



UNIVERSIDAD DEL MAR

CAMPUS PUERTO ESCONDIDO

PARAMETROS PRODUCTIVOS Y CARACTERIZACIÓN DE LA
CURVA DE CRECIMIENTO EN GUAJOLOTE (*Meleagris gallopavo*
L.) DE TRASPATIO EN CONFINAMIENTO

TESIS PRESENTADA POR LA ALUMNA:
ELIZABETH PÉREZ LARA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIADO EN ZOOTECNIA

DIRECTOR DE TESIS
DR. MARCO ANTONIO CAMACHO ESCOBAR

PUERTO ESCONDIDO, OAX., 01 DE ABRIL DE 2011.

Dedicatoria

A mis padres

A mi madre símbolo de fortaleza y amor, quien me dio la vida y ha sido mi mayor fuerza para seguir siempre adelante. Quien ha estado conmigo en los momentos felices, pero sobre todo en los difíciles, por su apoyo incondicional y por que está para quedarse conmigo.

A mis hermanos Carlos y Soly con amor y mucho cariño.

Agradecimientos

A la Universidad del Mar Campus Puerto Escondido por su contribución y apoyo para mi formación profesional. A mis profesores de los cuales siempre aprendí algo, quienes compartieron sus experiencias y conocimientos.

Con gran admiración y respeto al Dr. Marco Antonio Camacho Escobar por su amistad, paciencia, enseñanzas y apoyo constante desde mi entrada a la Universidad.

A mis revisores el Dr. Jaime Arroyo Ledezma, el Dr. José Luis Arcos García, el Dr. Serafín López Garrido y el M. en C. Emmanuel de Jesús Ramírez Rivera por sus observaciones y por aprender tanto de ellos.

A la M. C Yolanda García Bautista, a la PLZ Ilse Ariadna Melchor Ocampo, la MVZ. Adriana Peralta, por el apoyo en la colecta de datos en campo y sobre todo por su amistad.

Al Dr. Edgar Iván Sánchez Bernal y al M. C. Emmanuel de Jesús Ramírez Rivera por las facilidades otorgadas para la realización de los análisis químicos proximales; así como a Daniel, Carlos y Pablo del Laboratorio de Alimentos del Campus Puerto Ángel por su invaluable apoyo en la realización de los análisis.

Al Ing. Sergio Machorro Samano por su invaluable y gran aporte en este trabajo, en la aplicación de los modelos matemáticos.

A Carlos por confiar en mí en todo momento, y motivarme constantemente para concluir este trabajo. Eres una persona muy especial, te llevo en el corazón.

Así como a mis amigos que siempre han tenido para mí, en cada momento, una palabra dulce, amable o simplemente me han extendido su mano cuando lo he necesitado.

A la Estancia Infantil Frida Kahlo la donación del desperdicio de cocina para el desarrollo del presente estudio.

Mi agradecimiento y reconocimiento más sincero y de corazón a todos aquellos que en mayor o menor medida, me ayudaron a culminar este trabajo.

Gracias a todos aquellos que me han hecho cambiar para mejorar.

ÍNDICE

	Páginas
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS DEL APENDICE	v
ÍNDICE DE CUADROS DEL APENDICE	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	vii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general	2
1.2. Objetivos particulares	2
1.3. Hipótesis	3
2. ANTECEDENTES	3
2.1. Historia del guajolote.	3
2.2. Importancia de la producción nacional de guajolote.	5
2.3. Clasificación taxonómica.	7
2.4. Características generales.	7
2.4.1. Características morfológicas.	7
2.4.2. Caracterización por fenotipos.	8
2.4.3. Índices productivos.	10
2.4.4. Características reproductivas.	11
2.5. Necesidades nutrimentales.	14
2.5.1. Energía.	15
2.5.2. Grasas.	16
2.5.3. Proteínas.	17
2.5.4. Vitaminas.	18
2.5.5. Minerales.	19
2.5.6. Agua.	20
2.6. Importancia de la producción de la carne de guajolote	20

2.7. Curvas de crecimiento.	25
2.8. Modelo de crecimiento de Richards.	30
3. MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1. Ubicación geográfica y ambiente	32
3.2. Manejo general y sanitario	33
3.3. Jaulas	33
3.4. Diseño experimental	34
3.4.1. Experimento 1. Evaluación de dietas	34
3.4.1.1. Duración del experimento	34
3.4.1.2. Animales experimentales	34
3.4.1.3. Alimentación	36
3.4.1.4. Variables evaluadas	39
3.4.1.5. Análisis económico	39
3.4.1.6. Análisis estadístico	40
3.4.2. Experimento 2. Curvas de crecimiento	42
3.4.2.1. Manejo de huevos durante la incubación y después de la eclosión	42
3.4.2.2. Animales experimentales	43
3.4.2.3. Alimentación	44
3.4.2.4. Modelo matemático y biológico utilizado	45
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
5. CONCLUSIONES	79
6. RECOMENDACIONES	81
7. BIBLIOGRAFÍA	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Páginas
Figura 1. Principales características morfológicas del guajolote macho.	6
Figura 2. Jaulas de guajolotes en el campo experimental.	34
Figura 3. Mapa de la localización de las comunidades de donde se compraron los pavipollos.	35
Figura 4. Tipos de alimentos utilizados durante el estudio.	37
Figura 5. Guajolotes de fenotipo bronceado.	44

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Páginas
Cuadro 1. Contenido de nutrientes y algunas vitaminas de carne de pavo y otras carnes.	24
Cuadro 2. Modelos matemáticos utilizados para estimar curvas de crecimiento.	28
Cuadro 3. Frecuencia en porcentaje de los componentes de la dieta basada en desperdicio de cocina.	38
Cuadro 4. Análisis químico proximal de alimento de la etapa de crecimiento para pavos, según la etiqueta del fabricante.	45
Cuadro 5. Análisis químico proximal de alimento de la etapa de engorda para pavos, según la etiqueta del fabricante.	45

ÍNDICE DE FIGURAS DEL APÉNDICE

Contenido	Páginas
Figura 6. Medias de ganancia acumulada en guajolote de traspatio alimentado con cinco dietas diferentes proporcionados <i>ad libitum</i> .	55
Figura 7. Curva de crecimiento con el modelo polinomial de cuarto orden en crecimiento de guajolote macho fenotipo bronceado.	71
Figura 8. Curva de crecimiento con el modelo polinomial de cuarto orden en crecimiento de guajolote hembra fenotipo bronceado.	72
Figura 9. Curva de crecimiento con el modelo de Richards (variable) en guajolote macho fenotipo bronceado.	73
Figura 10. Curva de crecimiento con el modelo de Richards (variable) en guajolote hembra fenotipo bronceado.	74
Figura 11. Curva de crecimiento con el modelo de Richards (constante) en guajolote macho fenotipo bronceado.	75
Figura 12. Curva de crecimiento con el modelo de Richards (constante) en guajolote hembra fenotipo bronceado.	76
Figura 13. Tasa de crecimiento en guajolote hembra fenotipo bronceado.	77
Figura 14. Tasa de crecimiento en guajolote macho fenotipo bronceado.	78

ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE

Contenido	Páginas
Cuadro 6. Composición química de las dietas utilizadas durante el experimento.	49
Cuadro 7. Ganancia de peso diario, ganancia total de peso y peso vivo final (g; media $\pm$ E.E.) de guajolote de traspatio con diferentes dietas experimentales.	53
Cuadro 8. Longitud total pico-cola (LTPC), ganancia mensual de la longitud pico-cola (GMLPC), longitud total de alas (LTA) y ganancia mensual longitud de alas en guajolote de traspatio con diferentes dietas experimentales.	54
Cuadro 9. Estimación del costo de alimentación para obtener un kilogramo de peso vivo en guajolotes de traspatio con diferentes tipos de alimentación.	67
Cuadro 10. Matriz para evaluar el comportamiento de todas las variables estudiadas mediante un análisis de grupos conglomerados para datos semi cuantitativos.	68
Cuadro 11. Medias y desviación estándar de peso del huevo antes de la incubación y en guajolotes de traspatio machos y hembras después de la eclosión y durante 55 semanas.	72
Cuadro 12. Ecuaciones estimadas, coeficientes de determinación (r^2) obtenidos en los modelos estudiados.	74

RESUMEN

En el experimento 1, se evaluó el efecto de cinco dietas tradicionales en guajolote de traspatio en condiciones de confinamiento. El experimento duró 36 semanas; se utilizaron 40 guajolotes, 4 en cada jaula y se asignaron al azar a una de las cinco dietas: desperdicio de cocina + forraje (T1), desperdicio de cocina (T2), alimento comercial + forraje (T3), maíz quebrado + forraje (T4) y alimento comercial (T5). Al inicio del experimento el peso para cada tratamiento fue el siguiente, T1=3556.87±1405.00 g, T2 =3352.37±1349.76 g, T3=869.00±310.99 g, T4=2074.37±769.31 g, y T5=2930.00±473.44 g. La alimentación y agua se ofrecieron *ad libitum*. Cada tratamiento mixto tuvo dos repeticiones con cuatro aves en cada jaula considerada como una unidad experimental. Se evaluó la ganancia de peso diario, ganancia total de peso, peso vivo final, longitud total pico-cola, ganancia mensual de longitud total pico-cola, longitud total de alas, ganancia mensual de longitud de alas, costo de alimentación. Los datos fueron analizados en un arreglo completamente al azar con medias ajustadas al peso inicial y comparación de medias de Tukey, posteriormente se realizó una evaluación general donde se evaluaron todas las variables de los tratamientos mediante un análisis de grupos conglomerados para datos semi cuantitativos, considerando las probabilidades. El T3 resultó ser el mejor, seguido del T1 y T5, y por último el que presentó los menores valores fueron T2 y T4 ($P<0.05$). En el experimento 2, se caracterizó las curvas de crecimiento en guajolote de traspatio en condiciones de confinamiento. Se utilizaron 8 guajolotes, 4 hembras y 4 machos, con un peso a la eclosión de 46.70 ± 2.50 (g), y 43.00 ± 3.30 (g), respectivamente. Durante la crianza se llevaron registros semanales de peso desde la eclosión hasta 385 días de edad para obtener ganancia de peso. Se proporcionó alimento comercial para pavos y agua *ad libitum*. Para caracterizar la curva de crecimiento se utilizó el modelo de regresión polinomial de cuarto grado y el modelo biológico de Richards, los cuales fueron comparados por medio del coeficiente de determinación (r^2), para conocer el mejor ajuste. El modelo de regresión polinomial hasta el efecto cúbico ajustó mejor desde el punto de vista matemático. Se encontró que el crecimiento es similar en machos y hembras hasta la semana 11.5 y el dimorfismo sexual se empieza a manifestar a partir de esa edad, sin embargo, el punto de inflexión en ambos sexos comienza a notarse a partir de la semana 29 de edad. Palabras clave: Modelos matemáticos de crecimiento, modelo de Richards, pavos criollos, regresión polinomial, costos de alimentación, dietas tradicionales, forraje fresco, pavo criollo.

ABSTRACT

In the experiment 1, were evaluated the effect of five traditional diets in backyard turkeys in confinement conditions. The experiment was 36 weeks of duration; the use 40 turkeys, were designated by random in one of five experimental diets: kitchen waste + forage (T1), kitchen waste (T2), commercial feed + forage (T3), crash corn + forage (T4) and, commercial feed (T5). At first the experiment the body weight for each treatment: T1=3556.87±1405.00 g, T2 =3352.37±1349.76 g, T3=869.00±310.99 g, T4=2074.37±769.31 g, y T5=2930.00±473.44 g. The feed and water were *ad libitum*. Each treatment was mixed whit two repetitions whit four birds and was considered each fowl like experimental unit. The turkey's age at the beginning of the experiment was six months. Were evaluated feed consume, weight gain, feed conversion, length to peack at tail, winspan, and feed cost. The data were analyzed by a complete random design with adjusted means and they were compared with Tukey, them was done a treatment evaluation by a cluster group analysis for semi cuantitative data, under consideration the probability. The T3 obtained the best, consecutive the T1 y T5, at the worses are T2 and T4 (P<0.05). In the experimento 2, it's poor know about the productive performance of backyard turkeys, for this the objective of this study was characterize the backyard turkey's growth curves on captives conditions. The use 8 turkeys, 4 males and 4 females, with body weight of: 46.70 ± 2.50 (g), y 43.00 ± 3.30 (g), respective. and the poults born were weighted after birth, recorded weekly the weight since the hatch to 385 days old to obtain weight gain. Was proportionate *ad libitum* turkey commercial feed and water. Using the fourth grade polynomial regression and Richard's model, who were caparisoned by determination coefficient (r^2), to know the best adjusted. The polynomial regression model since the cubic effect adjusted better since the mathematical point of view. The growths are similar between male and female since 11.5 week old, and the sexual dimorphism begin to be visible from this age; but the inflexion point in both sexes are in 29 weeks old.

Key words: Creole turkey, mathematical growth models, Richard's model, polynomial regression, alimentation cost, fresh forage, guajolote, traditional diets.

1. INTRODUCCIÓN

La cría y producción de guajolote en nuestro país, principalmente en zonas como la Costa de Oaxaca, es una buena opción para obtener proteína de origen animal; sin embargo, no ha sido considerada como una actividad zootécnica de importancia (Pérez *et al.* 2009). La producción de guajolote representa una alternativa para las necesidades alimenticias del hombre, además de poseer un amplio margen de adaptación a diversos climas de nuestro país, así como resistencia a enfermedades (Camacho-Escobar *et al.* 2009-2010). Estos factores confieren a las aves domésticas criadas cerca de la costa, mayor rusticidad y capacidad de adaptación con pocos cuidados (Camacho-Escobar *et al.* 2006). La meleagricultura, como se le llama a la crianza industrial del pavo (Quintana 2003), es la segunda especie avícola de importancia a nivel nacional (UNA 2010). En nuestro país la cría de guajolote se practica principalmente en condiciones de traspatio y con aves nativas no seleccionadas genéticamente, que tienen gran variabilidad respecto a su tamaño, peso y fenotipo (Jerez *et al.* 1994, Saucedo 1984); pero que tienen un importante valor económico, social y cultural (Díaz 1976). La alimentación del guajolote de traspatio en sistemas semi intensivos en México está basado principalmente en el maíz, tortilla y sus subproductos, pero también incluye: frutas, legumbres, desperdicios de cocina, alimento comercial, granos diversos, pastoreo e insectos (Camacho-Escobar *et al.* 2009a, Pérez 2003, Sánchez & Gutiérrez 1999). En sistemas de traspatio de la Ciudad de México, la dieta está

compuesta por alfalfa fresca, maíz, cebada, desperdicio de cocina, pasto verde, salvado y sema de trigo, hortalizas, sorgo, pasta de soya, avena en grano y alimento comercial (Losada *et al.* 2006).

1.1. Objetivo general

Caracterizar los parámetros productivos y la curva del crecimiento en guajolote de traspatio en condiciones de confinamiento.

1.2. Objetivos particulares

Evaluar el efecto de algunos sistemas de alimentación tradicional comparados con el alimento balanceado, en relación con la ganancia de peso y desarrollo corporal.

Estimar el costo de alimentación del guajolote nativo de traspatio criado en condiciones de confinamiento.

Caracterizar la curva de crecimiento utilizando un modelo biológico y otro matemático, en guajolotes de traspatio, fenotipo bronceado en condiciones de confinamiento.

1.3. Hipótesis

El desarrollo de los guajolotes de traspatio depende de la alimentación. Si los guajolotes domésticos están adaptados a producir con

diferente calidad de alimento, entonces la respuesta productiva y el crecimiento serán diferentes con cada tipo de alimento.

2. ANTECEDENTES

2.1. Historia del guajolote

En el centro y sur de México al pavo (*Meleagris gallopavo* L.) se le conoce como guajolote, castellanización de la voz náhuatl huexólotl con que los antiguos pobladores del país denominaban al macho de esta especie; en general las culturas mesoamericanas nombraban totollin a esta especie (Márquez 1995, Valadez *et al.* 2001). Esta voz en la actualidad se preserva en algunas comunidades rurales donde se utiliza la castellanización totol o totole. Antes de la llegada de los europeos a tierras americanas existieron pueblos de culturas sedentarias con alto grado de desarrollo y organización, como los aztecas y los mayas, los cuales practicaron una actividad agropecuaria diversificada en la cual incluyeron la cría de especies nativas como el guajolote (Calderón *et al.* 2002; Rejón *et al.* 1996). Al llegar los españoles a México encontraron los primeros ejemplares domésticos de esta ave (Salazar 1990), a los que denominaron "gallina de la tierra" (Sahagún 1979) y posteriormente se adoptó el nombre de guajolote o pavo criollo (Mallia 1998).

El guajolote es una especie nativa de México, fue domesticada por alguna de las culturas mesoamericanas, lo cual se reconoce desde el siglo XVIII (Pennant & Banks 1781). Se considera que la domesticación del

guajolote ocurrió hace unos cuatro o cinco mil años, en la parte sur del altiplano mexicano y de ahí se dispersó en Mesoamérica a todas las direcciones (Valadez *et al.* 2001). Para el Período Formativo (3,500 – 1,800 años antes del presente) el guajolote ya había alcanzado, para las culturas mesoamericanas, un valor especial como fuente de alimento, ya que sus restos aparecen frecuentemente entre los materiales de lo que algún día fueron aldeas y centros pre-urbanos (Corona-Martínez 2006). Durante el período Clásico (1,800 – 1,300 años antes del presente) en Teotihuacán existían sectores de la población especializados en su crianza, manteniéndose así hasta el período Postclásico (1,300 – 579 años antes del presente; Valadez *et al.* 2001).

Después de la conquista de América, el guajolote nativo fue llevado de México a Europa y de ahí a otras partes del mundo, incluyendo los Estados Unidos de América, lugar donde se cruzaron con una de las subespecies salvajes que ahí habitan (*M. gallopavo sylvestris*) para dar lugar al actual pavo bronceado (Crawford 1990, 1992), el cual es origen de las modernas líneas genéticas con las que se desarrollaron diferentes programas de mejoramiento, en los cuales se incrementó su capacidad de respuesta productiva y de manejo (Galicia *et al.* 2001). De esta manera, los pavos indígenas de América latina, así como las antiguas razas que se preservan en Europa y Norteamérica derivan únicamente del *M. g. gallopavo*, en tanto que los modernos pavos domésticos de líneas

genéticas mejoradas, derivan de un *cruzamiento* *M. g. gallopavo* x *M. g. sylvestris* (Crawford 1992).

2.2. Importancia de la producción nacional de guajolote

Poco se conoce de la producción de pavo criollo o guajolote de traspatio en México. Las estimaciones son imprecisas y lo que se reporta en el rubro de producción de pavos son únicamente las aves mejoradas genéticamente que se crían industrialmente (Camacho-Escobar *et al.* 2006). El sector avícola mexicano participa con 63.54 % de la producción pecuaria; la producción intensiva de pavo aporta 0.20 % del total (UNA 2010). Según la Unión Nacional de Avicultores (2010) México cuenta con una parvada de 935,869 pavos por ciclo. Estas estadísticas no consideran la producción del pavo criollo o guajolote que se cría en condiciones de traspatio. A pesar de lo reducido del aporte de los pavos en la producción pecuaria en México, es la segunda especie avícola más explotada, con una producción de 14,800 toneladas en 2009 y una tasa media de crecimiento de 1994 a 2008 del 114 %; el consumo anual *per cápita* aparente de pavo para el año 2009 se ubica en 2.0 kg (UNA 2010).

El guajolote de traspatio es un importante recurso genético nativo y en México se desconoce su potencialidad, por lo tanto no es aprovechado adecuadamente (Rodríguez *et al.* 1996). Las aves criollas se han adaptado a diferentes condiciones ambientales, por ello se reconoce su

rusticidad o resistencia a ciertas enfermedades (Trigueros *et al.* 2003). A pesar de que el aporte del guajolote doméstico en la producción avícola nacional es bajo, el valor intrínseco de la especie es grande, tiene un potencial genético capaz de explotarse comercialmente, debido a que por selección natural está adaptado a las condiciones geográficas y ambientales del país, adicionalmente posee una gran importancia cultural, económica y social en las zonas rurales, el cual tiende a desaparecer (Medrano 2000, Barrantes 2009, Juárez & Gutiérrez 2009).

En el estado de Oaxaca el VII censo agropecuario 1991 reporta una existencia de 430,032 cabezas de guajolotes (INEGI 1996). En regiones de Oaxaca como la costa, la crianza tradicional de guajolote nativo se realiza en condiciones de traspatio, por lo tanto, la producción es ineficiente porque se carece de tecnología (Camacho-Escobar *et al.* 2006). Sin embargo, se reconoce que este sistema de producción llega a representar el 10% de la producción nacional (Lastra *et al.* 1998).

