup>	100	59.9	59.9	58.3
2 Harina de soya	-	26.2	26.2	22.9
3 Aceite canola	-	-	2.9	2.9
4 Aceite soya	-	2.9	-	-
5 CaCO <sub>3</sub>	-	9.33	9.33	9.2
6 Ortofosfato	-	1.25	1.25	1.20
7 Premezcla vit. <sup>2</sup>	-	0.10	0.10	0.10
8 DL-metionina	-	0.14	0.14	0.18
9 Sal	-	0.20	0.20	0.2
10 Semilla Calabaza <sup>3</sup>	-	-	-	6
TOTAL	100%	100%	100%	100%
<b>Requerimientos calculados</b>				
EM (Mcal/kg)	3.3	2.8	2.8	2.8
PC (%)	7.5	16	16	16
FC (%)	2.3	2.92	2.92	3.51
Calcio (%)	0.03	3.93	3.93	3.93
Fósforo disp. (%)	0.05	0.28	0.28	0.29
Lisina (%)	0.16	0.71	0.71	0.63
Metionina (%)	0.14	0.36	0.36	0.37
Metionina + Cistina (%)	0.27	0.57	0.57	0.57

<sup>1</sup> Maíz PC 9.37%. <sup>2</sup> Cada 1.5 kg de premezcla contenían: vitamina A, 7.33 MIC UI; vitamina D3, 2.00 MIO UI; vitamina E, 13.33 g; vitamina K3, 2.00 g; vitamina B1, 1.47 g; vitamina B2, 4.33 g; vitamina B6, 3.00 g; vitamina B12, 13.33 mg; biotina 133.33 mg; ácido fólico 0.67 g; niacina 26.67 g; ácido pantoténico 6.67 g; colina 333.33 g; redox 66.67 g; manganeso 44.00 g; zinc 46.67 g; hierro 53.33 g; cobre 6.67 g; yodo 0.27 g; selenio 0.20 g; cantaxantina 1.33 g; 1.33 g. <sup>3</sup> Harina de Semilla de Calabaza (*Cucurbita argyrosperma*) PC 33.94%; <sup>4</sup>Dieta Desbalanceada; <sup>5</sup>Dieta Balanceada.

Las mediciones para valorar el comportamiento productivo de las gallinas de postura alimentadas con las dietas experimentales fueron:

- Número promedio de huevos puestos por semana (NHS): se realizó un conteo semanal de todos los huevos puestos por las gallinas de cada repetición en cada tratamiento.
- Número promedio de huevos puestos por ave por semana (NHAS): se contabilizó el número de huevos puestos en cada repetición y se dividió entre diez aves.
- Porcentaje de postura semanal (PP). Se calculó mediante la siguiente fórmula: número de huevos producidos en el periodo (siete días) multiplicado por 100, lo anterior dividido por el número de gallinas multiplicado por siete días.
- Peso promedio del huevo g (PHg): se realizó un pesaje de todos los huevos producidos en cada repetición, durante cada semana del experimento. Esto con la ayuda de una báscula marca Torrey L-PCR con capacidad de 40 kg con una variación de 2 g.
- Masa promedio del huevo por ave por semana (MHAS). El número de huevos producidos por gallina a la semana se multiplicó por el peso promedio del huevo de esa repetición durante esa semana de evaluación.
- Conversión alimenticia promedio como kilogramo de alimento por kilogramo de huevo puesto (CA/kg) durante el periodo de estudio.
- Conversión alimenticia promedio por docena de huevo como kilogramos de alimento por docena de huevo puesto (CA/12H).
- Eficiencia alimenticia promedio (EA). Como kilogramo de huevo puesto por kilogramo de alimento consumido durante el periodo de estudio.
- Ganancia de peso promedio a los 70 días (GP70d). Se realizó un pesaje de todas las gallinas al inicio del experimento y otro al finalizar el mismo,

para poder obtener la ganancia de peso durante las 10 semanas que duró el ensayo de alimentación.

Las variables para medir la calidad de huevo fueron:

- Índice de forma (IF= relación porcentual entre el diámetro ecuatorial y diámetro polar multiplicado por 100). Se tomaron medidas del diámetro polar y ecuatorial de todos los huevos producidos en cada tratamiento utilizando un Calibrador digital vernier tipo M precisión 0.1 mm.
- Grosor promedio del cascarón (GCasc). Se realizó la limpia del cascarón y se dejó secar por 24 horas para posteriormente realizar la medición del espesor del cascarón con un micrómetro digital Baxlo 3001 con una sensibilidad de 0.01 mm.
- Color de yema (CYema). A todos los huevos obtenidos para la evaluación en la semana 6 del experimento, se le determinó el color de la yema mediante para llevar a cabo la medición del color de la yema se realizará mediante fotolorimetría de reflectancia, componente del equipo del software Egg Plus.
- Unidades Haugh (UHaugh), altura de albúmina (AAIb), altura de yema (AYema), diámetro de yema (DYema), índice de yema (IYema), se llevaron a cabo con la ayuda del software Egg Plus en las instalaciones del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

