



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS CÓRDOBA

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN
INNOVACIÓN AGROALIMENTARIA SUSTENTABLE**

**“Producción de huevo en cafetales:
Una opción de diversificación productiva”**

MANUEL SÁNCHEZ SÁNCHEZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

AMATLÁN DE LOS REYES, VERACRUZ
2015

La presente tesis, titulada: **Producción de huevo: Una opción de diversificación productiva en cafetales**, realizada por el alumno Manuel Sánchez Sánchez, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

INNOVACIÓN AGROALIMENTARIA SUSTENTABLE

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



Dr. Victorino Morales Ramos

DIRECTOR DE TESIS :



Dr. Lauro Bucio Alanís

ASESOR:



M.C. Salvador Díaz Cárdenas

Amatlán de los Reyes, Veracruz 2015

PRODUCCIÓN DE HUEVO:

UNA OPCIÓN DE DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA EN CAFETALES

**Manuel Sánchez-Sánchez, MC.
Colegio de Postgraduados, 2015**

En México alrededor de tres millones de personas dependen directa o indirectamente del café; cuyo cultivo en los últimos tres años ha sido afectado, en más del 80 %, por la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome). Por lo anterior, la presente investigación tuvo el objetivo de evaluar la producción de huevo como una opción de diversificación productiva en cafetales. La población inicial del experimento fue de cinco gallos y 44 gallinas, ambos híbridos de las razas Rhode Island – Araucana, de cuatro semanas de edad. Se utilizó un gallinero con cama profunda y fueron pastoreadas por 12 horas en un cafetal de 1352 m², sembrado a una densidad de 5000 plantas por hectárea con café (*Coffea arabica* L) de la variedad Oro Azteca. La evaluación a las gallinas se realizó durante un año de postura. Los resultados indican que la actividad es sustentable; con una relación beneficio /costo de 1.35, una producción promedio de 174 huevos por semana. El análisis físico químico de las heces indicaron que las aves aportaron al cafetal N t 4.85 %, P 1.77 %, K 1.41 % entre otros nutrientes, los cuales representan el 55 % de los nutrientes extraídos en una tonelada de café cereza.

Palabras clave: Agropastoril, cama profunda, *Gallus domesticus* L, innovación, *Coffea arabica* L.

EGG PRODUCTION IN COFFEE PLANTATIONS: AN OPTION OF PRODUCTIVE DIVERSIFICATION

**Manuel Sánchez-Sánchez, MC.
Colegio de Postgraduados, 2015**

In Mexico around three million people depend directly or indirectly coffee; whose cultivation in the past three years has been affected by more than 80% for leaf rust (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome). Therefore, the present study aimed to evaluate the production of egg as an option for diversification in coffee. The initial population of the experiment was 44 five cocks and hens hybrid races both Rhode Island - Araucana, four weeks old. A chicken with deep litter was used and were grazed for 12 hours in a coffee plantation of 1352 m², planted at a density of 5000 plants per hectare with coffee of the variety Aztec gold. The evaluation was performed chickens a year in pasture. The results indicate that the activity is sustainable; with a benefit / cost ratio of 1.35, an average production of 174 eggs per week. The physical and chemical analysis of feces indicated that birds contributed to cafetal N t 4.85%, 1.77% P, K 1.41% from other nutrients, which represent 55% of the nutrients removed in a ton of coffee cherry.

Keywords: Agropastoril, deep bed, *Gallus domesticus* L, innovation, *Coffea arabica* L

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico proporcionado durante mi estudio de maestría.

Al Colegio de Postgraduados Campus Córdoba, por la formación profesional y académica recibida durante el postgrado.

Al Dr. Lauro Bucio Alanís, por su confianza, amistad, paciencia y apoyo que me proporcione en la dirección de esta tesis.

Al Dr. Victorino Morales Ramos y al Área de ciencia y tecnología de café, por el apoyo proporcionado en el desarrollo y puesta en marcha del proyecto de las gallinas en cafetales.

Al M.C. Salvador Díaz Cárdenas por sus aportaciones en la investigación y la revisión de la tesis.

A la Dra. Roselia Servín Juárez, por sus aportaciones realizadas en la parte económica de la investigación.

Al Dr. Fernando Carlos Gómez Merino, Dr. José Andrés Herrera Corredor y a la M.C. Luz Elba López Álvarez, por el apoyo brindado en la revisión de este trabajo.

A todos los académicos miembros de la maestría y especialmente a los que me dieron clase, por mostrarme otra forma de ver las cosas.

¡¡Muchas gracias!!

DEDICATORIA

A mis padres:

María Gabriela Sánchez Valderrabano e Ildefonso Manuel Sánchez Roqueñi, por inculcarme bases sólidas de confianza, principios y valores necesarios, para poder llegado hasta aquí, como gente de bien.

A mis hermanos:

Pablo y Tania Sánchez, para que vean que todo con esfuerzo y perseverancia, todo se puede lograr, teniendo como el límite el cielo.

A mi novia:

Ana Laura Narez Jiménez, por su amor, apoyo y paciencia durante esta etapa de estudio del postgrado.

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCION	1
II. PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
III. OBJETIVO GENERAL	4
3.1. Objetivos Particulares	4
IV. HIPÓTESIS GENERAL	5
4.1. Hipótesis Particulares.....	5
V. MARCO TEÓRICO	6
5.1. Avicultura en pastoreo	6
5.2. Cama profunda.....	7
5.3. Abonado con gallinaza.....	8
5.4. Situación de la cafecultura nacional.....	9
5.5. Diversificación productiva.....	10
5.6. La evaluación de un proyecto de gallinas de postura.....	11
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	14
6.1 Manejo general.....	14
6.2 Estiércol al cafetal	15
6.3 Consumo de alimento.....	16
6.4 Ganancia de peso.....	16
6.5 Edad a la postura	17
6.6 Porcentaje de postura	17
6.7 Peso promedio del huevo	17
6.8 Conversión alimenticia.....	18
6.9 Mortalidad	18

6.10	Análisis financiero.....	18
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
7.1	Ganancia de peso corporal y edad a la postura	20
7.2	Producción de huevo	21
7.3	Peso promedio del huevo	21
7.4	Consumo de alimento.....	22
7.5	Conversión alimenticia.....	24
7.6	Gallinaza al cafetal	24
7.7	Perdida de gallinas por mortalidad, extravió o robo	27
7.8	Estudio de factibilidad económica del proyecto	27
7.8.1	Costos de construcción del gallinero	27
7.8.2	Costos de operación	28
7.8.2.1	Costos fijos.....	28
7.8.2.2	Costos variables.....	29
7.8.3	Análisis de sensibilidad.....	29
VII.	CONCLUSIONES.....	32
IV.	APÉNDICE	32
	Apéndice 1. Producción de huevo diario.	33
	Apéndice 2. Peso promedio del huevo en gramos.	35
	Apéndice 3. Conversión alimenticia.	37
	Apéndice 4. Costos de construcción del gallinero	39
X.	LITERATURA CITADA	41

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1. Consumo de alimento por ave por día (kg).....	23
tabla 2. Composición del estiércol producido por gallinas pastoreadas dentro de un agroecosistema cafetalero.	25
tabla 3. Cantidad total de macronutrientes extraídos en 1000 kg de café cereza y lo aportado durante un año por las gallinas dentro del cafetal.....	26
tabla 4. Costos fijos del primer año del proyecto.....	28
tabla 5. Costos variables anuales de operación del proyecto de gallinas de pastoreo.	29
tabla 6. Ordenamiento de datos para la realización del cálculo financiero.....	30
tabla 7. Indicadores de rentabilidad del proyecto de gallinas de pastoreo.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Peso de las aves durante el periodo del proyecto.	20
Figura 2. Producción diaria de huevo dentro de un agroecosistema cafetalero.....	21
Figura 3. Peso promedio diario de huevo obtenido en el agroecosistema cafetalero.	22
Figura 4. Consumo diario promedio de alimento balaceado por gallina.	23
Figura 5. Conversión alimenticia (kg de alimento por kg de huevo).....	24

I. INTRODUCCION

La avicultura dentro de los cafetales se ha realizado por más de 200 años, desde la introducción del cultivo de café y se mantiene principalmente por pequeños productores que la han considerado como una actividad secundaria (Sánchez y Torres, 2014), donde la producción se destina a autoconsumo y venta de excedentes en la temporada de postura. La pequeña escala de esta actividad ha dificultado su medición y evaluación (Gutiérrez et al. 2007). Según un estudio realizado por Sánchez y Torres (2014), en una comunidad cafetalera de las Altas Montañas del estado de Veracruz, encontraron una avicultura familiar realizada por el 48.7% de la población, con instalaciones rústicas y manejo deficiente; siendo poco atractiva con una tendencia a desaparecer, debido al 36% de personas que han dejado de criar gallinas y 15.3 % que no realizan avicultura dentro de su unidad familiar. Gutiérrez et al. (2007) encontraron que el 97.3% de la familias de la comunidad de Tetiz, Yucatán, tenía gallinas de traspatio, mientras que García et al. (2010), reportan que el 65% de las familias en la región de Rio Verde, San Luis Potosí, se dedican a la producción de aves de corral.

Según Salatin (1999), los beneficios que se logran en las aves bajo un sistema de pastoreo son: mejora de su sistema inmunológico, disminución del porcentaje de mortalidad y la reducción del estrés en las gallinas; permitiendo una distribución no concentrada de las excretas y el aumento consecuente de la fertilidad del suelo. Se han realizado estudios sobre diferentes condiciones de crianza de gallinas (Sazzad, 1992), donde se han evaluado diversos factores de producción y su relación con el comportamiento de las aves. En un sistema de pastoreo en el trópico húmedo, Barrantes et al. (2006) evaluaron la capacidad productiva y adaptativa de dos líneas genéticas de

gallinas ponedoras, encontrando que diferentes líneas genéticas tienen diferente comportamiento productivo.