2.3. Clasificación taxonómica

Zoológicamente, el guajolote (*Meleagris gallopavo* L.) se clasifica de la siguiente manera (Mallia 1998, Llamas 2005):

Reino:	Animal
Subreino:	Metazoa
Clase:	Aves
Subclase:	Ratites
Orden:	Galliformes
Suborden:	Gallidos

Familia:	Meleagridae
Género:	<i>Meleagris</i>
Especie:	<i>gallopavo</i>
Subespecie	<i>gallopavo</i>
Otras subespecies	<i>mexicana, merriani, intermedia, sylvestris y osceola</i>

2.4. Características generales

2.4.1. Características morfológicas

Las principales características morfológicas del guajolote nativo son: cabeza con piel desnuda, roja pálida con variaciones azuladas, recubierta de verrugas y carúnculas de diferentes tamaños de color rojo más o menos intensa (Losada *et al.* 2006). Sobre la frente aparece el apéndice carnosos eréctil, de longitud variable según el estado de excitación particularmente desarrollada en el macho el cual es conocido como cintillo, en la parte superior del pecho se observa una especie de adorno a modo de pincel, constituido por un conjunto de plumillas negras, con longitud de hasta 15 cm en el macho (Figura 1) y variable en la hembra (Calderón *et al.* 2002).

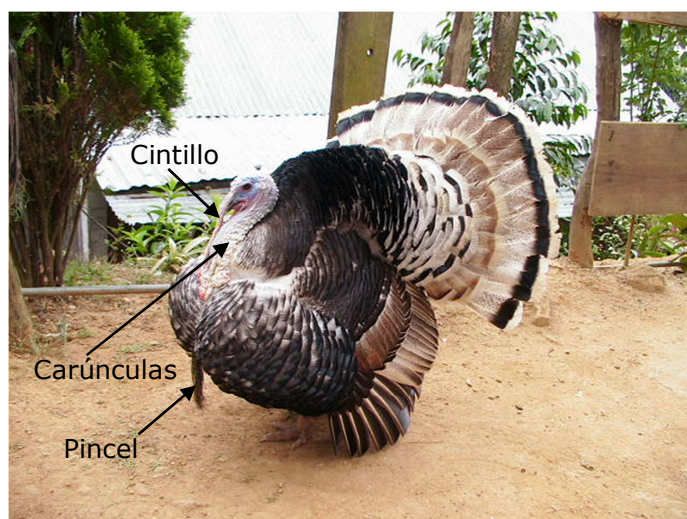


Figura 1. Principales características morfológicas del guajolote macho.

Los guajolotes pueden criarse en condiciones más áridas o tropicales que las requeridas para los pavos domésticos, o que en los sitios de distribución natural del pavo silvestre; debido a que toleran mejor el calor y están adaptados a pastorear, son forrajeros por naturaleza y pueden ser recolectores (Camacho-Escobar *et al.* 2009a). Se les cría desde el nivel del mar hasta a más de 2,500 metros de altitud; su crianza se distribuye en diferentes tipos de clima y vegetación: en selvas, desiertos, temperaturas templadas y tropicales (NRC 1991).

2.4.2. Caracterización por fenotipos

En México no existe una clasificación formal de los fenotipos de guajolote nativo, por lo cual se consideran los criterios de clasificación norteamericana para pavos tradicionales (Camacho-Escobar *et al.* 2008a).

El pavo tradicional Norteamericano tiene muchas variedades de colores y tamaños, incluyendo blanco y bronceado. Se han descrito 23 fenotipos de color, incluso existen variedades que han incluido en algún momento cruza con pavos silvestres (Johnson 1998). La Asociación Americana de Avicultura, considera a los pavos como una sola raza y reconoce ocho variedades (Suárez 2002): el pequeño blanco de Beltsville, negro (negro de España o Negro de Norfolk), rojo Borbón, Bronce, Narragancet, Royal Palm, Pizarra (Slate) y blanco de Holanda. Otras variedades que se han descrito son: bronce alas negras, gris, Beige Jersey, Nebraskan y Nittany. Esta asociación propone la separación de las muchas variedades en dos grupos, uno para exhibición y otro para producción comercial (Hawes 2007); en apoyo a esta propuesta están quienes consideran que las variedades de color diferentes al bronceado y al blanco, son poco productivas (Ensminger 1980, Hessel 1970, Parkhurst & Mountrey 1987, Schopflocher 1994).

Según el Consejo Nacional para la Investigación de los Estados Unidos de Norteamérica (NRC 1991) el color del guajolote mexicano varía de blanco, salpicado o moteado hasta el negro. En guajolote mexicano de traspatio, se han reportado 11 fenotipos similares a los descritos en el pavo tradicional americano que son: Bronceado, Negro, Royal Palm, Castaño, Rojo Borbón, Narragancet, Manchado, Café, Pizarra, Blanco y Albinismo imperfecto (Camacho-Escobar *et al.* 2008a). Al menos nueve de

los fenotipos de guajolote mexicano descritos son similares a las razas de pavos tradicionales de Norteamérica y otros posiblemente son fenotipos no identificados anteriormente. Estas diferencias pueden estar relacionadas con la diversidad genética que posee el guajolote mexicano por ser éste el origen de la especie, a su aislamiento genético y reproductivo (Camacho-Escobar *et al.* 2008a).

Se han reportado cinco colores básicos de pluma en guajolote mexicano: negro, café, gris, blanco y rojo; en total trece posibles combinaciones entre ellos, de las cuales ocho combinaciones de dos colores y cinco combinaciones de tres colores de pluma que es posible encontrar en un solo individuo (Camacho-Escobar *et al.* 2009a).

Otra característica importante para la caracterización fenotípica de los recursos genéticos avícolas, es el color de la piel del tarso que puede variar, encontrándose la coloración por orden de importancia, blanco, rosa, gris, negro, amarillo y café (Camacho-Escobar *et al.* 2008a).

2.4.3. Índices productivos

El peso de un guajolote macho adulto oscila entre 5 y 8 kg, y una guajolota entre 3 y 4 kg (NRC, 1991). Los machos a los 6 meses de edad alcanzan a pesar 4.5 kg; a los 8 meses y medio 6.5 kg (Calderón *et al.* 2002). En la costa de Oaxaca, México, el peso de venta de los guajolotes machos adultos es de 9.4 kg (± 1.8 kg DE) con edad promedio de 1.2

años (± 0.5 años) y las guajolotas de 7.2 kg (± 0.6 kg DE) con 1.2 años promedio de edad (± 0.5 años) (Camacho-Escobar *et al.* 2009a); en comparación con guajolotes provenientes de diferentes regiones fisiográficas del estado de Michoacán, los machos tienen un rango de peso entre 6.90 – 9.09 kg y las hembras 2.97 – 4.82 kg (López-Zavala *et al.* 2008).

En general, los guajolotes prefieren caminar a volar, recorriendo distancias considerables (NRC 1991). Sus movimientos no son inhibidos por el peso, por lo tanto pueden volar a las ramas de los árboles, principalmente para huir de sus depredadores (Johnson 1998) y para pernoctar (Shufeldt 1912), como sucede en la actualidad en las unidades de producción de traspatio de la Costa de Oaxaca (Camacho-Escobar *et al.* 2009a).

2.4.4. Características reproductivas

Son de reproducción estacional estimulada por el incremento de la luminosidad diaria, requieren de al menos 12 horas/luz al día (NRC 1991), no existe la segregación de parvadas por sexos. Las guajolotas pueden alcanzar la madurez sexual a los seis meses de edad; sin embargo, el promedio es a los 9.4 meses (± 3.2 meses DE), a esa edad pueden comenzar a poner huevo (Camacho-Escobar *et al.* 2009a). La época reproductiva inicia entre los meses de septiembre u octubre, antes que en

las pavas silvestres que inician a finales del mes de febrero (Leopold 1944); después de poner en promedio 13 huevos ($\pm 4,0$ huevos DE), la guajolota encloeca y comienza a empollar los huevos (Camacho-Escobar *et al.* 2008a, Losada *et al.* 2006). Juárez & Gutiérrez (2009) mencionan que pueden llegar a tener 3 ó 4 ciclos de postura por año, y llegan a producir 1.45 kg de huevo durante un ciclo o periodo de postura, estas diferencias pueden ser porque dependen de la latitud donde se encuentren, entre más aumente la latitud podrían tener una reproducción estacional y mientras más se acerca al ecuador esa estacionalidad tiende a desaparecer. El periodo promedio entre nidadas tiene una duración de 3.2 meses (± 1.9 meses DE), criando a los pavipollos por cerca de 2.7 meses (Camacho-Escobar *et al.* 2009a). Las hembras prefieren construir sus propios nidos, pero se adaptan a poner en nidos artificiales que pueden ser de arena, aserrín, paja o tela (NRC 1991).

El tiempo de incubación es de 29.7 días (± 5.2 días DE), el cual puede variar afectado por la temperatura y humedad ambiental en la que se encuentren las aves (Camacho-Escobar *et al.* 2009a), así como la edad de las hembras, aunque se ha reportado que tiene duración de 28 días igual que el pavo doméstico (Losada *et al.* 2006).

Camacho-Escobar *et al.* (2009a) reportan que el color del cascarón de huevo en guajolotes de traspatio puede ser rojo, blanco, amarillo y negro, con o sin motas las cuales suelen tener color café o gris.

El guajolote de traspatio tiene la habilidad de conseguir pareja de forma natural (Johnson 1998), el número de hembras por cada macho que se reportan en explotaciones de traspatio en el trópico en México, es de 4.2 hembras (± 1.6 DE) por cada macho (Losada *et al.* 2006). La guajolota es capaz de incubar sus propios huevos, obteniéndose en promedio un porcentaje de eclosión de huevos fértiles de 85.0 (± 17.7 DE); es capaz de criar exitosamente y defender a los pavipollos de los peligros (Johnson 1998).

Los pavipollos son muy susceptibles a los cambios de temperatura y requieren de protección contra enfriamientos repentinos, principalmente en la noche; y son principalmente susceptibles a enfermedades respiratorias (NRC 1991). Tienen resistencia a cualquier cambio en su rutina alimenticia o en la naturaleza de su alimento (Pérez 2003). Los pavipollos son susceptibles a las infestaciones parasitarias (Losada *et al.* 2006) y a todas las enfermedades virales y bacterianas de la avicultura comercial (NRC 1991, Camacho-Escobar *et al.* 2008b). La mortalidad total de guajolotes en el traspatio de México es del 50 % (± 23.0 DE) (Camacho-Escobar *et al.* 2009b, 2009-2010).

A diferencia del pavo, el cual depende completamente del ser humano, los guajolotes pueden sobrevivir con poco manejo y cuidados (NRC 1991), son dóciles y curiosos; sin embargo, debido a que comparadas con otras aves de corral requieren mayor cantidad de

alimento y espacio, en condiciones de traspatio crecen más lento, su madurez es tardía y producen muy pocos huevos para crear un nicho de mercado de este producto, situación que hace a este tipo de aves poco atractivas para criarlas industrialmente (Hawes 2007, Losada *et al.* 2006).

En el guajolote de traspatio de México, el huevo pesa en promedio 72.4 g (± 2.2 g DE); las dimensiones promedio son 63.8 mm de largo (± 3.6 DE) y 44.8 mm en su parte más ancha (± 1.5 mm DE); al eclosionar los pavipollos tienen un peso promedio de 47.8 g (± 1.4 g DE) y tienen una talla de 100.1 mm (± 2.6 mm DE) (Camacho-Escobar *et al.* 2009a, Juárez & Fraga 2002). El diámetro polar o longitudinal 64.0 mm (± 20.0 mm) presenta mayor grado de variación que el diámetro ecuatorial o transversal 47.0 mm (± 0.6 mm), lo que sugiere que el peso del huevo puede estar más influenciado por la longitud del huevo que por el ancho de mismo (Juárez & Gutiérrez 2009).

2.5. Necesidades nutrimentales

A pesar de que el pavo y el guajolote presentan diferentes índices productivos, tienden a confundirse, actualmente la información es escasa que indique cuales son los requerimientos nutricionales de los guajolotes (Galicia *et al.* 2001, Aquino *et al.* 2003), por lo que se presentará la información que existe para pavos, lo cual sirve de referencia hasta que se genere la suficiente información para ello.

2.5.1. Energía

La principal función de los carbohidratos en las dietas de las aves es proporcionar energía, la cual se requiere para mantener la temperatura corporal y para funciones esenciales del cuerpo, como el movimiento y las reacciones químicas involucradas en la síntesis de los tejidos y la eliminación de los desechos (Ávila-González 2004). Las aves se abastecen de energía al ingerir carbohidratos y transformarlos en energía química, por medio de la oxidación parcial o total de las moléculas orgánicas ingeridas y absorbidas en la dieta (Church & Pond 1994).

El concepto energía metabolizable (EM) se refiere a la energía del alimento no excretada en las heces, gases y orina; es decir, la energía que es usada por el animal en las funciones primordiales de sus células y se determina muy fácilmente en las aves, debido a que las heces y la orina son excretadas juntas, esto es indudablemente una poderosa razón a favor de su adopción en los sistemas para aves (Cuca *et al.* 1996).

Las necesidades energéticas del pavo de engorda están referidas por el NRC (1994), existen modelos matemáticos que estiman las necesidades nutricionales en función de la edad del ave (Knízetová *et al.* 1995), de acuerdo a esas necesidades y la capacidad digestiva del pavo se determina que en las dietas en etapa de engorda deben tener un rango de 2.85 - 3.22 kcal por kg de alimento (desde la semana 0 hasta las 6 semanas de edad), 2.85 - 3.45 kcal (12 - 16 semanas) y 3.20 kcal

después de esa edad (NRC 1994). Concentraciones energéticas inferiores reducen el crecimiento, mientras que concentraciones superiores no son económicamente rentables (Lázaro *et al.* 2002).

En cualquier caso, es importante tener en cuenta que el pavo de más de 10 semanas de vida es muy eficiente en la utilización de la energía y responde con mejoras económicamente rentables en los índices de conversión con niveles de inclusión altos en la dieta (Lázaro *et al.* 2002).

Las mejores fuentes de carbohidratos para las aves son los granos, sus subproductos y algunos tubérculos; las aves criadas en condiciones comerciales dependen de los granos como su principal fuente de energía, y en términos generales, entre 60 y 70 % de su dieta consiste en granos (Ávila-González 2004).

2.5.2. Grasas

Las grasas son otras fuentes importantes de energía para la alimentación de las aves (Cuca *et al.* 1996). Se ha observado que algunos ácidos grasos insaturados (linoléico y linolénico) no pueden ser sintetizados por el ave, por lo cual deben ser administrados en la dieta (Lázaro *et al.* 2002). En la formulación de dietas se debe poner atención especial en incluir el ácido linoléico, el cual es esencial para el crecimiento y no lo sintetiza el ave; a partir de este ácido graso, el ave puede sintetizar el araquidónico, lo cual indica que este ácido graso insaturado

puede no estar presente en la dieta (Ávila-González 2004). En general, la grasa corporal es sintetizada, en gran cantidad, a partir de carbohidratos que consume el ave (Bolton 1962).

2.5.3. Proteínas

Las proteínas para la alimentación de las aves son de origen: animal o vegetal; la proteína animal es de superior calidad a la proteína vegetal, debido principalmente a su alto contenido de aminoácidos esenciales; sin embargo, si las proteínas vegetales se procesan adecuadamente y se complementan con aminoácidos esenciales su valor nutritivo será similar como la proteína animal (Ávila-González 2004).

En todas las especies domésticas, las necesidades de proteína y aminoácidos esenciales dependen de la edad del animal, y el criterio productivo utilizado para definir dichas necesidades (crecimiento, eficiencia alimenticia o calidad de la canal) (Lázaro *et al.* 2002).

Firman & Boling (1998), han descrito con precisión la proteína ideal para pavos con base a aminoácidos digestibles, observando que no difiere marcadamente de la descrita para pollos, por lo que se espera que en el guajolote sean similares. Martínez & Arriaga (1988), recomiendan 24 % de proteína cruda (PC) para la etapa de crecimiento en guajolotes, y 18 % en desarrollo y reproducción, el nivel de fibra recomiendan 2 % y grasa entre 6 – 7 %.

2.5.4. Vitaminas

Las vitaminas son indispensables para un crecimiento normal, para la reproducción, la conservación de la salud y la incubabilidad (Cuca *et al.* 1996).

Las necesidades de las aves para una determinada vitamina dependen de las condiciones del medio ambiente, del tipo de ración, sus ingredientes y del ritmo de crecimiento (Cuca *et al.* 1996). Por otra parte la microflora del intestino es capaz de sintetizar algunas vitaminas que al ser aprovechadas por el ave, hacen que sea menor la proporción que las mismas que deben proporcionarse en la dieta (Bolton 1962).

Las vitaminas tiamina, piridoxina y biotina generalmente se encuentran en niveles adecuados en casi todos los ingredientes que se incluyen en las raciones por lo tanto, no representan ningún problema; en cambio, siempre debe ponerse especial atención en los niveles de vitamina A, riboflavina, niacina, pantotenato de calcio, vitamina B₁₂ y colina (Ávila-González 2004).

En algunas especies avícolas como codorniz y guajolote, no han sido estudiadas a profundidad la información sobre las necesidades de vitaminas (Lázaro *et al.* 2002). En condiciones de traspatio las dietas son escasas en vitaminas y las aves pueden presentarse síntomas carenciales de las vitaminas D, E, K y ácido nicotínico (Bolton 1962).

2.5.5. Minerales

Aunque los minerales forman parte integral y esencial de todos los tejidos del cuerpo, su distribución, en éste no es uniforme; el esqueleto contiene la mayor parte de calcio y fósforo, el potasio se encuentra principalmente en los músculos, el hierro en la sangre, el yodo en la glándula tiroides y el silicio en las plumas (Bolton 1962).

Las necesidades varían con la edad y el estado fisiológico del ave (Bolton 1962). Los minerales son indispensables para diversas funciones como componentes de sistemas enzimáticos y cofactores enzimáticos, principalmente durante el crecimiento (Cuca *et al.* 1996).

2.5.6. Agua

El agua permite que el ave desarrolle sus funciones normales (Cuca *et al.* 1996). Ablanda el alimento para su digestión, es importante para la absorción de los nutrientes, ayuda a la eliminación de productos de desecho, sirve para el control de temperatura corporal, es el medio para que las funciones químicas del cuerpo se realicen y actúa como lubricante de articulaciones, músculos y tejidos del organismo (Ávila-González 2004). Constituye 50 % del peso de un ave adulta y 78 % del peso de un pollito recién nacido (Ávila-González 2004).

Las aves obtienen el agua de tres fuentes: a) la que es consumida al beberla que se llama *agua en estado libre*; b) el agua que está contenida en el alimento consumido y, c) la que está disponible por medio de procesos metabólicos en los tejidos y se conoce con el nombre de *agua metabólica* (Ávila-González 2004).

2.6. Importancia de la producción de la carne de guajolote

El guajolote se caracteriza por poseer carne con bajo contenido en grasas saturadas y lipoproteínas de baja densidad, la cual predispone a enfermedades cardiacas, tiene alto contenido en grasas insaturadas (mono insaturadas y poli insaturadas) o lipoproteínas de alta densidad (HDL), constituyendo un alimento de fácil digestión (Llamas 2005), es de carne blanca, rica en proteínas y magra, tiene la proporción más alta en aminoácidos esenciales, en comparación con otras especies domésticas (Cuadro 1) (Mortimer 1970); razón por la cual ha mostrado un incremento importante en su producción durante los últimos años con 6,106,083 toneladas de carne durante 2008 en el mundo, que constituyen 6.6 % de la producción de carne aviar mundial (FAOSTAT 2010).

Otra de las características del guajolote domestico de traspatio es que los precios al consumidor de sus productos, carne y huevo, son superiores al de los producidos en sistemas tecnificados, debido a que son

considerados como productos libres de antibióticos, hormonas y otros químicos, además de tener un mejor sabor (Centeno *et al.* 2007).

El interés actual de la explotación industrial del guajolote se basa en el rendimiento en canal que representa un 78.94 % en promedio (Mortimer 1970), y en el carácter económico de su producción, añadiendo a esto, el empleo de sus subproductos como sangre, piel, hueso y plumas, los cuales pueden ser usados para fabricar harinas, pastas y artesanías (De Dios *et al.* 2006).

En México, el consumo de carne de pavo o guajolote, es más habitual en las comunidades rurales del sureste que en el resto del país (Aquino *et al.* 2003). La tradición en el consumo de esta especie ha creado una amplia gama de atributos deseables en relación a la calidad de su carne, esta situación se manifiesta en la preferencia por gran parte de los consumidores del guajolote de traspatio respecto al pavo industrial (Calderón *et al.* 2002), a pesar de la baja frecuencia con la que se consume.

Reyes-Borques y col. (2010), realizaron un estudio de análisis sensorial de productos derivados de guajolote (pechugas), tratadas con 5 diferentes regímenes alimenticios y obtuvieron que la carne de aves que consumieron forraje y desechos de cocina presentaron las mayores preferencias del consumidor que los que solo consumieron alimento comercial, entre los atributos sensoriales que encontraron en las que

presentaron mayores preferencias fue suavidad, firmeza al tacto, desmenuzable, y jugosidad, y la carne de aves alimentados con alimento comercial presentaron maleabilidad, alto contenido de grasa, y suavidad al tacto y la boca.

En los centros urbanos el consumo de carne de pavo doméstico, criado industrialmente, se ha incrementado debido a la presencia en el mercado de embutidos como salchichas, jamón y pechuga ahumada (Camacho-Escobar *et al.* 2008a).

Hernández-Sánchez (2006); menciona que la mayoría de los estudios realizados de guajolote de traspatio son descriptivos y están basados en encuestas. Se ha hecho muy poco por caracterizar la población de aves criollas por lo que falta por investigar los aspectos productivos y reproductivos de estas aves (Barrantes 2009).

