



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM AMECAMECA  
LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y  
ZOOTECNIA

COMPARACIÓN DE LA GANANCIA DE PESO EN PAVIPOLLOS ALIMENTADOS  
CON UNA DIETA COMERCIAL Y DOS DIETAS SUPLEMENTADAS CON UN 4 Y  
6% DE LOMBRIZ ROJA DE CALIFORNIA (*Eisenia foetida*)

T E S I S

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE MEDICO VETERINARIO  
ZOOTECNISTA

PRESENTA:

FRANCISCO ARTURO MELÉNDEZ LÓPEZ

BAJO LA DIRECCIÓN DE:

DR. JUAN JOSE OJEDA CARRASCO

AMECAMECA, MEX. AGOSTO 2014

## ÍNDICE GENERAL

I.	Introducción .....	1
II.	Antecedentes .....	2
2.1	Los pavos domésticos origen y variedad .....	3
2.2	Descripción de las principales razas de pavos domésticos .....	3
2.3	Características del pavo BUTA .....	6
2.4	Sistemas de producción de pavos .....	7
2.5	Fuentes de calor .....	10
2.6	Bebederos .....	11
2.7	Comederos .....	11
2.8	Densidad de pavos .....	12
2.9	Camas .....	13
2.10	Manejo del primer periodo .....	14
2.11	Manejo del segundo periodo .....	16
2.12	Agua de bebida .....	17
2.13	Sanidad .....	17
2.14	La lombriz roja de california .....	28
2.15	Ventajas de la carne de lombriz .....	30
2.16	La alimentación del guajolote o pavo .....	51
III	Planteamiento del problema .....	57
IV	Justificación .....	58
V	Objetivos .....	60
VI	Hipótesis .....	61

VII	Límite de espacio .....	62
VIII	Material y Métodos .....	64
8.1	Lugar del estudio .....	64
8.2	Elaboración de lombricomposta .....	64
8.3	Cosecha de lombriz .....	64
8.4	Análisis Bromatológico de la lombriz roja de California .....	64
8.5	Acondicionamiento de caseta para los pavos .....	65
8.6	Diseño Experimental .....	66
8.7	Manejo de los pavos .....	66
IX	Resultados .....	68
X	Discusión .....	72
XI	Conclusiones .....	75
XII	Sugerencias .....	76
XIII	Comentarios .....	77
XIV	Anexos .....	78
XV	Bibliografía citada .....	79

## ÍNDICE DE IMAGENES

I	Figura 1. Pavo BUTA .....	7
II	Figura 2. Lombriz roja de California en composta .....	29
III	Figura 3. Mapa de la ubicación del municipio de Amecameca .....	62

## ÍNDICE DE CUADROS

I.	Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la lombriz roja de California	29
II.	Cuadro 2. Composición de la harina de la lombriz roja de California ajustada en base seca .....	31
III.	Cuadro 3. Peso, consumo y conversión de alimento en pavos de la Línea genética Hybrid .....	53
IV.	Cuadro 4. Requerimientos de aminoácidos para pavos .....	55
V.	Cuadro 5. Requerimiento para la engorda de pavipollos en seis Periodos .....	56
VI.	Cuadro 6. Contenido de proteína cruda de la lombriz roja de California .....	68
VII	Cuadro 7. Ganancia de peso en pavos alimentados con tres dietas Diferentes .....	69
VIII	Cuadro 8. Ganancia de peso con intervalos de confianza del 95% En pavos alimentados con tres dietas .....	71

## DEDICATORIAS

A la memoria de mi padre, que siempre me impulsó para ser cada día mejor, y al cual le hubiese gustado verme realizado como profesionalista.

A ti madre que siempre quisiste verme como profesionalista, te dedico esta tesis, gracias por tu cariño y tu incondicional apoyo.

A mis hermanos, por su apoyo y comprensión, he logrado esta meta.

A ti amor, que gracias a tu empeño, dedicación y esfuerzo me has apoyado para alcanzar esta meta.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por haberme permitido culminar este proyecto, porque a pesar de muchos desaciertos y obstáculos he podido encontrar el camino correcto.

A todas aquellas personas que de una u otra forma aportaron con sus ideas, tiempo y trabajo para la realización de esta investigación, dejando constancia de mi agradecimiento:

Al Centro Universitario UAEM Amecameca, por haber mejorado mi nivel académico, hecho que se revertirá en la noble tarea profesional.

Al Dr. Juan José Ojeda Carrasco, Director de Tesis

Al Dr. Pedro Abel Hernández García y Linda Guiliana Bautista Gómez, Revisores del trabajo de tesis.

## I. INTRODUCCIÓN

La cría de pavo o guajolote (meleagricultura), es una actividad que se realiza en toda la República Mexicana, principalmente en los estados de Chihuahua, Yucatán, México, Puebla, Guerrero, Hidalgo y Veracruz (Gallardo, 2006). La producción de carne de pavo entre los sistemas tecnificado y de traspatio en el país es muy baja 10,594 toneladas, con respecto a la importación, ya que en el año 2010 se importaron 108,000 toneladas, procedentes de Estados Unidos; por lo que es necesario buscar nuevas alternativas para incrementar la producción de pavo en México y contrarrestar las importaciones (Hernández, 2006; Suárez, 2010; González, 2011).

Una de las posibilidades para incrementar la producción es mejorar la alimentación en este tipo de aves, proporcionando una proteína de alta calidad, generando una ganancia de peso en las aves en el menor tiempo posible (Cantaro, 2010). En este sentido, la lombriz roja de California (*Eisenia foetida*) es una opción como fuente de proteína de origen animal de excelente calidad ya que contiene entre 62 – 82 % de proteína cruda (PC) en base seca; haciéndola competitiva con cualquier otro tipo de fuente de proteína de origen animal, como lo es la harina de pescado (61.3 – 70.6 % de PC) y la harina de carne (53.4 – 59.8 % de PC) (Velásquez, 1986). Vielma *et al.* (2008), mencionan que la lombriz roja de California no transmite enfermedades como pudieran ser coliformes, bacterias y hongos, como lo reporta en su estudio electroforético y calidad microbiológica de la harina de lombriz *Eisenia foetida*, además de ser de fácil manejo para su producción tener buena digestibilidad y aprovechamiento por este tipo de aves (Ferruzzi, 2001; Aguirre *et al.*, 2006; Cruz, 2010).

El objetivo de este trabajo de investigación fue determinar la ganancia de peso en pavos blancos de la raza BUTA en los que se administró lombriz roja de California como un complemento de la fuente de proteína.



## II. ANTECEDENTES

De acuerdo con estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el pavo se produce en 65 países (Gallardo, 2006); Estados Unidos es el país que más exporta con alrededor de 220 000 toneladas, le siguen Francia con 207 000, Brasil con 90 000, Alemania con 59 000, Italia con 58 000 y Holanda con 55 000 toneladas. Estos seis países acumulan el 75 % de las exportaciones (Financiera Rural, 2010).

Por su parte, México aporta solo el 0.4 % del volumen mundial de carne de pavo, concentrándose el 90 % de la producción en ocho estados: Chihuahua 16 %, Yucatán 28 %, México y Puebla con 11 %, Tabasco 7 %, Guerrero y Veracruz 6 %, Hidalgo 5 % y los estados restantes tan solo el 10 %. Alcanzándose una producción de pavo de 10,594 toneladas en 2010, con una tasa media de crecimiento anual de 1994 - 2010 del 2.6 % (González, 2011).

México y la Federación Rusa son los países que más importaciones de carne de pavo realiza a nivel mundial, ya que adquieren un volumen de alrededor de 108,000 toneladas anuales cada uno con un valor aproximado de 224 millones de dólares, le sigue Alemania con 89,000, Bélgica 47,000 y China 38,000 toneladas. Estos cinco países en conjunto adquieren 50% de las compras de carne de pavo que se realizan a nivel mundial (Hernández, 2006).

De lo anterior se puede apreciar que la mayor proporción de carne de pavo que se consume en México es importada, por lo que de cada ocho pavos consumidos en el país siete provienen del exterior, básicamente de Estados Unidos. La época del año cuando se consume más este tipo de carne es en el mes de diciembre con un 95 %, debido a las fiestas de fin de año en donde el pavo es un platillo muy usual. Se estimó que el consumo de carne de pavo entre los mexicanos alcanzó 1.78 kg por habitante en el 2010 (Suárez, 2010).

La producción de carne en canal de pavo o guajolote ascendió a 17,373 toneladas al cierre de octubre de 2010, según lo da a conocer el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Yucatán produjo 4 900 toneladas y Chihuahua con 3 215, aportan el 47% de la producción nacional; el otro 43% lo producen en conjunto el Estado de México (1 941 toneladas),

Puebla (1 822), Tabasco (1 155), Guerrero (915), Veracruz (858) e Hidalgo (737). El 10% restante queda distribuido entre entidades con producción minoritaria, como Chiapas, Campeche, Oaxaca y Tlaxcala, entre otras (López, 2008). En el municipio de Amecameca, ubicado al sur oriente del Estado de México, se estima que se producen alrededor de 31 toneladas de carne de pavo al año, el 90 % de la venta se realiza principalmente en la época decembrina vendiéndose los animales en pie y en canal. El otro 10 % es durante todo el año en pie y principalmente en trozo, muslo y embutidos (Flores, 1995; Financiera Rural, 2010).

### 2.1. Los pavos domésticos origen y variedad.

Los guajolotes o pavos (*Meleagris gallopavo*) ya habían sido domesticados por los aztecas y otras culturas mexicanas, antes de que América fuera descubierta en 1492. Fueron llevados por los españoles a Europa a comienzos del siglo XVI, y pasaron sucesivamente a Inglaterra y a otros países europeos, en los que se realizaron diversos trabajos de selección para fijar características productivas como mayor ganancia de peso, mejor conversión alimenticia, desarrollo de masas musculares y pigmentación de la misma (Ruper, 1996). Los actuales pavos existentes en Estados Unidos de América (EUA) derivan de ejemplares importados de Europa (López, 2008).

### 2.2. Descripción de las principales razas de pavos domésticos:

- Bronceado americano

El bronceado americano es la raza que tiene un aspecto físico más parecido al pavo salvaje, pero es mucho más grande, con sus más de 15 kg en el caso del macho y cerca de los 10 kg en las hembras.

En el macho, el cuello, pecho, grupa y parte inferior del abdomen son de color negro-rojizo con reflejos rojo-verdosos; las alas son blancas; en la cola, las plumas son negras con línea periférica blanca; en la cabeza y en la parte superior del cuello, tienen plumas rojizas con superposición de reflejos azules.

En la hembra, el blanco es más intenso en costados, alas, cola y parte superior del abdomen; el pico es blanco amarillento; el iris de los ojos es castaño oscuro y la piel es blanca, pero puede amarillear con una alimentación adecuada (Hernández, 1998).