El diseño experimental fue completamente aleatorizado con tres repeticiones por tratamiento y la unidad experimental fue un grupo de 10 gallinas ponedoras. Las dietas experimentales fueron asignadas al azar a cada unidad experimental. Los datos colectados para medir producción y calidad de huevo, así como ganancia de peso en gallinas fueron analizados con un modelo estadístico para un diseño completamente al azar, con el procedimiento para un modelo general lineal usando el software SAS® Versión 9.3. La separación de medias fue con la prueba de comparación múltiple de Tukey. Los modelos estadísticos utilizados fueron los siguientes:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + S_j + (T * S)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$ = Cada una de las mediciones para valorar el comportamiento productivo de las gallinas de postura y la calidad del huevo registradas para la i-ésima dieta experimental, la j-ésima semana y la k-ésima repetición.

$\mu$ : Media general.

$T_i$ : Efecto de la i-ésima dieta experimental T1, T2, T3 y T4.

$S_j$ : Efecto de la j-ésima semana del periodo experimental, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8.

$(T*S)_{ij}$ : Efecto de la i-ésima y j-ésima interacción entre la dieta experimental y j-ésima semana del periodo experimental.

$\epsilon_{ijk}$ : Efecto del error cometido en la i-ésima dieta experimental, j-ésima semana del periodo experimental y k-ésima repetición.

$$Y_{ij} = \mu + T_i(X_i - X) + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$ = Peso vivo promedio y ganancia promedio de peso de las gallinas alimentadas con las i-ésima dieta experimental.

$\mu$ : Media general.

$T_i$ : Efecto de la i-ésima dieta experimental T1, T2, T3 y T4.

$X_i$ : Media de peso vivo inicial de las gallinas para cada tratamiento.

$X$ : Media general del peso inicial de las gallinas para cada tratamiento.

$\epsilon_{ij}$ : Efecto del error cometido en la i-ésima dieta experimental y j-ésima repetición.

## 4.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.5.1 Comportamiento productivo

En el Cuadro 17, se presenta el efecto de las variables clasificatorias o variables independientes del modelo sobre las mediciones realizadas. El efecto de la dieta experimental fue altamente significativo ( $p \leq 0.001$ ) para todas las mediciones o variables de respuesta. El efecto de semana no fue significativo a una probabilidad menor a 0.05, a excepción de la interacción Trat \* Semana para conversión alimenticia ( $p \leq 0.05$ ), medida como kilogramos de alimento por kg de huevo o por docena de huevo producidos.

Cuadro 17. Nivel de significancia de los efectos considerados en el modelo para el análisis de las variables productivas.

Efecto	Variable productiva							
	NHS <sup>1</sup>	NHAS <sup>2</sup>	%P <sup>3</sup>	PHg <sup>4</sup>	MHAS <sup>5</sup>	CAkg <sup>6</sup>	CA12H <sup>7</sup>	EA <sup>8</sup>
Tratamiento	**	**	**	**	**	**	**	**
Semana	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Trat * Semana	NS	NS	NS	NS	NS	*	*	NS
R <sup>2</sup> =	0.77	0.77	0.71	0.67	0.71	0.82	0.83	0.77

<sup>1</sup>Número de huevos por semana (NHS); <sup>2</sup>Número de huevos por ave por semana (NHAS); <sup>3</sup>Porcentaje de postura (%P); <sup>4</sup>Peso de huevo (PHg); <sup>5</sup>Masa de huevo por ave por semana (MHAS); <sup>6</sup>Conversión alimenticia por kilogramo de huevo (CAkg); <sup>7</sup>Conversión alimenticia por docena de huevo (CA12H); <sup>8</sup>Eficiencia alimenticia (EA).

\*= Significativo ( $p \leq 0.05$ ); \*\*= Altamente significativo ( $p \leq 0.001$ ); NS= No significativo ( $p > 0.05$ ).

En el Cuadro 18 se muestra que la eficacia del sistema de producción de huevo, medida como la producción de huevo ave<sup>-1</sup> semana<sup>-1</sup>, fue superior ( $p \leq 0.05$ ) para las dietas balanceadas, en comparación a la desbalanceada de solo maíz. El T4 superó en casi 17 veces la producción de huevo por ave por semana en comparación al T1, y en 1.3 veces respecto al T2 y T3. El valor logrado en el T4 (DB, Ac. de canola y harina de semilla de calabaza, 2.56 piezas) aún es inferior a lo obtenido en otros estudios en donde se utilizaron dietas balanceadas en aves de traspatio: Jerez-Salas, Camacho et al. (2014) reportan 0.67 huevos más por ave, Juárez-Caratachea, Gutiérrez-Vázquez, Garcidueñas-Piña, et al., 2010) registraron para gallinas criollas de cuello

desnudo 1.07 huevos por arriba de lo conseguido en esta investigación. Es probable que el efecto de las dietas experimentales sobre la productividad de las gallinas de postura este confundido por cambios en el fotoperiodo y precipitación durante el periodo del experimento. El ensayo de alimentación fue de septiembre a noviembre, con fotoperiodo decreciente, de 12.2 h a 11.1 h de luz y precipitación pluvial creciente 129-585 mm (Díaz, Medina, Silva & Serrano, 2007) ya que se ha reportado que la producción de huevo es afectada por ambos factores ambientales (Juárez-Caratachea, Gutiérrez-Vázquez, Garcidueñas-Piña et al., 2010). Por ejemplo, para los Valles Centrales de Oaxaca se observó reducción en la postura y menos oferta de huevo en la temporada de lluvias, atribuido al llamado “enfriamiento de las gallinas” (Jerez-Salas et al., 2009).