Debido a la escasa información existente sobre el manejo y alimentación del guajolote criollo en nuestro país, el presente trabajo pretende servir como herramienta para lograr un mejor aprovechamiento del guajolote, así como recabar información concerniente a la importancia de la producción en sistemas de traspatio, así como caracterizar el crecimiento bajo este sistema.

Cuando no se incluye el análisis económico en los estudios diseñados bajo una visión biológica, puede conllevar a conclusiones parciales, y a recomendar en algunos casos, propuestas alimentarias técnicamente

viables, pero no factibles desde el punto de vista económico (Contino-Esquiјerosa 2007). Por ello, es de suma importancia valorar la factibilidad económica del uso de los diferentes tratamientos en la alimentación del guajolote.

Cuadro 1. Contenido de nutrientes y algunas vitaminas de carne de pavo y otras carnes (Mortimer 1970).

Carne cocida	Proteínas (%)	Energía (Kcal)	Proporción PC: Kcal	Grasas (%)	Agua (%)	Cenizas (%)	Niacina mg/Kg	Rivoflavina mg/Kg
<i>Pechuga de pavo</i>								
Macho	33.5	1940	5:8	6.7	59	1.1	92	4.3
Hembra	35.0	2150	6:1	8.3	56	1.1	84	5.3
<i>Muslos de pavo</i>								
Macho	30.8	2240	7:3	11.2	57	1.0	94	4.1
Hembra	30.3	2300	7:6	12.1	56	1.0	86	4.1
<i>Vacuno</i>								
Pierna	27.0	2330	8:6	13.0	59	1.3	48	2.5
Lomo	24.0	3190	13:3	24.0	51	1.2	40	2.0
<i>Cerdo</i>								
Jamón	24.0	4000	16:7	33.0	42	1.2	53	2.1
Chuleta	24.0	3330	14:5	26.0	50	1.2	53	2.3

2.7. Curvas de crecimiento.

Las curvas de crecimiento permiten describir y resumir los cambios cuantitativos que experimentan las aves en algunas etapas de su vida, son útiles para ayudar a seleccionar aves criollas acordes con las demandas de los productores y para programar las fases de alimentación, concentrando mayor cantidad de nutrientes en las fases de crecimiento acelerado, también ayudan a determinar cuál es la edad ideal al sacrificio, así como los efectos de la selección genética sobre los componentes de la curva, y la ganancia de peso durante su vida a edad determinada (Valencia *et al.* 2003, Ahmad & Mottaghitalab 2007, Keskin *et al.* 2009); pero de acuerdo a la descripción del patrón de crecimiento en un ambiente y sistema de manejo definidos (Delgadillo-Calvillo *et al.* 2009). Además, los parámetros de las curvas de crecimiento pueden ser utilizados separadamente o en conjunto, para predecir tasas de crecimiento, y otros aspectos de interés zootécnico (Malhado *et al.* 2008). Para Knízetová *et al.* (1995) la forma de las curvas de crecimiento es el resultado del índice de crecimiento y los cambios durante la ontogénesis.

El crecimiento animal es definido como incremento en tamaño, consistiendo no solo en incremento de tamaño celular (hipertrofia) en animales, también incluye aumento en número de células (hiperplasia) (Chambers 1993., Cañas *et al.* 2007).

El crecimiento postnatal de los animales domésticos muestra un modelo sigmoideo, con un crecimiento inicial lento, donde la asíntota inferior es el comienzo del crecimiento, la asíntota superior es el tamaño maduro y el punto de inflexión es el punto máximo de crecimiento (Herrera-Martínez *et al.* 2008). Entre los factores que afectan el crecimiento de un animal están: la herencia (genética), sexo, manejo, edad, factores ambientales y alimentación; siendo este último, el principal factor exógeno a considerar en el conjunto de particularidades sobre el crecimiento (Cañas *et al.* 2007).

Entendiendo la importancia zootécnica y económica de varias características como el peso vivo, ganancia de peso, edad a la madurez reproductiva y peso máximo, se han propuesto diferentes modelos de curvas que expresan el crecimiento: polinomiales, no lineales y lineales mixtos, en el Cuadro 2 se muestran ejemplos de algunos modelos matemáticos, dicha información se puede resumir biológicamente en ciertos aspectos biológicos (Takma *et al.* 2004, Balcioğlu *et al.* 2005, Ersoy *et al.* 2006). Existen dos parámetros importantes que deben ser considerados en el crecimiento: el potencial genético y el tiempo en alcanzar la madurez; sin embargo, no deben de olvidarse los factores ambientales (Karakus *et al.* 2008).

Cuando un animal está creciendo, su proceso de desarrollo puede ser explicado mediante una curva que lo represente, cuyos parámetros son descritos como una constante biológica interpretada bajo la forma de una ecuación matemática que generalmente puede

graficarse como una curva sigmoidea (Ersoy *et al.* 2006). La tasa de crecimiento comienza en algún punto fijo (peso al nacer) y se incrementa a un punto máximo o de inflexión; después de este punto, el crecimiento decrece asintóticamente hasta alcanzar un valor final (Takma *et al.* 2004).

Sin embargo, existen modelos no lineales que son utilizados para describir el crecimiento después de cierta edad (Karakus *et al.* 2008). Estos modelos matemáticos generan curvas de crecimiento que proveen una media para visualizar el modelo de crecimiento después de un tiempo, por ello la ecuación puede ser utilizada para predecir el peso esperado de un grupo de animales a una edad específica (Yakupoglu & Atil 2001).

La curva de crecimiento sigmoidea, se extiende desde la concepción hasta la madurez; después del nacimiento y durante algún tiempo hay una fase de crecimiento rápido (fase de auto aceleración) durante la cual, el ritmo de crecimiento es casi constante y no existe declive de la curva, durante los últimos estadios de esta fase de crecimiento del músculo, hueso y órganos vitales, comienzan a disminuir gradualmente y, se presenta un punto de inflexión (fase de auto inhibición). Esta última fase también se caracteriza por la deposición de grasa; cuando se retrasa el crecimiento y se obtiene el peso máximo posible, el crecimiento se detiene (fase de madurez), finalmente con la vejez el volumen corporal se reduce (fase de declinación) y se pierde masa muscular. El uso de la curva sigmoidea

de crecimiento, es útil para estudiar el desarrollo animal, realizar comparaciones entre especies, animales de una misma raza e inclusive la dinámica del crecimiento de los componentes de un mismo animal (Núñez 2009).

Cuadro 2. Modelos matemáticos utilizados para estimar curvas de crecimiento.

Modelo	Ecuación
Lineal	$Y = a + bX$
Multiplicativo	$Y = a X^b$
Logístico	$Y = P \{ e^{-k(-1)} + 1 \}$
Von Bertalanffy	$Y = P \{ 1 - 1 / e^{-k(x-1)} \}^3$
Gompertz	$Y = P \{ e^{-e^{-k(x-i)}} \}$

(Alvarez & Boche 1997). Y = Predicción de la ganancia de peso (g) por edad; X=edad; a: peso al nacer; b: tasa de crecimiento; P: peso asintótico de crecimiento; K: tasa de crecimiento constante; i=edad de cambio en la tasa de crecimiento.

Para el caso de las aves, la tasa de crecimiento absoluto mide el desarrollo por cada unidad de tiempo (comúnmente se utilizar la semana) y es un indicador de cuánto crece el ave por la unidad de tiempo seleccionada; la tasa de crecimiento relativo representa el

aumento de peso por unidad de peso presente, y es un indicador del esfuerzo realizado por el ave para aumentar su biomasa (Valencia *et al.* 2003).

Takma *et al.* (2004), mencionan la importancia de conocer el uso de curvas de crecimiento de algún animal, la cual consiste en saber la eficiencia productiva durante su vida.

Knízetová *et al.* (1995) reportan que la función más apropiada para estimar curvas de crecimiento en aves de corral (pollos de engorda, pavos y patos) es el modelo sigmoideo de Richards. Este modelo biológico ha sido importante para evaluar el crecimiento avícola, que se han descrito tres aspectos biológicos de crecimiento: 1) tamaño, el límite superior o asintótico; 2) el índice, una medida de tiempo para especificar el tiempo requerido del incremento de crecimiento, y 3) forma, una medida cuantitativa que describe la trayectoria tomada por el proceso de crecimiento (Brisbin *et al.* 2009).

El objetivo del uso de modelos matemáticos y su aplicación a datos de crecimiento es facilitar su manejo e interpretación biológica, debido a que la cantidad de observaciones requerida es muy grande. El tratamiento matemático de los datos se justifica porque simplifica la interpretación de los mismos. La transformación de datos biológicos al lenguaje matemático tiene el propósito de interpretar el comportamiento biológico del crecimiento de un animal; sin embargo, si el fenómeno descrito mediante el lenguaje matemático no tiene

significado biológico, es mejor evitar el análisis matemático (Nuñez 2009).

2.8. Modelo de crecimiento de Richards

El modelo de crecimiento de Richards describe suficientemente el crecimiento de un solo individuo o bien, el crecimiento de individuos idénticos. Sin embargo, puede haber variación en el crecimiento inicial (crecimiento asimétrico de tamaño). Para permitir el crecimiento asimétrico de tamaño, dentro del modelo matemático, la suposición de crecimiento proporcional puede ser generalizada de modo que el crecimiento de cada individuo es proporcional a la función de la capacidad de su tamaño.

La función de Richards es definida por la siguiente ecuación diferencial:

$$\frac{dv(t)}{dt} = \frac{k}{1-\delta} v(t) \left(\left(\frac{v(t)}{w} \right)^{\delta-1} - 1 \right) \quad \delta \neq 1 \quad (1)$$

Donde **$v(t)$** es la talla en el tiempo **t** , **k** es el parámetro de crecimiento, y **w** es la talla final. El índice inicial de crecimiento es **$k / (\delta-1)$** y si **$\delta > 1$** , el crecimiento inicial es exponencial. La forma de la curva de crecimiento está determinada principalmente por **δ** . Si **$\delta > 0$** , entonces la curva de crecimiento es sigmoideal y el punto de inflexión está en la proporción **$\delta^{1/(1-\delta)}$** de la talla final. La inclinación

de la tangente del punto de inflexión decrece con δ . El índice máximo de crecimiento, $kw \delta^{1/(1-\delta)}$, está en el punto de inflexión.

La variable del punto de inflexión del modelo de crecimiento de Richards incluye otras funciones sigmoidales de crecimiento como casos especiales, por ejemplo, el modelo monomolecular ($\delta = 0$), el modelo von Bertalanffy ($\delta = 2/3$), el modelo logístico ($\delta = 2$), y tomando el límite como $\delta \rightarrow 1$ el modelo Gompertz:

$$\frac{dv(t)}{dt} = kv(t)(\log(w) - \log(v(t))) \quad (2)$$

En el modelo Richards, la ecuación diferencial puede ser solucionada bajo la condición donde $\delta < 1$ y $(1 - \delta) \exp(-\delta y) \leq 1$:

$$v(t) = w (1 + (\delta - 1) \exp(-k(t - y)))^{\frac{1}{1-\delta}} \quad (3)$$

Donde y es el tiempo del punto inflexión.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica y ambiente

La investigación experimental se realizó en las jaulas para guajolotes del Campo Experimental Bajos de Chila de la Universidad del Mar Campus Puerto Escondido, Oaxaca, México; localizado a 15° 55' 23.1" latitud Norte y 97° 09' 05.0" longitud Oeste con una elevación de 12 msnm, ubicado en el Km. 128.1, de la carretera federal Pinotepa Nacional - Puerto Escondido, Oaxaca (Pinacho 2008). De acuerdo a la clasificación de Köppen modificado por García (1988), el clima predominante en la zona es el cálido subhúmedo con lluvias en verano, y precipitación pluvial promedio de 731.9 a 2,054.0 mm. La época de lluvia es muy marcada en los meses de mayo a octubre (Mendoza 2008). La temperatura mínima promedio durante el experimento se encontró en 18 °C (± 6 °C DE) y la máxima fue 40 °C (± 3 °C DE), respecto a la humedad mínima se encontraron valores promedio de 28 % (± 15 % DE) y la humedad máxima 98 % (± 2.0 % DE). Para la toma de datos de temperatura y humedad se utilizó un higrometro/termometro marca Control Company, modelo Taceable 4184.

3.2. Manejo general y sanitario

Al arribar los guajolotes en el campo experimental, tuvieron una semana de adaptación, posteriormente se distribuyeron al azar. Al tercer día del arribo al campo experimental, se les aplicó vacunas

para la prevención de brotes de las siguientes enfermedades: cólera aviar, viruela aviar, influenza aviar y Newcastle; además de desparasitaron contra coccidias, de acuerdo a las descripción de enfermedades más frecuentes en guajolotes en la Zona de la Costa realizada por Camacho-Escobar *et al.* (2009b). Se identificaron con cuentas plásticas de colores (chaquiras), las cuales se le colocaron en la piel de la región occipital de la cabeza, cada color tenía un correspondiente número, método de identificación temporal recomendado para investigación especies silvestres (Morales-Salud 2001).

3.3. Jaulas

Se utilizaron 10 jaulas, cada una tenía un área de 9 m², con una altura de 3 m en la parte más alta, y 2.3 en la más baja (Figura 2), con piso de cemento, paredes de malla galvanizada. Cada jaula estaba equipada con 2 charolas de iniciación, 2 bebederos vitroleros de 3 l, 1 comedero automático de tolva, y una percha de tubo de acero inoxidable.



Figura 2. Jaulas de guajolotes en el campo experimental

3.4. Diseño experimental

El estudio se llevó a cabo en dos etapas o fases experimentales

3.4.1. Experimento 1. Evaluación de dietas

3.4.1.1. Duración del experimento

La fase experimental tuvo una duración de 36 semanas, del mes de agosto de 2008 a febrero de 2009.

3.4.1.2. Animales experimentales

Los guajolotes fueron adquiridos directamente con productores de traspatio de comunidades rurales de la región de la costa de Oaxaca: San José Manialtepec, Santa María Cortijo y la Soledad, Tututepec (Figura 3).

Se utilizaron 40 ejemplares de 3 a 6 meses edad de ambos sexos, 23 machos y 17 hembras, de fenotipo bronceado, auburn, black, bourbon red, narragancet, y white. Al inicio del experimento el peso para cada tratamiento fue el siguiente, $T1=3556.87\pm1405.00$ g,

$T2 = 3352.37 \pm 1349.76$ g, $T3 = 869.00 \pm 310.99$ g, $T4 = 2074.37 \pm 769.31$ g, y $T5 = 2930.00 \pm 473.44$ g, la longitud inicial del pico-cola, $T1 = 96.00 \pm 9.35$ cm, $T2 = 92.25 \pm 12.12$ cm, $T3 = 63.37 \pm 11.67$ cm, $T4 = 89.00 \pm 9.59$ cm, y $T5 = 89.25 \pm 11$ cm, y la longitud de envergadura de las alas, $T1 = 122.75 \pm 10.53$ cm, $T2 = 114.25 \pm 10.98$ cm, $T3 = 87.00 \pm 5.95$ cm, $T4 = 110.12 \pm 12.60$ cm, y $T5 = 116.00 \pm 11.71$ cm.

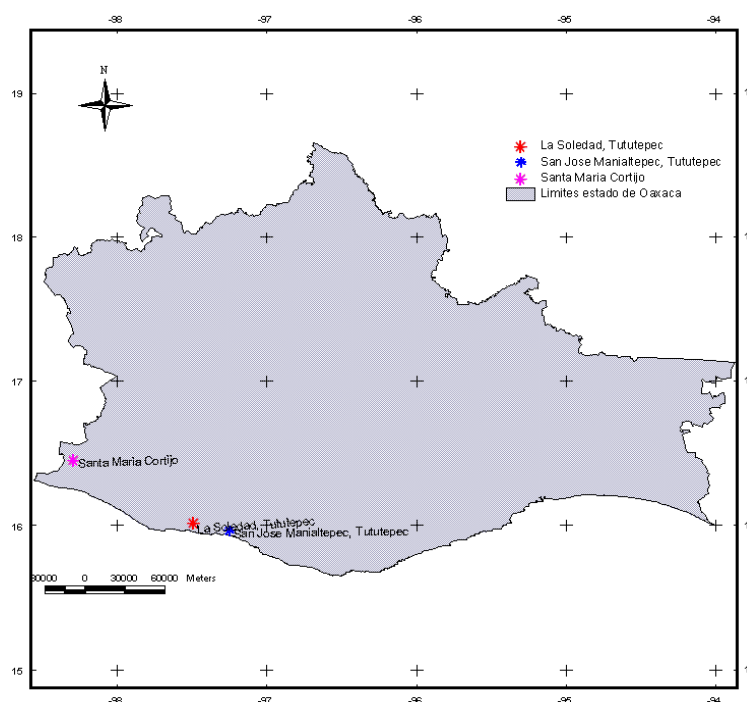


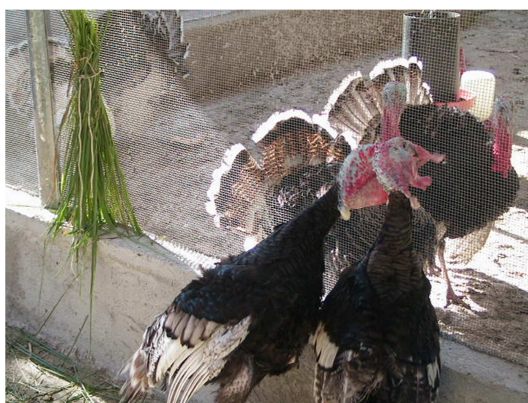
Figura 3. Mapa de la localización de las comunidades de donde se compraron los pavipollos.

3.4.1.3. Alimentación

El sistema de alimentación para todas las unidades experimentales consistió en suministrar uno de los tratamientos experimentales: T1 = Desperdicio de cocina + Forraje fresco, T2 = Desperdicio de cocina, T3 = Alimento comercial + Forraje fresco, T4

= Maíz quebrado + forraje fresco y T5 = Alimento comercial para pavos que sirvió como testigo (Figura 4). El desperdicio de cocina se ofreció en charolas, el maíz quebrado y el alimento comercial para pavos en comederos tipo tolva, el forraje fresco se ofreció atado en lugares accesibles a los guajolotes. El forraje que se utilizó fue el zacate guinea (*Panicum máximum*), en un estado fenológico joven. La composición donde se incluye como fuente de variación el forraje, se estimó en una proporción de alimento-forraje 5:1, es decir se proporcionó un 20 % de forraje verde y 80% del otro que componía cada tratamiento. El alimento y el agua se ofrecieron a libre acceso.

La idea de ofrecer dietas con diferente densidad de nutrientes, fue tomada de un estudio realizado por Hale *et al.* (1969), quienes evaluaron la inclusión de 5, 10, 15 y 20 % de fibra en la dieta de pavos domésticos en cautiverio, y reportan que conforme aumenta el nivel de fibra el contenido calórico en la dieta disminuía, pero los pavos ajustaban el consumo de alimento, consumiendo más alimento de menor contenido calórico y al final del experimento no se presentaron diferencias significativas en la ganancia de peso.



a) Forraje fresco guinea



b) Desperdicio de cocina



c) Maíz quebrado



d) Alimento comercial para pavos

Figura 4. Tipos de alimentos utilizados durante el estudio. El desperdicio de cocina se ofreció en charolas, el maíz quebrado y el alimento comercial para pavos en comederos tipo tolva, el forraje fresco se ofreció atado en lugares accesibles a los guajolotes.

La dieta que estaba basada en desperdicio de cocina contenía variedad de alimentos en buen estado de conservación, y para determinar su frecuencia se tomaron 60 muestras al azar, 2 por semana, y se observó el contenido de cada muestra para conocer el porcentaje de cada alimento, Cuadro 3. Respecto a las dietas comerciales utilizadas, se manejaron dos etapas: iniciación en pavipollos hasta los siete meses de edad, el alimento tenía la presentación de migajas, y en la etapa de finalización (mayor a 7 meses) en forma de pellets.

Cuadro 3. Frecuencia en porcentaje de los componentes de la dieta basada en desperdicio de cocina¹.

Alimento	Frecuencia (%)
Lechuga	18
Col	16
Tomate crudo	15
Tortilla	11
Avena	10
Frijol	8
Pan o productos de harina de trigo	6
Brócoli	6
Arroz	4
Zanahoria	1
Elote	1
Chícharo	1
Carne de pollo	1
Queso	1
Huevo	0.5
Carne de res	0.5

¹Tomado de 60 muestras aleatorias con las que se realizó el análisis químico proximal.

3.4.1.4. Variables evaluadas

Diariamente se pesó el alimento ofrecido y rechazado, con lo cual se obtuvo por diferencia el consumo diario, semanalmente los guajolotes se pesaron en una báscula electrónica de plataforma, marca Torrey, modelo EQB1007/200, con capacidad de 50 kg y precisión de 200 g., se tomaron medidas cabeza - cola y envergadura de las alas con una cinta métrica flexible marca Urrea con longitud de 100 cm., para estimar la ganancia de peso semanal, que se obtuvo por diferencia del peso obtenido la semana anterior, de igual

manera se hizo para estimar semanalmente incremento en longitud pico-cola y envergadura de las alas.

Se realizó el análisis químico proximal de los tratamientos en el laboratorio de alimentos de la UMAR, Campus Puerto Ángel, por los métodos de la AOAC (1990). Respecto al alimento comercial para pavos se incluyen los valores que el fabricante incluye en la etiqueta y fueron comprobados los valores mediante el análisis químico proximal.