- Blanco de Holanda

El plumaje es sobre todo blanco, aunque en el pecho es negro, cuya forma es de pincel; el pico es blanco amarillento; el iris de los ojos es castaño oscuro; la piel es blanca o de color pajizo; en pavipollos, el plumón es de color amarillo, lo cual constituye el blanco un defecto grave; el peso es menor que en el bronceado de América. Su explotación es la más considerada debido a sus plumas blancas (Llamas, 2005).

- Narragansett

Esta raza se formó en Rhode Island, de los Estados Unidos. El color de su plumaje es similar al del bronceado americano, pero sin el lustre rojo verdoso tornasol ni el bronceado característico. En vez de estas coloraciones, es negro y gris acerado, cruzado con barras negras. Los principales colores del plumaje son negro brillante, plateado y blanco.

En machos, las plumas del cuello son gris pardo recubren las negras; en la cola, son negras con bordes blancos; y en el pecho, son de color gris, también recubren a las negras; y en el dorso, son grises. El adorno en el pecho, el pincel, es negro. Los tarsos son de color rojo-oscuro; el iris es marrón oscuro y la piel es blanca. Las hembras son más claras, con salpicaduras grises sobre el pecho y el abdomen. Los pavipollos son de color gris oscuro (Cordero, 2011).

- Blanco de Beltsville

El pavo de Beltsville fue seleccionado en 1741 en EE.UU. y se reconoció como variedad en 1951. Es una raza de pequeño tamaño (8 kg los adultos), con un pecho ancho y bastante resistente a las enfermedades, lo que la hace muy adecuada para el consumo familiar. Su capacidad transformadora de

alimentos en carne es bastante buena. Este animal posee aptitudes propicias para la reproducción y gran precocidad.

Respecto a la producción de huevos es bastante elevada (158 por temporada de puesta); tiene alta fertilidad (89%); y gran porcentaje de nacimientos (70% de huevos incubados). El plumaje, tanto en machos como en hembras es completamente blanco (López, 2008).

- Rojo de Bourbon

El rojo de Bourbon es mucho más grande que el Belstville blanco, con sus más de 15 kg, en el caso del macho, y cerca de los 10 kg, en las hembras. El macho es rojo oscuro con borde negro. En las alas, tienen plumas blancas (timoneras). La hembra tiene colores semejantes, pero sin bordes blancos. Los tarsos son rosa claros en adultos y oscuros en jóvenes. La piel es blanca con variaciones amarillentas. Los pavipollos tienen el plumón de color amarillo-crema, con las alas marrones y claras en la base (Llamas, 2005).

- Bronceado gigante (de doble pechuga)

Es la raza más grande y popular. El macho adulto llega a pesar hasta 20 kg, mientras las hembras 18 kg. La cabeza es roja, pero puede variar a blanco-azulado. El pico es oscuro en su base y claro en la punta; los ojos son pardo-oscuros. El cuello es bronce-cobrizo, los muslos y los dedos son negros. El plumaje es similar al de la raza bronceada, los bordes de las plumas son grisáceos y tienen una formación anatómica general más pesada, con masas musculares bastante desarrolladas (sobre todo los pectorales). Las patas y el cuello son bastante robustos. El tronco es compacto, la capacidad reproductora es limitada en ambos sexos. La producción de huevos y nacimientos es mediocre, por lo que se recurre a la inseminación artificial (Cordero, 2011).

- Blanco gigante

Raza originaria de los Estados Unidos; presenta cambios en el plumaje, puede pasar del bronceado al blanco. Las patas y los dedos son blancos, la cabeza suele ser blanca, aunque puede variar a roja. La escobeta del macho,

negra. Al igual que el bronceado gigante es de las razas de pavo más grandes, la hembra pesa de 8 a 9 kg y el macho de 15 a 20 kg.

La mayor parte de los pavos bronceados fueron restituidos por los nuevos pavos blancos. Esta última especie se prefiere porque, tras el desplumado, son menos visibles los cañones de la piel, lo cual ocurre cuando las plumas son blancas (mejor aceptadas por los consumidores) (Llamas, 2005).

A pesar de la variedad considerable de razas de pavos que todavía existen, la mayor parte de pavos que se destinan a consumo humano son híbridos comerciales y descienden del blanco de Holanda. Siendo el producto de procesos de selección genética para producir pavos en sistemas comerciales destacando cualidades como rápido crecimiento, buen índice de conversión alimenticia, precocidad (madurez temprana), relación alta en el contenido de carne, comparado con el de hueso, vitalidad y sobrevivencia destacable. Como pavos San Nicolás que es una empresa que cuenta con una amplia experiencia en el campo de la meleagricultura teniendo diferentes líneas como la línea BUTA, la cual se obtiene del cruzamiento de dos líneas. Una de ellas, se utiliza el macho correspondiente a una línea pesada, que en la madurez de su etapa reproductiva puede llegar a pesar aproximadamente 25 kg, de otra línea liviana se emplea la hembra como progenitora, cuyo peso no supera los 12 kg, esta gran disparidad de tamaño impide el apareamiento natural, por lo que se hace imprescindible la difusión técnica de la inseminación artificial ([www.pavossannicolas.com/htmempresa.html](http://www.pavossannicolas.com/htmempresa.html); Cordero, 2011).

### 2.3. Características del pavo BUTA.

EL pavo BUTA (British United Turkeys of America) de “doble pechuga” se caracteriza por que presenta una rápida conversión de alimento en carne, de manera que alcanzan un peso considerable (entre 15 y 20 kg en 24 semanas) engordados con alimento balanceado (Cantaro, 2010). Presenta carne blanca en la pechuga, mientras que las piernas y los muslos son de carne oscura. Siendo una de las mejores alternativas para los productores que se dedican a la engorda de pavos (Figura 1) (Flores, 1995).



**Figura 1.** Pavo BUTA (Meléndez, 2013).

#### 2.4. Sistemas de Producción de Pavos.

La producción intensiva de pavos se hace en diferentes condiciones de tecnificación, uno es en sistema de confinamiento completo, donde se emplea un mínimo de tres etapas diferentes para su crecimiento y desarrollo, con niveles decrecientes de proteína y crecientes de energía en la dieta (Lázaro, 2002). En este sistema se utiliza la misma caseta para todo el ciclo,

preferentemente dividido en dos, separando machos de hembras, las que una vez vendidas liberaran espacio para los animales restantes, tanto en exterior como interior deben ser de fácil limpieza, lavado y desinfección, por lo que deben contar con superficies lisas, evitando rugosidades y grietas (Lugo, 2012). Los albergues tienen generalmente forma rectangular con anchuras entre 10 - 16 m, longitud variable y una altura de 2.5 – 3.5 m. Actualmente se concede particular importancia al aislamiento térmico, siendo el techo la parte más protegida por las pérdidas de calor en invierno y su recalentamiento por exposición a radiaciones solares en verano, los materiales que mejor se adaptan son las láminas fibrocemento de 6 mm y las de zinc, aunque el cartón reforzado es también conveniente. El frente debe estar orientado al noreste, permitiendo la entrada de los rayos solares en invierno, facilitando la regulación de la temperatura interior, el fondo debe ser cerrado y el frente de los laterales abiertos. Se deberá utilizar tejido tipo “pajarero” (malla de 25 mm) y cortinas como protección contra otros animales, el viento y la lluvia. En microclimas fríos los costados también pueden ser totalmente cerrados, los pisos pueden construirse con ladrillos o simplemente con tierra apisonada y una capa de suelo-cemento. Entre los galpones de la explotación, como regla general debe existir una distancia aproximada al doble de la longitud de los mismos, con esta norma se intenta evitar posibles contagios entre aves y entre albergues (López, 2008; Cordero, 2011).

Además del control de la temperatura ambiental, es necesario considerar la ventilación ya que este factor condicionara el éxito del manejo, permitiendo eliminar la humedad producida por la respiración de las aves, controla la temperatura ambiental, renueva el oxígeno ambiental y elimina el dióxido de carbono y el gas amoniacal de las deyecciones (Hernández, 1998; SENASICA, 2010). Como alternativa podrá disponerse de otra dependencia para efectuar la crianza, donde los pavitos permanecerán 50 - 60 días, mejor preparados para su traslado a la fase siguiente. Teniendo en cuenta las exigencias de la cría, es la opción más conveniente, pensando en construcciones independientes, sencillas y poco costosas. La primera fase exige un ambiente perfectamente controlado, disminuyendo en la segunda, pero en ambos casos, siempre se

deberá tener en cuenta el principio ineludible “todo dentro, todo fuera”, es decir, entran las aves al mismo tiempo y salen todas para la venta, esto otorga ventajas sanitarias (por riesgo de enfermedades) y de manejo (TzviShafir, 1991; Cantaro, 2010). Otra norma higiénica importante es evitar la convivencia con otras aves, no es admisible tener pavos, pollos y/o gallinas juntos, igualmente, el operador no debe tener contacto con otras aves, salvo que previamente se tomen las precauciones oportunas. Cada operación debe programarse, desde la admisión de los pavitos hasta el más pequeño detalle del manejo posterior y de los tratamientos posteriores (Cordero, 2011).

Otro sistema es el de pastoreo, este sistema de manejo contempla la aplicación de los espacios disponibles para las etapas al aire libre, especialmente en cría y terminación. Siempre considerando la disponibilidad de praderas empastadas y climas particularmente favorables (Hernández, 1998). Los pavitos inician la cría en recintos especiales y si el clima lo permite, ya a partir de la tercera semana pueden salir algunas horas al exterior. Los recintos utilizados para aves adultas en estado de libertad solo cumplen con la función de albergues nocturnos o resguardo ante las inclemencias del tiempo, por tanto, son construcciones simples, generalmente portátiles y fabricadas en madera u otros materiales sencillos, pueden albergar hasta 10 pavos por m<sup>2</sup> de techo, a las 8 - 10 semanas los pavos estarán habituados a vivir al aire libre (Llamas, 2005; Pérez, 2011).

El terreno donde habitarán, deberá tener cierta pendiente para permitir un buen drenaje del agua si bien los pavos emplumados soportan al agua de lluvia, no ocurre lo mismo con su parte ventral con el agua encharcada o si se meten al barro, además es posible que los animales tomen agua de los charcos, lo que representa un grave riesgo de contraer parasitosis, en especial la Histomoniasis (Hernández, 2006).