En esta investigación se propuso un sistema agro – pastoril (café y gallinas de postura), donde se evaluó la ganancia de peso corporal de las gallinas, producción de huevo, peso promedio del huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia, aporte de nutrientes de la gallinaza aplicada durante el pastoreo, pérdida y mortalidad de las gallinas, relación beneficio costo, valor actual neto y tasa interna de rentabilidad, con el fin de determinar la rentabilidad de la producción de huevo en cafetales.

II. PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La Unión Nacional Avícola (UNA, 2014) reporta que México es el primer consumidor de huevo en el mundo, con un consumo per cápita de 21.9 kg. Por su parte el Sistema Producto Huevo (SPH, 2013), menciona que la avicultura productora de huevo está conformada por tres grupos de productores, los cuales se diferencian entre sí por los niveles tecnología empleado y la integración alcanzada durante su proceso. Estos grupos productores son:

Tecnificado, el cual aporta el 70 % de la producción nacional de este producto.

Semi-tecnificado, quienes produce el 25 %.

Rural o de traspatio, que contribuye con el 5% de la producción nacional de este producto y puede catalogarse como de autoabastecimiento.

En el estado de Veracruz se estima que la mitad del consumo regional aparente o per cápita en áreas rurales es aportado por la producción de gallinas en traspatio (Sánchez y Torres, 2014), que muchas veces utilizan a los cafetales como áreas de pastoreo. Sin embargo, no hay información sobre la productividad y rentabilidad de la avicultura rural en el cafetal. Los bajos precios rurales del café hacen importante estudiar las posibilidades de diversificación productiva dentro de los agroecosistemas cafetaleros. La producción de proteína a bajo costo es un tema importante para estudiar, con el propósito de ofrecer alternativas de lucha contra el hambre en las zonas cafetaleras.

A partir de las consideraciones anteriores se planteó los siguientes objetivos.

III. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema agro – pastoril (café y gallinas de postura) para la producción de huevo, con el fin de evaluar los parámetros productivos del modelo propuesto.

3.1. Objetivos Particulares

- Proponer un modelo de producción de huevo, que incluya el pastoreo de las gallinas dentro los cafetales.
- Determinar los parámetros productivos del modelo de producción de huevo propuesto.

IV. HIPÓTESIS GENERAL

No es posible desarrollar una avicultura rentable para la producción de huevo dentro de los cafetales.

4.1. Hipótesis Particulares

- El agroecosistema cafetalero es afectado negativamente por el pastoreo de las gallinas.
- El sistema agro-pastoril (café y gallinas de postura) propuesto presenta una relación beneficio/costo que hace que el modelo estudiado no sea rentable.

V. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presenta la base teórica utilizada en esta investigación, que incluye una revisión sobre avicultura de pastoreo, la cafecultura y su diversificación productiva así como los parámetros económicos para determinar la viabilidad de un proyecto productivo.

5.1. Avicultura en pastoreo

La producción de aves en pastoreo consiste en mantener a las gallinas, parte de su día activo, en forrajeo; donde buscan e ingieren alimentos altamente nutritivos como semillas, arvenses, lombrices e insectos voladores. Durante el forrajeo también ingieren gravilla, que les ayuda a triturar los alimentos en la molleja, favoreciendo la asimilación de nutrientes. Otras ventajas del pastoreo son los baños de sol y polvo al aire libre (Savory *et al.* 2006), ya que favorecen la asimilación de vitamina D y la eliminación de parásitos externos (ATTRA, 2002).

Según la Agencia de Transferencia de Tecnología Apropriada para las Zonas Rurales (ATTRA) 2002, las aves se crían de tres maneras:

1. En confinamiento: es el modelo de producción usado por la industria convencional, donde las gallinas ponedoras se mantienen en jaulas o en piso cubiertos con paja dentro de galeras, sin salir al exterior durante toda su vida productiva.

2. En semi confinamiento: en esta manera de producción se encuentran diferentes variantes; una es cuando las gallinas se mantienen en un gallinero fijo, dentro de una área cercada al aire libre destinada para darse baños de tierra y su esparcimiento. Otra forma es cuando se tiene diferentes patios o corrales y las gallinas se van rotando entre ellos, con el fin de evitar la acumulación de estiércol, patógenos, gusanos y de proveer forraje fresco para la alimentación de las gallinas. Otra variante son los gallineros móviles donde las gallinas comparten nidos y áreas de pastoreo mismas que consisten en una cerca de red movable para rotación de pastos.

3. Libre alimentación: aquí las aves se mueven con libertad durante el día, pastorean sin restricción y regresan al gallinero en la noche.

En México la avicultura de pastoreo (free range) es una actividad poco desarrollada, mientras que en países desarrollados es una actividad realizada por cientos de granjas familiares, impulsada por consumidores que buscan una alternativa a las aves convencionales o criadas de jaula, con alimentos concentrados e insumos químicos.

Las gallinas en pastoreo disminuyen el consumo de alimento concentrado, mejoran la fertilidad de la tierra y su salud se ve beneficiada (ATTRA, 2002). Para el pastoreo se utilizan gallinas de doble propósito, las cuales se cree son más resistentes a enfermedades. Las razas más importantes son Rhode Island Roja, New Hampshire y la Plymouth Rock Barrada (Cuca, 1997). Además, al final de su ciclo productivo tienen mayor peso y cantidad de carne, en comparación con las gallinas de estirpes ligeras como la raza Leghorn. Las desventajas de las gallinas en el pastoreo son la depredación y la posibilidad de contraer microorganismos patógenos y parásitos transmitidos por los animales salvajes (Lay et al. 2011; Lervik et al. 2007).

Las gallinas en semi pastoreo generan alrededor de 13.5 g de excretas durante la noche (Guelber et al. 2009) misma que se queda dentro del gallinero y no se limpian o se retiran del mismo, empiezan a generar malos olores y presencia de moscas. Una alternativa que evita los malos olores y la necesidad de limpiar las excretas del gallinero de forma periódica, es lo que se conoce como cama profunda.

5.2. Cama profunda

Este sistema fue utilizado originalmente en la producción de cerdos. Consiste en instalaciones donde el piso de concreto se sustituye por una cama de 50-60 cm de profundidad, que puede estar

constituida por cascarilla de arroz (*Oryza sativa*), de café (*Coffea arabica*), hojas de maíz (*Zea mays*), bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), paja de trigo (*Triticum aestivum*), paja de soya (*Soja max*), una mezcla de varios de estos materiales bien deshidratados, entre otros (IIP, 2007). Brumm *et al.* (1997) hacen mención a la técnica como un sistema muy económico que permite reciclar instalaciones en desuso o construir instalaciones nuevas empleando materiales localmente disponibles. Cruz *et al.* (2002) reporta un ahorro de 23,58 litros de agua diarios, la reducción considerable de malos olores y baja presencia de moscas (*Díptera sp*). Con la utilización de esta tecnología las deyecciones animales sufren un compostaje “in situ”, reduciendo los riesgos de contaminación y se obtiene un abono orgánico de excelente calidad para su uso en agricultura, conocido como gallinaza.

5.3. Abonado con gallinaza

Por gallinaza generalmente se entiende compuesto por las excretas de las aves y el material utilizado en las camas de pollo gordo; una vez que se finaliza el ciclo de engorda. Se ha utilizado extensivamente para la preparación de alimentos para la engorda de rumiantes y en la elaboración de compostas.

Reddy (1980) señala que la incorporación de estiércoles de bovino, porcino y gallinaza provoca incrementos en el fósforo soluble, por otro lado Aweto y Ayuba, (1993), mencionan que la aplicación regular de estiércol animal sobre los campos previene la declinación progresiva de nutrimentos del suelo. La gallinaza se destaca, en comparación con otros estiércoles, por el contenido de N, P, K (Giardini *et al.* 1992); ATTRA (2002) reporta que el estiércol de gallinas ponedoras tiene 1.5% nitrógeno (N), 1.3% fósforo (P), y 0.5% potasio (K) y .88% Calcio(C) entre

otros elementos. La gallinaza es un abono muy apreciado por los productores de las zonas cafetaleras.

5.4. Situación de la cafecultura nacional

Desde la introducción del café en México a finales del siglo XVIII, hasta nuestros días, la cafecultura mexicana ha tenido un desarrollo ascendente; sin embargo, no es hasta la década de los 60's cuando la expansión del cultivo se acelera; dando como resultado la conformación de más de 50 regiones cafetaleras, cuya dinámica económica y social depende en gran medida de los ingresos derivados de la producción y comercialización del café. Según el Padrón Nacional Cafetalero (ASERCA, 2005), el café se cultiva en México en 12 estados de la República: Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Puebla, Guerrero, Hidalgo, San Luis Potosí, Nayarit, Tabasco, Jalisco, Colima y Querétaro. Para el 2010 ASERCA reportó que el cultivo del café ocupaba la séptima posición en importancia en cuanto a superficie cosechada en México, después del maíz, los pastos, el frijol, el sorgo grano, la caña de azúcar y la avena forrajera (ASERCA, 2010). Destaca por su importancia económica y por el impacto social que genera, ya que la actividad cafetalera se sustenta en un padrón de 504,372 productores; un alto porcentaje de los mismos son minifundistas: el 64 % de los cafecultores posee superficies menores a una hectárea y sólo el 2.6 % posee superficies mayores a 5 hectáreas. En los estados de Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Puebla, Guerrero e Hidalgo se concentra el 94 % de la superficie y número de productores. Según la Asociación Mexicana de la Cadena Productiva del Café, A.C. (AMECAFE, 2012) la cafecultura en México también tiene impacto ambiental, ya que las áreas cafetaleras coinciden con las regiones más ricas y diversas en flora y fauna. La mayoría de las regiones cafetaleras se ubican en tierras de origen volcánico. El 40 % de la producción en México se realiza en áreas con selvas altas y medianas, el 23 % en

bosques de pino y encino, el 21 % en selvas bajas caducifolias y el 15 % en bosques mesófilos de montaña.