3.5.1.5. Análisis económico

Para estimar costo de alimentación se consideró el precio por kg de alimento comercial en la región que es de \$7.00, en la zona el precio de venta del maíz quebrado es \$7.70. Para el desperdicio de cocina se estimó el costo semanal de embolsado del desperdicio de cocina \$4.70. Así mismo se incluyó un costo por mano de obra para el corte y recolección de forraje fresco basado en 60 minutos de trabajo como el tiempo al día que se dedicó a conseguir forraje fresco (\$6.20) y relacionándolo con el salario mínimo diario que se le paga en la región (\$49.60 día). El método utilizado para la determinación de costos de alimentación es adaptado al utilizado por Jerez *et al.* 2004.

3.4.1.6. Análisis estadístico

Los datos fueron analizados en un diseño completamente al azar con 5 tratamientos (dietas experimentales) y 2 repeticiones (4 aves en cada repetición):

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta en la j-ésima repetición, del i-ésimo tratamiento.

μ = Media general.

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

E_{ij} = Error experimental

Los datos fueron evaluados en el paquete estadístico SAS (1999); las medias de peso, longitud pico-cola y envergadura de alas, fueron ajustadas por el peso inicial de las aves como covariables, y se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey, considerando $P < 0.05$ como diferencia significativa.

La covariable se utilizó con la finalidad eliminar las diferencias en el peso, que tenían una variación de máximo tres meses de edad, esas variaciones de las aves se debieron que no se encontraron animales más homogéneos con los productores ni del mismo fenotipo.

Durante la etapa de adaptación las aves se distribuyeron al azar, se mantuvieron machos y hembras juntos, respetando el criterio de aleatoriedad, cuatro aves en cada jaula. Para la aleatorización se representaron cada tratamiento con 2 repeticiones y al azar se asignaron los tratamientos a cada unidad experimental (jaula).

Los 17 y 23 hembras al llegar al campo experimental se distribuyeron en 2 jaulas, al distribuirlos no se consideró sexo ni el fenotipo de las aves, ya que a la edad que se utilizaron no se encuentran bien diferenciados por el sexo ni por el fenotipo, solo se distribuyeron al azar, pero hay que considerar que una de las repeticiones de los tratamientos de alimento comercial + forraje y en una repetición de alimento comercial se encontraban solo machos, y en los demás tratamientos se encontraron animales de ambos sexos.

Para la evaluación de los tratamientos experimentales se realizó una clasificación numérica para elaborar un análisis de grupos conglomerados para datos semicuantitativos (Herrera 1993). Se integró una matriz con todas las variables estudiadas y se tomó como referencia una ubicación ideal con una puntuación total de 27 puntos, para las variables ganancia diaria de peso (g), ganancia total de peso (g), peso vivo final (g), longitud total pico-cola (cm), ganancia mensual longitud pico-cola (cm), longitud total alas (cm) y ganancia mensual longitud alas (cm), se consideraron las probabilidades de la comparación de medias de Tukey: A=3, AB=2, B=1, C=0.5. Para la

variable costo de alimentación se consideró el intervalo de numeración de 1 a 100=3, 101 a 200=2, 201 a 300=1. El costo por kg de peso vivo se evaluó considerándose el intervalo de 1 a 20=3, 21 a 40=2, 41 a 60=1. La calificación de los tratamientos se estimó con el intervalo 3 a 8= muy malo, 9 a 14= malo, 15 a 20= regular, 21 a 27= bueno.

3.4.2. Experimento 2. Curvas de crecimiento

3.4.2.1. Manejo de huevos durante la incubación y después de la eclosión

Los huevos se recolectaron en comunidades rurales de los municipios de Tututepec y San Pedro Mixtepec de la región costa de Oaxaca, México y después seleccionados por ovoscopía. Los huevos se pesaron en una balanza marca Ohaus (0.01 g de precisión) y se llevaron a una incubadora artificial automática marca Lauka, con capacidad para 40 huevos, donde se incubaron a 37.7 °C, con volteo mecánico automático cada hora y humedad relativa controlada automáticamente de 50 %. Previo a la incubación, los huevos se desinfectaron en una solución de hipoclorito de sodio al 5 % y la incubadora también se desinfectó con el mismo biocida.

3.4.2.2. Animales experimentales

Para la serie de estudios efectuados se utilizaron cuatro machos y cuatro hembras, cada uno de ellos considerado como unidad experimental, todos ellos del fenotipo bronceado (Figura 5).

Los pavipollos al eclosionar fueron pesados y marcados, mediante cuentas plásticas de colores en la piel de la región occipital de la cabeza, a cada color de cuenta se le asignó un número con la finalidad de facilitar el seguimiento de cada guajolote (Morales-Salud 2001). La crianza en las instalaciones de la Universidad del Mar Campus Puerto Escondido, se realizó con temperatura artificial y duró cuatro semanas, posteriormente se les retiró la fuente de calor y fueron trasladados al campo experimental de la UMAR. Durante el período de crianza fueron vacunados y desparasitados según el manejo sanitario recomendado para la región (Camacho-Escobar *et al.* 2009-2010 La eclosión fue considerada como la semana cero y la toma de las variables respuesta continuó hasta las 55 semanas de edad.

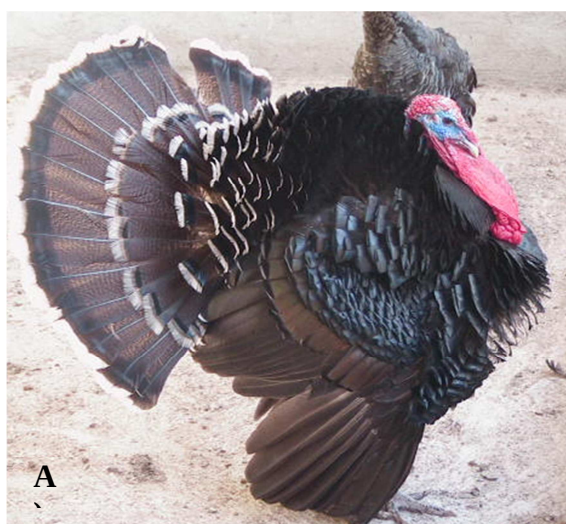


Figura 5. Guajolotes de fenotipo bronceado. A) Macho; B) hembra.

3.4.2.3. Alimentación

El programa alimenticio fue basado en alimento comercial para pavos con dos etapas: crecimiento y engorda, llevado a cabo según las recomendaciones del fabricante (Cuadros 4 y 5), tanto el alimento como el agua fueron proporcionados a libre acceso.

Cuadro 4. Análisis químico proximal de alimento de la etapa de crecimiento para pavos, según la etiqueta del fabricante.

Componente	(%)	Componente	(%)
Humedad	12.00	Cenizas	10.00
Proteína	26.00	Calcio	1.27
Grasa	2.80	Fosforo	1.10
Fibra cruda	6.00	ELN	43.20

Cuadro 5. Análisis químico proximal de alimento de la etapa de engorda para pavos, según la etiqueta del fabricante.

Componente	(%)	Componente	(%)
Humedad	12.00	Cenizas	9.00
Proteína	18.00	Calcio	0.82
Grasa	3.30	Fosforo	0.60
Fibra cruda	7.00	ELN	50.70

3.4.2.4. Modelo matemático y biológico utilizado

La frecuencia de medición de las aves para realizar los modelos tanto como matemático y biológico fue semanalmente tomar el peso (g), indicado para pavos (Ersoy & Aktan 2006).

Se graficó el diagrama de dispersión con los valores originales de la ganancia de peso de ambos sexos, y se utilizaron los modelos matemáticos propuestos por Richards tomando los valores de una variable, además se aplicó un modelo de regresión polinomial ($y = \beta_0 + \beta_1 x + \dots + \beta_n x^n$) de cuarto orden (Sánchez-Ramírez 1999); posteriormente se calculó el coeficiente de correlación que es el indicador de confiabilidad del modelo (Herrera-Martínez *et al.* 2008) y se estimó la tasa de crecimiento para cada sexo.

Agudelo-Gómez *et al.* (2008), describen la ecuación de Richards como:

$$W = \beta_0 \left(1 - \beta_1 e^{-\beta_2 t}\right)^\mu$$

Donde:

W : Es el peso en cualquier instante

β_0 : Es la asíntota superior que corresponde al máximo peso estable.

β_1 : Parámetro de ajuste establecido por los valores iniciales de W y t

β_2 : Tasa de madurez

μ : Grado de madurez referido al punto de inflexión.

Para hallar el mejor ajuste se calcularon los coeficientes de determinación. Comparando dichos coeficientes se puede establecer el modelo que más se ajusta al fenómeno estudiado.

El coeficiente de determinación de un modelo no lineal, y se

obtiene como:

$$r^2 = \frac{\sum (w_i - \bar{w})^2 - \sum (w_i - w_e)^2}{\sum (w_i - \bar{w})^2}$$

Donde:

r^2 : Coeficiente de determinación

w_i : Valor real de peso en cierto instante

w_e : Peso estimado con el modelo en cierto instante

$\bar{w}$: Peso promedio

La tasa de crecimiento promedio se define como el cambio en peso en cierto intervalo de tiempo:

$$\overline{DW} = \frac{\Delta W}{\Delta t} \left[\frac{\text{gramos}}{\text{semana}} \right]$$

Si se quiere hallar la velocidad con que aumenta de peso el animal respecto al tiempo en cualquier instante, se estaría hablando de la tasa de crecimiento instantáneo:

$$DW = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta W}{\Delta t} \left[\frac{\text{gramos}}{\text{semana}} \right]$$

En otras palabras:

$$DW = \frac{dW}{dt} \left[\frac{\text{gramos}}{\text{semana}} \right]$$

Las gráficas de las curvas de crecimiento se elaboraron con el paquete computacional Graph (2009).

El experimento tuvo una duración de 55 semanas, la eclosión fue considerada como la semana cero.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1. Evaluación de dietas

Los resultados del experimento 1, en el Cuadro 6 se presentan la composición química proximal de los cinco tratamientos utilizados durante el experimento, donde se muestra que el T3 y el T5 son los que mayor contenido de proteína contiene, seguido de los tratamientos T1 y T2 los cuales son iguales, y el T4, es el que menor contenido de proteína cruda contiene, significativamente ($P < 0.05$). En cuanto al extracto etéreo el T2 muestra el mayor contenido, seguido del T1, y los tratamientos T3, T4 y T5 son los que menor contenido de este presentan, siendo estas diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$). El mayor contenido de fibra cruda lo presentan los T1 y T2, seguidos del T3 y T4, y el que menor contenido de fibra cruda contiene es el T5, significativamente ($P < 0.05$). Para el extracto libre de nitrógeno los tratamientos que presentan el mayor contenido son T1, T2, T4 y T5 estadísticamente significativo en comparación con el T3 que menor contenido presenta ($P < 0.05$).

Cuadro 6. Composición química de las dietas utilizadas durante el experimento*.

Variable	Tratamiento				
	T1	T2	T3	T4	T5
Materia seca	42.70 ^b	34.00 ^c	85.90 ^a	88.94 ^a	88.00 ^a
Humedad	57.30 ^a	66.00 ^a	14.10 ^b	11.06 ^b	12.00 ^b
Proteína cruda	13.77 ^b	13.97 ^b	26.24 ^a	7.80 ^c	25.00 ^a
Extracto etéreo	8.86 ^b	11.00 ^a	2.60 ^c	4.96 ^c	3.50 ^c
Fibra	18.90 ^a	15.20 ^a	12.19 ^b	11.28 ^b	7.40 ^c
Extracto libre de nitrógeno	54.09 ^a	56.73 ^a	47.98 ^b	57.91 ^a	53.40 ^a
Cenizas	4.38 ^b	3.10 ^b	10.99 ^a	0.64 ^c	10.80 ^a

*La composición donde se incluye como fuente de variación el forraje, se estimó en una proporción de alimento-forraje 5:1. Todos los resultados son expresados en porcentajes. T1 = Desperdicio de cocina + Forraje fresco. T2 = Desperdicio de cocina. T3 = Alimento comercial + Forraje fresco. T4 = Maíz quebrado + forraje fresco. T5 = Alimento comercial. ^{a,b,c} Columnas con distinta literal, son diferentes entre sí ($P < 0.05$).

En los cuadros 7, 8, y 9 para evaluar los tratamientos se tomó como resultado el valor de las medias ajustadas de la covariable por que resultó altamente significativamente para todas las variables, con una probabilidad de < 0.01 . En el Cuadro 7 se presentan las medias, error estándar y los resultados de la prueba de comparación de

medias ajustadas de tukey de las variables evaluadas como ganancia de peso diario, peso vivo final, y ganancia total de peso de guajolote de traspatio. En la ganancia diaria de peso (g), se presentaron diferencias entre los tratamientos, el T1, T3, T5 presentaron el mejor comportamiento productivo con un valor de 12.71 ± 2.52 g, 15.51 ± 6.94 g, 11.90 ± 2.30 g, seguido del T2 con un valor de 7.39 ± 2.43 g, y el T4 que presento la menor ganancia diaria de peso con 3.02 ± 2.32 g, diferencias que fueron estadísticamente significativas ($P < 0.01$).

Se observa que los guajolotes con mayor ganancia total de peso (g), al final del experimento, fueron los T1, T2, y T5 con valores de 3204.75 ± 634.73 g, 3401.77 ± 740.41 g, 2999.64 ± 578.90 g, respectivamente, seguidos del T2, con 1862.84 ± 611.55 g y el tratamiento que presentó la menor ganancia de peso al final del experimento fue el T4 con 763.34 ± 585.19 g, y fue significativamente diferente ($P < 0.05$) respecto a los que mayores ganancias presentaron (Cuadro 7).

Respecto al peso vivo final (g), las medias ajustadas de los tratamientos mostraron que los tratamientos T1, T3, y T5 5761.27 ± 634.73 g, 5958.30 ± 740.41 g, 5556.16 ± 578.90 g, respectivamente, mostraron los mayores pesos finales obtenidos; seguidos del T2, con 4419.37 ± 611.55 g y el T4 3319.87 ± 585.19 g, mostró el valor más bajo del experimento siendo tales diferencias

estadísticas ($P < 0.05$) comparados con los tratamientos T1, T3 y T5 (Cuadro 7).

En el Cuadro 8 se muestran las medias, error estándar y el resultado de la comparación de medias ajustadas de tukey de las variables, longitud total pico-cola, longitud total de alas y sus respectivas ganancias mensuales. Respecto a la variable longitud total del pico-cola (cm), el T3 mostro el mayor crecimiento con un valor de 110.74 ± 4.07 cm, seguido de T5 con un valor de 103.65 ± 3.19 cm, y los T1, T2 y T5 mostraron los menores crecimientos de 100.83 ± 3.49 cm, 99.61 ± 3.36 cm, y 95.65 ± 3.22 cm, respectivamente, diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.01$). El comportamiento que tuvo la variable ganancia mensual de longitud total pico-cola, indica que las medias del tratamiento T3 (3.74 ± 0.52 cm) el crecimiento fue significativamente superior ($P < 0.01$) a los tratamientos T1 (1.43 ± 0.44 cm), T2 (1.53 ± 0.43 cm) y el T5 (1.93 ± 0.40 cm), y el tratamiento que presento la menor ganancia mensual de crecimiento de pico-cola fue el T4 (0.30 ± 0.41 cm).

Para la variable de longitud total de alas (cm), los tratamientos T3 y T5 con valores de 135.28 ± 3.50 cm, 133.49 ± 2.74 cm, respectivamente fueron estadísticamente superiores, seguidos de los tratamientos T1 y T2, 125.77 ± 3.08 cm, 124.45 ± 2.89 cm en los cuales se presento un crecimiento similar, y por último el tratamiento

T4 119.36 ± 2.77 cm presentó el menor crecimiento, diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.01$), (Cuadro 5).

En la variable ganancia mensual de la longitud de alas (cm), el tratamiento T3 (3.73 ± 0.43 cm) mostró la mayor ganancia mensual de longitud de las alas, seguido de los tratamientos T2 y T5, con valores de 1.91 ± 0.35 cm, 2.30 ± 0.33 cm, respectivamente; y los tratamientos que presentaron las menores ganancias fueron los T1 y T4, 1.30 ± 0.37 cm, 0.56 ± 0.37 cm, respectivamente, siendo esta diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.01$) (Cuadro 5).

En la Figura 6 se puede observar el comportamiento de las medias de ganancia acumulada que presentaron los diferentes tratamientos durante el experimento, notándose que el maíz + forraje (T4) presentó la menor ganancia de peso, seguido de los tratamientos de desperdicio de cocina+ forraje (T1), desperdicio de cocina (T2) y el tratamiento T5 (alimento comercial)., y el tratamiento que presentó el mayor crecimiento estadísticamente diferente ($P < 0.05$) fue el tratamiento conformado por el alimento comercial + forraje fresco (T3) ($P < 0.05$).

Cuadro 7. Ganancia de peso diario, ganancia total de peso y peso vivo final (g; media $\pm$ E.E.) de guajolote de traspatio con diferentes dietas experimentales.

Tratamiento	Ganancia diaria de peso (g; media $\pm$ E.E)	Ganancia total de peso (g; media $\pm$ E.E)	Peso vivo final (g; media $\pm$ E.E)
T1	11.52 $\pm$ 5.43 ^{ab} 12.71 $\pm$ 2.52 ^{a*}	2904.40 $\pm$ 570.53 ^{ab} 3204.75 $\pm$ 634.73 ^{a*}	6461.30 $\pm$ 634.73 ^a 5761.27 $\pm$ 634.73 ^{a*}
T2	6.44 $\pm$ 6.93 ^{ab} 7.39 $\pm$ 2.43 ^{b*}	1623.90 $\pm$ 570.53 ^{ab} 1862.84 $\pm$ 611.55 ^{ab*}	4976.50 $\pm$ 611.55 ^{ab} 4419.37 $\pm$ 611.55 ^{b*}
T3	15.51 $\pm$ 6.94 ^a 13.50 $\pm$ 2.94 ^{a*}	3908.50 $\pm$ 570.53 ^a 3401.77 $\pm$ 740.41 ^{a*}	4777.50 $\pm$ 740.42 ^{ab} 5958.30 $\pm$ 740.41 ^{a*}
T4	3.60 $\pm$ 4.30 ^b 3.02 $\pm$ 2.32 ^{c*}	908.10 $\pm$ 570.53 ^b 763.34 $\pm$ 585.19 ^{b*}	2982.50 $\pm$ 585.19 ^b 3319.87 $\pm$ 585.19 ^{c*}
T5	11.45 $\pm$ 7.86 ^{ab} 11.90 $\pm$ 2.30 ^{a*}	2887.50 $\pm$ 570.53 ^{ab} 2999.64 $\pm$ 578.90 ^{a*}	5817.50 $\pm$ 578.91 ^a 5556.16 $\pm$ 578.90 ^{a*}

T1 = Desperdicio de cocina + Forraje fresco, T2 = Desperdicio de cocina, T3 = Alimento comercial + Forraje fresco, T4 = Maíz quebrado + forraje fresco, T5 = Alimento comercial para pavos.

^{a,b,c} Columnas con distinta literal, son diferentes entre sí (P<0.05).

*Variables ajustadas al peso inicial como covariable (P<0.01).

Cuadro 8. Longitud total pico-cola (LTPC), ganancia mensual de la longitud pico-cola (GMLPC), longitud total de alas (LTA) y ganancia mensual longitud de alas en guajolote de traspatio con diferentes dietas experimentales.

Tratamiento	Longitud total pico-cola (cm; media $\pm$ E.E)	Ganancia mensual de longitud total pico- cola (cm; media $\pm$ E.E)	Longitud total de alas (cm; media $\pm$ E.E)	Ganancia mensual de longitud de alas (cm; media $\pm$ E.E)
T1	107.12 $\pm$ 3.48 ^a	1.23 $\pm$ 0.75 ^b	129.12 $\pm$ 7.39 ^{ab}	0.71 $\pm$ 0.65 ^b
	100.83 $\pm$ 3.49 ^{c*}	1.43 $\pm$ 0.44 ^{b*}	125.77 $\pm$ 3.08 ^{b*}	1.30 $\pm$ 0.37 ^{c*}
T2	104.62 $\pm$ 3.30 ^{ab}	1.37 $\pm$ 0.81 ^b	127.12 $\pm$ 6.46 ^{ab}	1.43 $\pm$ 1.31 ^b
	99.61 $\pm$ 3.36 ^{c*}	1.53 $\pm$ 0.43 ^{b*}	124.45 $\pm$ 2.89 ^{b*}	1.91 $\pm$ 0.35 ^{b*}
T3	100.12 $\pm$ 4.47 ^{ab}	4.08 $\pm$ 0.99 ^a	129.62 $\pm$ 8.95 ^a	4.75 $\pm$ 1.30 ^a
	110.74 $\pm$ 4.07 ^{a*}	3.74 $\pm$ 0.52 ^{a*}	135.28 $\pm$ 3.50 ^{a*}	3.73 $\pm$ 0.43 ^{a*}
T4	92.62 $\pm$ 3.21 ^b	0.40 $\pm$ 0.35 ^b	117.75 $\pm$ 9.25 ^b	0.85 $\pm$ 0.60 ^b
	95.65 $\pm$ 3.22 ^{c*}	0.30 $\pm$ 0.41 ^{c*}	119.36 $\pm$ 2.77 ^{c*}	0.56 $\pm$ 0.37 ^{c*}
T5	106.00 $\pm$ 3.22 ^a	1.86 $\pm$ 2.02 ^b	134.75 $\pm$ 8.56 ^a	2.08 $\pm$ 1.33 ^b
	103.65 $\pm$ 3.19 ^{b*}	1.93 $\pm$ 0.40 ^{b*}	133.49 $\pm$ 2.74 ^{a*}	2.30 $\pm$ 0.33 ^{b*}

T1 = Desperdicio de cocina + Forraje fresco, T2 = Desperdicio de cocina, T3 = Alimento comercial + Forraje fresco, T4 = Maíz quebrado + forraje fresco, T5 = Alimento comercial para pavos. ^{a,b,c,d} Columnas con distinta literal, son diferentes entre sí (P<0.05). *Variables ajustadas al peso inicial como covariable (P<0.01).