Es conveniente implantar arboles de hojas caducas que proporcionen sombra. La pastura será un complemento nutritivo de la dieta formulada a base de cereales, cubriendo los requerimientos dietarios de los animales, en este caso, los comederos y bebederos se ubicaran debajo de los árboles protegidos del



sol y la lluvia por pequeños techos, colocando un comedero de tolva circular de 2 - 3 kg de capacidad por cada 20 animales, montados sobre patines tipo trineo para poder cambiarlos de sitio fácilmente y debiendo regular su la altura según el crecimiento de los pavos. En este caso los bebederos se colocan en proximidades de la comida, un bebedero por cada 40 aves, siendo generalmente de tipo canaleta, de unos 2 m de longitud y regulables en altura. Los pavos permanecerán gran parte del tiempo cerca de comederos y bebederos, por tanto será necesario que cada 10 - 15 días y siempre después de las lluvias, sean desplazados a otras zonas con la finalidad de que los animales ocupen nuevos espacios limpios (López, 2008; Pérez, 2011).

Cuando la temperatura ambiental es menor a 10 °C, el rendimiento de los alimentos disminuye, aunque aumenta su consumo para que los animales puedan producir calor. El aumento del consumo de alimentos en este sistema, suele comprender con las mejores condiciones sanitarias, aunque se debe estar alerta a infecciones transmitidas por vectores naturales (Lázaro, 2002; Santiago, 2005).

## 2.5. Fuentes de calor

En la cría natural la fuente de calor para los pavitos proviene del cuerpo de la pava clueca, a diferencia de la cría artificial, donde es el hombre quien tiene que suministrarla. El avicultor deberá estar atento al funcionamiento de las criadoras y a los cambios atmosféricos para que estos no perturben el desarrollo inicial de los pavitos, el manejo de las criadoras es fundamental, pues al inicio de la cría los pavitos necesitan más calor, siendo el enfriamiento, una causa frecuente de trastornos. Los calefactores eléctricos tienen un uso limitado debido al elevado costo de esta fuente de energía, no obstante resulta práctico utilizar como fuente de calor una lámpara incandescente de 75 vatios, para evitar la dispersión de las aves fuera del campo de calor de la criadora es necesario emplear rodetes, durante todo el periodo de cría se deben evitar los “rincones”, ya que es común que se produzcan muertes por amontonamiento de las aves en esos sectores (Llamas, 2005; Cantaro, 2010).

## 2.6. Bebederos.

Existen diferentes modelos que se adaptan según la edad de las aves. Así, para pavitos durante los primeros 10 - 15 días, se utilizan bebederos de plato con recipiente invertido, dentro de este tipo se fabrican de vidrio, aluminio o material plástico, con una capacidad de 4 litros. Conviene disponer de un bebedero por cada 50 pavitos, en el caso de aves de más de dos semana se utilizan bebederos lineales, que pueden ser colgantes o con pie, generalmente se fabrican de 2.5 m de longitud en lámina galvanizada o bien enlozada, estos últimos son más fáciles de limpiar y no presentan problemas de oxidación. El llenado de los mismos se regula mediante un flotador o a través de una válvula que se cierra por acción del peso del agua, deberá contarse con un bebedero por cada 150 pavos (Hernández, 1998).

Otro sistema de bebedero es el circular o “planetario”, que se fabrica con material plástico, también cuenta con una válvula que cierra o abre el paso del agua de acuerdo con las variaciones de peso que provocan las aves al beber, su forma circular permite un mejor acomodamiento de los animales, si se compara con el sistema lineal, en un menor requerimiento de superficie de bebedero por ave, un bebedero por cada 75 aves adultas (López, 2008).

## 2.7. Comederos.

Durante la primera semana de vida los pavitos recibirán su alimento sobre un cartón corrugado o sobre la arpillera que recubre el piso. En estos primeros momentos de la cría de la parvada se recomienda extremar los cuidados y vigilar que todos los pavitos coman y beban con facilidad. A partir del tercero o cuarto día deben utilizarse comederos lineales de 80 - 100 cm de longitud por cada 50 pavitos, se fabrican de madera o lámina galvanizada y cuenta con un molinete o barra giratoria en la parte superior para evitar que los pavos “perchen” sobre el comedero y ensucien el alimento. A partir de la tercer semana se deberán de utilizar los comederos tipo “tolva” compuestos con un sistema de enganche entre el cono y el plato que sirven para regular la separación entre ambos componentes, lo que permite disminuir pérdidas de

alimento, este último de unos 46 cm de diámetro y 8 cm de profundidad, la capacidad de estos comederos oscila entre 10 - 20 kg y están contruidos con lámina galvanizada, en algunos casos el plato es de plástico, se recomienda utilizar una tolva por cada 20 aves. Se ha comprobado que a pesar de tomar todas estas medidas el desperdicio de alimento a partir de la décima semana es importante, pues el plato resulta chico para el gran tamaño que va tomando la cabeza de los pavos machos; tanto los comederos como los bebederos deben regularse de manera que siempre estén a la altura del torso de los pavitos (Llamas, 2005; Pérez 2011).

## 2.8. Densidad de pavos.

El espacio que se debe poner a disposición de los pavos influye en el logro del éxito final, es preciso evitar concentraciones excesivas que puedan acarrear problemas de ventilación con graves consecuencias, los costos elevados de las construcciones han llevado a los productores a aumentar erróneamente la cantidad de aves por unidad de superficie. Pero se ha demostrado que es así como se producen las complicaciones en el manejo y se limitan las posibilidades de lograr un buen producto final. Pueden existir diferencias de acuerdo a las instalaciones empleadas, sus sistemas de ventilación, la estación del año y las habilidades de los avicultores, el peligro de masificación tiene lugar especialmente durante la fase final del engorde. Es importante además que los pavos dispongan de espacio suficiente para poder efectuar un mínimo indispensable de gimnástica funcional, ya que los machos, cuya estructura esquelética es especialmente precaria en extremidades inferiores, lo requieren para mejorar la postura, la marcha y la funcionalidad en general (Hernández, 2006; López, 2008).

Para los sistemas semi-intensivos, se indica 1 macho/m<sup>2</sup> y 2 hembras/m<sup>2</sup> en estado adulto, una reducción del espacio disponible para las aves implicara: una disminución del crecimiento ponderal, disminución de las defensas orgánicas con incremento de la morbilidad, disminución del consumo de alimentos y del rendimiento en carne, peligro de canibalismo, mayor número de aves agredidas y clasificadas de segunda para el matadero, mayor número de

pavos (especialmente machos) afectados por “vejigas pectorales” o deformaciones articulares, camas en malas condiciones, plumaje deficiente y necesidad de una mayor ventilación (TzviShar, 1991; Lázaro, 2002).

## 2.9. Camas.

Están constituidas generalmente por virutas, si bien pueden emplearse otros materiales comunes tales como cáscaras de cereales o arenas, para el primer periodo, al menos, es preferible una buena viruta que este seca y libre de aserrín. No conviene usar virutas oscuras, que suelen provenir de maderas duras, ricas en taninos que resultan tóxicos para los pavos. Una buena cama debe ser liviana, blanda, esponjosa y sin polvo, ni contaminaciones de hongos o bacterias, estar constituida de partículas uniformes, no muy grandes ni excesivamente pequeñas y tener un elevado poder absorbente, lo que mejora la sanidad de las aves, el material con el que se preparan las camas debe ser adecuado para su posterior uso como estiércol, luego de mezclarse con las deyecciones de las aves (López, 2008).

El espesor de la cama debe ser, aproximadamente de unos 10 - 15 cm, aproximadamente 7 - 9 kg de viruta por m<sup>2</sup>. Las camas deben mantenerse secas, procurando evitar los apelmazamientos con el agua en proximidades de los bebederos, evitando derrames, si es preciso, retirarla y sustituir las partes de cama mojada. Ya que las condiciones en que se encuentren las camas son un buen indicador de la ventilación, la humedad ambiental, el posible hacinamiento de las aves y su estado de salud, si se mantienen bien las camas, se pueden lograr buenos resultados productivos (Pérez, 2011).

Evitar camas demasiado secas (< 20 % de humedad), con exceso de polvo o demasiado húmedas (> 30 % de humedad) que reduce su poder absorbente acarreando riesgos sanitarios, ya que las camas mojadas acarrear fermentaciones tóxicas y son propicias para albergar parásitos, además de favorecer molestas incrustaciones en las patas de los pavos. Intentar ahorrar en cantidad y calidad de la cama puede resultar contraproducente, dados los inconvenientes que esto puede acarrear (Hernández, 1998).

## 2.10. Manejo del primer periodo

Al menos quince días antes de la llegada de los pavitos se deben limpiar y desinfectar los implementos y el albergue (interior y exterior) en forma rigurosa. Luego de este tiempo, se puede empezar a preparar la cama, los cercos y demás equipos auxiliares. Cuando todo está preparado y ya no sea preciso entrar en el albergue se realizará una última desinfección con permanganato de potasio (20 g) y formol al 40% (40 ml). Esta operación debe efectuarse por lo menos 48 horas antes de que lleguen los pavitos, de modo que reduzca al máximo la acción irritante del formol (Cordero, 2011).

En este periodo los pavitos requieren mayor cuidado debido a sus escasas defensas orgánicas, es necesario disponer de un medio apropiado, buena alimentación y condiciones higiénicas, siendo fundamental el rol del avicultor, quien debe ser observador-atento, proveer todo lo necesario a los pavitos y evitar las posibles causas de estrés. El albergue debe contar con ambiente controlado, con un microclima regulable según las exigencias de los animales, que le permitan obtener un mejor crecimiento, es conveniente la separación por sexos, si se dispone de instalaciones para dicha práctica, de esta forma se favorece el desarrollo de ambos lotes, adecuando las mayores exigencias alimenticias de los machos, evitando competencias y situaciones de estrés (Cantaro, 2010).

Los primeros 15 - 20 días de vida es conveniente cercar el espacio en torno a la fuente de calor, en un área de unos 3 m de diámetro. El cerco, de metal, plástico o cartón; de 50 - 60 cm de alto, evitará hacinamiento y facilitará que los pavitos estén próximos al calor, comederos y bebederos. Cada cerco albergará unos 250 a 300 pavitos. Después de las dos semanas, cuando los pavitos empiezan a saltar este corral, es conveniente retirarlo, teniendo en cuenta una ampliación gradual del espacio. Hasta entonces, en el centro de cada cerco y a unos 60 cm de la cama debe colocarse una "luz orientadora", no excesivamente fuerte (40 - 60 vatios). Esta puede excluirse si la criadora produce alguna luz, como en el caso de las de gas. Esta fuente lumínica intenta evitar amontonamientos, orientándolos hacia el centro del cerco y

estimulándolos a que se alimenten y beban. La temperatura debe regularse 24 horas antes de la llegada de los pavitos, luego de haber acondicionado comederos y bebederos sobre la cama. Nunca debe realizarse en el momento en que llegan los pavitos. Es conveniente que la llegada de los pavitos sea por la mañana, disponiendo del día para familiarizarse con el nuevo entorno, beber y comer, manteniéndolos en observación continua, incluyendo la primera noche (TzviShafir, 1991).