La problemática que presenta el sector cafetalero es recurrente y algunas de sus características son: la polarización en el sector (desde 1989), el aumento del minifundio y el abandono del medio cafetalero, la concentración de la exportación e industria final en unas cuantas empresas, bajos precios internacionales, importaciones de café de baja calidad, migración, baja productividad, fenómenos meteorológicos adversos, presencia de plagas y enfermedades asociadas al cambio climático, entre otras (SAGARPA, 2005). Lo anterior ha promovido la búsqueda de alternativas de diversificación al monocultivo del café.

5.5. Diversificación productiva

Se establece como una alternativa para reducir la fragilidad económica de las zonas cafetaleras en el ámbito local y regional, ampliando las posibilidades de ingreso familiar y el aprovechamiento integral de los recursos naturales, bajo el esquema de la sostenibilidad (INCA-SAGARPA, 2008).

Surge como un proceso continuo y dinámico, en el cual el cafeticultor amplía la gama de cultivos y opciones productivas posibles, aprovechando la diversidad genética tanto a nivel de especie como dentro de cada especie de plantas y animales, los nichos ecológicos presentes en la región y su valor económico y cultural (INCA-SAGARPA, 2008). La diversificación en cafetales incluye actividades agrícolas, forestales, pecuarias el aprovechamiento de la apicultura, piscicultura, hongos seta, agro ecoturismo, insectos comestibles entre otras.

Los sistemas pecuarios más comunes en las zonas cafetaleras del centro de Veracruz son las granjas de aves (pollo de engorda), pequeños y medianos hatos bovinos (< 100 cabezas) tanto de doble propósito, como para la producción de leche. Así como la cría y explotación de ovinos en

pastoreo trashumante y semi estabulación (INCA-SAGARPA, 2008). Una forma de mostrar a los productores que un proyecto de diversificación es atractivo económicamente es mostrándoles indicadores económicos sobre la cantidad de utilidades o beneficios que tendrán por cada peso que inviertan.

5.6. La evaluación de un proyecto de gallinas de postura

La evaluación de proyectos productivos requiere de medidas actualizadas para la asignación de precios, costos y beneficios. Esta evaluación implica evaluar el proyecto productivo en un horizonte de tiempo que dure varios años, en donde se puedan distinguir los costos y beneficios actualizados.

La ejecución de un proyecto productivo implica la utilización de recursos para dos etapas diferentes: a) La instalación y montaje del proyecto y b) la etapa de operación o funcionamiento del proyecto.

Costos de inversión. Los gastos o erogaciones monetarias para la adquisición de capital fijo o capital circulantes, o el flujo de capital que permite aumentar el capital fijo o el volumen de existencias. Son inversiones por las cuales se renuncia a consumir hoy para aumentar la producción a futuro. Son erogaciones económicas actuales que permiten obtener utilidades futuras tales como bienes producidos que se utilizan para obtener nuevos productos y comprende equipo como materiales eléctricos, estructuras, además de la mano de obra necesaria para construir instalaciones.

Para ello se tiene que definir los siguientes indicadores financieros:

CT= Costos totales por año. Es la sumatoria de los costos fijos y variables generados dentro del proyecto durante un año.

BBT= Beneficio Bruto Total al año: es la cantidad de dinero "producido" por el proyecto, después de pagar todos los costos reales ocurridos durante en el proceso de producción y sirve para comparar diferencias en el nivel de eficiencia durante la vida del proyecto.

FA= Factor de Actualización: es el indicador resultante de aplicar la variación de los precios debido a la inflación y así ponderar la variación de los valores de un bien en un periodo determinado.

CTA= Costo Total Actualizado: Suma de costos ocurridos en distintas fechas, actualizadas a un instante determinado, mediante la tasa de descuento que corresponda

BBTA=Beneficio Bruto Total Actualizado: es igual que Valor Actual Neto.

FE= Flujo de Efectivo: es un estado financiero que muestra el efectivo generado y utilizado en las actividades de operación, inversión y financiación.

El análisis de rentabilidad permite verificar si un proyecto productivo tiene viabilidad económica para de ser implementado, en base a indicadores específicos de rentabilidad, tales como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) y la Relación Beneficio- Costo (B/C). A continuación se explica cada una de las medidas y sus criterios:

Valor Actual Neto (VAN). Esta medida se puede interpretar como el valor de ingresos generados por una inversión. En ella se descuentan los flujos de efectivo a la tasa mínima y se resta la inversión necesaria. El criterio formal de selección para aceptar un proyecto es cuando el valor actual neto mayor o igual a cero ($VAN \geq 0$).

Tasa Interna de Rentabilidad (TIR). Es un indicador de equivalencia o base de comparación que agrupa las diferencias que existen entre las alternativas de inversión. Este indicador se define como la tasa de interés que reduce a cero el valor presente, futuro o anual equivalente de una serie de

ingresos y egresos. El criterio de selección formal de un proyecto de inversión es cuando el valor de la TIR es igual o mayor que el costo de oportunidad de capital ($TIR \geq I$).

Relación Beneficio – Costo (B/C). Es una medida que expresa la relación que se obtiene cuando el valor actual depende de los costos corrientes que se ha tenido durante la vida del proyecto. El criterio formal de selección de un proyecto es cuando la relación beneficio costo es igual o mayor que la unidad ($B/C \geq 1$).

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el Colegio de Postgraduados Campus Córdoba, localizado en las coordenadas 18°51'26.84" Latitud Norte, 96°51'40.72" Longitud Oeste, con un clima A (C) m (i') g, semicalido con pocas oscilaciones de temperatura (5 – 7 °C), con precipitación del mes más seco menor a 40 mm, temperatura media mensual de 22.5°C y precipitación total anual de 2,363.90 mm (García, 1964).

Se requirió para el pastoreo de las aves 1352 m² de cafetal cultivado con la variedad Oro Azteca, con una densidad de 5000 plantas ha⁻¹ y un arreglo topológico de tres bolillo de dos por un metro, respectivamente.

Se construyó un gallinero, con estructura de PTR (Perfil Tubular Rectangular), de 20 m² y piso de cama profunda de 30 cm de cascarilla o pergamino de café. Con orientación de oriente a poniente, para aprovechar la energía solar. Se instaló un sistema de captación de agua de lluvia con el fin de satisfacer las necesidades de consumo de las aves; al igual que cuatro comederos de tolva de 10 kg cada uno. Para la postura se instaló un ponedero de cajón con cinco divisiones y una puerta, con el fin de cerrarla por las noches para impedir que las gallinas pernocten en los nidos.

6.1 Manejo general

Se inició con una población de 44 gallinas y cinco gallos híbridos de las razas Rhode Island – Araucana de cuatro semanas de edad. Se les dio un manejo con 12 horas promedio al día de pastoreo de arvenses, como gramíneas, plantas de hoja ancha, ciperáceas, bejucos y algunas plantas

de cobertura. Durante las 12 horas de su confinamiento en el gallinero se les suplementó con 85 gramos de alimento comercial de la marca Api- Aba®, de nombre Pone Oro, con 18 % de proteína.

6.2 Estiércol al cafetal

Para medir el abono suministrado al área del cafetal, se usó la fórmula propuesta por Guelber *et al.* (2009):

$$\text{Estiercol suministrado por las gallinas} = (0.0135 \text{ g}) (\tilde{N} \text{ de gallinas})(\text{dias en el cafetal})$$

Dónde:

0.0135 g = gramos de estiércol que en promedio defeca en 12 horas una gallina.

\tilde{N} de gallinas = Numero de gallinas promedio pastoreadas dentro del cafetal.

Después de calcular la cantidad de estiércol suministrado al cafetal, se mandó una muestra al Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas del Campus Tabasco, donde se realizó el análisis de la misma de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, la cual establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y calidad de los suelos. Se determinaron: pH, CE, CO, N-NO₃, N-NH₄, N Total, P total, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn y Mn; obteniendo la cantidad de nutrientes que las gallinas le aportan al cafetal durante el pastoreo, mismo que se comparó con los nutrientes extraídos por una tonelada de café cereza, de acuerdo al cálculo reportado por Sadeghian *et al.* (2006). Muchos de los nutrientes que se les confiere a la gallinaza proviene de la calidad y cantidad de alimento consumido por las gallinas.

6.3 Consumo de alimento

Se midieron en dos etapas del experimento, en la primera etapa fue en los meses de enero a junio del 2013 con alimento *ad libitum* y contabilizando el número de días que tardaban en acabarse un bulto de 40 kg de alimento balanceado. La segunda etapa fue en el mes de mayo del 2014, suministrando cuatro kilogramos diarios del mismo alimento, en donde se descontando el desperdicio diario. Con los datos recabados, se ajustó los kilogramos de alimento por día y calculó el consumo promedio/gallina/día (CPGD) utilizando la siguiente formula:

$$CPGP = \frac{\text{Kilos de alimento por día}}{\text{Número de gallina por día}}$$

Se sumó el consumo de los siete días de la semana y se hizo un promedio durante la etapa de la investigación, para el ajuste de la fórmula se tomó en cuenta la mortalidad diaria y calcula el consumo en base en las gallinas vivas.