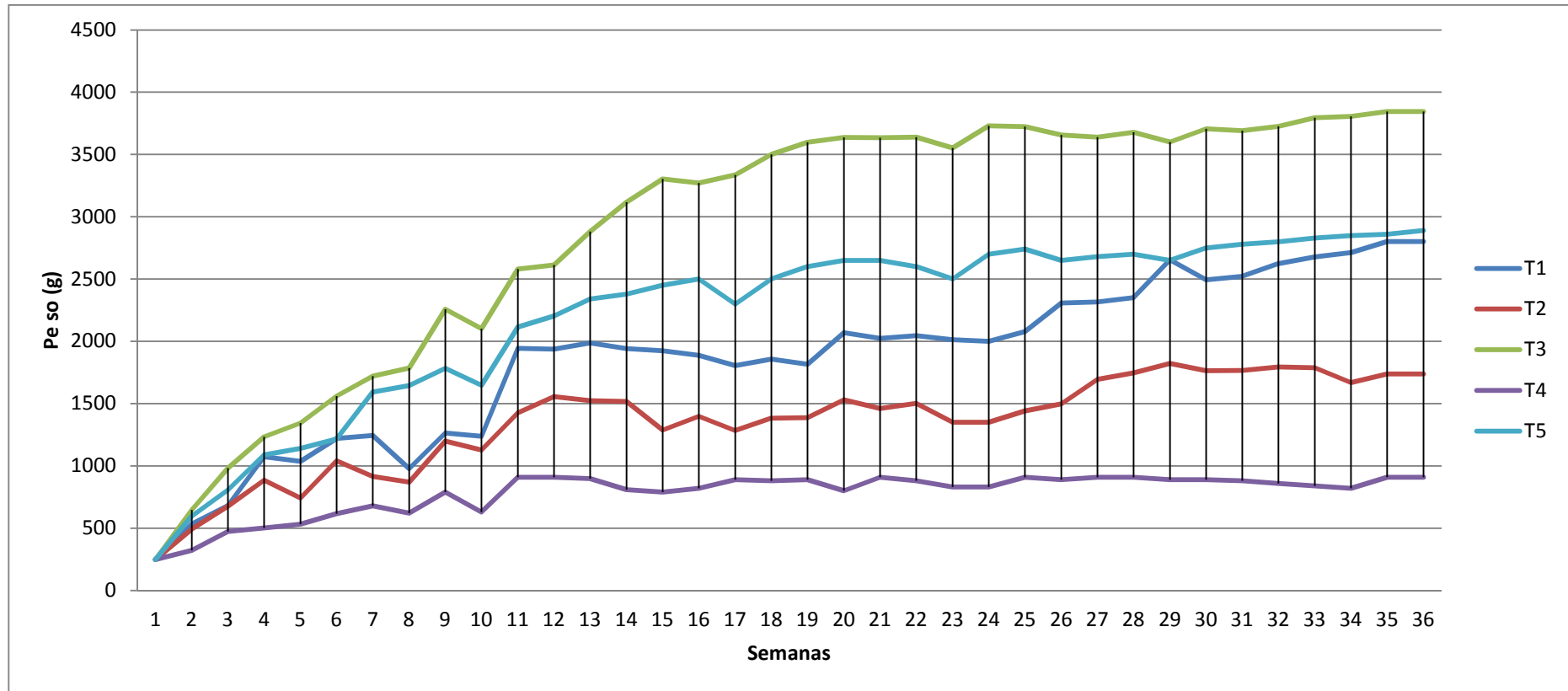


Figura 6. Medias de ganancia acumulada de peso en guajolotes de traspatio alimentados con cinco dietas diferentes proporcionados *ad libitum*. T1 = Desperdicio de cocina + Forraje fresco, T2 = Desperdicio de cocina, T3 = Alimento comercial + Forraje fresco, T4 = Maíz quebrado + forraje fresco, T5 = Alimento comercial para pavos.

Es importante mencionar que la adición de forraje fresco al alimento comercial favoreció notablemente los resultados en ganancia de peso diaria, del mismo modo actuó en conjunto con el desperdicio de cocina, esto tal vez se puede deber a que se aprovechó la capacidad forrajera del guajolote., fisiológicamente los ciegos que en aves de traspatio están muy desarrollados, se realiza la digestión parcial de fibra y se sintetiza vitamina B₁₂, debido a la acción de enzimas bacterianas (Cuca & Pro 1996). Una explicación más profunda de la función de los sacos ciegos es ahí donde se encuentran bacterias celulóticas las cuales son capaces de degradar celulosa, cuando las dietas son ricas en forrajes, aunque también se encuentran bacterias que utilizan hemicelulosa, almidón, azúcares, y proteína, también se encuentran enzimas como la celulasa que se encargan de la degradación de la celulosa hasta glucosa (Church 1998).

El uso y aprovechamiento de los alimentos fibrosos para la producción de no rumiantes ha sido cuestionada, dada la muy baja capacidad que tienen estos animales (aves) para aprovechar eficientemente la fibra (Huerta-Ruiz *et al.* 2009). Sin embargo, incógnitas como si las gallinas criollas (abundantes en clima tropical) son más eficientes en el aprovechamiento de insumos fibrosos, que las aves comerciales, han provocado controversia (Sarmiento *et al.* 2009). Toro *et al.* (2007), en un estudio sobre la digestibilidad de fibra en cerdos criollos y cerdos mejorados genéticamente, encontraron que en éstos últimos es baja, debido a la presión de

selección artificial que ha sufrido; sin embargo, hipotetiza que el cerdo criollo, criado desde la época de la colonia como esencialmente forrajero (de alimentación libre), por su sistema de manejo extensivo y sin acceso a concentrados, ha desarrollado una mayor capacidad de digestión y de fermentación de forraje (fibra) con una mejor eficiencia en la absorción de los nutrientes disponibles (aminoácidos, minerales, vitaminas, energía). Esta hipótesis puede ser aplicable también al guajolote nativo, debido a que en esta especie, la crianza generalmente es extensiva, donde las aves se alimentan en gran parte de forraje verde, optimizando así su digestibilidad (Pérez-Lara & Camacho-Escobar 2009). Sin embargo, Huerta-Ruiz *et al.* (2009), encontraron que no existen diferencias significativas en la digestibilidad *in vitro* del pasto King grass, entre el pollo de engorda y gallina de traspatio, y su capacidad de fermentación cecal es similar sin importar el sistema de explotación en el que se encuentren; empero, recomiendan realizar más investigación utilizando pastos con menor contenido de fibra, más jóvenes o mayor digestibilidad, ya que la muestra que utilizó en el experimento fue limitada.

Hong (1999), en un estudio que realizó adicionando forraje a diferentes tipos de dietas de aves de corral, encontró diferencias altamente significativas en ganancia de peso, las aportaciones de proteína del forraje es bajo, sin embargo, es rico en minerales y caroteno precursor de la vitamina A. Así como los resultados del presente experimento, Sarmiento *et al.* (2009); sugieren que incluso

pequeñas cantidades de forraje verde, como complementos proteicos en dietas bajas en proteína, puede tener importancia nutricional, al menos para aves de traspatio.

En el experimento 1 se mostró estadísticamente que las dietas donde se incluía el forraje mejoraron notablemente la ganancia de peso y el tanto el crecimiento de los guajolotes. Se ha estimado que las aves en pastoreo llegan a consumir de 5 a 20 % de forraje, dependiendo del tipo de aves, la edad y la calidad del forraje (Mattocks 2009). Aguilar-Ramírez *et al.* (2000), reportan que las aves alimentadas con dietas fibrosas disminuyen su ganancia de peso e incrementan la conversión alimenticia conforme el nivel de fibra se incrementa en la dieta. Esta reducción en la ganancia de peso y aumento de la conversión alimenticia, ha sido atribuida a la disminución de la digestibilidad de los nutrientes de las dietas, conforme el nivel de ingredientes fibrosos aumenta. En el presente estudio, el tratamiento de desperdicio de cocina + forraje fresco (T1), tenía un contenido de fibra de aproximadamente 19 %, el valor más alto respecto a los otros tratamientos. Sin embargo, se encontró que los niveles más altos de fibra mejoran las ganancias de peso.

La Figura 6 muestra que el incremento de peso se va incrementando paulatinamente. La semana 10, se observa que, hubo una pérdida de peso en todos los tratamientos, esta caída puede ser debida a que en éste período se presentó la época de mayor calor ambiental, con temperaturas mayores de 40 °C, y humedad relativa

de 100 %, posterior a este período de estrés calórico, se observa una recuperación de peso.

No hay que dejar de considerar el efecto que pudo tener la competencia por el alimento, debido a que durante todo el estudio se mantuvieron machos y hembras juntos, respetando el criterio de aleatoriedad, notándose la dominancia por parte de los machos, que solían desplazar a las hembras al momento de la alimentación, también se presentaron peleas recurrentes entre machos por la lucha de jerarquías durante todo el año, pero principalmente en la época reproductiva (Sánchez-Moreno 2004).

En el Cuadro 9 se muestra el costo de alimentación total durante el experimento y el costo para producir un kilogramo de peso vivo, sin embargo hay que considerar el costo total de alimentación de cada tratamiento, por que indican que pueden ser más económicos, pero al evaluar el costo de cada kilogramo de peso vivo, resultan ser más elevados los precios. El tratamiento más costoso fue el desperdicio de cocina + forraje (T1), y el alimento comercial (T5), con un costo de $\$66.92 \pm 4.23$ y $\$64.41 \pm 3.86$, respectivamente, seguido por alimento comercial para pavos + forraje (T3) con un costo de $\$57.66 \pm 4.93$, y los tratamientos menos costosos fueron desperdicio de cocina (T2) y maíz + forraje (T4), con $\$45.24 \pm 4.07$ y $\$44.26 \pm 3.90$, respectivamente.

Respecto al costo de alimentación para producir un kilogramo de carne en peso vivo, se presentó un costo más alto a comparación

de los demás es el maíz + forraje (T4), con un costo de \$88.77, seguido del desperdicio de cocina (T2) con un costo de \$25.13, y alimento comercial con un costo de \$22.21. El tratamiento de desperdicio de cocina + forraje fresco (T1) se ubicó como el cuarto tratamiento menos económico con un costo por kilogramo en peso vivo producido de \$20.91. Por lo tanto, el tratamiento que resultó el más económico producir un kilogramo de peso vivo fue el alimento comercial + forraje con un costo de \$16.95 (Cuadro 9).

En el cuadro 10, se muestran los resultados, del análisis de grupos conglomerados para datos semicuantitativos. El análisis indica que el mejor tratamiento considerando todas las variables estudiadas es el alimento comercial + forraje fresco (T3), considerado como bueno. El tratamiento que obtuvo el más bajo puntaje fue el T4, con una calificación considerada como muy mala, y el T2, con una calificación considerada como mala. Los tratamientos estuvieron en el rango de regular son el desperdicio de cocina + forraje (T1) y alimento comercial (T5). Estos resultados pueden resultar sorprendentes, pero hay que considerar que la matriz considera no solo la ganancia de peso, sino que también el crecimiento y el costo de alimentación. Este análisis puede ser útil para la toma de decisiones, debido a que sin él se podría pensar que otros tratamientos presentaron un mejor comportamiento respecto al peso, el costo de producción o el crecimiento. La calificación permite valorar el tipo de manejo que se puede dar a las aves. Equiparablemente,

proporcionar alimento comercial dará mejores pesos finales, pero el costo de producción será elevado, pero esta variable se puede mejorar haciendo uso del forraje como fuente de alimentación, o bien, al utilizar desperdicio de cocina, la ganancia de peso será reducida, pero los costos serán mínimos. Este tipo de análisis puede servir para dimensionar la conveniencia de los tratamientos aplicados.

Cuadro 9. Estimación del costo de alimentación para obtener un kilogramo de peso vivo en guajolotes de traspatio con diferentes tipos de alimentación.

Tratamiento	Ganancia Total de Peso ¹ (g)	Costo total de Alimentación (\$)	Costo por kg de Peso Vivo (\$)
Desperdicio + forraje	3204.75±634.73 ^{a*}	66.92±4.23 ^{a*}	20.91
Desperdicio	1862.84±611.55 ^{ab*}	45.24±4.07 ^{c*}	25.13
Comercial + forraje	3401.77±740.41 ^{a*}	57.66±4.93 ^{b*}	16.95
Maíz + forraje	763.34±585.19 ^{b*}	44.26±3.90 ^{c*}	58.23
Alimento comercial	2999.64±578.90 ^{a*}	64.41±3.86 ^{a*}	22.21

*Variables ajustadas al peso inicial como covariable (P<0.01).

Cuadro 10. Matriz para evaluar el comportamiento de todas las variables estudiadas mediante un análisis de grupos conglomerados para datos semi cuantitativos.

Variable estudiada	T1	T2	T3	T4	T5
--------------------	----	----	----	----	----

Ganancia Diaria de Peso ¹	3	1	3	0.5	3
Ganancia Total de Peso ¹	3	2	3	1	3
Peso Vivo Final ¹	3	1	3	0.5	3
Longitud Total Pico-Cola ¹	0.5	0.5	3	0.5	1
Ganancia Mensual Longitud Pico-Cola ¹	1	1	3	0.5	1
Longitud Total Alas ¹	1	1	3	0.5	3
Ganancia Mensual Longitud Alas ¹	0.5	1	3	0.5	1
Costo de alimentación ²	3	0.5	1	0.5	3
Costo por kg de Peso Vivo ³	2	2	3	1	2
Total	17	10	25	5.5	20
Calificación ⁴	Regular	Muy malo	Bueno	Malo	Regular

T1 = Desperdicio de cocina + Forraje fresco, T2 = Desperdicio de cocina, T3 = Alimento comercial + Forraje fresco, T4 = Maíz quebrado + forraje fresco, T5 = Alimento comercial para pavos.

En el experimento 1 se mostró estadísticamente que las dietas donde se incluía el forraje mejoraron notablemente la ganancia de peso y el tanto el crecimiento de los guajolotes. Se ha estimado que las aves en pastoreo llegan a consumir de 5 a 20 % de forraje, dependiendo del tipo de aves, la edad y la calidad del forraje (Mattocks 2009). Aguilar-Ramírez *et al.* (2000), reportan que las aves alimentadas con dietas fibrosas disminuyen su ganancia de peso e incrementan la conversión alimenticia conforme el nivel de fibra se incrementa en la dieta. Esta reducción en la ganancia de peso y

aumento de la conversión alimenticia, ha sido atribuida a la disminución de la digestibilidad de los nutrientes de las dietas, conforme el nivel de ingredientes fibrosos aumenta. En el presente estudio, el tratamiento de desperdicio de cocina + forraje fresco (T1), tenía un contenido de fibra de aproximadamente 19 %, el valor más alto respecto a los otros tratamientos. Sin embargo, se encontró que los niveles más altos de fibra mejoran las ganancias de peso.

Además los resultados del cuadro 10, muestra que el tratamiento del desperdicio de cocina + forraje y alimento comercial muestran la misma calificación, por lo tanto es factible hacer el uso del primero y así aminorar costos de alimentación.

Considerando todos los resultados obtenidos, se puede deducir que es posible hacer el uso de forraje fresco como una fuente viable para la alimentación del guajolote de traspatio en condiciones intensivas, además de considerar el uso de desperdicio para lograr cubrir las necesidades nutrimentales de estas aves, se observó un buen comportamiento que puede aminorar aun más los costos de producción cuando la inclusión del forraje fresco sea aportado por mano de obra familiar la cual siempre está disponible y no genera ningún tipo de costo extra, o bien sea por el pastoreo de las aves; además que los desperdicios de cocina representan un producto heterogéneo muy nutritivo, constituido por alimentos sobrantes de restaurantes, hoteles, supermercados, mercados y de los hogares (Pond & Maner 1974).

La adición de forraje fresco y la sustitución del alimento comercial por desperdicio de cocina, ayudaría a los productores de traspatio a no tener un desembolso monetario adicional, por la crianza de sus guajolotes, aminorar los costos de producción y proveerse de proteínas de origen animal que ayuden a la economía de las familias rurales (Aguilar-Ramírez 2000).

Si los residuos de cocina es la única fuente de alimento en pavipollos crecerán más lentamente, puede lograrse un uso óptimo del desperdicio de cocina suplementando con un concentrado para pavos en crecimiento de 26% de proteína, el cual es similar las necesidades de nutrientes a los guajolotes (Pond & Maner 1974).

Experimento 2. Curvas de crecimiento

En el Cuadro 11 se muestran las medias de peso corporal y desviación estándar de los guajolotes obtenidos a partir de la incubación para machos y hembras respectivamente. Se puede observar que no existen diferencias de peso del huevo entre machos y hembras pero a partir de la eclosión el peso de las hembras es menor de las hembras, y sigue siendo predominante hasta el peso final.

El peso corporal de las hembras a las 20 semanas de edad fue el 75 % del peso corporal de los machos a la misma edad, lo cual

concuerta con lo señalado por Juárez & Fraga (2002), debido a que el dimorfismo sexual en los pavos es tan considerable que el peso de la hembra adulta es 50 a 85 % inferior al peso los machos, pero en los guajolotes se observa en las 25 semanas (Cuadro 8). Schopflocher (1994), menciona que pavos de fenotipo bronceado alcanzan su completo desarrollo entre las 22 y 26 semanas de edad con un peso medio que oscila entre 9 y 11.5 kg para machos jóvenes y entre 6.5 y 7.8 kg para las hembras jóvenes. Byerly (1944) señala que los pavos a la edad de 26 a 28 semanas, la conversión alimenticia comienza a aumentar, por lo cual es el momento de que las aves salgan al mercado.

Cuadro 11. Medias y desviación estándar de peso del huevo antes de la incubación y en guajolotes de traspatio machos y hembras después de la eclosión y durante 55 semanas.

Etapa productiva	Machos	Hembras
	Media (g); D.E.	Media (g); D.E.
Del huevo	69.20 ± 3.20	69.00 ± 2.40
A la eclosión	46.70 ± 2.50	43.00 ± 3.30
5 semanas	318.00 ± 3.20	309.50 ± 4.50
10 semanas	1212.00 ± 6.20	1090.70 ± 8.70
15 semanas	2346.00 ± 8.50	1801.00 ± 8.00
20 semanas	2563.50 ± 8.00	2563.50 ± 5.00

25 semanas	5082.00 ± 15.00	3112.40 ± 14.10
30 semanas	5565.00 ± 19.10	3512.50 ± 9.60
35 semanas	5827.50 ± 17.10	3487.50 ± 9.60
40 semanas	5825.00 ± 10.00	3247.50 ± 9.60
45 semanas	5592.10 ± 12.90	3015.00 ± 12.90
50 semanas	5667.50 ± 9.60	3052.50 ± 9.60
55 semanas	5422.40 ± 20.60	2446.40 ± 5.00

En el Cuadro 12 se presentan las ecuaciones estimadas y el coeficiente de determinación. Se observó que la ecuación de regresión polinomial que incluyó hasta el efecto de cuarto grado, mostró un buen ajuste, en hembras con valores de r^2 de 0.991 y en machos de 0.995, mientras el modelo no lineal de Richards (β_2 variable) mostró un ajuste menor con 0.959 para hembras y de 0.981 para machos; sin embargo, el modelo de Richards (β_2 constante) presentó el menor ajuste a los datos originales, con una constante de determinación de 0.978 para machos, y 0.793 para hembras el cual no es aceptable para la aplicación en este estudio.

En las Figuras 7 y 8 se muestran las curvas de el modelo polinomial de cuarto orden para guajolote macho y hembra respectivamente. La ecuación obtenida a partir del modelo de regresión polinomial de cuarto orden, mostró un buen ajuste a los datos desde el punto de vista matemático, en hembras con valores de

un coeficiente de determinación de 0.991 y en machos de 0.995; sin embargo, esta ecuación es solo aplicable en el tiempo que se llevo a cabo el estudio, porque después de las 56 semanas, la curva presenta un crecimiento nuevamente sigmoideo, para predecir que un modelo lineal y no lineal muestra un buen ajuste es aceptable con un minimo de un 80% del coeficiente de determinación (Sengül & Kíraz 2005). Aggrey (2002), menciona que diversos autores mencionan que si bien tienen un buen ajuste desde el punto de vista matemático, no proporcionan una representación adecuada del fenómeno de crecimiento, como lo hacen los modelos lineales que estiman los parámetros con un sentido biológico, además de ser los modelos no lineales los más aplicables para las condiciones de crecimiento en aves.