En relación al número de huevos semana<sup>-1</sup> tratamiento<sup>-1</sup>, el T4 (DB Aceite de canola, harina de semilla de calabaza) fue superior ( $p \leq 0.05$ ) al T1 (94%), al T2 (33%) y al T3 (34%). La alimentación de las gallinas con dietas de solo maíz limita la producción de huevo, ya que pusieron 17.5 huevos menos como grupo, que las gallinas alimentadas con las dietas que incluyeron aceite de soya y aceite de canola ( $p \leq 0.05$ , Cuadro 18).

La inclusión de semilla de calabaza en la dieta con aceite de canola mejoró el balance de nutrimentos, en comparación a las dietas con aceite de soya o de canola solamente. Lo anterior se debe a que la semilla de calabaza aporta proteína, lípidos, calcio y fósforo a la dieta. Las gallinas alimentadas con aceite de canola y semilla de calabaza (T4) pusieron 6.4 huevos más ( $p \leq 0.05$ ) que las gallinas alimentadas con las dietas cuya fuente de energía fue aceite de soya o aceite de canola.

El porcentaje de postura promedio fue 36.1%, con un máximo registrado de 65.7%, ambos para el T4, el cual fue estadísticamente superior ( $p \leq 0.05$ ) a los T1, T2 y T3. Los T2 y T3 (ambos de dietas balanceadas) mostraron un comportamiento similar. El comportamiento de la postura promedio (%) para cada tratamiento a lo largo de las semanas que duró el experimento se muestra en la Figura 4.

El peso promedio de huevo (g) puesto por las gallinas alimentadas solo con maíz fue menor que el huevo puesto por las gallinas alimentadas con cualquier dieta balanceada. Por lo que fue clasificado como huevo de tamaño chico (50 a 55 g) y el huevo del grupo de gallinas con las dietas balanceadas se clasificó como de tamaño grande (60 a 65 g), según la NMX-FF-079-SCFI-2004.

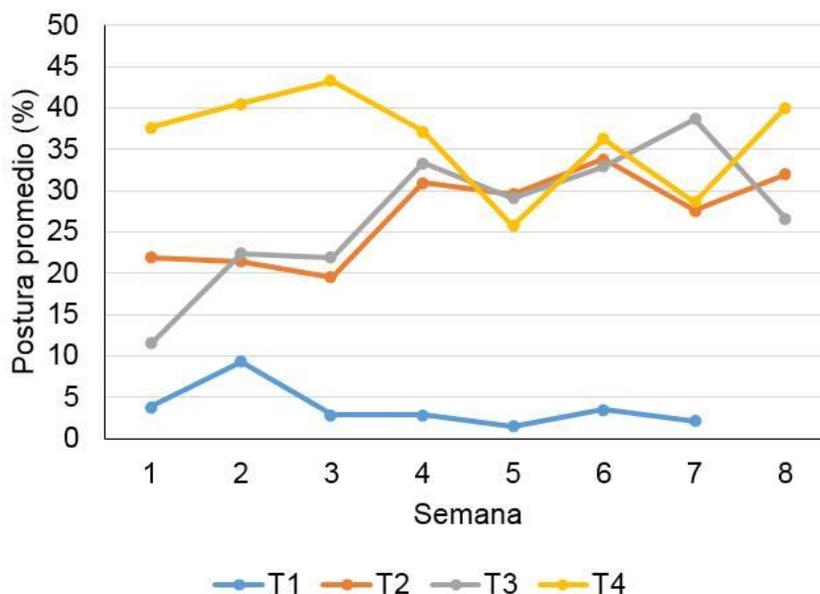


Figura 4. Porcentaje de postura promedio para cada uno de los cuatro tratamientos evaluados durante las ocho semanas del experimento. T1 (solo maíz); T2 (Dieta balanceada- aceite de soya); T3 (Dieta balanceada- aceite de canola); T4 (Dieta balanceada- aceite de canola y semilla de calabaza).

El peso promedio de huevo (g) puesto por las gallinas alimentadas solo con maíz fue menor que el huevo puesto por las gallinas alimentadas con cualquier dieta balanceada, por lo que fue clasificado como huevo de tamaño chico (50 a 55 g) y el huevo del grupo de gallinas con las dietas balanceadas se clasificó como de tamaño grande (60 a 65 g), según la NMX-FF-079-SCFI-2004.