6.4 Ganancia de peso

La cuantificación del peso se realizó con una báscula electrónica marca CAMRY de 5 kg y precisión de 1g, esta fue obtenida a través de la diferencia de pesos que se obtenían en cada pesada que se les realizó a las gallinas, las cuales fueron realizadas en dos etapas; la primera fue realizada durante el crecimiento de las gallinas, realizándose cada dos meses. La segunda etapa fue al inicio y al final de la postura. A través de la ganancia de peso que se va obtuvo se llegó a un peso, el cual está relacionado con el inicio a la postura.

6.5 Edad a la postura

La edad a la postura se determinó por las semanas transcurridas desde el nacimiento de las gallinas al inicio de la postura. Una vez iniciada la postura se empezó a contar el número de huevos producidos diariamente.

6.6 Porcentaje de postura

También conocido como la estimación de producción, el cuales son los huevos recogidos y registrados en una hoja de Excel y el número de gallinas se obtuvo el porcentaje de postura (PPDG) utilizando la siguiente formula:

$$PPDG = \frac{N \text{ huevos}}{NGV} * 100$$

Dónde:

PPDG = Porcentaje de producción gallina por día.

N huevos= Número de huevos producidos.

NGV = Número de gallinas vivas.

6.7 Peso promedio del huevo

Diariamente se registró el peso individual de los huevos recogidos durante las 52 semanas del experimento; utilizando una báscula electrónica, los cuales fueron registrados en una hoja electrónica Microsoft Excel 2013, para su posterior análisis de datos. Los cuales son variables a

través de las semanas transcurridas de postura y de suma importancia para ser exactos en la obtención del siguiente concepto.

6.8 Conversión alimenticia

Indica los kilogramos de alimento que se requieren para producir un kilo de huevo; para ello se contabilizó el alimento proporcionado a las gallinas y los huevos producidos diariamente. Después de tener los datos diarios, se obtuvo una media de las 52 semanas del experimento utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Conversión Alimenticia} = \left(\frac{\text{Gramos de alimento consumido } \textit{dia}^{-1}}{\text{Gramos de Producción total de huevo } \textit{dia}^{-1}} \right)$$

6.9 Mortalidad

Cada semana se contabilizó el número de gallinas, con estos datos se determinó el porcentaje semanal de mortalidad, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje semanal de mortalidad} = \frac{\text{Número de animales que fallecieron}}{\text{Número total inicial de animales}} * 100$$

6.10 Análisis financiero

Con base en la información recabada durante un ciclo de postura (2013-2014) y en los precios de venta del huevo se generó una base de datos en Excel®; a partir de la cual, se desarrolló el análisis económico de rentabilidad del sistema de producción de gallinas de postura mediante los tres indicadores definidos en la sección previa (VAN), (TIR) y (B/C). En función de estos indicadores se analizó la rentabilidad del sistema productivo, los retornos a la inversión y la sostenibilidad

económica en el tiempo. El cálculo se realizó para un ciclo de postura de las gallinas utilizando la metodología y el formato diseñado por el PESA- FAO en un proyecto de producción y manejo de aves de traspatio, donde los componentes que integran el sistema se consideraran como activos fijos.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que a continuación se presentan, son del trabajo experimental realizado a través de un año de investigación en la producción huevo de gallina, dentro de un agroecosistema cafetalero.

7.1 Ganancia de peso corporal y edad a la postura

Durante la etapa de crecimiento se tuvo una ganancia de peso de 8.45 ± 1.50 g día⁻¹. Iniciando en el día uno con un peso de 70 g, hasta llegar a un peso de 1710 ± 230 g al inicio de la postura. Durante la postura se obtuvo una ganancia de peso de $3.36 \pm 0,14$ g día⁻¹, hasta llegar a 2190 ± 320 g al final del ciclo evaluado (Figura 1). Hy-Line (2005) reporta un peso corporal de 1550–1600 g al inicio de la postura. Esto pudo deberse a que utilizó una raza de gallinas más ligeras que las utilizadas en este estudio.

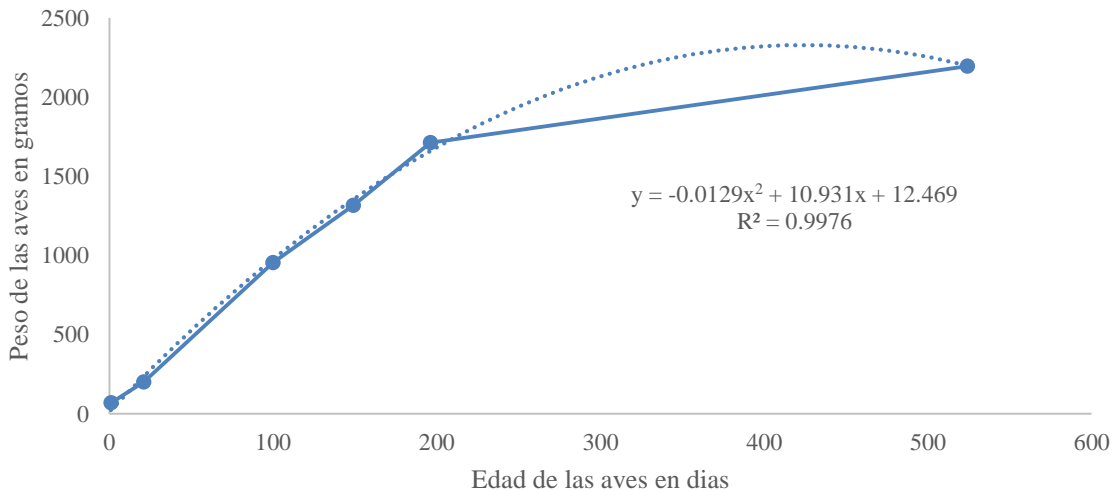


Figura 1. Peso de las aves durante el periodo del proyecto.

7.2 Producción de huevo

Se obtuvo una producción total de 9037 huevos durante la investigación (Apéndice 1), con una producción individual promedio de 205 huevos gallina⁻¹ y una producción diaria promedio de 24.72 ± 8.83 huevos, como se aprecia en la Figura 2.

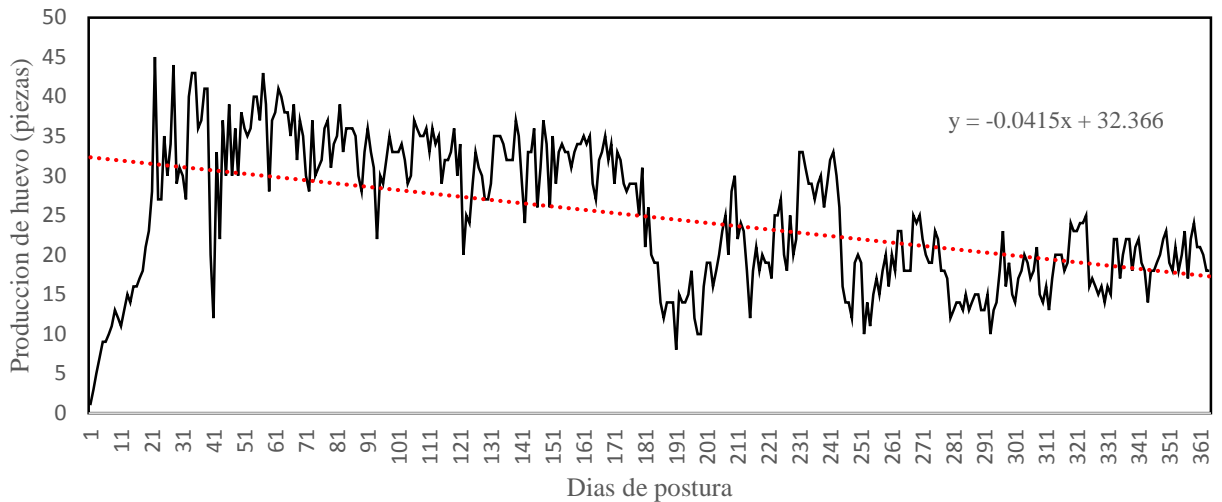


Figura 2. Producción diaria de huevo dentro de un agroecosistema cafetalero.

Tomando en cuenta una familia promedio de 4.3 personas (INEGI, 2011), con un consumo per cápita de huevo de 20 kg, equivalente a 340 huevos al año, entonces este proyecto es capaz de abastecer el requerimiento anual de seis familias cafetaleras.

7.3 Peso promedio del huevo

Se obtuvo un incremento del peso de huevo conforme fue pasando el tiempo, con un peso promedio inicial de 46 ± 4.58 g y final de 66 ± 4.63 g (Figura 3, Apéndice 2).

El peso promedio del huevo fue 15% mayor a lo reportado por Sazzar (1992) con gallinas de la línea Plymut Rock Barrada de 50 semanas de edad. Valido *et al.*, (1992) reportaron un peso de

61.0 g con gallinas Plymut Rock de 44 semanas de edad alojadas en jaulas y Segura *et al.*, (2007) obtuvieron un promedio de 54.0 ± 5.2 g.