El peso de los pavitos al llegar debe rondar los 45 - 60 g, ser compactos, duros al tacto, no deshidratados, bien equilibrados sobre las patas, vivaces, sin malformaciones, con el ombligo cicatrizado y sin la cloaca sucia.

La temperatura ideal para este periodo está comprendida entre 35 - 37 °C la temperatura ambiental del galpón puede variar entre 22 - 27 °C en tanto que la de la criadora debe disminuirse progresivamente 2 °C cada semana, pudiendo suprimirla de las cuatro a las siete semanas; se debe evitar con rigor los cambios bruscos de temperatura. A medida que los animales crezcan, debe bajarse el calor y aumentar la ventilación, siempre evitando las corrientes de aire excesivas (Hernández, 1998).

Los bebederos deben lavarse una vez al día con productos no tóxicos para los animales. El pavo bebe mucho, pudiendo calcularse el consumo en 3 veces lo que come, la higiene del agua debe ser escrupulosa, así como la de los depósitos, los comederos y bebederos deben mantenerse siempre próximos adecuar permanentemente la altura conforme van creciendo los animales. Evitando el menor estrés posible que pudiera producir bajas por causas de ahogo, ataques de otras aves, canibalismo, etc. El porcentaje de muertes no es uniforme durante todo el ciclo, pero es bastante mayor en la primer semana, alcanzando la máxima incidencia al 5° día, momento en que se reabsorbe el saco vitelino, de esta manera se agotan las reservas nutritivas de origen embrionario (Flores, 1995; Lázaro, 2002).

Mueren más machos que hembras, ya que estos son más exigentes y requieren mayor esfuerzo general por parte del organismo. Normalmente se

habla de una mortandad normal del 12 - 13% para machos y 7 - 8% para hembras en todo el ciclo (López, 2008).

Las aves muertas serán recogidas por la mañana, durante la primera visita de control, los cadáveres serán cuidadosamente observados para comprobar si se trata de muerte accidental, aves previstas para desechos o bien sospechosas de enfermedad, en tal caso recurrir al tratamiento adecuado. Siempre se deben incinerar los cadáveres.

#### 2.11. Manejo del segundo periodo

Este periodo comprende desde los 50 - 60 días hasta la venta de las aves para sacrificio, no presenta especiales dificultades, ya que cuando los pavos alcanzan esta edad, han superado el periodo más delicado de su vida. El manejo durante esta fase consiste en cuidar que los animales tengan siempre a su disposición los alimentos y el agua fresca, la altura de los comederos y bebederos se irá aumentando paralelamente al crecimiento de los pavos y debe cuidarse con atención los desperdicios de alimento. Será conveniente pesar semanalmente un cierto número de aves, anotando el peso individual, pudiendo así evaluar el crecimiento y la uniformidad del lote, también es útil poder controlar el consumo de agua y alimento diarios, teniendo presente que el primer signo de muchas enfermedades es la falta de apetito (Cantaro, 2010).

Los machos suelen presentar más dificultades que las hembras en esta etapa final, pudiendo darse fenómenos de debilidad de las patas, haciéndose necesario separarlos del resto. Si se actúa a tiempo, estos pueden mejorar, de lo contrario será conveniente sacrificarlos cuanto antes, sin realizar tentativas inútiles para curarlos (Pérez, 2011).

Al menos 12 horas antes de retirar los pavos del criadero para sacrificarlos, será conveniente privarlos de alimentos dejándolos solamente con agua, durante la carga para enviarlos a los centros de acopio deben evitarse los daños que conllevan pérdidas de plumas, lesiones o hematomas que degradan el producto (Cordero, 2011; Lugo, 2012).

## 2.12. Agua de bebida

El agua es de gran importancia a pesar de que, frecuentemente no se tiene la debida consideración respecto a ella, siendo un óptimo disolvente del medio dispersante por su propiedad ionizante, facilita las reacciones celulares interviniendo además en el control de la temperatura corporal y dada la diversidad de funciones que afecta y la prioridad de su necesidad, su falta o deficiencia no puede tolerarse sin graves consecuencias. El agua tiene un papel fundamental en la digestión, en la asimilación y en la excreción, sirve como lubricante de las articulaciones, de los músculos y de varios tejidos del cuerpo. La cantidad del agua ingerida dependerá del tipo de alimentación, el peso del animal, la temperatura ambiental, la composición química y la temperatura del agua, entre otras cosas. El 75% del cuerpo de los pavitos es agua, porcentaje que puede disminuir en los adultos, los pavos se nutren generalmente con alimentos secos (12% de agua); por tanto, necesitan agua en mayores cantidades, cada vez que beben lo hacen en pequeñas cantidades pero con mucha frecuencia por lo que debe proveérseles en forma permanente, al beber, sumergen el pico profundamente en el agua, después levantan la cabeza y de este modo, pasa esta del pico al estómago por gravedad. Por esto, es necesario disponer de bebederos con suficiente profundidad, especialmente en machos, ya que los pavitos consumen 3.1 veces de agua por una de alimento durante la primera semana de vida. A la semana 15 y a una temperatura de 21 °C la relación pasa a ser 2.3/1, el pavo bebe proporcionalmente al peso y al consumo de alimento, más que el pollo. Si esta contiene cantidades elevadas de nitrógeno nítrico producirán mortandad o disminución del crecimiento. Es recomendable su recambio diario, así como limpieza y desinfección de bebederos en las primeras semanas de vida principalmente (Lázaro, 2002).

## 2.13. Sanidad

Las enfermedades pueden ser debidas a una sola causa, pero con frecuencia son causadas por varios factores, que actúan simultánea o sucesivamente



agravando el curso de aquellas. Las causas directas de las enfermedades pueden ser:

1. Bacterias: Salmonelosis, Pasteurelisis, infecciones por el *E. Coli*, Estafilococias, etc. En general, son sensibles a los antibióticos. Micoplasmosis (*Mycoplasma gallisepticum*; *M. meleagridis*; etc.) Son sensibles solamente a algunos antibióticos.
2. Virus: Influenza, Viruela, Enteritis hemorrágica, etc. No son sensibles a antibióticos.
3. Hongos: Aspergilosis, Candidiasis, etc.
4. Protozoarios: Coccidiosis, Histomoniasis, Tricomoniasis, etc.
5. Helmintos: Ascaridiosis, Capilariasis, etc.
6. Deficiencias Nutritivas: carencias de aminoácidos, vitaminas y minerales.
7. Venenos químicos: residuos de pesticidas; residuos industriales; metales pesados; micotoxinas; fármacos suministrados sin control; etc.
8. Lesiones por acciones mecánicas.

Existen además causas indirectas predisponentes que disminuyen la capacidad defensiva del organismo y facilitan la aparición de la enfermedad. Las más frecuentes son:

- Clima (temperatura, ventilación, humedad)
- Sobreproducción de los lotes.
- Estados carenciales o subcarenciales.
- Predisposición genética.

Las enfermedades pueden manifestar en forma aguda, subaguda o crónica, produciendo mortandad, signos, lesiones más o menos evidentes y a menudo reduciendo considerablemente la eficiencia productiva.

Especialmente en explotaciones intensivas se encuentra una disminución del crecimiento, elevado número de aves desechadas, aumento en el índice de conversión, incluso en ausencia de patologías. Tales estados se manifiestan en forma oculta y solo podrán diagnosticarse con precisos análisis de laboratorio.

Por todo ello, será necesaria siempre la búsqueda y confirmación del factor que provoca las caídas en la eficiencia productiva.

Enfermedades más frecuentes en la región

### **Causadas por bacterias:**

Enfermedad respiratoria crónica

Los principales microorganismos verificables en esta infección son: *Mycoplasma gallisepticum*, *M. meleagridis* y *Escherichia coli.*, generalmente se produce a causa de los virus que afectan al aparato respiratorio, complicada posteriormente por una invasión bacteriana.

Las condiciones predisponentes juegan a menudo un papel determinante en la aparición de la enfermedad y el curso posterior de la misma. Debe presentarse mucha atención al microclima (cambios de temperatura, ventilación inadecuada, polvo, humedad) y a las condiciones estresantes, tales como la manifestación de los pavos en los albergues, cambios de lugar, etc. Pueden ser afectados por esta enfermedad pavos de todas las edades, pero particularmente los de 3 a 8 semanas.

Signos: estornudos, tos y congestión de las vías respiratorias, disminución del apetito y retraso en el crecimiento. La enfermedad puede tener una duración corta (5 a 6 días), pero muchas veces se presenta en la forma aguda, subaguda y crónica, pudiendo durar bastante tiempo. Algunos animales pueden presentar inflamación de la cara con sinusitis mono o bilateral. En las aves de pocas semanas la mortalidad puede ser elevada del 10 - 20 %.

Prevención y control: Iniciar la crianza a partir de pavitos libres de *Mycoplasma gallisepticum* y *Mycoplasma meleagridis*. Practicar con rigor en la explotación el principio de "todo dentro-todo fuera". Evitar las causas predisponentes y particularmente las condiciones desfavorables del microclima. De mayor eficacia es la terapia preventiva.

## Sinusitis Infecciosa del pavo

También llamada “infección de los sacos aéreos” es producida por el *Mycoplasma gallisepticum* agente productor de la enfermedad respiratoria crónica de los pollos. Se caracteriza por inflamación de los senos infraorbitarios, que están llenos de secreción purulenta densa. Algunos casos presentan aerosaculitis y conjuntivitis, la enfermedad se transmite por el aire contaminado.

Pueden existir portadores aparentes sanos y transmitirla a través del huevo. Se desarrolla en un periodo de 3 a 15 días.

Signos: secreción nasal, conjuntivitis, tumefacción de los senos nasales, tos, dificultad respiratoria, plumas sucias, el pavo puede presentar los ojos cerrados y hasta con los párpados adheridos. Los animales afectados decaen y enflaquecen mucho.

Tratamiento: extraer el exudado de los senos e inyectar antibiótico.

## Cólera aviar

El cólera aviar también llamado Pasteurellosis es una enfermedad contagiosa de carácter septicémico que afecta principalmente al aparato respiratorio de las aves. El agente responsable es la *Pasteurella multocida*.

La infección ingresa a la explotación por medio de las aves procedentes de otros establecimientos, visitas, equipos contaminados, etc. Los roedores, insectos y aves silvestres pueden transmitir la enfermedad. Afecta especialmente a las aves domésticas, las silvestres, muchos mamíferos, inclusive el hombre, convirtiéndose en vectores activos. Los pavos se afectan frecuentemente cuando superan los 3 meses y medio de edad.