Cuadro 12. Ecuaciones estimadas, coeficientes de determinación (r^2) obtenidos en los modelos estudiados.

Modelo	Ecuación	r^2
<i>Machos</i>		
Polinomial	$W = 0.0057t^4 - 0.7023t^3 + 24.6237t^2 - 83.0818t + 148.6012$	0.995
Richards (β_2 variable)	$W = 5990 \left(1 + 34.95e^{(0.0031t - 0.2991)t} \right)^{-1.3551}$	0.981
Richards (β_2 constante)	$W = 5990 \left(1 + 34.95e^{-0.2122t} \right)^{-1.3551}$	0.978
<i>Hembras</i>		

Polinomial	$W = 0.0038t^4 - 0.4195t^3 + 12.1218t^2 + 24.1287t - 16.6680$	0.991
Richards (β_2 variable)	$W = 3750 \left(1 + 57.84 e^{(0.005166t - 0.3663)t} \right)^{-1.096}$	0.959
Richards (β_2 constante)	$W = 3750 \left(1 + 57.84 e^{-0.2216t} \right)^{-1.096}$	0.793

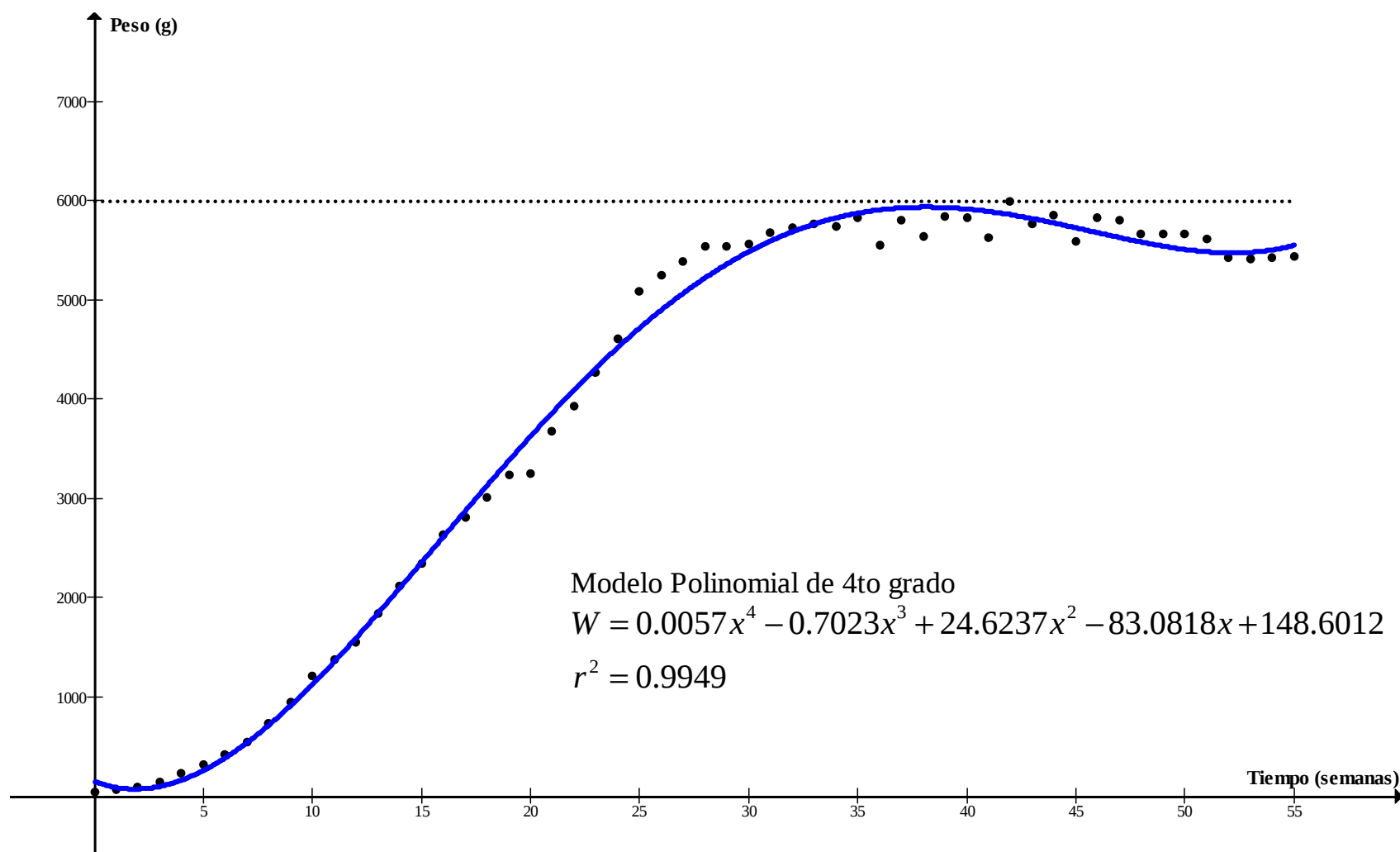
En las Figuras 9 y 10 se presentan las curvas con el modelo biológico de Richards (variable) de guajolote macho y hembra de genotipo bronceado; con valores de coeficiente de determinación de 0.959 para hembras y de 0.981 para machos, Knizetova et al 1995, utilizo el modelo de Richards en pollo de engorda, y encontró valores de coeficiente de determinación mayores en machos que en hembras, similares como se muestra en este estudio. En las Figuras 11 y 12 el modelo de Richards (constante), presentó el menor ajuste a los datos originales, con una constante de determinación de 0.978 para machos, y 0.793 para hembras el cual no es aceptable para la aplicación en este estudio, porque para su aceptación requiere de un valor mínimo de 80 % de coeficiente de determinación (Sengül & Kíraz 2005). Sin embargo, en el presente estudio, el valor del factor de determinación es más alto en el modelo de matemático de regresión polinomial de cuarto grado en comparación con el modelo de Richards. Brisbin et al. (1986), mencionan que el modelo de Richards o cualquier otro modelo biológico es propenso a cambiar

porque en la ecuación se evalúan un mayor número de parámetros biológicos, o bien, puede afectarse por factores ambientales como cambios drásticos de temperatura o dieta. Sin embargo existen limitantes en el uso de modelos polinomiales en comparación con modelos biológicos, como el de Richards, es que exhiben multicolinealidad, desuniformidad a lo largo de la curva y dependencia del comportamiento de la función en las áreas de mayor concentración de puntos (Agudelo-Gómez 2008).

Debe tomarse en cuenta que la importancia del modelo polinomial es su fácil aplicación. Además de su evidente facilidad de cálculo, al no exigir procedimientos no lineales, los cuales resultan ser mucho más lentos y exigentes desde el punto de vista computacional, a pesar de que, a excepción de la respuesta lineal y tal vez la cuadrática, no son de fácil interpretación (Delgado *et al.* 2000).

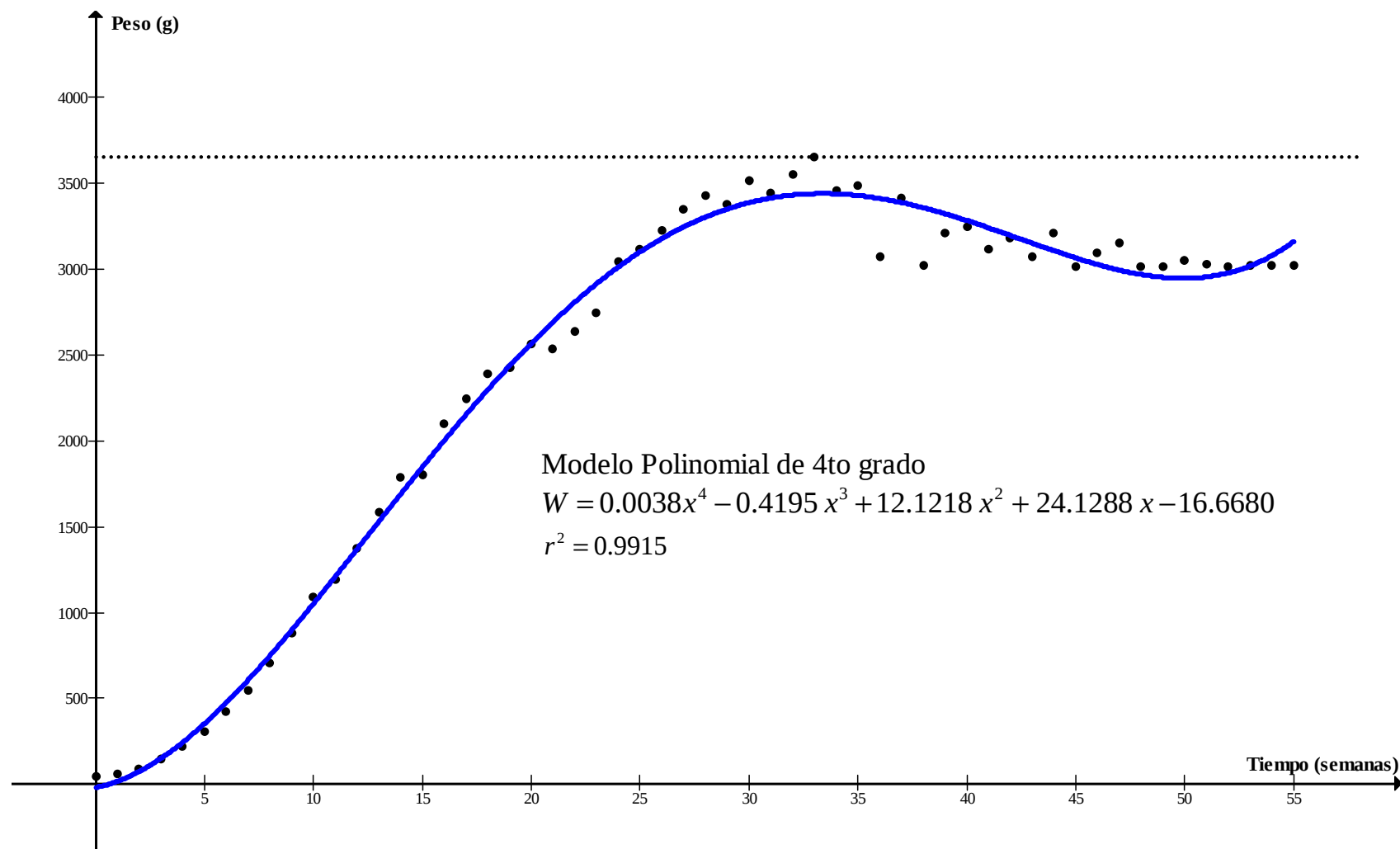
De acuerdo al modelo polinomial de cuarto grado que fue el que se ajustó con un mayor coeficiente de determinación se procedió a derivar las ecuaciones del modelo para conocer la tasa de crecimiento instantáneo. En las Figuras 13 y 14 se presenta el comportamiento de la tasa de crecimiento instantáneo que tuvieron el guajolote de traspatio hembra y macho respectivamente, para determinar el peso máximo en función del tiempo. La máxima tasa de crecimiento instantánea de la guajolota se presentó a las 12.43 semanas de edad con una ganancia de peso de 111.97 g/sem., mientras que en el macho fue en la semana 15.7 con una ganancia de peso de 259.30

g/sem, se puede observar que en el macho se presenta tres semanas después que en la hembra; conociendo la máxima tasa de crecimiento se puede conocer a qué edad se presenta y conociendo éste parámetro, se pueden tomar decisiones productivas como la edad al sacrificio, y el tiempo al mercado de las aves.



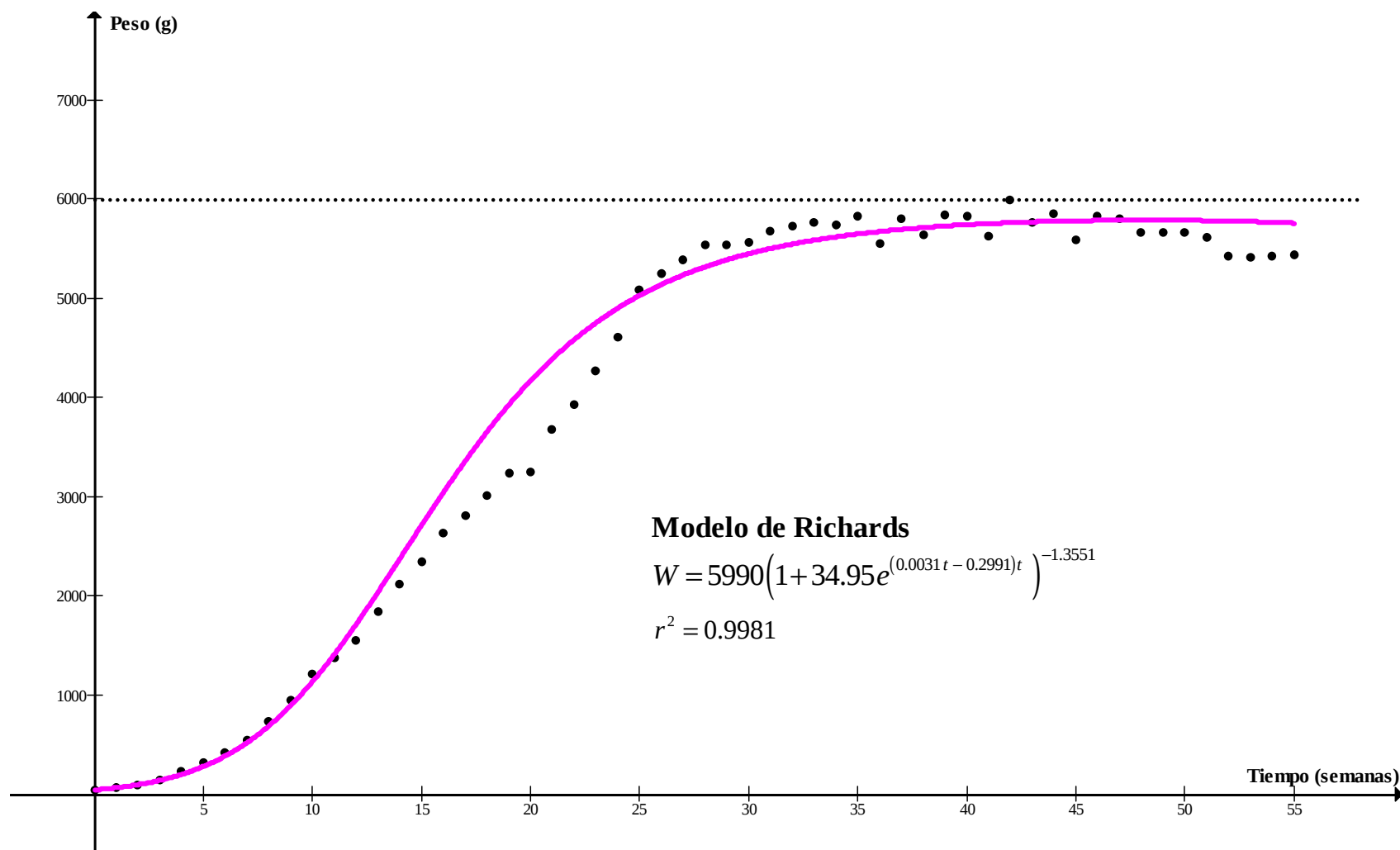
w: ecuación estimada del peso vivo (g), r^2 : coeficiente de determinación, x: coeficiente polinomial

Figura 7. Modelo polinomial de cuarto grado en crecimiento de guajolote macho fenotipo bronceado.



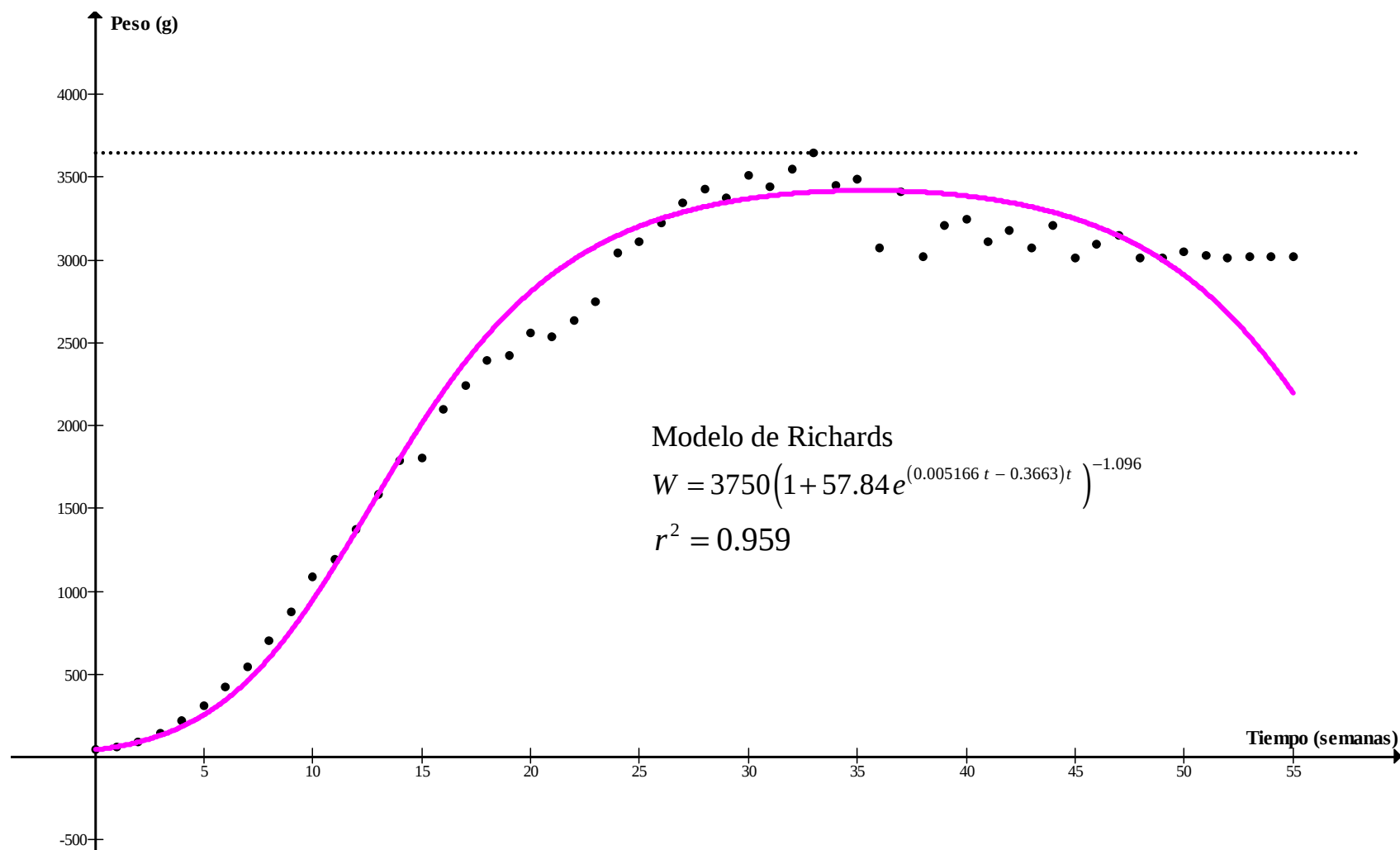
w: ecuación estimada del peso vivo (g), r^2 : coeficiente de determinación, x: coeficiente polinomial

Figura 8. Modelo polinomial de cuarto orden en crecimiento de guajolote hembra fenotipo bronceado.