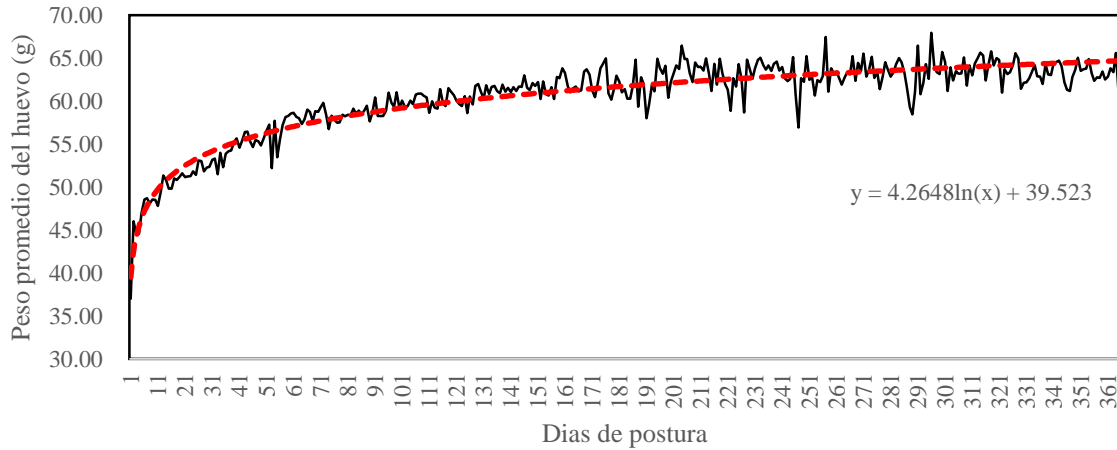


Figura 3. Peso promedio diario de huevo obtenido en el agroecosistema cafetalero.

El tamaño del huevo es afectado por factores como: la genética, edad, nutrición e iluminación; por lo que se puede deducir que el agroecosistema cafetalero es un ambiente propicio para la producción de huevo.

7.4 Consumo de alimento

Durante el experimento se tuvo un consumo promedio de 86 g por ave día^{-1} (Tabla 1) de alimento concentrado. La dieta de las aves se complementó con arvenses, como gramíneas, plantas de hoja ancha, ciperáceas, bejuco y algunas plantas de cobertura y sobre todo con insectos como moscas, hormigas, escarabajos, cigarras, entre otros; los cuales viven en el cafetal y son ricos en proteínas.

Tabla 1. Consumo de alimento por ave por día (kg).

Mes	1er quincena	2da quincena
Enero	0.092	0.086
Febrero	0.086	0.080
Marzo	0.100	0.075
Abril	0.092	0.080
Mayo	0.090	0.090
Junio	0.084	0.075

En la Figura 4 se compara el consumo de alimento de las gallinas en pastoreo, con lo reportado por Hy-Line (2005) para gallinas en confinamiento.

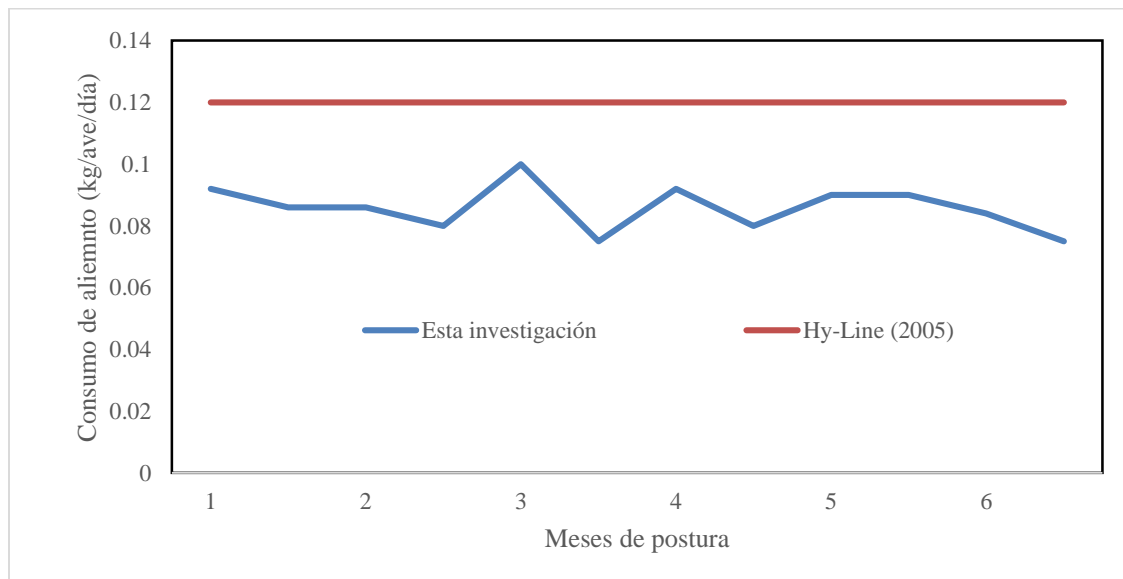


Figura 4. Consumo diario promedio de alimento balaceado por gallina.

7.5 Conversión alimenticia

La conversión alimenticia de las gallinas en estudio fue de 2.4 ± 0.65 kg de alimento por kg de huevo (Apéndice 3, Figura 5). Sazzad, (1993) y Jerez y Carrillo (2009) reportan, en condiciones de traspatio, una conversión alimenticia de 4.6 a 5.5 kg de alimento por kg de huevo. Lo anterior muestra que la crianza de aves en cafetales puede ser más eficiente y productiva que los modelos de traspatio.

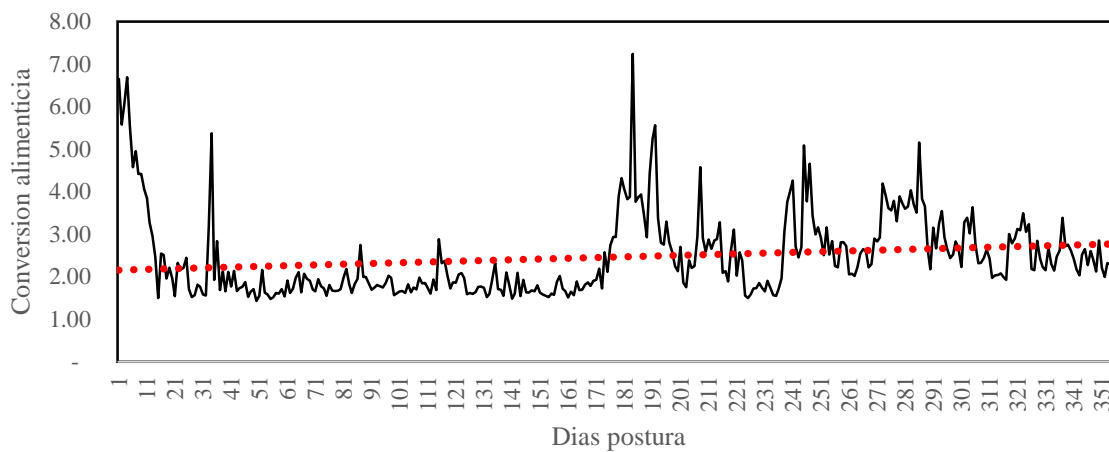


Figura 5. Conversión alimenticia (kg de alimento por kg de huevo).

7.6 Gallinaza al cafetal

Tomando en cuenta las 12 horas diarias, por las semanas de pastoreo dentro del cafetal, se calculó un aporte de gallinaza de 0.0135 Kg/ave/día en base seca, lo que representa 231.1 kg de estiércol /parvada/año.

Se realizó un análisis químico de la gallinaza, de acuerdo con Norma Oficial Mexicana NOM - 021-RECNAT- 2000, en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas del COLPOS Campus Tabasco (Tabla 2).

Los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados al estiércol de las gallinas mostraron un pH de 6.9, considerado como un potencial de hidrógeno neutro. A diferencia de Estrada (2005), quien reporta un pH de 9.50 (alcalino), el cual dificulta la asimilación de algunos nutrientes para la planta; ya que la mayoría de los nutrientes esenciales se asimilan a un pH neutro o ligeramente ácido. La conductibilidad eléctrica del estiércol fue $12.5 \mu\text{S cm}^{-1}$, mayor a lo reportado por Estrada (2005) de $4.1 \mu\text{S cm}^{-1}$. El nitrógeno total (Nt) fue 4.85 %, mayor que el 1.5 % reportado por ATTRA (2002) y que el 2.3 % presentado por Estrada (2005). El contenido de fósforo (P) fue de 1.77 %, mayor que el 1.3 % reportado por ATTRA (2002) y que el 1.05 % de Estrada (2005). En potasio (K) contiene 1.41 %, menor a lo encontrado por Estrada (2005) de 1.74 %, pero mayor al 0.5 % mencionado por ATTRA (2002).

Tabla 2. Composición del estiércol producido por gallinas pastoreadas dentro de un agroecosistema cafetalero.

pH (H₂O) rel. 1:2	CE $\mu\text{S cm}^{-1}$	CO %	NO₃ mg/kg	Nt %
6.89	12.5	37.97	22245	4.85
P total %	K %	Ca %	Mg %	Na %
1.77	1.41	5.45	0.59	0.7
Fe mg kg ⁻¹	Cu mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹	Mn mg kg ⁻¹	
5654	34.67	359	91.6	

Sadeghian *et al.*, (2006) realizaron un análisis elemental de los frutos de la variedad Colombia y cuantificaron la cantidad de elementos extraídos del cafetal por 1000 kg de café cereza cosechados. En la Tabla 3, se comparan estos datos con el aporte de la gallinaza al cafetal.