Signos: los pavos pueden morir inesperadamente, aun pareciendo estar bien y sin signos visibles. La mortalidad puede ser elevada, siendo mayor durante la noche. Puede darse también el caso de animales que presenten sus plumas

erizadas, comiendo y bebiendo poco. Aumenta la frecuencia respiratoria y expulsan moco hemorrágico por la boca poco antes de la muerte.

En forma crónica, los enfermos adelgazan notablemente, presentan dificultad respiratoria con presencia de secreción mucosa en las vías respiratorias altas. Articulaciones doloridas, de las que se resienten y se observa dificultad en la marcha. Diarrea verde amarillenta.

En ambos casos las carúnculas y barbillas aparecen a menudo oscurecidas.

Prevención y Control. Evitar las causas predisponentes (cambios de microclima). Vacunación.

Tratamiento: sulfamidas y antibióticos de amplio espectro en agua de bebida.

### **Caudadas por virus:**

#### Influenza

Esta enfermedad afecta a pavos, pollos, faisanes y aves silvestres. Se transmite por contacto directo con animales infectados. El periodo de incubación generalmente ronda entre 2 días y 1 semana.

Signos: varían según la edad del animal y las condiciones predisponentes. Los animales jóvenes son afectados con mayor frecuencia, comúnmente cursan con inapetencia, estornudos, secreción lacrimal, sinusitis mono o bilateral y edema facial. Pueden presentarse también trastornos intestinales, pero algunos animales mueren sin ofrecer una signología visible. Son frecuentes y graves las infecciones secundarias y la mortandad es variable.

Prevención y control: no existen tratamientos específicos. Evitar el contacto con aves de vida silvestre y las causas predisponentes.

## Diftero-Viruela Aviar

Este virus entra al organismo a través de lesiones de la piel. Insectos como los mosquitos pueden transmitir la infección del animal enfermo al sano. La enfermedad se desarrolla entre 4 a 15 días en diversas especies, más frecuentemente en pollos, pavos, palomas y canarios. En general y con mayor frecuencia en otoño.

Signos: la forma más común de presentarse es en la piel (cutánea) con presencia de costras en forma de verrugas en la cabeza y el cuello, alrededor de la boca y en la entrada de las aberturas nasales, en los párpados y en la región peri ocular.

La costra primero se presenta como una mancha blanca y pequeña. Crece rápidamente y más tarde se vuelve amarillenta, seca y agrietada, al fin se oscurece y descama.

Las lesiones son más grandes generalmente en los machos. Existe otra forma de presencia de la Viruela caracterizada por lesiones en boca, paladar y faringe. Las aves así afectadas se presentan abatidas, con dificultad para alimentarse y respirar, pueden morir por asfixia. Las lesiones se complican con otras enfermedades con producción de secreción purulenta.

Prevención y control: respetar las normas higiénicas de la explotación y vacunar a los pavos mediante inyección o punción en el ala.

### **Causadas por Hongos:**

#### Aspergilosis

Generalmente causada por *Aspergillus fumigatus* y a condiciones ambientales predisponentes. Las esporas ingresan al organismo por inhalación, afectando al sistema circulatorio y al nervioso central.

Puede llegar a las incubadoras a través de los huevos, instalándose en estas y afectando más tarde a los pavitos cuando nacen. Pueden afectar a estas aves también en cualquier edad.

Signos: dificultad respiratoria, pico abierto, tos profunda y seca. Es frecuente la conjuntivitis fibrino-purulenta, torticollis, ataxia locomotriz y parálisis. En general, se registra disminución en el consumo de alimentos así como del crecimiento.

Prevención y control: prestar especial atención a las camas para que no se almacenen, mejorando las condiciones generales de higiene. Es necesario evitar el polvo ambiental y las camas muy secas, controlando la ventilación. Se han logrado resultados satisfactorios tratando con nistatina.

### Histomoniasis

La denominada enfermedad de la cabeza negra ha causado grandes mortalidades en grupos de pavos de la Patagonia Norte en los últimos años.

La enfermedad es producida por *Histomona meleagridis*, que es un protozoo que afecta a pavos, gallinas y faisanes. Este es capaz de entrar en los huevos de otros parásitos y mantenerse infectivo durante más de cuatro años en la tierra.

La transmisión se realiza cuando se ingieren estos huevos. También puede darse en forma directa, de animal a animal por alimentos y agua contaminada con materia fecal.

Signos: el animal presenta las alas caídas, somnolencia, diarrea amarillenta, disminución del consumo de alimento, enflaquecimiento. En animales jóvenes, la mortandad puede llegar al 100%.

Las lesiones más comunes encontradas en los animales que padecen la enfermedad son úlceras y mucosas intestinales irritadas. Puede haber moco color amarillento verdoso, el hígado se ve con zonas redondeadas amarillentas y a veces agrandado de tamaño.

En la mayoría de los casos, al infectarse el hígado de los pavos estos terminarán muriendo debido a la falla hepática. Las aves se deshidratan y presentan inflamación extrema. Las complicaciones en el hígado llevan al animal a eliminar pigmentos de la bilis color amarillo brillante a través del riñón, lo que conlleva a que se observe diarrea amarillo verdosa.

Cuando el pavo se come el huevo de la histomona, la larva nace y perfora la mucosa del intestino. De esta forma se reparte exactamente en la misma puerta de su nueva casa.

Sus huevecillos pueden sobrevivir indefinidamente en pisos de tierra de los gallineros, perpetuando estos problemas durante varios años de uso de las instalaciones para producción pavos.

Prevención y control: obtener un diagnóstico preciso, buscar lesiones intestinales (cecales) o hepáticas. Identificar la fuente del problema. El control de los parásitos es esencial. Evitar terrenos encharcados o camas excesivamente húmedas. La limpieza de la cama entre parvadas no asegura la eliminación de los parásitos. En algunos casos agudos, se han producido problemas debido al uso de una capa muy delgada de cama que apenas cubre el piso. Con un promedio de 2.5 a 5 cm de profundidad de cama puede haber grandes áreas descubiertas o ligeramente cubiertas.

Las lombrices son de importancia en la producción de la enfermedad en las aves criadas al aire libre, tales como los pavos en pastoreo. Las lombrices horadan la tierra y recolectan los huevos de histomona, que pueden permanecer con capacidad de infectar durante varios meses antes de que el pavo se coma al parásito.

Tratamiento: Dimetridazol; Preventivo: 1 gramo en 5 litros de agua por 3 días. Curativo: 1 gramo en un litro en agua de bebida por 5 días y repetir al mes. No usar 10 días previos al consumo.

## Otros trastornos:

### Debilidad de las patas

Se trata de un síndrome caracterizado por la debilidad de las extremidades y dificultad para la marcha, afecta casi exclusivamente a los machos. Puede deberse a diversos factores contaminantes, entre los cuales los más importantes parecen ser los siguientes:

- Carencias alimenticias. Debe presentarse particularmente atención a la alimentación de los pavitos durante la primera semana de vida, ya que las carencias suelen conducir más o menos tarde a diversas alteraciones. La vigilancia debe centrarse particularmente en controlar la presencia de vitaminas, minerales y aminoácidos en la ración, en las cantidades que el animal requiere, variables con la edad y otros factores. Las carencias también pueden deberse a una insuficiente absorción intestinal, alteración que frecuentemente se produce durante o después de las enteritis graves.
- Deficientes condiciones de la explotación. En primer lugar debe considerarse la sobrepoblación de los galpones, que disminuye la gimnástica funcional, aumenta la competitividad en la lucha por los alimentos y exalta el canibalismo. Del mismo modo deberán tenerse muy en cuenta las condiciones climáticas desfavorables en los ambientes, como son: temperatura elevada, humedad excesiva, ventilación insuficiente y camas en malas condiciones.
- Factores genéticos. Una selección especialmente dirigida hacia el incremento del peso ha conducido a que los pavos machos representen una verdadera “descompensación biológica”. El sistema locomotor queda con ello sometido a un notable esfuerzo al que, en general no consigue adaptarse. Tanto mayor es el peso de estas aves, característica normal en algunas razas, tanta más incidencia tendrá la enfermedad que nos ocupa.



- Factores infectantes. Se incluyen aquí el *Mycoplasma* spp, especialmente el *M. meleagridis*, así como el *E. coli* y complicaciones con estafilococos.
- Factores tóxicos. Micotoxinas presentes en los alimentos, excesivo suministro de fármacos, especialmente antibióticos.

Signos: son afectados casi exclusivamente los pavos machos y la enfermedad se manifiesta después de la 12ª. a 15ª. semana, raramente antes, aun cuando las causas tengan a menudo un origen anterior. La incidencia difícilmente supere el 15 %, los pavos caminan con paso lento y muchas veces con temblor en las extremidades. Frecuentemente estas aparecen deformes y arqueadas con las articulaciones enrojecidas. Las aves afectadas acceden con dificultad a los comederos, adelgazan y generalmente mueren víctimas del canibalismo. El cuello aparece a menudo caído con una desviación en forma de “S”.

Lesiones: en la piel de la región del pecho se observa una superficie callosa, a veces con presencia de costra, debido al continuo apoyo pectoral.

Las mayores lesiones se observa en las extremidades inferiores, especialmente a nivel de las articulaciones femoro-tibial y tibio-tarsiana. Estas aparecen inflamadas. También en las vértebras se pueden observar grandes alteraciones.

Prevención y control: las lesiones citadas son irreversibles y por tanto no pueden curarse los animales afectados ya que la alteraciones tienen a menudo un origen muy diverso y anterior a la aparición de los signos. Los animales afectados deben apartarse en un alojamiento especial, independiente, para evitar que mueran víctimas del canibalismo.

#### Plan sanitario

Actualmente la sanidad se concibe bajo parámetros de bioseguridad, buscando fundamentalmente hacer lo más eficiente posible las condiciones de bienestar animal, de ambiente e higiene.

Se deben tomar una serie de medidas y políticas sanitarias con la intención de prevenir o reducir al mínimo el riesgo de enfermedades:

- Separación de la granja
- Orientación de los galpones
- Aves separadas por edad
- Personal
- Control de vectores
- Insumos de primera calidad
- Fosa de desinfección
- Fosa séptica o cámaras de incineración

Los planes de vacunación toman relevancia en zonas que presentan antecedentes de alguna enfermedad infecciosa, especialmente en el caso de los reproductores. Para los animales de cría y engorda, los que permanecen un periodo muy corto en los establecimientos, las consideraciones al respecto se restringen a los parámetros inicialmente citados.

Vacunación recomendada:

#### Newcastle

Vacuna a virus vivo o activo, cepa B1 (gota ocular) Primera dosis: a las 2 semanas. Segunda dosis: a las 12 semanas, luego cada cuatro meses.