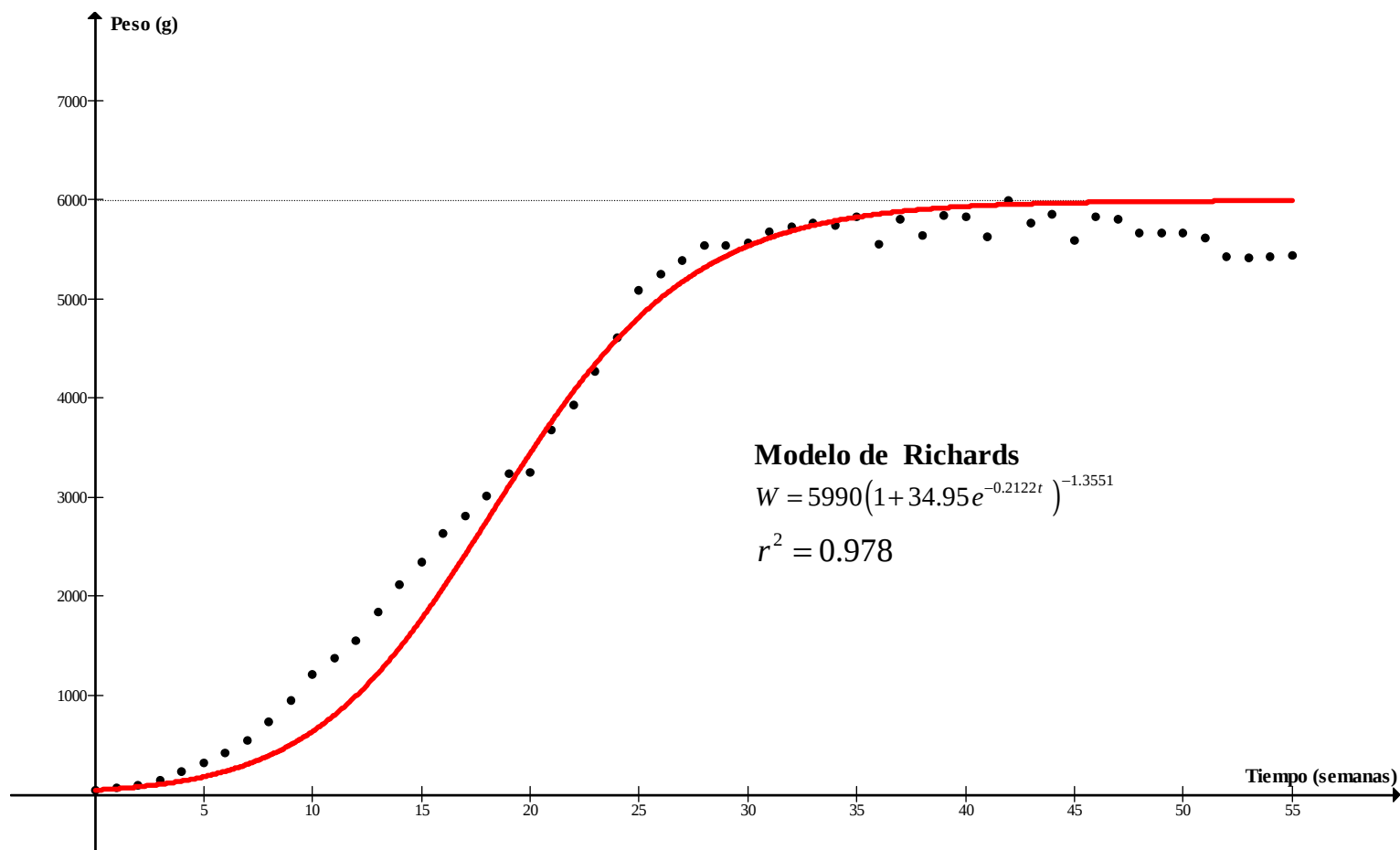
W: ecuación estimada del peso vivo (g), r^2 : coeficiente de determinación, e: exponente, t : semanas.

Figura 9. Curva de crecimiento con el modelo de Richards en guajolote macho fenotipo bronceado.



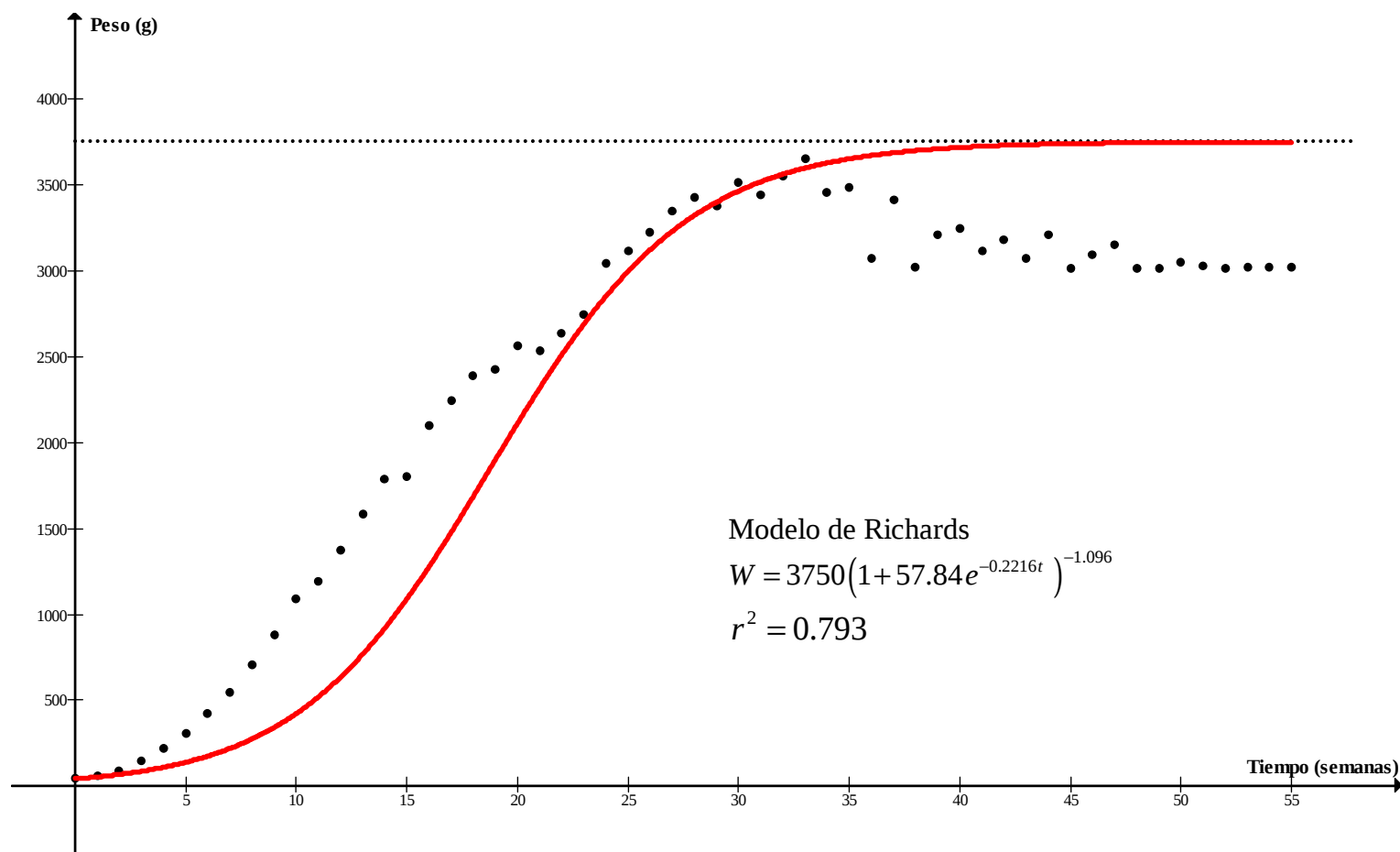
W: ecuación estimada del peso vivo (g), r^2 : coeficiente de determinación, t : grado del modelo.

Figura 10. Curva de crecimiento con el modelo de Richards en guajolote hembra fenotipo bronceado.



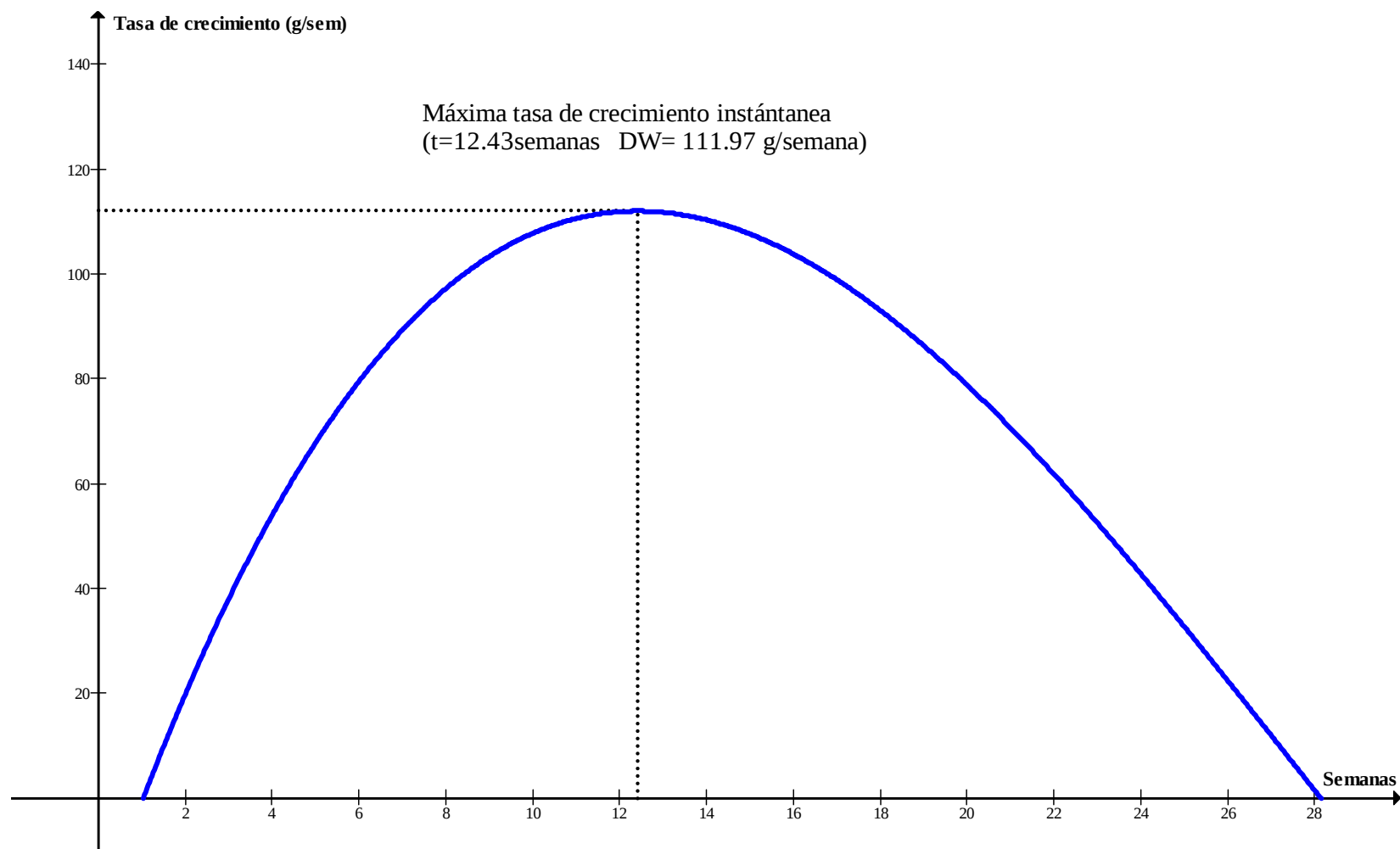
W: ecuación estimada del peso vivo (g), r^2 : Coeficiente de determinación, t : grado del modelo.

Figura 11. Curva de crecimiento con el modelo de Richards (constante) en guajolote macho fenotipo bronceado.



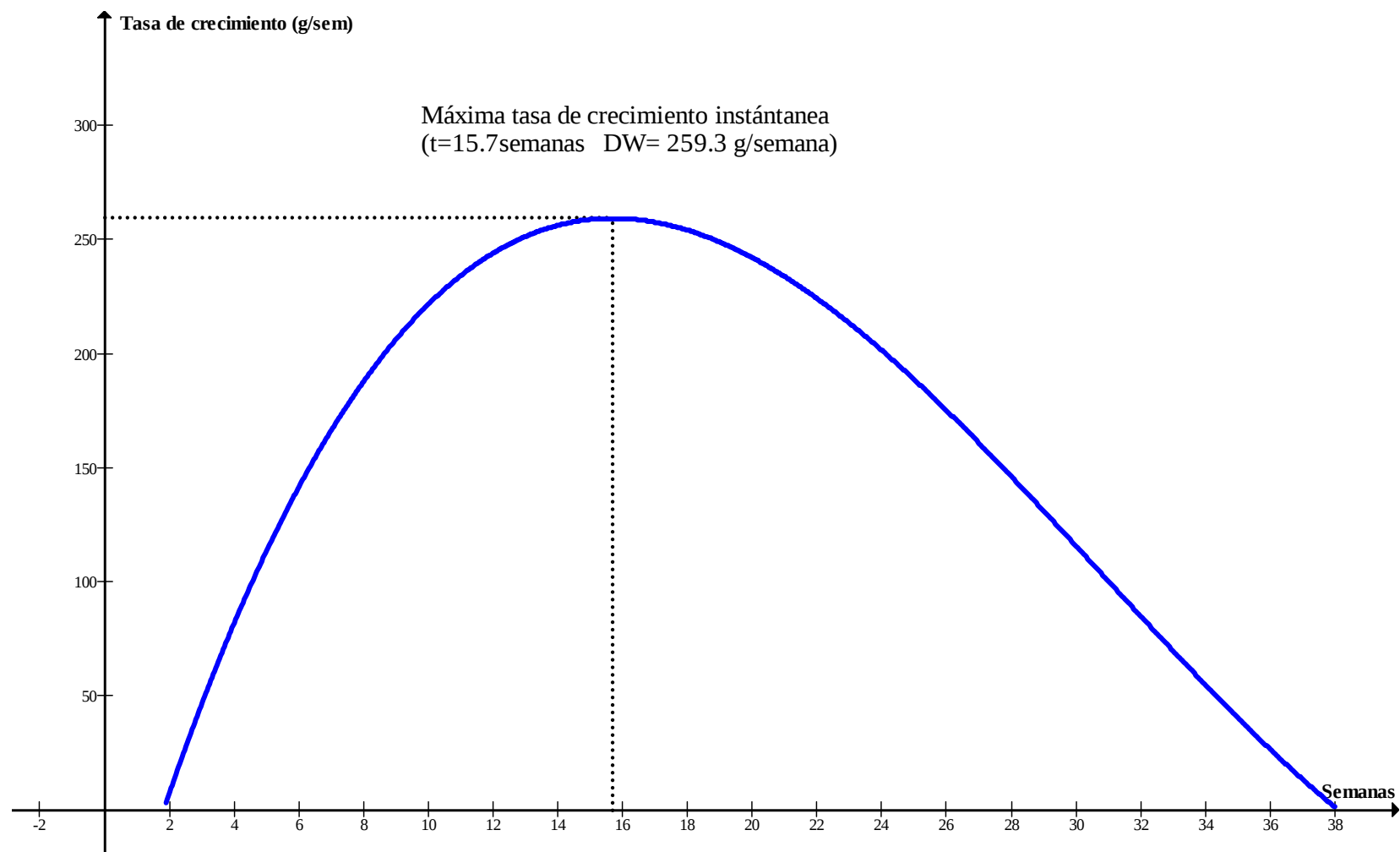
W: ecuación estimada del peso vivo (g), r^2 : Coeficiente de determinación, t : grado del modelo.

Figura 12. Curva de crecimiento con el modelo de Richards (constante) en guajolote hembra fenotipo bronceado.



DW: Máxima tasa de crecimiento alcanzada. t: tiempo

Figura 13. Tasa de crecimiento de peso vivo (g), en guajolote hembra fenotipo bronceado.



DW: Máxima tasa de crecimiento alcanzada. t: tiempo

Figura 14. Tasa de crecimiento de peso vivo (g), en guajolote macho fenotipo bronceado.

5. CONCLUSIONES

Es ventajoso el uso del pasto guinea fresco como complemento de sistemas de alimentación donde se utiliza solamente alimento comercial, lo cual implica que se puede proponer sistemas semi estabulados para producción intensiva de guajolotes en los que tengan acceso al alimento comercial, pero también a pastoreo con praderas de dicho pasto, además de mejorar notablemente las variables productivas.

La alimentación de guajolotes con desechos de cocina + forraje fresco, es una opción factible para obtener adecuados resultados productivos, siempre y cuando los desechos de cocina sean suficientes para cubrir las necesidades nutritivas de los guajolotes y el forraje no genere costos adicionales por mano de obra, lo cual se puede solventar con mano de obra familiar o bien, con pastoreo.

Adicionalmente es importante mencionar que existen indicios que sugieren la importancia del forraje verde en la respuesta productiva del guajolote nativo; sin embargo, es necesaria mayor investigación sobre el tema.

La alimentación más sencilla y zootécnicamente productiva es la alimentación de guajolotes con alimento concentrado, pero no necesariamente la más rentable para productores de traspatio, con base a los resultados que se obtuvieron en este estudio se concluye que el uso de forraje fresco como alimentación complementaria es

una opción muy factible para obtener buenos resultados productivos en guajolotes.

Una ventaja que tiene el alimentar los guajolotes con residuos de cocina en comparación con los tratamientos utilizados es más barato y a disponibilidad de los productores de traspatio. Hay que considerar que estos no cuentan con recursos económicos para alimentar a sus aves con alimento comercial, además de dar los mismos resultados como se mostro en este estudio, pero si poseen el recurso trabajo que pueden invertirlo en buscar los desperdicios de cocina en lugares cercanos a sus domicilios. Además, pueden hacer uso de forraje verde para mejorar de manera importante la variable productiva de ganancia de peso, siempre y cuando realizando un calendario de sanitario y de desparasitación adecuado.

En el experimento 2, las evidencias obtenidas en el presente estudio muestran que la edad máxima recomendable para mantener en crianza intensiva guajolotes nativos es de 11 meses, después de esta edad la velocidad de crecimiento disminuye y los parámetros productivos comienzan a afectarse, perdiéndose viabilidad económica.

En el experimento 2., se puede afirmar que el peso máximo a la madurez de los guajolotes nativos de traspatio con fenotipo bronceado, bajo condiciones de confinamiento, es de 5.800 kg para los machos y 3.700 kg para las hembras, peso alcanzado a las 27 y 28 semanas de edad respectivamente, mismo que puede ser utilizado

al sacrificio para optimizar el proceso productivo, debido que este es el momento zootécnicamente adecuado para ello.

En el experimento 2, con base a los resultados obtenidos de las curvas de crecimiento, se determina que el modelo polinomial de cuarto grado es el más aceptable, dentro de los modelos matemáticos utilizados, para caracterizar el crecimiento de guajolote traspatio fenotipo bronceado; debido a que el valor de correlación es cercano a la unidad. Sin embargo, se deben de realizar estudios para caracterizar las curvas de crecimiento de los otros fenotipos de guajolote que existen en el estado de Oaxaca y otros sistemas de manejo diferentes al confinamiento.

También se recomienda la aplicación de otros modelos no lineales para conocer un mejor ajuste que el obtenido mediante el modelo de Richards en modelos biológicos como el crecimiento. Además de repetir el estudio con un mayor número de animales.

6. RECOMENDACIONES

Es necesario caracterizar primeramente genotípicamente las diferentes variedades de guajolote que existen en la región de la Costa de Oaxaca, ya que se ha demostrado que las líneas genéticas de pavo existentes sus variables productivas son diferentes entre ellas, por lo cual los guajolotes constituyen un potencial genético que

puede contribuir a mejorar las líneas mejoradas ya existentes, bajo condiciones adversas.

Se debe implementar asesorías a productores de aves traspatio de la región para capacitarlos y así incrementar la productividad en la avicultura familiar ya que esta posee una alternativa en la alimentación humana como excelente fuente de proteína y los excedentes generan una fuente de ingresos para los productores.

Es recomendable en la avicultura de traspatio, para aumentar la productividad, la alimentación de guajolote con residuos de cocina y forraje verde, la cual genera mayor producción que utilizando maíz como fuente única de alimentación y es, económicamente más rentable su uso que el alimento comercial, debido a que productivamente se obtienen resultados similares.

En el experimento 1., es necesario evaluar el porcentaje de digestibilidad de los guajolotes frente a diferentes niveles y tipos de forraje, así como la interacción que puedan tener con diferentes tipos de dietas tradicionales, para conocer y aprovechar adecuadamente su efecto sinérgico en la dieta.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Aggrey, S.E. 2002. Comparison of Three Nonlinear and Spline Regression Models for Describing Chicken Growth Curves. *Poultry Science*. 81(2002):1782–1788.
- Agudelo-Gómez D.A., M.F. Cerón-Muñoz, L.F. Restrepo-Betancur. 2008. Modelación de las funciones de crecimiento aplicadas a la producción animal. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 21(1):39-51.
- Aguilar-Ramírez, J., R. Santos-Ricalde, V. Pech-Martínez & R. Montes-Pérez. 2000. Utilización de la hoja de Chaya (*Cnidoscolus chayamansa*) y de Huaxín (*Leucaena leucocephala*) en la alimentación de aves criollas. *Revista Biomédica*. 11(1):17-24.
- Ahmad, H. & M. Mottaghitlab. 2007. Hyperbolic models as a new powerful tool to describe broiler growth kinetics. *Poultry Science*. 86:2461-2465.
- Alvarez, A. & S. Boche. 1997. Estudio de la redundancia de parámetros en modelos no lineales de crecimiento. *Actas del XXV Coloquio de Estadística*. Mar del Plata, Argentina, SAE, Vol.XXV, pp: 7.
- Association Official of Analytical Chemists. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th edition. Ed by Sidney Williams, Arlington, Virginia, USA.
- Aquino, R., E.A. Arroyo, T.H. Glafiro, D.D. Riestra, F.L. Gallardo & B.A. López. 2003. El Guajolote Criollo (*Meleagris gallopavo* L.) y la Ganadería Familiar en la Zona Centro del Estado de Veracruz. *Técnica Pecuaria México* 41(2):165 – 173.

Ávila-González, E. 2004. Alimentación de las aves (Curso de Especialización en Producción Animal. Aves). 2da. Edición. Editorial Trillas. México D.F, 103 pp.

Balcioğlu, M.S., K. Kızılkaya, H.I. Yolcu, & K. Karabağ. 2005. Analysis of growth characteristics in short-term divergently selected Japanese quail. South African Journal of Animal Science, 35(2):83-89.

Barrantes, M.F. 2009. Caracterización de la Gallina Criolla de la Región Cajamarca. Sistema de Revisiones en Investigación Veterinaria de San Marcos. Seminario Avanzado de Investigación-Cajamarca. Disponible en:
http://www.unmsm.edu.pe/veterinaria/files/Barrantes_gallina_criolla.pdf

Bolton, W. 1962. Nutrición aviar. In: Fernández-González E. (ed.). Editorial Acribia. Zaragoza, España, pp. 49.