Tabla 3. Cantidad total de macronutrientes extraídos en 1000 kg de café cereza y lo aportado durante un año por las gallinas dentro del cafetal

Concepto	Nitrógeno N total	Fosforo P ₂ O ₅	Potasio K ₂ O	Calcio Ca O	
EF	30.94	5.18	44.34	5.96	
NAG	11.21	8.15	3.91	17.62	
Diferencia (kg)	-19.73	2.97	-40.43	11.66	
Concepto	Magnesio Mg O	Hierro Fe	Cobre Cu	Zinc Zn	Manganeso Mn
EF	3.75	0.11	0.03	0.02	0.06
NAG	2.26	1.31	0.01	0.08	0.02
Diferencia (kg)	1.49	-1.20	0.02	-0.06	0.04

EF: extracción del fruto al momento de la cosecha; NAG: nutrientes aportados por las gallinas al momento de pastorear.

7.7 Perdida de gallinas por mortalidad, extravió o robo

Durante la investigación se tuvo un deceso total del 22.45 %; de los cuales el 60 % fue por extravió o abigeato y el 40 % por depredación de animales silvestres que viven en el cafetal; tales como el tlacuache (*Didelphis marsupialis* L), comadreja u onzita (*Mustela frenata* Lichtenstein) y zorra (*Urocyon cinereoargenteus* Schreber), que fueron vistos en el área de pastoreo. Jerez *et al.* (1994), reportan bajas del 32 % en condiciones de traspatio por problemas con Newcastle, mientras que González *et al.* (1995) reportaron 28.3 % de bajas en condiciones de poco cuidado sanitario y Rodríguez *et al.* (1996) una mortalidad del 28.4 % debido a coccidiosis e infecciones respiratorias. La ausencia de problemas sanitarios en este estudio puede deberse al uso de la cama profunda, la cual previene de humedad, moscas y otros agentes patógenos que afecten a las aves.

7.8 Estudio de factibilidad económica del proyecto

La evaluación financiera del proyecto de gallinas de pastoreo durante el ciclo de postura 2013-2014 fue realizado con información actualizada de costos y beneficios actualizados. Los resultados de éste análisis permiten visualizar la factibilidad económica del proyecto, aspecto que permite orientar la toma de decisiones de las familias cafeticultoras hacia el desarrollo de un modelo de agronegocio sustentable desde el punto de vista económico.

7.8.1 Costos de construcción del gallinero

En el apéndice 4 se presenta una descripción detallada de los requerimientos de insumos y mano de obra para la construcción del gallinero con sus correspondientes precios actualizados al mes de mayo de 2014.

7.8.2 Costos de operación

Son los costos en que incurre un sistema ya instalado durante su vida útil con el fin de realizar los procesos de producción y consideran los necesarios para el mantenimiento del sistema. En ésta categoría se consideran dos tipos de costos: 1) Fijos y 2) variables.

7.8.2.1 Costos fijos

En éste rubro se consideraron los costos anuales por concepto de materiales para la instalación o construcción del gallinero, la renta del terreno, la compra de herramientas, los cual se desglosan en la Tabla 4.

Tabla 4. Costos Fijos del primer año del proyecto.

Concepto	Costo total (\$)
Construcción de gallinero	11,768.94
Renta anual de terreno (1500m ²)	250.00
Herramientas	300.00
Electricidad/año	300.00
Pie de cría ¹	1,225
Total	13,843.94

Fuente: Elaboración propia.

¹ 44 pollas y 5 pollos

7.8.2.2 Costos variables

El proyecto considera como costos variables los conceptos tales como compra de insumos productivos como alimentos, medicinas y la mano de obra utilizada para el mantenimiento del módulo de gallinas de pastoreo, como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Costos variables anuales de operación del proyecto de gallinas de pastoreo.

Concepto	Descripción	Costo total (\$)
Alimento comercial		6,966.56
Vacunas y antibióticos		681.00
Mano de obra ²		2,932.50
		10,580.06

Fuente: Elaboración propia.

² 365 horas de trabajo

La suma total de costos de operación anual del proyecto, costos fijos y costos variables, asciende a \$24,424.00 el cual se amortizara con ganancias en la vida del proyecto.

7.8.3 Análisis de sensibilidad

Para efectos del análisis de sensibilidad del proyecto se estableció un precio regional unitario de \$2.50 por huevo y de \$100.00 por ave sacrificada, para el autoconsumo. Los beneficios esperados del proyecto son la producción de huevo. Con un buen manejo cada gallina produjo un promedio de 9,037 huevos en el ciclo de producción 2013-2014. Con estos parámetros, aplicando un factor de actualización del 10% en un plazo de cuatro años se obtienen los siguientes indicadores financieros que se muestran en la Tabla 6:

- CT= Costos totales por año
- BBT= Beneficio Bruto Total al año
- FA= Factor de Actualización
- CTA= Costo Total Actualizado
- BBTA=Beneficio Bruto Total Actualizado
- FE= Flujo de Efectivo

Tabla 6. Ordenamiento de datos para la realización del cálculo financiero.

Año	CT	BBT	FA (10 %)	CTA (10%)	BBTA (10%)	FE
0	12,618.94	0.00	1.000	12,618.94	0.00	-11,743.15
1	11,805.06	10,894.03	0.909	10,731.87	9,903.66	-9.23
2	8,673.84	17,988.27	0.826	7,168.46	14,866.34	7,697.88
3	7,261.34	16,056.99	0.751	5,455.55	12,063.85	6,608.30
4	5,013.44	24,000.00	0.683	3,424.25	16,392.32	12,968.08
TOTAL	74,386.05	344,712.88		39,399.07	53,226.18	
DIFERENCIA		270,326.83			13,827.11	

A continuación se presenta un cuadro resumen con los indicadores financieros que se obtuvieron durante el análisis de factibilidad técnico-económica del proyecto.

Tabla 7. Indicadores de Rentabilidad del Proyecto de Gallinas de Pastoreo.

Valor Actual Neto (VAN)	13,827.11
Tasa Interna de Retorno (TIR)	31.0 %
Relación Beneficio/Costo (B/C)	1.35

Como se muestra en la Tabla 7, la implementación del proyecto de gallinas de pastoreo en condiciones de un agroecosistema cafetalero genera una ganancia de \$ 0.351 pesos por cada peso invertido. Durante el periodo de evaluación (4 años) se proyecta obtener una ganancia neta de \$13,827.11 después de amortizar la inversión inicial y los costos de operación. Además, el proyecto de inversión genera una tasa interna de retorno del 31 % que supera ampliamente al costo de oportunidad del dinero o tasa de interés bancaria del 3.23 % anual según el Banco de México que indica que el proyecto es rentable en un horizonte de 4 años. Con estos indicadores de rentabilidad se pueden concluir que el proyecto de gallinas de pastoreo es económicamente viable, sostenible y representa una alternativa o modelo de negocio de diversificación de cafetales. Adicionalmente, el proyecto fomenta el autoempleo de integrantes de la familia, ocupando un promedio de 60 jornales anuales.

VII. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación se concluye que:

- 1) Es posible desarrollar una avicultura sustentable para la producción de huevo dentro de los cafetales.
- 2) El cafetal se beneficia por el pastoreo de las gallinas con un importante aporte de nutrientes y el control de arvenses.
- 3) El sistema café - gallinas de postura a pequeña escala, es una opción viable como proyecto productivo para la diversificación de los cafetales.
- 4) Para la aplicación del sistema propuesto café-gallinas de postura se deberán prevenir lo siguiente:
 - a. No superar el número de gallinas por unida de superficie, para evitar un sobre pastoreo y contaminación del suelo por exceso de gallinaza.
 - b. Instalar el gallinero a un costado de la casa habitación para reducir el robo de gallinas y huevos.
 - c. El pastoreo debe ser en cafetales con menos de 15 % de pendiente, de no ser así, se deberá poner barreras muertas para la retención de tierra y materia orgánica, que pudieran remover las gallinas debido al rascado.

IV. APÉNDICE

Apéndice 1. Producción de huevo diario.

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Semana 1	1	3	5	7	9	9	10
Semana 2	11	13	12	11	13	15	14
Semana 3	16	16	17	18	21	23	28
Semana 4	45	27	27	35	30	34	44
Semana 5	29	31	30	27	40	43	43
Semana 6	36	37	41	41	20	12	33
Semana 7	22	37	30	39	30	36	30
Semana 8	38	36	35	36	40	40	37
Semana 9	43	39	28	37	38	41	40
Semana 10	38	38	35	39	32	37	35
Semana 11	30	28	37	30	31	32	36
Semana 12	37	31	34	35	39	33	36
Semana 13	36	36	35	30	28	33	36
Semana 14	33	31	22	30	29	32	35
Semana 15	33	33	33	34	32	29	30
Semana 16	37	36	35	35	36	33	36
Semana 17	34	35	29	32	32	33	36
Semana 18	30	34	20	25	24	29	33
Semana 19	31	30	27	27	29	35	35
Semana 20	35	34	32	32	32	37	35
Semana 21	29	24	33	33	36	26	31
Semana 22	37	34	26	35	29	33	34
Semana 23	33	33	31	33	34	34	35
Semana 24	34	35	29	27	32	33	35
Semana 25	32	34	29	33	32	29	28
Semana 26	29	29	29	25	31	21	26
Semana 27	20	19	19	14	12	14	14
Semana 28	14	8	15	14	14	15	18
Semana 29	12	10	10	16	19	19	16
Semana 30	18	20	23	25	20	28	30
Semana 31	22	24	23	18	12	18	21
Semana 32	18	20	19	19	17	25	25
Semana 33	27	20	18	25	20	22	33
Semana 34	33	31	29	29	27	29	30
Semana 35	26	29	32	33	30	26	16

Apéndice 1. Producción de huevo diario (Continuación).