#### Diftero-viruela aviar

Vacuna a virus vivo o activo de pavo (en muslo por raspado o por punción en el pliegue del ala) Primera dosis: a las 2 semanas. Segunda dosis: a las 14 semanas.

#### Cólera aviar

Vacuna vía subcutánea. Primera dosis: a las 8 semanas. Segunda dosis: a las 15 semanas.

Normas indispensables de prevención:

- Primera semana suministrar un polivitamínico en agua.
- A partir de la cuarta semana suministrar Piperazina a todos los animales. (Desparasitación). Repetir a las 14 semanas.
- Cuarta semana suministrar Dimetridazole (prevención de Histomoniasis). A las 12 semanas de vida repetir tratamiento (Cantaro, 2010).

#### 2.14. La lombriz roja de California.

Zepeda (2000) y Reines *et al.* (2001), mencionan que existen más de 3000 especies de lombrices que pertenecen al *Phylum annelida*, clase *circularia* o gusanos redondos constituidos por anillos o metámeros y al orden *oligochaetos* del griego *oligo* (escaso) y *chaeta* (pelo) y a la familia *lumbricidae*.

Actualmente los tipos de lombriz más utilizados en la lombricultura intensiva son tres:

Lombriz roja Californiana *Eisenia foetida*

Lombriz roja *Lombricus rubellus*

Rojo híbrido o Negra africana *Eudrilluse ugeniale* (Raspeño, 1996; Legal, 2008).

La clasificación de la lombriz roja de California se presenta en el Cuadro 1. Sus principales características que son:

Vive normalmente en zonas de clima templado, con una temperatura corporal que oscila entre 19 y 20 °C; su peso en edad adulta es de aproximadamente 1g; con una longitud de 6 a 8 cm y un diámetro que oscila entre 3 y los 5 mm; de color rojo oscuro respira a través de la piel no tiene dientes y es muy sensible a los rayos ultravioleta (Vásquez, 2007; Domínguez, 2010).

**Cuadro 1.** Clasificación Taxonómica de la Lombriz roja de California.

Phylum	Anélidos
Clase	Chaetopoda
Orden	Oligoquetos
Sección	Celomados
Familia	Lumbricidae
Genero-Especie	<i>Eisenia foetida</i>

(Storer *et al.*, 1982)



**Figura 2.** Lombriz roja de California en composta (Meléndez, 2013).

La lombriz roja de California *Eisenia foetida* vive aproximadamente 5 años, puede llegar a producir bajo ciertas condiciones hasta 1,500 pequeñas lombrices aproximadamente en año. Su fecundación se efectúa a través del clitelo, cuyas glándulas protegen el capullo o cápsula, la cual tiene un color amarillento verdoso, con unas dimensiones aproximadas de 2-3 por 3-4 mm, tiene una forma parecida a una pera muy pequeña, redondeada por una parte y acuminada por la otra donde emergen las lombrices después de 14 a 21 días de incubación (Duran, 2009). Sus deyecciones son abono orgánico con una riqueza en flora bacteriana de prácticamente el 100 % con 2 billones de colonias de bacterias vivas y activas por gramo de humus producido (Basure, 1995; Domínguez, 2010).

Desde el momento de su nacimiento las lombrices son autosuficientes y todos los días ingieren una cantidad de comida equivalente a su peso, expeliendo el 60 % de la misma, el 40 % restante es asimilado por la lombriz para su sustento (Moreno, 2002; Legal, 2008).

#### 2.15. Ventajas de la carne de lombriz.

El trabajo realizado por Gonzalvo *et al.* (2001), sobre alimentos no convencionales para el consumo de animales monogástricos encontraron que la harina de lombriz contiene 88.7% de proteína. Sin embargo, Vielma *et al.* (2003) y García *et al.* (2009), reportaron 60% y 53% respectivamente. También se ha reportado que la harina de lombriz *Eisenia foetida*, presenta ácidos grasos tales como el linoleico y araquidónico (Vielma *et al.*, 2003); y minerales como Ca, P, Mg, K, Na, Fe, Cu, Mn, Zn (García *et al.*, 2009) los cuales son esenciales en la nutrición humana. Con esto se sugiere que la proteína de la lombriz *Eisenia foetida*, es segura para la alimentación de los animales y posible consumo humano. Así como, para dietas de aves, cerdos, conejos, trucha arcoíris. Se ha comentado que la inclusión de harina de lombriz en la dieta de las codornices puede utilizarse como una alternativa de alimentación proteica, puesto que, favorece el incremento del rendimiento en canal y mayor contenido proteico en la carne de codorniz (Gonzalvo *et al.*, 2001).

La carne de lombriz tiene un alto contenido de proteína que se ha reportado que va del 62 hasta el 82 % en base seca, (Cuadro 2). Se puede proporcionar en la alimentación animal de forma cruda y directa. Estudios recientes mencionan que la harina de lombriz ha sido utilizada en la alimentación de peces, aves y otros animales domésticos (Isea *et al.*, 2008; Guerra 2011). Es importante mencionar que la proteína de lombriz roja de California se sintetiza a partir de desechos orgánicos por lo cual la hace una proteína de bajo costo (Velásquez, 1986; Basaure, 1995 y Cruz, 2010).

**Cuadro 2.** Composición de la harina de lombriz roja de California, ajustada en base seca.

COMPONENTES	BASE SECA %
Proteína	72.06
Lípidos	9.48
Cenizas	9.05
Fibra cruda	1.4
Carbohidratos	1.29
Nitrógeno proteico	6.15

(Callejas *et al.*,1989).

Generalidades de la lombriz roja de California (*Eisenia foetida*)

Las razones en las que se fundamenta la mayor rentabilidad que origina la explotación de lombriz roja, son las siguientes:

- *Longevidad:* vive aproximadamente unos 16 años.
- *Prolificidad:* la lombriz roja puede llegar a producir, bajo ciertas condiciones, hasta 1 500 pequeñas lombrices anualmente.

- *Deyecciones*: abono orgánico con una riqueza en flora bacteriana de prácticamente el 100% ( $2 \times 10^{12}$  colonias/g) con 2 billones de colonias de bacterias vivas y activas por gramo de humus producido.
- Contenido de proteína (60 - 80 %).

No se debe olvidar que todo lo que se ha escrito, estudiado y analizado sobre este tema, desde hace miles de años (Aristóteles) hasta nuestros días, siempre ha estado dirigido a mejorar las condiciones de vida de la lombriz y su longevidad. Y esto ha sido así porque la lombriz produce beneficios a quien la posee y la utiliza en varias aplicaciones agrícolas, a quien la vende para la pesca, para piscifactorías o para explotaciones avícolas, a quien la utiliza por su carne y a todos aquellos que utilizan sus deyecciones como fertilizantes. Muchas personas consideran a la lombriz como el “basurero del mundo” por su capacidad de alimentarse con cualquier tipo de residuo humano y animal de origen orgánico (Aguirre 2006).

Normalmente la lombriz roja es conocida en el ámbito comercial con el sobrenombre de “californiana” porque fue en este Estado de los EE.UU. donde se desarrollaron a partir de los años 50 los primeros criaderos intensivos de lombrices. Desde entonces, no se han dejado de efectuar estudios e investigaciones que han tenido como resultado la obtención de varios tipos de lombrices rojas cada vez más selectas (Ferruzzi, 2001; Durán, 2009).

Actualmente los tipos más utilizados en la lombricultura intensiva son tres:

Lombriz roja Californiana *Eisenia foetida*

Lombriz roja *Lombricus rubellus*

Rojo híbrido o Negra africana *Eudrilluse ugeniale* (Raspeño, 1996; Legal, 2008).

En los dos últimos casos, es indispensable efectuar su explotación en invernaderos dotados de calefacción e iluminación y en superficies

artificialmente limitadas, mientras que para *Eisenia foetida*, fruto de la elección y de los estudios efectuados en los EEUU desde 1959 hasta nuestros días, es posible explotarla en un terreno libre, porque esta lombriz no se aleja, no huye de sus alojamientos originales como la lombriz de tierra, salvo que surjan condiciones especiales inadecuadas cuya aparición es atribuible, en la inmensa mayoría de los casos, a la negligencia del que las explota. Vive normalmente en zonas con un clima templado. Su temperatura corporal oscila entre los 19 y 20 °C. Mide de 6 a 8 cm de longitud, su diámetro oscila entre los 3 y los 5 mm. Respira a través de la piel, no tiene dientes. En cada metámero se ubican 5 pares de corazones y un par de riñones. Esta es una de las razones por las que si se parte una lombriz en dos, una de las dos partes sobrevive, precisamente la parte anterior, la que tiene la boca. El Clitellium sólo se puede ver en las lombrices adultas y da fe de que estas han llegado a su madurez sexual, se sitúa en la parte anterior del cuerpo de la lombriz; es como un anillo de mayor diámetro (espesor) que el resto del cuerpo. Este anillo contiene glándulas que segregan un líquido especial cuya finalidad es la de proteger a los huevos (Domínguez, 2010).

Cada lombriz está dotada de un aparato genital masculino y de un aparato genital femenino. El aparato genital masculino está integrado por los testículos que son glándulas secretoras de esperma. Su situación es anterior, muy cerca de la boca. El aparato genital femenino se encuentra en una posición relativa posterior al aparato genital masculino. En el momento de apareamiento dos lombrices en fase de acoplamiento giran en sentido opuesto la una de la otra, de esta manera, puede contactar el aparato genital masculino de una con el aparato genital femenino de la otra. Así, en cada acoplamiento, una lombriz recibe el esperma de la otra y lo retiene en su propio aparato genital femenino hasta la fecundación. La fecundación se efectúa a través del Clitellium, cuyas glándulas producen el capullo o cápsula (Cocon). La cápsula tiene un color amarillo-verdoso, con unas dimensiones aproximadas de 2 - 3 por 3 - 4 mm, no siendo por lo tanto redonda sino teniendo una forma parecida a una pera muy pequeña, redondeada por una parte y acuminada por la otra. Por esta última emergen las lombrices después de 14 - 21 días de incubación. Al nacer, el



grupo de pequeñas lombrices, cuyo número oscila entre los 2 y 21, es de color blanco. A los 5 ó 6 días adquieren una tonalidad rosa y ya a los 15 - 20 días se parecen fenotípicamente a sus progenitores. Desde el mismo momento de su nacimiento, las lombrices son autosuficientes; comen solas y sólo necesitan para sobrevivir que el sustrato donde se encuentren sea lo suficiente húmedo y tierno para poder ser perforado por su minúscula boca. La Lombriz Roja adulta pesa casi 1 gramo. Todos los días ingiere una cantidad de comida equivalente a su peso, expele, en forma de humus, el 60 % de la misma y el 40 % restante es asimilado y utilizado por la lombriz para su sustento.