Brisbin, L. Jr., C.T. Collins, G.C. White, & D.A. McCallum. 2009. A New Paradigm for the Analysis and Interpretation of Growth Data: The Shape of Things to Come. University of California Press on behalf of the American Ornithologists' Union Stable. 104(3):552-554.

Brisbin, I.L. Jr., G.C. White, & P.B. Bush. 1986. PCB intake and the growth of waterfowl: Multivariate analyses based on a reparameterized Richards sigmoid model. Growth. 50:1-11.

Byerly. T.C. 1944. Turkey production. Poultry farming. Editorial McGraw-Hill Book Company, Washington. 271 pp.

- Calderón, A.H., A.E. Lozano, & F.E. Vega. 2002. Performance del pavo criollo sometido a confinamiento y engorde. Asociación Peruana de Producción Animal. Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú.
- Camacho-Escobar, M.A., I. Lira-Torres, L. Ramírez-Cancino, R. López-Pozos & J.L. Arcos-García. 2006. La avicultura de traspatio en la Costa de Oaxaca, México. *Ciencia y Mar* IX (28):3-11.
- Camacho-Escobar, M.A., V. Hernandez-Sanchez, L. Ramírez-Cancino, E.I. Sánchez-Bernal & J. Arroyo-Ledezma. 2008a. Characterization of backyard guajolotes (*Meleagris gallopavo gallopavo*) in tropical zones of Mexico. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 20, Article #50. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd20/4/cama20050.htm>
- Camacho-Escobar, M.A., J. Arroyo-Ledezma & L. Ramirez-Cancino. 2008b. Diseases of Backyard Turkeys in the Mexican Tropics, Animal Biodiversity and Emerging Diseases: *Annals of New York Academy of Sciences*. 1149:368-370.
- Camacho-Escobar, M.A., E. Pérez-Lara, J. Arroyo-Ledezma & E. Jiménez-Hidalgo. 2009a. Diferencias y similitudes entre guajolote silvestre y de traspatio (*meleagris gallopavo*). *Temas de Ciencia y Tecnología* 13(38):53-62.
- Camacho-Escobar, M.A., E. Pérez-Lara, J. Arroyo-Ledezma & E.I. Sánchez-Bernal. 2009b. Monitoreo sanitario en guajolotes de traspatio de la Costa de Oaxaca. *Memorias de la 34 Convención*

nacional ANECA [En CD]. Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas de México. Acapulco, Guerrero. 12 al 15 de agosto.

Camacho-Escobar, M.A., J. Arroyo-Ledezma, E. Pérez-Lara, E.I. Sánchez-Bernal & J.C. García-López. 2009-2010. Enfermedades y parasitosis asociadas a una explotación intensiva de guajolotes nativos. *Revista Ciencias Agrícolas Informa* 19(1):56-61.

Cañas., Á.J., T.J. Ramírez, A.O. Arboleda, S.J. Ochoa, G.O. Vergara, & M.M. Cerón. 2007. Estimación de parámetros genéticos para peso al destete en ganado blanco orejinegro (BON) en el noroccidente colombiano. *Revista MVZ Córdoba* 13(1):1138-1145.

Castell, B.V.D. 1975. Industrialización del guajolote. In: Memoria de la Primera Reunión anual. SAG. Dirección General de la Avicultura y especies menores. Del 29 de julio al 5 de agosto. México, DF.

Centeno, B.S.B, D.C.A López & E.M.A Juárez. 2007. Producción avícola familiar en una comunidad del municipio de Ixtacamaxtitlán, Puebla. *Técnica Pecuaria México*, 45(1):41-60.

Chambers, J.R. 1993. Poultry Breeding and Genetics: Genetics of growth and meat production in chickens. In: RD Crawford (editor), *Poultry Breeding and Genetics*. Elsevier. The Netherlands, 599 pp.

Church, D.C.1998. EL RUMIANTE: Fisiología digestiva y nutrición. Acribia, S. A. México D. F. pp. 138.

Church, D.C. & W.G. Pond. 1994. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Limusa. México D. F. pp. 137, 290-292.

- Contino-Esquivel, Y. 2007. Estudio de la inclusión de follaje fresco de *Morus alba* Linn variedad Acorazonada en dietas porcinas. Tesis de maestría. Universidad de Matanzas. Cuba. 141 Pp.
- Corona-Martínez, E. 2006. Una ofrenda de guajolote en el sitio Oaxtepec km 27.5, Morelos. In: Canto, A.G, G.L. Ledezma, G.M. Tostado, M.M. Fuentes, F.J. Nau & M.M. Morayta editores. Memoria del IV Congreso Interno del Centro INAH Morelos. Colección Científica 499. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México, pp. 49-52.
- Crawford, R.D. 1990. Poultry genetic resources: evolution, diversity, and conservation. In: RD Crawford (editor), Poultry Breeding and Genetics. Elsevier. The Netherlands, pp 43-60.
- Crawford, R.D. 1992. Introduction to Europe and diffusion of domesticated turkeys from America. Archivos de Zootecnia 41(extra):307-314.
- Cuca, G.M., G.E. Ávila & M.A. Pro. 1996. Alimentación de las Aves. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México. 154 pp.
- De Dios, B.J., D.S.U. Villagómez & S. Aja-Guardiola. 2006. Huexolotl ó guajolote (*Meleagris gallopavo*) es oriundo de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. Disponible en: <http://www.panalimentos.org/panvet2004/Doc/409word00891/do>

- Delgadillo-Calvillo A.C., R. López-Ordaz, H. Montaldo-Valdenegro, A. Luna-Estrada, S. Miyasaka & A. Vásquez Peláez. 2009. Caracterización de la curva de crecimiento del ciervo rojo (*Cervus elaphus scoticus*) en el centro de México. *Técnica Pecuaria México*. 47(1):117-123.
- Delgado, C., M. Valera, A. Molina, J.M. Jiménez & A. Rodero. 2000. Circunferencia escrotal como predictor de la capacidad reproductiva en razas de vacuno de carne autóctono: curvas de crecimiento en el vacuno retinto. *Archivos de Zootecnia*. 49:229-240.
- Díaz, G.A.M. 1976. Producción de guajolotes en México. In: Memoria de la 2ª reunión anual. Dirección General de Avicultura y Especies Menores – SAG. México, D. F.
- Ensminger, M.E. 1980. *Poultry Science*, 2nd. ed., The Interstate Printers & Publishers, Illinois, USA. Pp. 19-27.
- Ersoy, E.I., M. Mendes & S. Aktan. 2006. Growth curve establishment for American Bronze turkeys. *Arch. Tierz. Dummerstorf* 49(3):293-299.
- FAOSTAT. 2010. Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/573/DesktopDefault.aspx?PageID=573#ancor>
- Firman, J.D. & S.D. Boling. 1998. Lysine. Ideal Protein in Turkeys. *Poultry Science*. 77(1):105-110.

Galicia, J.G.B., H.M. Gorostiola, G.I. García & D.A. Arévalo. 2001.

Análisis comparativo de la productividad del guajolote con dos sistemas de producción. In: XII Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario. 19 de Noviembre. Conkal, Yucatán, México.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ta ed. UNAM, México, 220 pp.

Graph. 2009. Licensed Company. Version 4.7. USA.
<http://www.padowan.dk/>

Hale, E.B., W.M. Scheleidt & M.W. Schein. 1969. The behavior of Turkeys. In: The behavior of domestic animals. Edited by Hafez, E. S. E. 2th Edition. London, pp. 559-560.

Hawes, R.O. 2007. The peritous state of turkey varieties in the United States [base de datos de internet] American Livestock Breeds Conservancy. Consultado el 13 de mayo de 2008. Disponible en:
<http://www.albc-usa.org/cpl/wtchlist.html>

Hernández-Sánchez, V. 2006. Evaluación de los factores socioculturales, económicos y productivos de la crianza del guajolote doméstico en la región Costa de Oaxaca. Informe Final de Servicio Social Legal, Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Metropolitana, México, D. F.

Herrera-Martínez, M., S. Machorro-Samano, J.L. Arcos-García, Mendoza-Martínez G.M. 2008. Regresión polinomial de la longitud total en la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en relación con el tiempo.

Memorias del XI Reunión Nacional de Iguanas. Puebla, México. 21-23 Mayo.

Herrera, M.A. 1993. Una mirada al campo de la clasificación numérica. Instituto de Oceanología de Ciencias de Cuba. pp.12-15.

Hessel, K.Von. 1970. Producción comercial de pavos broiler. Acribia, Zaragoza, España. pp. 12-38.

Hong, S. 1999. Duckweed versus ground soja beans as supplement for scavenging native chickens in an integrated farming system. Livestock Research for Rural Development. (11) 1. <http://www.lrrd.org/lrrd11/1/sam111.htm>

Huerta-Ruiz, S., H. Magaña-Sevilla, & M.A. Camacho-Escobar. 2009. Aplicación de la técnica de gas *in vitro* para estimar la digestibilidad de forrajes en aves. Memorias del 2do. Congreso Internacional en Ciencias Veterinarias y Zootecnia [En CD]. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. 26 de marzo. Disponible en: <http://bibliotecas.umar.mx/publicaciones/Nutricion%20animal.pdf>

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1996. Atlas agropecuario de Oaxaca. VII Censo Agropecuario 1991. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.

Jerez, M.P., J. Herrera & M.A. Vázquez. 1994. La gallina criolla en los valles centrales de Oaxaca. In: MA Jeréz, JG Herrera y MA Vázquez. *La gallina criolla en los valles centrales de Oaxaca*.

Instituto tecnológico agropecuario de Oaxaca No. 23, Nazareno
Xoxocotlán, Oaxaca, México. pp. 47 - 82.

Johnson, P. 1998. SPPA turkey census report [base de datos de internet] Society for the preservation of Poultry Antiquities. Consultado el 16 de Enero de 2007. Disponible en:
<http://www.feathersite.com/Poultry/SPPA/TurkCensusRept.html>

Juárez, A. & M. Fraga. 2002. Nota preliminar de indicadores productivos de pavos mexicanos en condiciones de confinamiento. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 36(1):65-68.

Juárez, A. & E. Gutiérrez. 2009. Broodiness control and productive performance of creole turkey hens. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 13(1):45-58.

Karakus, K., E. Eydurán, D. Kum, T. Ozdegizmir & G. Cengiz. 2008. Determination the best growth curve and measurement interval in norduz male lambs. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 7(11):1464-1466.

Keskin, I., B. Dag, V. Sariye, & V. Gokmen. 2009. Estimation of growth curve parameters. In: Konya Merino sheep. *South African Journal of Animal Science*. 39(2):163-168.

Knízetová, H., J. Hyánek, L. Hyánková, & P. Belícek. 1995. Comparative study of growth curves in poultry. *Genet. Sel. Evol.* 27:365-375.

Lastra, I.J., Muciño, L., Villamar, M.A. Barrera, H. Guzmán, J.L., Flores, C. Maldonado & M. Gómez. 1998. Situación actual y perspectiva de

la producción de carne de pollo en México 1990-1997. Secretaría de agricultura, ganadería y desarrollo social, México, 47 pp.

Lázaro, R., G.G. Mateos, & M.A Latorre. 2002. Nutrición y alimentación en pavos de engorde. XVIII Curso de especialización FEDNA. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Barcelona, España. 189 pp.

Leopold, A.S. 1944. The nature of heritable wildness in turkeys. The Condor 46(4):133-197.

Llamas, J.M. 2005. El guajolote. Asociación de Tiendas Departamentales y de autoservicio. Disponible en: www.antad.org.mx/articulos/guajolote.pdf

López-Zavala, R., H. Cano-Camacho, T.C. Monterrubio-Rico, O. Chassin-Noria, U. Aguilera-Reyes & M.G. Zavala-Páramo. 2008. Características morfológicas y de producción de guajolotes (*Meleagris gallopavo*) criados en sistema de traspatio en el estado de Michoacán, México. Livestock Research for Rural Development. 20(68). Consultado el 8 de Julio de 2009. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd20/5/lope20068.htm>

Losada, H., J. Rivera, J. Cortés, A. Castillo, R.O. González & J. Herrera. 2006. Un análisis de sistemas de producción de guajolotes (*Meleagris gallipavo*) en el espacio suburbano de la delegación de Xochimilco al sur de la Ciudad de México. Livestock Research for Rural Development. 18(52). Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd18/4/losa18052.htm>

- Malhado, C.H.M., A.A. Ramos, P.L.S. Carneiro, J.C. Souza, F.S. Wechsler, J.P. Eler, D.M.M.R. Azevêdo & J.R.B. Sereno. 2008. Modelo no lienes para describir el crecimiento de bufalinos de la raza Murrah. Archivos de Zootecnia. 57(220): 497-503.
- Mallia, J.G. 1998. Indigenous domestic turkeys of Oaxaca and Quintana Roo, México. Animal Genetic Resources Information 23:68-78.
- Márquez, M.A. 1995. Las aves en el Códice Florentino. Veterinaria México 26(2):87-93.
- Martínez, P.G.G., & B.R. Arriaga. 1988. Atlas de ubicación de productos agropecuarios utilizables en la planificación y desarrollo de la acuicultura en México. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma. 103 pp. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab461s/AB461S06.htm>
- Mattocks, J. 2009. Nutrición para aves de pastura. Servicio Nacional de Información de Agricultura Sostenible. Consultado el 25 de marzo de 2010. Disponible en: -www.ncat.org/espanol
- Medrano, J.A. 2000. Recursos animales locales del centro de México. Archivos de Zootecnia 49:385-390.
- Mendoza, G.E.E. 2008. Evaluación de las estrategias de defensa indirecta del frijol lima (*phaseolus lunatus*) y el frijol común (*phasedus vulgaris*). Tesis de licenciatura. Universidad del Mar. Campus Puerto Escondido. Oaxaca, México. 66 pp.
- Morales-Salud, T. 2001. Sistema de marcaje, problema de identidad o simple requisito. Memorias del Cuarto Taller Nacional sobre Manejo

de Iguanas en Cautiverio (Puerto Ángel, Oaxaca). Consultado el 28 de marzo de 2010. Disponible en: <http://www.subcomitedeiguanas.org/PDF%B4s/taller4.pdf>

Mortimer von Kessel. 1970. Producción comercial de pavos broiler. Acribia, Zaragoza, España. 207 Pag.

National Research Council. 1991. Microlivestock: little known animals with a promising economic future. National Academy of Sciences, Washington DC, USA. Disponible en: <http://www.nap.edu/openbook/030904295X/html/156.html>

Nacional Research Council. 1994. Nutrient requirements of poultry: Ninth revised. National Academy of Sciences, Washington DC, USA. Disponible en: <http://www.nap.edu/catalog/2114.html>

Núñez, G.F.A. 2009. Fundamentos de crecimiento y evaluación animal. Ed. Trafford Publishing. Barcelona, España. pp. 21-30.

Parkhurst, C.R. & G.J. Mountrey. 1987. Poultry meat and egg production. Avi Book, NY., USA. 294 pag.

Pennant, T. & J. Banks. 1781. An account of the turkey. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. 71(2):67-81.

Pérez E.L. & M.A.E. Camacho. 2009. Evaluación de la curvas de crecimiento en guajolote de traspatio con dietas tradicionales. Memorias del 2do. Congreso Internacional en Ciencias Veterinarias y Zootecnia [En CD]. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 26 de marzo.

- Pérez, R.G. 2003. El arte de criar guajolote mexicano una gran tradición. In G. S. Pérez (editor). Animales en el México Prehispánico. Revista Imagen Veterinaria. Facultad de medicina veterinaria. México, D.F. Disponible en: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/imavet/v3n4a03/v3n4a03.pdf>
- Pinacho, S. B. 2008. Parámetros reproductivos de la iguana verde (*Iguana iguana*) en condiciones de cautiverio. Tesis de licenciatura. Universidad del Mar. Oaxaca, México. Pp: 23.
- Pond, W.G. & J.G. Maner. 1974. Producción de cerdos en climas templados y tropicales. Editorial Acribia. España. Pp:311.
- Queitsch, K.J. 2001. Características de la ganadería ecológica. In: José Feliciano Ruiz (ed.) Producción Animal Orgánica. Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- Quintana, J.A. 2003. Avitecnia: Manejo de las Aves Domésticas más comunes. 3ª ed. Trillas. México, D. F. pp. 98-99.
- Rejón, A.M., A.A. Dájer & N. Honhold. 1996. Diagnóstico comparativo de la ganadería de traspatio en las comunidades Texán y Tzacalá de la zona henequera del estado de Yucatán. Revista Veterinaria México 27(1):49-55.
- Reyes-Borques, V., M. Rodríguez de la Torre, E.J. Ramírez-Rivera, D. Franco-Zárate & M.A. Camacho-Escobar. 2010. Smarketing sensorial, elemento estratégico para generar valor agregado a la meleagricultura de traspatio. Revista Ciencias Agrícolas Informa. 19(1):62-68.

- Rodríguez, B.J.C., C.E. Allaway, G.J. Wassink & O.T. Riva. 1996. Estudio de la avicultura de traspatio en el municipio de Dzununcán, Yucatán. *Revista Veterinaria México*. 27(3):215-219.
- Sahagún, F.B. 1979. Códice florentino. Facímil del Manuscrito de la Colección Palatina de la Biblioteca Medicea Laurenziana, Italia. Giunte Barbera, México, D. F. 2218-220 pag.
- Salazar, S. 1990. Cría y Explotación del Guajolote en México. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Sánchez, S.E. & V.A.J. Gutiérrez. 1999. Efecto de la suplementación con dos mezclas de alimentos (*Maíz zea mays* L. + Mungo *Vigna radiata* + y Maíz + Gandúl *Cajanus-cajan*) sobre la producción de gallinas de patio en dos comunidades de San Andrés de la Palancay sus Altos (Municipio de Mateare). Tesis de Licenciatura. Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua. 68 Pp.
- Sánchez-Moreno, D.G. 2004. Evaluación productiva de la F2 de patos Muscovy de las líneas R51: ganancia de peso, crecimiento y rendimiento de la canal. Tesis de licenciatura. Universidad Católica de Temuco, Chile. 93 Pp.
- Sánchez-Ramírez, E. 1999. Comportamiento en crecimiento de avestruces alimentadas con diferentes dietas. Tesis de maestría. Universidad de Colima, México. 87 Pp.
- Sarmiento, F.L., R.R. Santos & C.S. Segura. 2009. Alimentación no convencional para monogástricos. Experiencias en el trópico

Mexicano.

Disponible

en:

http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/encuentros/viii_en_cuentro/luiss.htm

SAS / STAT. User's Guide (Version 4, 4th Ed.) 1999. SAS Institute. Inc., Cary, NC.

Saucedo, M.P. 1984. Historia de la Ganadería en México. Universidad Nacional Autónoma de México, México. pp. 17.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2003. Informe Sobre la Situación de los Recursos Genéticos Pecuarios (RGP) en México. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Informe%20sobre%20la%20situacin%20de%20los%20Recursos%20Geneticos/Attachments/1/infofao.pdf>

Sengül, T., Kíraz Selahattin. 2005. Non- linear models for growth curves in large white turkeys. Turkeys Journal Veterinary Animal Science. Sanliurfa, Turkey. 29:331-337.

Schopflocher, R. 1994. Avicultura lucrativa. Albatros, Argentina. pp. 402.

Shufeldt, R.W. 1912. Study of the eggs of the "meleagridae". The Condor 14(6):209-213.

Suárez C.E. 2002. Estudio comparativo de poblaciones de guajolote nativo del estado de Puebla y Michoacán, mediante el uso de marcadores moleculares tipo RAPD'S. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 49 Pp.

- Takma, Ç., S. Özkan, & Y. Akbas. 2004. Describing growth curve of turkey toms using Gompertz model. XXII World's Poultry Congress, Istanbul Convention and Exhibition Center, Istanbul. İzmir, Turkia.
- Toro, C., G.A. López, L.A. Álvarez & J.E. Muñoz. 2007. Comparación de la capacidad de digestión y fermentación de forrajes en cerdo criollo (Zungo, San Pedreño y Casco de Mula) con cerdos mejorados (cruces de razas o líneas comerciales). *Revista Colombia de Ciencias Pecuarias*. 20(4):600-602.
- Trigueros, C.J., M.J.E. López, C.H. Cano & P.M.G. Zavala. 2003. Molecular analysis of two native turkey populations and a commercial turkey line by means of the RAPD's technique. *Técnica Pecuaria México* 41(1):111 - 120.
- Unión Nacional de Avicultores. 2010. Estadísticas. Consultado el 19 de Abril de 2010. Disponible en: http://www.una.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=187&Itemid=145
- Valadez, A.R., C.R. García, G.B. Rodríguez & C.L. Gamboa. 2001. Los guajolotes y la alimentación prehispánica. *Ciencia y Desarrollo*. 157(27): 55-63. México, D. F.
- Valencia, N.F., L.I.J.E. Muñoz & L.M. Ramírez. 2003. Caracterización de la curva de crecimiento en cuatro tipos de gallina criolla. *Acta Agronómica* 52(1-4):85-92.

Yakupoglu, C. & H. Atil. 2005. Comparison of growth curve models on broiles II. Comparison of models. OnLine Journal of Biological Sciences 1(7):682-684.