El peso promedio de huevo del T1 (solo maíz) presentó el menor de los valores (53.3 g), sin embargo se encuentra dentro del rango (45.2–57.4 g) reportado previamente por Juárez-Caratachea, Gutiérrez-Vázquez, Segura-Correa et al. (2010) en un estudio sobre calidad de huevo de gallinas criollas de 11 municipios del Estado de Michoacán, del mismo modo coincide con lo reportado por Galíndez et al. (2014) en donde el peso osciló entre 52.5 y 56.4

g. El resultado también superior a los encontrado en otro estudio realizado por Juárez-Caratachea, Gutiérrez-Vázquez, Garcidueñas-Piña y Salas-Razo (2010) cuyo valor fue de 51 g para gallinas criollas de cuello desnudo y de 52 g en gallinas criollas con emplume normal, la diferencia en el peso es aún mayor respecto a los 45 g reportados por Lwelamira, Kifaro y Gwakisa (2008) en dos ecotipos de gallinas de Tanzania, África.

Es claro que la alimentación de las gallinas de traspatio con dietas balanceadas (T2, T3 y T4), mejoró el tamaño individual del huevo, tal como fue observado en otros estudios (Dikmen et al., 2017; Guerrero, 2016; Yenice et al., 2016) cuyo objetivo fue medir el efecto de dietas balanceadas en gallinas de sistemas avícolas de traspatio.

Cuadro 18. Medias\* de mínimos cuadrados para determinar el efecto de los tratamientos sobre las variables productivas.

Variables productivas	Tratamientos			
	DD <sup>1</sup> (Maíz) T1	DB <sup>2</sup> (Ac. soya) T2	DB <sup>2</sup> (Ac. canola) T3	DB <sup>2</sup> (Ac. canola, HSC <sup>3</sup> ) T4
No. de huevos/sem/trat	1.46 <sup>c</sup>	18.96 <sup>b</sup>	18.92 <sup>b</sup>	25.29 <sup>a</sup>
No. de huevos/ave/sem	0.15 <sup>c</sup>	1.90 <sup>b</sup>	1.89 <sup>b</sup>	2.53 <sup>a</sup>
Postura (%)	3.85 <sup>c</sup>	27.08 <sup>b</sup>	27.02 <sup>b</sup>	36.13 <sup>a</sup>
Peso de huevo (g)	53.34 <sup>b</sup>	60.15 <sup>a</sup>	60.15 <sup>a</sup>	62.03 <sup>a</sup>
Masa de huevo/ave/sem (g)	14.48 <sup>b</sup>	115.41 <sup>a</sup>	114.46 <sup>a</sup>	157.67 <sup>a</sup>
Consumo de alimento/ave/sem (g)	840	840	840	840
CA/kg huevo	94.84 <sup>b</sup>	8.92 <sup>a</sup>	9.98 <sup>a</sup>	6.16 <sup>a</sup>
CA/12 huevos	59.66 <sup>b</sup>	6.34 <sup>a</sup>	7.09 <sup>a</sup>	4.55 <sup>a</sup>
Eficiencia alimenticia	0.009 <sup>c</sup>	0.137 <sup>b</sup>	0.136 <sup>b</sup>	0.188 <sup>a</sup>

<sup>a b c</sup> Literales diferentes en la misma fila indican diferencias ( $p \leq 0.05$ ) entre tratamientos.

<sup>1</sup>Dieta Desbalanceada; <sup>2</sup>Dieta Balanceada; <sup>3</sup>Harina de Semilla de Calabaza.

La cantidad de alimento necesario para producir una docena de huevo disminuyó drásticamente (59.66 kg en el T1 solo maíz) cuando se alimentó a

las gallinas con las dietas balanceadas, por ejemplo, a 4.55 kg cuando se proporcionó dieta balanceada con la combinación aceite de canola y semilla de calabaza. En los tratamientos T2 (DB Ac. soya) y T3 (DB Ac. canola) la conversión alimenticia fue mayor en 28% y 36% respecto al T4. No obstante, la conversión alimenticia de 4.55 alcanzado en la última dieta (T4) fue mayor (3.92) a lo obtenido por Guerrero (2016) en condiciones similares.

En promedio, la ganancia diaria de peso acumulada a los 70 días fue mayor cuando las gallinas fueron alimentadas con dietas balanceadas que con solo maíz (Figura 5,  $p \leq 0.05$ ) tal como fue observado por Guerrero (2016). Al incluir aceite de canola y la combinación aceite de canola + harina de semilla de calabaza las gallinas ganaron más peso vivo ( $p \leq 0.05$ ). Este resultado coincide con los reportes de Hernández (2014) para pollos de engorda, al incluir aceite de canola en la dieta como fuente de energía, quizás a diferencias en el perfil de lípidos, a la mayor relación de ácidos grasos insaturados a ácidos grasos saturados, lo cual facilita la formación de micelas e incrementa la absorción y presenta por lo tanto una mayor digestibilidad y energía metabolizable (Dolz, 1996). Del mismo modo, ganancias de peso superiores se observaron al proporcionar semilla de calabaza (*Cucurbita máxima*) con un nivel de 66 y 100 g por kilogramo de inclusión de HSC, a gallinas ponedoras White Leghorn (Híbrido L-33) (Martínez et al., 2012).