Longevidad y prolificidad de la Lombriz Roja.

La lombriz roja vive aproximadamente unos 16 años, durante los cuales se acopla regularmente, cada 7 días, si la temperatura y la humedad del medio son de su agrado. Es hermafrodita incompleta por lo que no está en condiciones de auto fecundarse; consecuentemente, como resultado del acoplamiento de dos lombrices, se producirán dos huevos o cápsulas (uno, de cada lombriz). Estas cápsulas se abrirán al cabo de 12 - 21 días, según sea la temperatura del medio donde se ubiquen. Cada huevo o cápsula contiene de 2 a 20 pequeñas lombrices; en condiciones climáticas adecuadas la media real de lombrices nacidas por huevo puede estimarse en 7. Las cápsulas contienen un líquido que constituye la fuente alimenticia de las pequeñas lombrices durante el periodo de incubación, es decir, hasta que se produce la apertura de la capsula. Aunque el número de pequeñas lombrices nacidas varía según la temperatura exterior que tenga la cápsula en el hábitat, se puede indicar en líneas generales, que la actividad sexual de la lombriz está disminuida en los meses fríos, llegando al máximo de su capacidad fecundante en los meses templados y que se reduce nuevamente en los meses calurosos. Se hace especial hincapié en que uno de los principios fundamentales que ha de seguir el lombricultor es el del control constante de la temperatura de los habitáculos de las lombrices. Las condiciones de medio óptimas, ya sea para la producción de humus, o para la actividad sexual, se alcanzan cuando la temperatura del medio inmediato oscila alrededor de los 19 - 20°C. La lombriz roja teme tanto al frío excesivo (0°C) como al calor elevado (más de 42°C) (Schuldt *et al* 2006).

La lombriz roja de California (*Eisenia foetida*) alcanza su madurez sexual a los tres meses de edad y se le puede considerar completamente adulta a los siete meses de su nacimiento. Dos lombrices pueden producir, cada una, en condiciones normales en climas templados unas 1 500 lombrices al año; por lo tanto, una pareja dará lugar a unas 3 000 lombrices, teniendo en cuenta las 5 generaciones que anualmente se consiguen. Esta pareja de lombrices, explotada en un medio óptimo, con temperatura media constante, controlada, comida idónea, agua de calidad y cantidad necesaria, debería obtener de 7 a 10 pequeñas lombrices vivas (y hasta un máximo de 20 - 21) por cada huevo o cápsula en el caso de efectuarse la producción en invernadero. Para efectuar los cálculos se ha considerado que cada pareja se acopla semanalmente, que cada 14 días las capsulas se rompen dando lugar a lombrices recién nacidas que a las trece semanas (90 días) ya serán sexualmente maduras (Basure, 1995; Durán, 2009).

#### El humus de lombriz y su producción

En el curso de los últimos años, la reproducción de lombrices está despertando un especial interés; en primer lugar, por curiosidad y después, por las expectativas de beneficio. Cualquier persona se puede dedicar a producir lombrices, independientemente del tipo de actividad principal que desarrolle y del tiempo libre de que disponga, siempre que cumpla la condición de respetar escrupulosamente algunas reglas básicas.

Para poder explicar mejor los distintos tipos de explotaciones se empezará por dividir las en:

- a) Explotaciones familiares.
- b) Explotaciones industriales.

Para cada uno de estos dos tipos de explotación, el productor debe de tener bien claras algunas ideas base de cómo debe dirigirse y, sobre todo, tiene que

haber analizado y valorado adecuadamente el objetivo que persigue. Por ejemplo, si desea producir carne o humus o si pretende utilizar a la lombriz en una acción ecológica de transformación de residuos industriales o urbanos, analizando cual es el tipo de mercado que existe para los productos y subproductos de la propia explotación o si, finalmente, desea montar una explotación en plan de "hobby" (Aguirre, 2006).

#### Explotación familiar

Este tipo de explotación tiene un gasto de inversión inicial mínimo, necesita pocas horas y poca mano de obra para atenderle, ya que una sola persona lo puede llevar, dedicando unos pocos minutos o máximo una hora a la semana. Se basa esta explotación en unas cajas o cajones ecológicos de dimensiones mínimas de 40x70x15 cm, que puedan llegar a tener 1 m de longitud, 50 cm de anchura y 20 - 30 cm de altura. Las cajas ecológicas que normalmente se suministran están construidas de madera, con la tapa y la base perforadas, de modo que permiten, en unos casos, la aireación de la comida y, en otros, el drenaje del agua procedente de su riego. Para la alimentación será suficiente colocar en la caja residuos orgánicos del hogar y/o paja, hojas, tallos, etc. Hay que excluir aquí el nylon, así como cualquier tipo de metales y vidrio. A falta de estos alimentos, las lombrices también pueden ser alimentadas con papel y cartón, bien empapado de agua, ya que son muy voraces y les encanta la celulosa; por esta razón, se las puede alimentar asimismo con serrín y con viruta de madera, siempre que está proceda de árboles pobres en resina. En general, hay que tener cuidado con las maderas de coloración rojiza, porque suelen contener tanino. La lombriz moriría si ingiere el ácido tánico que contienen las coníferas en general y también muchas plantas resinosas. Las lombrices también les encantan los posos de café, té, manzanilla, etc.

Si el nuevo productor no desea ampliar su mini-criadero puede separar las lombrices pequeñas de las adultas destinando estas últimas a la pesca, colocándolas en su propio jardín o utilizándolas como comida para los pájaros, peces y otros animales, tales como gallinas, pavos, ranas, etc. Realmente, la utilización de la lombriz viva sobrante es múltiple (Basure, 1995).

Los tres aspectos más importantes que debe tener en cuenta un criador novel de uno de estos mini-criaderos (caja ecológica) son: la ubicación, la temperatura y la luz (Schuldt *et al* 2006).

#### La ubicación

En principio, la caja ecológica puede colocarse en cualquier parte, siendo preferible sea en un lugar que esté a mano, de fácil acceso para las normales operaciones de riego y de distribución de comida. Desde esta perspectiva son aconsejables las cocheras, las bodegas, los sótanos, los desvanes, los balcones y las ventanas, siempre que todos estos lugares estén suficientemente aireados y lejos de fuentes directas de calor o de frío.

#### La temperatura

La temperatura del medio, óptima para la Lombriz Roja, es aquella que se acerca lo más posible a la de su propio cuerpo (90 °C). Por lo tanto, la caja ecológica no puede estar expuesta, durante el día, a la acción directa de los rayos solares ni, durante la noche, a los fríos de la misma.

#### La luz

La Lombriz Roja teme a la luz y a los rayos ultravioletas la matan. Por esta razón, la iluminación, natural o artificial, no tienen que incidir directamente sobre su hábitat (interior de las cajas ecológicas) (Ferruzzi, 2001; Gutierrez *et al*, 2007).

#### La explotación industrial de la Lombriz Roja.

La explotación industrial de la lombriz roja de California (*Eisenia foetida*), es factible realizarla en un terreno totalmente libre sin ningún tipo de estructura fija, como por ejemplo, cobertizos, invernaderos, contenedores de cemento, hormigón, madera, hierro, etc. Tampoco es preciso trabajar con luz artificial ni con instalaciones fijas de riego para mantener los habitáculos en su adecuado nivel de humedad ni con calefacción y/o acondicionadores de ambiente para obtener las condiciones de medio óptimo. En ello radica, precisamente, el

menor costo de inversión y gestión que le supone a las personas, que quieren iniciarse en la explotación de la lombriz roja.

Para realizar un proyecto de una nueva instalación hace falta, antes que nada, tener las ideas bien claras sobre tres factores de importancia básica:

- a) El fin último del producto.
- b) Su destino.
- c) La ubicación de la explotación.

En realidad, para proyectar una explotación industrial lo más razonable posible, hace falta saber, sobre todo, si el producto primario que se quiere obtener es el humus de la lombriz o la lombriz misma y en este último caso, cuál es su destino: comida para animales, cebo para la pesca, etc. El criterio seguido en una primera fase, por la mayoría de los productos de lombrices, es el de explotar lombrices para producir humus, hasta llegar a utilizar eficazmente toda el área destinada a la explotación (Vázquez *et al* 2007).

Lugar donde se va a ubicar la explotación.

Entre las características más importantes deben incluirse; un fácil acceso para los medios pesados de transporte que llevan las sustancias orgánicas distintas a la alimentación, abundante disponibilidad de agua, fosas y canales para el drenaje de las aguas de lluvia y de riego, una superficie nivelada, no necesariamente llana, pero tampoco demasiado escarpada, no tiene que haber árboles frutales, ni plantas resinosas como, por ejemplo: pinos, abetos, castaños o encinos. Los primeros porque los tratamientos antiparasitarios envenenarían a las lombrices a través del propio producto caído o de las hojas y de los frutos desprendidos; los segundos por la presencia en la corteza y en la resina del ácido tánico, mortal para las lombrices.

El terreno elegido tiene que estar ubicado en una zona donde se fácil encontrar las sustancias orgánicas, base de la alimentación de las lombrices. Las lombrices comen cualquier sustancia orgánica putrefacta y son particularmente golosas para los azúcares, las sales y la celulosa. Por lo tanto,

si tienen posibilidades de elección opten por un terreno cercano a grandes establos o cerca de fábricas de papel y también a depuradores de lodos urbanos, fábricas de curtido, etc. Todo esto se debe a que la incidencia del coste de los transportes de las sustancias orgánicas es muy elevado, y por lo tanto, cuanto más cerca se encuentren éstas, menos se gastará en dicho transporte (Ferruzzi, 2001).

#### Preparación y colocación del sustrato

Constituye la base del lecho y tiene que formarse a partir de materiales orgánicos, mejor si son ricos en celulosa (20 % del volumen). Es aconsejable el estiércol del ganado equino, paja o cartón previamente bien mojado o empapado en agua. Durante la fase de preparación de la mezcla adecuada, que constituirá el sustrato donde se van a ubicar las lombrices, hay que tener cuidado y utilizar únicamente materiales orgánicos ya descompuestos, de forma que la temperatura interior de la mezcla sea constante, no excediendo de los 25° C. En este sentido hay que estar muy atentos dado que, cuando los excrementos fermentan, pueden llegar a temperaturas a 70 - 80° C, he incluso en algunos casos, a 90° C. Estas temperaturas tan elevadas, así como los gases tóxicos que emanan del estiércol durante este proceso fermentativo son mortales para las lombrices. Con el fin de corregir la acidez de un sustrato, cuyo pH aún no haya alcanzado el nivel óptimo, es suficiente añadir carbonato cálcico en polvo o en forma de gránulos (Durán, 2009).