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Semana 36	14	14	12	19	20	19	10
Semana 37	14	11	15	17	15	18	20
Semana 38	16	20	18	23	23	18	18
Semana 39	18	25	24	25	22	20	19
Semana 40	19	23	22	18	18	17	12
Semana 41	13	14	14	13	15	13	14
Semana 42	15	15	13	13	15	10	13
Semana 43	14	18	23	16	19	15	14
Semana 44	17	18	20	19	17	18	21
Semana 45	15	14	16	13	17	20	20
Semana 46	20	18	19	24	23	23	24
Semana 47	24	25	16	17	16	15	16
Semana 48	14	16	15	22	22	17	20
Semana 49	22	22	18	21	22	19	18
Semana 50	14	18	18	19	20	22	23
Semana 51	19	18	21	18	20	23	17
Semana 52	22	24	21	21	20	18	18

Fuente: Elaboración propia de los datos recabados durante el experimento.

Apéndice 2. Peso promedio del huevo en gramos.

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Semana 1	37.00	46.00	44.60	44.57	47.00	48.56	48.70
Semana 2	48.09	48.54	48.50	47.82	49.46	51.33	50.79
Semana 3	49.81	49.81	51.00	50.83	51.19	51.61	51.14
Semana 4	51.22	51.26	51.81	51.43	53.10	53.03	51.84
Semana 5	52.28	52.35	53.17	53.33	51.50	53.98	52.30
Semana 6	53.89	54.16	54.24	55.24	55.65	54.58	55.36
Semana 7	56.41	56.43	55.33	54.64	55.47	55.33	54.83
Semana 8	55.71	56.53	57.26	52.19	57.73	53.45	55.68
Semana 9	57.23	58.15	58.29	58.57	58.66	58.17	58.03
Semana 10	57.34	57.84	59.03	58.74	57.66	58.84	58.74
Semana 11	59.30	59.79	58.38	56.73	58.32	57.88	57.50
Semana 12	57.54	58.42	58.24	58.43	58.33	59.12	58.53
Semana 13	58.89	58.44	58.89	59.47	57.64	58.61	60.44
Semana 14	58.27	58.26	58.27	58.90	61.00	59.81	59.34
Semana 15	61.03	59.15	60.06	59.35	59.38	60.07	59.63
Semana 16	60.76	60.86	60.86	60.63	60.42	58.64	59.97
Semana 17	59.24	59.14	61.41	59.75	59.44	61.52	61.08
Semana 18	60.70	60.06	59.65	59.44	60.58	58.59	60.55
Semana 19	59.61	61.77	62.00	61.15	60.28	61.83	60.83
Semana 20	61.66	61.76	61.16	60.91	61.91	61.08	61.54
Semana 21	61.07	61.63	61.18	61.70	61.64	63.00	61.55
Semana 22	61.30	62.12	61.77	62.20	60.24	62.30	60.79
Semana 23	60.67	61.61	60.26	62.82	62.68	63.82	63.31
Semana 24	61.74	61.03	61.52	61.70	61.13	61.24	63.46
Semana 25	63.69	63.06	61.28	60.45	61.97	63.83	64.32
Semana 26	64.97	60.90	60.17	61.36	62.97	62.24	61.04
Semana 27	61.40	60.26	60.26	61.71	64.83	59.36	62.79
Semana 28	62.00	58.00	59.60	61.93	61.14	64.93	63.83
Semana 29	63.17	64.10	60.40	62.25	63.26	64.16	63.75
Semana 30	66.44	64.90	64.91	63.24	62.20	64.50	63.97
Semana 31	64.00	63.54	64.96	63.22	61.17	64.33	61.90
Semana 32	64.94	63.25	61.95	61.32	58.88	62.68	61.68
Semana 33	64.30	62.55	58.67	64.84	63.80	62.59	63.82
Semana 34	64.79	65.03	64.17	63.66	64.15	63.52	64.33
Semana 35	64.62	63.55	63.97	62.67	62.33	62.58	65.13

Apéndice 2. Peso promedio del huevo (Continuación).

Semana 36	60.71	56.93	62.67	62.26	65.25	62.47	62.90
Semana 37	60.64	62.45	62.20	62.94	67.47	61.11	63.80
Semana 38	63.25	63.45	62.67	61.91	62.74	63.33	63.11
Semana 39	65.22	62.36	64.46	63.52	65.55	62.85	63.58
Semana 40	65.16	62.70	63.41	61.39	62.83	64.53	63.58
Semana 41	62.85	63.36	64.29	65.00	64.53	63.31	61.50
Semana 42	59.27	58.47	61.08	66.46	60.80	62.10	64.31
Semana 43	62.57	67.94	64.09	63.38	63.16	65.73	64.57
Semana 44	61.18	63.94	62.40	63.47	63.18	63.22	65.10
Semana 45	61.80	64.14	63.00	64.38	65.00	65.65	65.30
Semana 46	62.40	64.11	65.79	64.17	65.00	64.78	61.00
Semana 47	63.71	63.16	63.38	64.18	65.56	64.93	61.44
Semana 48	62.14	62.19	62.67	63.36	64.18	62.88	62.85
Semana 49	62.00	64.32	63.11	63.05	64.36	64.58	64.72
Semana 50	64.07	62.17	61.33	61.16	62.80	63.68	65.04
Semana 51	63.53	63.72	63.76	64.89	63.25	62.35	62.76
Semana 52	62.68	63.46	62.52	62.86	63.80	63.39	65.61

Fuente: Elaboración propia de los datos recabados durante el experimento.

Apéndice 3. Conversión alimenticia.

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Semana 1	95.14	25.51	15.78	11.28	8.32	8.05	7.23
Semana 2	6.65	5.58	6.05	6.69	5.47	4.57	4.95
Semana 3	4.42	4.42	4.06	3.85	3.27	2.97	2.46
Semana 4	1.49	2.54	2.52	1.96	2.21	1.95	1.54
Semana 5	2.32	2.17	2.21	2.44	1.71	1.52	1.57
Semana 6	1.81	1.76	1.58	1.55	3.16	5.37	1.93
Semana 7	2.84	1.69	2.12	1.65	2.12	1.77	2.14
Semana 8	1.66	1.73	1.76	1.87	1.52	1.65	1.71
Semana 9	1.43	1.55	2.16	1.62	1.58	1.48	1.52
Semana 10	1.62	1.60	1.70	1.54	1.91	1.62	1.71
Semana 11	1.98	2.10	1.63	2.07	1.95	1.90	1.70
Semana 12	1.65	1.94	1.78	1.72	1.55	1.80	1.67
Semana 13	1.66	1.67	1.71	1.97	2.18	1.82	1.62
Semana 14	1.83	1.95	2.75	1.99	1.99	1.84	1.69
Semana 15	1.75	1.80	1.78	1.74	1.85	2.02	1.97
Semana 16	1.57	1.61	1.65	1.66	1.62	1.82	1.63
Semana 17	1.75	1.70	1.98	1.84	1.85	1.73	1.60
Semana 18	1.93	1.68	2.88	2.31	2.37	2.02	1.72
Semana 19	1.86	1.86	2.05	2.08	1.97	1.59	1.62
Semana 20	1.59	1.64	1.76	1.77	1.74	1.52	1.60
Semana 21	1.94	2.33	1.70	1.69	1.55	2.10	1.80
Semana 22	1.48	1.59	2.09	1.54	1.92	1.63	1.63
Semana 23	1.68	1.65	1.80	1.62	1.58	1.55	1.52
Semana 24	1.60	1.57	1.88	2.02	1.72	1.66	1.51
Semana 25	1.65	1.57	1.89	1.68	1.69	1.82	1.87
Semana 26	1.78	1.90	1.93	2.19	1.72	2.57	2.12
Semana 27	2.74	2.93	2.93	3.89	4.32	4.04	3.82
Semana 28	3.87	7.24	3.76	3.88	3.93	3.45	2.92
Semana 29	4.43	5.24	5.56	3.37	2.80	2.76	3.29
Semana 30	2.81	2.59	2.25	2.13	2.70	1.86	1.75
Semana 31	2.39	2.20	2.25	2.95	4.58	2.90	2.58
Semana 32	2.87	2.66	2.85	2.88	3.28	2.09	2.13
Semana 33	1.89	2.62	3.11	2.02	2.57	2.38	1.56
Semana 34	1.50	1.59	1.72	1.73	1.85	1.74	1.66
Semana 35	1.90	1.74	1.56	1.55	1.71	1.97	3.07

Apéndice 3. Conversión alimenticia (Continuación).

Semana 36	3.76	4.02	4.26	2.70	2.45	2.70	5.09
Semana 37	3.77	4.66	3.43	2.99	3.16	2.91	2.51
Semana 38	3.16	2.52	2.84	2.25	2.22	2.81	2.82
Semana 39	2.73	2.05	2.07	2.02	2.22	2.55	2.65
Semana 40	2.58	2.22	2.29	2.90	2.83	2.92	4.19
Semana 41	3.92	3.61	3.56	3.79	3.31	3.89	3.72
Semana 42	3.60	3.65	4.03	3.70	3.51	5.15	3.83
Semana 43	3.65	2.62	2.17	3.16	2.67	3.25	3.54
Semana 44	2.92	2.64	2.44	2.52	2.83	2.67	2.22
Semana 45	3.28	3.39	3.02	3.63	2.75	2.32	2.33
Semana 46	2.44	2.63	2.43	1.97	2.03	2.04	2.08
Semana 47	1.99	1.93	3.00	2.79	2.90	3.12	3.09
Semana 48	3.49	3.06	3.23	2.18	2.15	2.84	2.42
Semana 49	2.23	2.15	2.68	2.30	2.15	2.48	2.61
Semana 50	3.39	2.72	2.75	2.62	2.42	2.17	2.03
Semana 51	2.52	2.65	2.27	2.60	2.40	2.12	2.85
Semana 52	2.20	2.00	2.32	2.30	2.38	2.66	2.57

Fuente: Elaboración propia de los datos recabados durante el experimento.