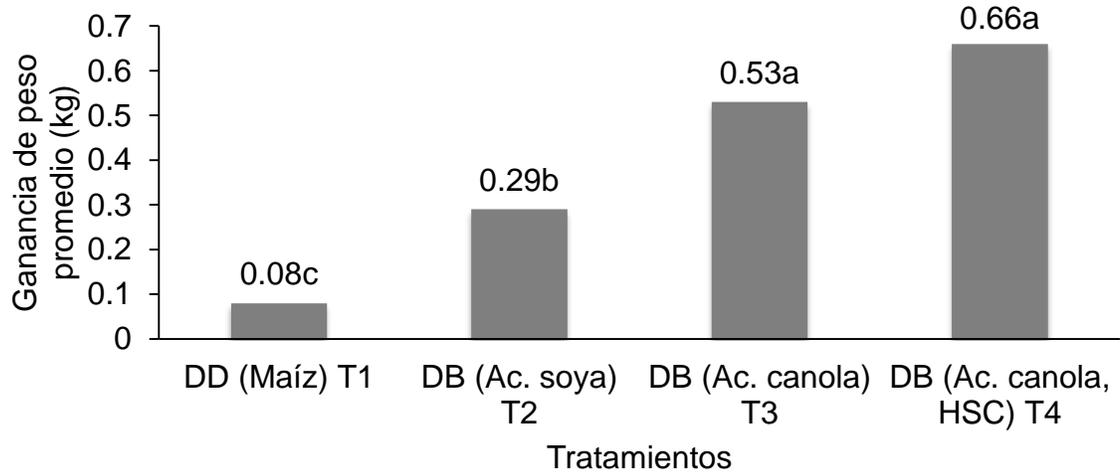


Figura 5. Efecto de las cuatro dietas evaluadas sobre la Ganancia de Peso Vivo obtenida a los 70 días en gallinas de traspatio.

#### 4.5.2 Calidad de huevo

En el Cuadro 19 se muestran los resultados de los parámetros iniciales relacionados a la calidad de huevo procedente de gallinas criadas en traspatio en la comunidad de San Lorenzo, Xicotepec, Estado de Puebla (México).

Cuadro 19. Parámetros iniciales para las variables relacionadas a la calidad de huevo procedente de gallinas criadas en traspatio.

Parámetro	N	Mínimo	Máximo	Media	D. E.*
Grosor de Cascarón (mm)	54	0.27	0.46	0.34	0.04
Peso de Cascarón (g)	54	3.50	7.10	5.66	0.72
Color de Yema	51	5.00	11.00	8.22	1.64
Unidades Haugh	54	15.70	90.90	60.61	18.34
Altura de Albúmina (mm)	53	1.50	8.10	4.48	1.59
Altura de Yema (cm)	45	1.00	1.90	1.55	0.17
Diámetro de Yema (cm)	45	3.80	5.00	4.32	0.25
Índice de Yema	44	0.21	0.47	0.36	0.05
Índice de Forma	54	65.16	80.37	73.23	3.17

\*D. E. =Desviación Estándar.

Para el grosor de cascarón, el valor promedio inicial fue de  $0.34 \pm 0.04$  mm similar ( $0.34 \pm 0.04$  mm;  $0.36 \pm 0.041$  mm;  $0.36 \pm 0.042$  mm) a lo referido por

Mohammed, Abdalsalam, Kheir, Jin-yu y Hussein (2005) en gallinas indígenas sudaneses, y superior al promedio ( $0.28 \pm 0.09$  mm) hallado por Juárez-Caratachea, Gutiérrez-Vázquez, Segura-Correa et al. (2010) en gallinas criollas criadas en traspatio en el Estado de Michoacán.

En relación a los resultados obtenidos para grosor de cascarón (mm) se puede observar que hubo una mejoría para la dieta balanceada que contenía aceite de canola (T3) y para la dieta balanceada que contenía aceite de canola más harina de semilla de calabaza (T4), esto, en relación a la dieta solo maíz (T1) y la dieta que mostró mejor comportamiento en relación a este parámetro fue la dieta balanceada con aceite de soya. El valor más bajo ( $p \leq 0.05$ ) fue observado con la dieta que contenía solo maíz. Sin embargo en relación al valor promedio inicial, solo se muestra una mejoría en lo obtenido para la dieta balanceada que contenía aceite de soya, resultado superior a lo obtenido (0.35 mm) en gallinas de traspatio alimentadas con dietas balanceadas (incluían aceite de soya y canola) bajo fotoperiodo natural en el Estado de Oaxaca (Guerrero, 2016), pero inferior a lo reportado por Yenice et al. (0.39 mm, 2016).

El valor promedio inicial para el peso del cascarón fue de  $5.66 \pm 0.72$  g, superior a lo reportado por Krawczyk (2009) de  $5.35 \pm 0.47$  g y a lo hallado por Juárez-Caratachea, Gutiérrez-Vázquez, Segura-Correa et al. (2010) de  $4.5 \pm 0.03$  g. Los valores obtenidos (g) para este parámetro en los cuatro tratamientos evaluados no mostraron diferencia estadística ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos. Sin embargo se observa un mayor peso de cascarón para todos los tratamientos evaluados comparado con el peso promedio inicial.

La calidad del cascarón (resistencia y espesor) no se puede mantener por mucho tiempo sin la cantidad adecuada de calcio, fósforo y vitamina D<sub>3</sub>. Cada huevo necesita de 2 a 2.5 gramos de calcio, el cual debe ser suministrado principalmente en la dieta y el fósforo está presente en un nivel bajo en la cáscara, pero es importante para reponer el hueso medular (Hy-Line, 2013). En las cuatro dietas evaluadas durante este experimento y de acuerdo a los resultados obtenidos mediante análisis proximal, la dieta que mostró mayor

grosor de cascarón fue la dieta que contenía aceite de soya (T2) con un porcentaje de calcio de 3.84% y fósforo total 0.77%. La dieta que contenía aceite de canola y harina de semilla de calabaza (T4) a pesar de tener un nivel mayor de calcio (4.22%) y fósforo (0.91%) el grosor de cascarón fue menor, lo cual podría estar relacionado a una mayor producción de huevo. El porcentaje de calcio y fósforo en la dieta de solo maíz (T1) fue de 0.65 y 0.31 respectivamente, muy por debajo de los requerimientos necesarios (Ca 3.93% y P 0.28%) sugeridos en las Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos (2011).

Cuadro 20. Efecto de los tratamientos sobre las características relacionadas a la calidad de huevo producido por aves de traspatio (semana 6).

Característica del huevo	Tratamientos			
	DD <sup>1</sup> Maíz [T1]	DB <sup>2</sup> (Ac. soya) [T2]	DB (Ac. canola) [T3]	DB (Ac. canola y HSC <sup>3</sup> ) [T4]
Grosor de Cascarón (mm)	0.25 <sup>b</sup>	0.37 <sup>a</sup>	0.30 <sup>b</sup>	0.32 <sup>ab</sup>
Peso de Cascarón (g)	6.80 <sup>a</sup>	5.93 <sup>a</sup>	6.02 <sup>a</sup>	5.88 <sup>a</sup>
Color de Yema	8.00 <sup>a</sup>	6.82 <sup>ab</sup>	6.00 <sup>b</sup>	6.47 <sup>ab</sup>
Unidades Haugh	75.75 <sup>a</sup>	72.69 <sup>a</sup>	67.32 <sup>a</sup>	70.78 <sup>a</sup>
Altura de Albúmina (mm)	5.75 <sup>a</sup>	5.66 <sup>a</sup>	5.08 <sup>a</sup>	5.62 <sup>a</sup>
Altura de Yema (cm)	1.55 <sup>b</sup>	1.84 <sup>a</sup>	1.79 <sup>ab</sup>	1.90 <sup>a</sup>
Diámetro de Yema (cm)	3.90 <sup>a</sup>	3.96 <sup>a</sup>	3.80 <sup>b</sup>	3.87 <sup>a</sup>
Índice de Yema	0.40 <sup>b</sup>	0.47 <sup>ab</sup>	0.47 <sup>ab</sup>	0.49 <sup>a</sup>
Índice de Forma (%)	70.95 <sup>b</sup>	73.70 <sup>ab</sup>	75.36 <sup>a</sup>	74.58 <sup>ab</sup>

Letras diferentes en cada fila indican diferencias estadísticas ( $p \leq 0.05$ ) entre dietas experimentales. <sup>1</sup> Dieta Desbalanceada, <sup>2</sup> Dieta Balanceada, <sup>3</sup> Harina de Semilla de Calabaza.

El color de yema en el huevo producido en el T1 (solo maíz) fue más intenso manteniendo el valor inicial calculado (8.22), esto comparado con el color de yema en el huevo producido al proporcionar una alimentación con dietas balanceadas (T2, T3 y T4). La intensidad del color disminuyó al proporcionar las dietas balanceadas debido a que estas fueron elaboradas con maíz y soya sin la adición de colorantes sintéticos.

Para determinar la frescura de un huevo y su vida de anaquel se suelen utilizar las Unidades Haugh, las cuáles conforman una escala de 0 a 110 donde a menor valor, mayor es el envejecimiento del huevo. Para determinar estas unidades se utiliza una formula ya establecida que incluye el peso del huevo y la altura de la albúmina. De acuerdo a los resultados obtenidos, se pudo observar una tendencia positiva a mejorar el valor de las Unidades Haugh en las dietas evaluadas (T1, T2, T3 y T4) respecto al valor inicial calculado (60.61) sin mostrar diferencias ( $p \leq 0.05$ ) entre tratamientos. De acuerdo a la NMX-FF-079-SCFI-2004, el huevo obtenido al proporcionar a las gallinas las dietas de los tratamientos T1, T2, y T4 se clasificarían como México extra (mayor a 70 Unidades Haugh y altura de albúmina mayor a 5.5 mm), y el huevo procedente del T3 se clasificaría como México 1 (61 a 70 Unidades Haugh y altura de albúmina mayor a 4.2 mm).