Apéndice 4. Costos de construcción del gallinero

CONCEPTO	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario (\$)	Costo total (\$)
PTR 1 ½"	pieza	8	230.00	1,840.00
PTR 1 ¼ "	pieza	7	191.00	1,337.00
Soleras de ½ x 1/8"	pieza	12	29.65	355.80
Pijas auto barrenables de 3/8 x 1 ¼"	pieza	300	0.85	\$255.00
Cemento gris	pieza	8	100.00	800.00
Cal hidra	pieza	7	33.50	234.50
Láminas de zinc calibre-32 de 2.45 x 0.8 m ()	pieza	12	131.76	1,581.12
Tela plástica, apertura 25 mm (1.5 x 45 m)	metros	90	3.50	315.00
Block 12 x 40 x 20 cm	pieza	100	6.97	697.00
Malla hexagonal cal. 19, ap. 25mm, 1.5 x 45 m	metro	180	7.00	1,260.00
Bisagras tubulares de ½ "	pieza	6	4.50	27.00
Pasadores	pieza	2	14.00	28.00
Cable eléctrico calibre 14 de 2 polos	ml	10	9.20	92.00
Focos de 100 watts	pieza	1	36.00	36.00
Soquets sencillos	pieza	1	5.51	5.51
Apagador sencillo	pieza	1	6.50	6.50
Comederos plástico colgante de 10 kg	pieza	3	130.00	390.00
Tubo de PVC 4"	kg	1	175.00	175.00
Codos reductores de 4" a 2"	metro	2	15.00	30.00
Tinaco de plástico tricapa de 1100 lt.	pieza	1	1,459.50	1,459.50
Disco de corte para metal de 14" ustromex reforzado	pieza	1	66.00	66.00
Soldadura 60-13	kg	1	43.01	43.01
Subtotal de materiales				\$11,033.94
Trazado, nivel y colocación de postes	jornales	2	63.50	127.00

Construcción de piso y bardas de tabique	jornales	1	100.00	100.00
Colocación de tablas y malla en paredes	jornales	3	63.50	\$190.50
Colocación de láminas en el techo	jornales	2	63.50	127.00
Construcción de nidos	jornales	1	63.50	63.50
Colocación de puerta y terminado	jornales	1	63.50	63.50
				671.50
<hr/>				
Instalación de luz y agua	jornales	1	63.50	63.50
Subtotal de mano de obra				63.50
				11,768.94

X. LITERATURA CITADA

- Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria. 2005. “Padrón Nacional de Productores de Café Chiapas, Colima, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz” en Programa Nacional de Levantamiento y Verificación de Productores, Predios y Lotes de Cultivos Perennes 2003-2006. 86 p.
- Appropriate Technology Transfer for Rural Areas. 2002. Sustainable Poultry: Production Overview. Livestock Production Guide. USDA. 25p.
- Asociación Mexicana de la Cadena Productiva del Café, A.C. 2012. Plan Integral de Promoción del Café en México 2012. Consultado el día 8 de octubre de 2014 <http://amecafe.org.mx/backup/pcm2012.pdf>
- Aweto A.O, H., K Ayuba. 1993. Effect of continuous cultivation with animal manuring on a Sub-Saharan soil near Maiduguri, north eastern Nigeria. *Biological Agriculture*. 9:343-352.
- Barrantes A. C, R. Viquez, R. Botero, S. Okumoto. 2005. Análisis de la capacidad productiva y adaptativa de dos líneas genéticas de gallinas ponedoras (sex link e isa brown) bajo un sistema de pastoreo en el trópico húmedo. *Tierra Tropical* 2: 121-128.
- Cruz E, A. R Ernesto, C. M Mederos y J. Ly. 2010. Uso de camas profundas en los sistemas de engorde de cerdos en el sector campesino en Cuba. *Zootecnia Trop*. 28(2): 183-191.
- Cuca G., M. 1997. Alimentación de las aves. Universidad Autónoma Chapingo. 75 p.
- Estrada P. M .M. 2005. Manejo y procesamiento de la gallinaza. *Revista Lasallista De Investigación* Vol. 2 No. 1.
- García, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Offset Larios S.A. México D.F. p.46-52.

- García, J. C, E. Zapata, J. M Pinos, G. Álvarez, P. Jasso y M. A. Camacho. 2010. Diagnóstico de la producción avícola de traspatio en comunidades rurales de San Luis Potosí. Segundo Foro Internacional Ganadería de Traspatio y Seguridad alimentaria. Universidad Autónoma Chapingo, 7 de abril del 2010. 43 pp.
- Giardini L., F. Pimpini M. Borin G. Gianquinto. 1992 .Effects of poultry manure and mineral fertilizers on the yield of crops. J. Agric. Sci. 118: 207-213.
- González E.C.E, B.L.G. Velásquez, J.C.M Arriaga y V.E. Sánchez. 1995. Comparación entre aves (*Gallus gallus*) de tipo criollo con aves de líneas comerciales bajo condiciones de traspatio en sistemas de producción campesinos del altiplano mexicano. Ciencia Ergo. Sum 2: 239-246.
- Guelber S.M. N, A. M. Silva, P. Gomes, R. R. H Sena. 2009. Evaluando la Sustentabilidad de la Avicultura a Pequeña Escala: Estudio de Casos sobre Sistemas Agroecológicos en Espírito Santo, Brasil. Resumos do VI CBA e II CLAA.
- Gutiérrez, M. A.; J. C. Segura, L. López, J. Santos, R. H. Santos, L. Sarmiento, M, Carvajal y G. Molina. 2007. Características de la avicultura de traspatio en el municipio de Tetz, Yucatán, México. Tropical and Subtropical Agroecosystems 7(3):217-224
- Hy-Line. 2005 .Hy-Line Variedad Borwn, guía de manejo comercial 2005. Hy-Line International West Des Moines.
- INCA Rural, SAGARPA, COFUPRO, CRUO-UACH. 2008. Manual del técnico cafetalero. Diversificación de actividades en regiones cafetaleras. Serie cafeticultora. 62 p
- Instituto de Investigaciones Porcinas. 2007. Camas Profundas. Crianza Porcina a pequeña y mediana escala. Rev. ACPA. Prod. Industr. Anim. 4:37-40. 2007.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2011 . “Estadísticas a propósito de día nacional de la familia mexicana (2 de marzo)” Datos Nacionales. Consultado el día 8 de octubre de 2014.

- Jerez, S, M, P. H, J, G Herrera. y D. M.A. Vázquez. 1994. La gallina criolla en los valles centrales de Oaxaca. CIGA. 89 p.
- Jerez, S. M. P, R. J. C Carrillo. 2009. Producción de huevo de gallinas Rhode Island rojas bajo un sistema alternativo de traspatio. Revista Brasileira de Agroecologia. V. 4, N. 2.
- Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA – México). 2009. Producción y manejo de aves de traspatio. FAO. 32 p.
- Reddy K. R. 1980. Phosphorus adsorption-desorption characteristics of two soils utilized for disposal of animal waste. Fert. Abs. 13(7):211
- Sadeghian K., S. M. B Mejía., P. J Arcila. 2006 .Composición elemental de frutos de café y extracción de nutrientes por la cosecha en la zona cafetera de Colombia. Cenicafé (Colombia). 57(4):251–261. 2006
- Salatin, J. 1999. Pasture poultry profits. Polyface Inc. Virginia, US. 371 p.
- Sánchez S., M., J, A R. Torres. 2014. Diagnóstico y tipificación de unidades familiares con y sin gallinas de traspatio en una comunidad de Huatusco, Veracruz (México). Avances en Investigación Agropecuaria. AIA. 18(2): 63-75.
- Savory C., J. Jack M., C. and Sandilands V. 2006. Behavioural responses to different floor space allowances in small groups of laying hens. Poult. Sci. 47:120–124.
- Sazzad, M.,H. 1992.Comparative study on egg production and feed efficiency of different breeds of poultry under intensive and rural conditions in Bangladesh. Livestock research for rural development. 4 (3):1-5.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. SAGARPA), Universidad Autónoma de Chapingo y Consejo Poblano del Café. REMEXCAFE S.C. INCA RURAL A.C. 2005. Rector del Sistema Producto Café en México. Consultado el día 8 de octubre de 2014.
- Segura C., J., C. Jerez S., M., P., Sarmiento L. F. y Santos, R., R. 2007. Indicadores de producción de huevo de gallinas criollas en el trópico de México. Arch. Zootec. 56 (215): 309-317.

Sistema- Producto Huevo. 2013. Datos de consumidor. Consultado el día 8 de octubre de 2014.

<http://www.huevo.gob.mx/index.php?portal=huevoplato>.

Unión Nacional de Avicultores. 2012. Situación de la Avicultura Mexicana. Consultado el día 8 de

octubre de 2014. <http://www.una.org.mx/index.php/component/content/article/15-panorama/3-avicultura>.

Valido S., O. Godínez, y Olivera. 1992. Estudio comparativo de la calidad del huevo en líneas de

aves de raza Cornish y White Plimouth Rock. *Revista cubana de ciencia Avícola*. 19: 64-68.