El índice de yema también está relacionado con la frescura del huevo y los valores obtenidos para este parámetro fueron de 36 % para el promedio inicial, de 40, 47, 47 y 49% para los tratamientos T1, T2, T3, y T4. Estos porcentajes se encuentran dentro del rango informado por Herrera et al. (2003) de 30 a 60% y se consideran de buena calidad comercial.

El índice de forma, relación entre el diámetro ecuatorial y el diámetro polar, se clasificó como óptimo lo que asegura un menor porcentaje de rotura y una mayor aceptación en el mercado (Rodríguez, 2016). Un índice inferior a 72 indica un huevo alargado, mientras que un índice superior a 76 indica un huevo redondo. Para este estudio, el índice de forma (IF) de los huevos de las dietas balanceadas (T2, T3 y T4) fue  $>73\%$  con valor máximo de 75.36% (T4). Estos datos revelan que el IF es óptimo, como lo calculó Jerez-Salas, Camacho et al. (2014). Sin embargo para el T1 (solo maíz) el valor promedio obtenido fue de 70.95 lo cual indica un huevo alargado.

De forma general las características relacionadas a la calidad del huevo obtenido al proporcionar dietas balanceadas (T2, T3 y T4) mostraron una

tendencia positiva a mejorar, comparado con el T1 (solo maíz) y con los valores promedio iniciales calculados.

La producción de huevo (kg) semana<sup>-1</sup> obtenida por tratamiento fue la siguiente: 0.077 kg en el T1 (solo maíz), 1.140 kg en el T2 (Dieta Balanceada con Ac. soya), 1.138 kg en el T3 (Dieta balanceada con Ac. canola) y 1.569 kg en el T4 (Dieta Balanceada con Ac. canola y harina de semilla de calabaza). De acuerdo a la información recabada en la comunidad de estudio mediante la aplicación de encuestas, la producción promedio de huevo por unidad familiar fue de 0.584 kg, adicionalmente se realizaba la compra de 1 kg de huevo, con un consumo total 1.584 kg por familia. Como se puede observar, solo en el T4 se logra producir el requerimiento total huevo por semana.

#### **4.6 CONCLUSIONES**

Las dietas balanceadas mejoraron tanto la eficiencia en el uso de alimento, como la eficacia relacionada a la cantidad y calidad del huevo producido en comparación a la dieta desbalanceada de solo maíz. En lo que concierne a la dieta balanceada con la eficacia y eficiencia más alta fue la que se formuló con aceite de canola y harina de semilla de calabaza, ya que se logra producir la cantidad de huevo necesaria para cubrir el consumo promedio semanal de las familias en la comunidad de estudio. De forma general, la alimentación de las gallinas de traspatio con dietas balanceadas incrementa los parámetros de producción y calidad del huevo obtenido dentro del sistema avícola de traspatio.

#### **4.7 AGRADECIMIENTOS**

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), al Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ), al Posgrado en Producción Animal (PPA) y al Centro de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM) de la Universidad Autónoma Chapingo por las facilidades para realizar este estudio.

#### 4.8 LITERATURA CITADA

- Aroche G., R., Rodríguez B., R., Valdivié N., M., & Martínez A., Y. (2011). Semilla de calabaza en dieta para pollos de ceba. *Revista de Producción Animal*, 23(2), 103–108.
- Ayvar-Serna, S., Mena B., A., Durán R., J. A., Cruzaley S., R., & Gómez M., N. O. (2007). La calabaza pipiana y su manejo integrado. Iguala, Guerrero, México.
- Ayvar S., S., Mena B., A., Cortés M., D., Durán R., J. A., & De Luna M., J. G. (2004). Rendimiento de la calabaza pipiana en respuesta a la poda y la densidad de población. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 27(Es1), 69–72.
- Berrio, A. M., & Cardona, M. G. (2001). Evaluación productiva de una dieta alternativa como reemplazo parcial de concentrado comercial en aves de postura. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 14(2), 155–163.
- Caballero, A. (1982). Folleto de diseño experimental. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba. p. 30.
- Díaz P., G., Medina G., G., Silva S., M. M., & Serrano A., V. (2007). *Estadísticas climatológicas básicas del Estado de Puebla (Periodo 1961-2003)*. (INIFAP & CIRGOC, Eds.) (Primera ed). Veracruz, México: Libro Técnico Núm. 15.
- Dikmen Y., B., İpek, A., Şahan, Ü., Sözcü, A., & Baycan, S. C. (2017). Impact of different housing systems and age of layers on egg quality characteristics. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 41, 77–84. <https://doi.org/10.3906/vet-1604-71>
- Dolz, S. (1996). Utilización de grasas y subproductos lipídicos en monogástricos. Recuperado a partir de [http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/NUTRICION/TEORICOS/08f - Metabolismo - Material de lectura IV..pdf](http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/NUTRICION/TEORICOS/08f-Metabolismo-Material-de-lectura-IV..pdf) El 9 de febrero de 2017.
- Galíndez, R., Peña, I., Albarrán, Á., & Prospert, J. (2014). Peso e indicadores de calidad interna del huevo de cuatro razas de gallinas reproductoras venezolanas. *Zootecnia Tropical*, 32(2), 207–215.
- González-Esquerro, R., & Leeson, S. (2001). Alternatives for enrichment of eggs and chicken meat with omega-3 fatty acids. *Canadian Journal of Animal Science*, 81(3), 295–305. <https://doi.org/10.4141/A00-092>
- Guerrero R., J. (2016). *Comportamiento productivo y calidad del huevo de gallinas en sistemas de avicultura familiar de traspatio*. (Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México). 67 p.
- Hernández A., L. (2014). *Comportamiento productivo de pollos de engorda en respuesta a la inclusión de aceite de canola en la dieta*. (Tesis Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo). 56 p.
- Herrera R., C. H., Bolaños V., N., & Lutz C., G. (2003). *Química de Alimentos. Manual de laboratorio* (Primera Ed). Universidad de Costa Rica.
- Hy-Line. (2013). Actualización técnica. La ciencia de la calidad del huevo. Recuperado a partir de [http://www.hyline.com/userdocs/pages/TB\\_EQ\\_SPN.pdf](http://www.hyline.com/userdocs/pages/TB_EQ_SPN.pdf) El 27 de enero de 2017.
- INEGI. (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados

- Unidos Mexicanos. Recuperado a partir de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/21/21197.pdf> El 1 de abril de 2017.
- Jerez-Salas, M. P., Camacho, M. A., Quijano-Vicente, G., Lozano-Trejo, S., Sosa-Montes, E., & Ruiz-Luna, J. (2014). Características del huevo de gallinas de traspatio alimentadas con una formulación alternativa con o sin verdolaga (*Portulaca oleracea* L.). *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 4, 158–160.
- Jerez-Salas, M. P., González-M., A., Herrera H., J. G., Vásquez-Dávila, M. A., Segura-Correa, J., & Villegas-Aparicio, Y. (2009). Mercadeo de huevos de gallinas criollas (*Gallus gallus* L.) en los Valles Centrales de Oaxaca, México. *Etnobiología*, 7, 86–93.
- Juárez-Caratachea, A., Gutiérrez-Vázquez, E., Garcidueñas-Piña, R., & Salas-Razo, G. (2010). Producción de huevos en gallinas criollas Cuello Desnudo (Nana) y con emplume normal (nana) en la región del altiplano mexicano. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 44(3), 287–290.
- Juárez-Caratachea, A., Gutiérrez-Vázquez, E., Segura-Correa, J., & Santos-Ricalde, R. (2010). Calidad del huevo de gallinas criollas criadas en traspatio en Michoacan, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12(1), 109–115.
- Krawczyk, J. (2009). Quality of eggs from Polish native Greenleg Partridge chicken-hens maintained in organic vs. backyard production systems. *Animal Science Papers and Reports*, 27(3), 227–235.
- Lwelamira, J., Kifaro, G. C., & Gwakisa, P. S. (2008). On station and on-farm evaluation of two Tanzania chicken ecotypes for body weights at different ages and for egg production. *African Journal of Agricultural Research*, 3(12), 843–851.
- Martínez, Y., Valdivié, M., Martínez, O., Estarrón, M., & Córdoba, J. (2010). Utilización de la semilla de calabaza (*Cucurbita moschata*) en dietas para pollos de ceba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 44(4), 393–398.
- Martínez, Y., Valdivié, M., Solano, G., Estarrón, M., Martínez, O., & Córdoba, J. (2012). Efecto de la harina de semilla de calabaza (*Cucurbita maxima*) en el colesterol total y ácidos grasos de los huevos de gallinas ponedoras. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 46(1), 73–78.
- Mohammed, M. D., Abdalsalam, Y. I., Kheir, A. M., Jin-yu, W., & Hussein, M. H. (2005). Comparison of the egg characteristics of different sudanese indigenous chicken types. *International Journal of Poultry Science*, 4(7), 455–457.
- Rodríguez, G., Sanabria, N., Ramírez, C., Guevara, F., Perezgrovas, R., & Zaragoza, L. (2012). La gallina de rancho y el caldo de gallina como elementos de identidad campesina frailescana. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 2, 25–34.
- Rodríguez M., A. (2016). *Tipificación de la calidad del huevo de gallina ecológico y convencional*. (Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia).
- Rowghani, E., Arab, M., Nazifi, S., & Bakhtiari, Z. (2007). Effect of canola oil on cholestron and fatty acid composition of egg-yolk of laying hens.

*International Journal of Poultry Science*, 6(2), 111–114.  
Yenice, G., Kaynar, O., Ileriturk, M., Hira, F., & Hayirli, A. (2016). Quality of eggs in different production systems. *Czech Journal of Food Sciences*, 34(4), 370–376. <https://doi.org/10.17221/33/2016-CJFS>