El sustrato convenientemente preparado, debe extenderse sobre toda la base del futuro habitáculo o lecho de las lombrices hasta cubrirlo completamente con un espesor de 15 cm en verano y 25 cm en invierno. Es conveniente remojar con agua potable toda la superficie del sustrato para que ésta quede ligeramente humedecida. Deben acondicionarse a demás 300 gr. de carbono cálcico, por cada m<sup>2</sup> del mismo. A continuación, regar abundantemente, hasta que todo el sustrato quede bien empapado.

Actuando de esta forma se consigue efectuar un primer lavado que tiene dos acciones positivas; la primera, arrastrar los residuos de ácido úrico contenidos

en la urea presente en el estiércol que forma el sustrato; la segunda, disolver el carbonato cálcico, con lo cual se eliminará el problema de la excesiva acidez y se conseguirá llevar el pH del sustrato a los valores deseados. El riego del sustrato nuevo se efectúa una vez preparado, durante 4 días consecutivos y después semanalmente durante el primer mes (hasta el día 30). Durante este mes, el sustrato se oxigenará y estará preparado para recibir a las lombrices. Antes de efectuar su introducción es muy conveniente controlar nuevamente la temperatura y el pH (Domínguez, 2010).

El pH: pruebas de acidez

Es indispensable efectuar esta prueba cada vez que se recibe una nueva partida de material orgánico, con la finalidad de controlar su envejecimiento y su estado de descomposición. No hay que fiarse nunca del estado de envejecimiento (edad) del mismo, declarado por el vendedor o por quien lo ofrezca. Para controlar el pH de una sustancia orgánica existen dos métodos que no son difíciles de aprender; los papelitos de tornasol y el peachímetro (pH metro). En la escala del pH existen 14 números que se clasifican de la forma siguiente:

- De 0,5 a 7 ..... Sustancia ácida
- De 7,0 a 13 ..... sustancia básica

El 7, por lo tanto, es el que indica una sustancia neutra, exenta de acidez. Para la prueba con papel de tornasol se toma una muestra muy húmeda de estiércol con la mano; se introduce una tira de dicho papelito en medio del estiércol y se mantiene la mano cerrada durante 20 - 30 segundos; abrir la mano y esperar otros 20 - 30 segundos, se podrá comprobar que la tira de papel ha cambiado de color, comparándose el color obtenido con los diferentes “colores muestra” que están representados en la caja que contiene el rollo de papel tornasol. Cada color y su gama respectiva, corresponde a un distinto grado de acidez (pH), reflejado a través de los valores que van de 0,5 al 13. El valor del pH de nuestro producto debe estar comprendido entre 6,5 7,5 siendo el óptimo 7,0 ó sea pH neutro, es decir, exento de acidez (Durán, 2009).

## Preparación del lecho

Terminada la preparación de la mezcla, que se usará como sustrato, habrá que marcar (limitar o puntear) el terreno, procurando colocar una estaca de madera de 50 - 60 cm de altura con un intervalo de un metro a lo largo de toda la longitud perimetral que va a tener la futura explotación (lecho).

La finalidad de hacer esto es para poder dotar a cada metro cuadrado de la cantidad justa de lombrices. Con el fin de facilitar los trabajos de cálculo de las cantidades necesarias de producción, de humus a producir y del número de lombrices necesario, se aconseja la construcción inicial de lechos longitudinales de la longitud base igual o múltiplo de 2 (2, 4, 6, metros) a los que se denominaran sectores. La anchura que debe tener el lecho depende de otros factores; si se dispone de abundante mano de obra, de medios mecánicos adecuados (tractores de ruedas, remolques, etc.) es aconsejable construir lechos de 2 m de anchura y 50 m de longitud (Aguirre, 2006).

## La orientación de los lechos

La orientación tiene que ser tal, que permita la salida de toda el agua sobrante. No tiene que haber zonas donde el agua pueda quedar estancada. El agua retenida debajo de los lechos mata las lombrices. Pudiendo elegir, en zonas de vientos dominantes con dirección constante, colocar los habitáculos en la misma dirección en que aquellos soplan. Ya que las lombrices temen mucho al viento. El viento más temido es el del Noreste que sopla del Norte hacia el Sur; haciéndola compatible con las características topográficas de las zonas bajas, adecuadamente preparadas para la producción, gracias al trabajo efectuado con la carretilla, del Norte a Sur. Las lombrices, que también temen las lluvias tormentosas, se sentirán seguras porque la base de su sustrato nunca estará inundada de agua y no tendrán que abandonar su habitáculo para buscar un lugar más seguro (Ferruzzi, 2001).



## La comida

Cada montón de sustancia orgánica tendrá que estar identificado con una indicación sobre su calidad. Esta pequeña información económica es fácil de conseguir en la práctica. Ello permite, si se registra cada partida de estiércol que llega a la explotación, individualizar la naturaleza del producto y a la vez de proveer, así como el tiempo de envejecimiento transcurrido.

Teniendo en cuenta que la lombriz, objeto del presente estudio, se nutre con cualquier tipo de sustancia orgánica, que haya superado su estado de calentamiento, como consecuencia de su putrefacción y posterior fermentación, ha llegado el momento de hablar de los diversos tipos de excrementos de animales que son aconsejables y que con más facilidad pueden encontrarse.

Independientemente de cual sea la sustancia orgánica que se desee utilizar, éste debe tener un contenido en celulosa no inferior a un 20 – 25 %, en forma de paja triturada, papel o cartón, por ejemplo. Normalmente, los estiércoles procedentes de explotaciones intensivas de pollos, gallinas, pintadas, pavos y de aves en general, no son aconsejables debido a su fuerte acidez, ocasionada por la elevada temperatura de fermentación (90°C) y el prolongado espacio de tiempo necesario (14, 15, 16 meses) para que esta concluya y poder obtener un valor de pH 7,0. Ejemplo de una ración expresada porcentualmente:

- Estiércol de conejo..... 10%
- Estiércol de equino ..... 15%
- Estiércol de bovino ..... 35%
- Estiércol de ovino ..... 10%
- Estiércol de porcino ..... 30%

## Estiércol de equino

Es óptimo por su alto contenido de paja, es decir, en celulosa. Muy indicado tanto para constituir el sustrato inicial como para ser fuente de alimento en el

periodo invernal. El tiempo de envejecimiento necesario para conseguir un valor de pH aceptable es aproximadamente de 5 - 6 meses (Basure, 1995).

#### Adición o incorporación de las lombrices (inseminación)

Se parte de la base de que el sustrato inicial está preparado con un pH más o menos neutro (6.8 – 7.2). Se riega ligeramente este sustrato pudiéndose esparcir antes (esta decisión es facultativa de cada lombricultor) 300 g/m<sup>2</sup> de carbonato cálcico u otro producto similar. A continuación hay que proceder a realizar la última y definitiva prueba del sustrato, esta prueba podrá garantizar, mejor que ninguna otra, la supervivencia de sus lombrices y el éxito de la nueva explotación.

Esta prueba es denominada normalmente por los expertos, P 50 L, que corresponde a la abreviatura de “Prueba con 50 Lombrices”. Para realizar se procede a meter en una caja de madera de dimensiones 50 x 50 x 15 cm suficiente sustrato preparado para tener una capa de 5 - 6 cm. La caja tiene que haber sido convenientemente preparada, habiendo perforado una serie a agujeros de un diámetro de 8-10 mm en la base de cada pared, con el fin de garantizar un adecuado drenaje. Comprobado el pH, se colocan 50 lombrices adultas sobre el estrato y se riega abundantemente de forma que todo el conjunto quede muy húmedo pero no encharcado. Esta operación debe realizarse preferentemente con luz natural (Vásquez, 2007; Domínguez, 2010).

Las 50 lombrices intentaran introducirse durante los minutos siguientes en el sustrato ya que tratarán de descubrir si el nuevo hábitat es adecuado o no garantizar primero su supervivencia y después su acción productiva. Es conveniente dejar que las lombrices se introduzcan solas; no se debe ayudarlas, ni recubriéndolas con un poco de sustrato, ni con pequeñas porciones de productos destinados a su alimentación.

Pasadas 24 horas hay que verificar si las 50 lombrices se encuentran en condiciones óptimas de salud. Si falta una sola lombriz y/o se encuentran algunas muertas, el sustrato no reúne aún las condiciones adecuadas y hay que proceder a verificar las correcciones oportunas (Raspeño, 1996; Legal, 2008).

Por el contrario, si todas las lombrices están vivas, el sustrato ha sido correctamente preparado y se puede proceder confiadamente a inseminar (es decir, adicionar las lombrices) la nueva explotación.

Si las lombrices se han recibido a través de las ya mencionadas “cajas de expedición” (donde se encuentran, junto con una mezcla para alimentación, lombrices adultas, reproductores jóvenes, lombrices pequeñas y cápsulas y huevos), se procede a vaciar el contenido de 12 de estas cajas de forma tal que cubran un módulo de dimensiones 2 x 1 m de la nueva explotación. Una vez vaciadas correctamente las cajas, se utiliza un rastrillo de puntas redondeadas con el fin de igualar toda la superficie procurando que tanto las lombrices como el alimento queden correctamente enterrados en el sustrato. Una vez la superficie del nuevo lecho esté convenientemente lisa y uniforme debe proceder a regarla de nuevo suavemente procurando que quede humedecida, pero no empapada ni encharcada (Moreno, 2002; Legal, 2008).

La incorporación de las lombrices debe efectuarse a primeras horas de la mañana con la finalidad de que la incidencia de los rayos solares obligue a las lombrices a introducir rápidamente en el sustrato. Durante la primera semana debe controlarse el lecho diariamente para controlar que no surjan anomalías. A partir de la semana, aproximadamente, los animales mayores habrán comenzado a alimentarse en el nuevo sustrato. Si esto sucede con regularidad, no debe añadirse ningún tipo de alimentación durante los 25 - 30 primeros días posteriores a la incorporación de las lombrices y recordar que el lecho siempre debe regarse y mantenerse húmedo (Gutiérrez *et al.*, 2007; Duran, 2009).

## El humus

La cantidad diaria de humus producida por las lombrices es absolutamente idéntica para cada individuo dentro de un determinado tipo. Consecuentemente, no existen diferencias en cuanto a la cantidad de abono producido entre las lombrices explotadas en los Estados Unidos y las criadas

en Europa y más concretamente, en Italia. Dado que, como se ha descrito anteriormente, toda lombriz, perteneciente a las más de 8 000 especies conocidas, como una cantidad equivalente a su propio peso y expulsar el 60% de la misma, en forma de humus, sólo se puede conseguir una mayor producción del mismo aumentando el número de individuos presentes, por unidad de habitáculo.

Para extraer exclusivamente el humus generado por las lombrices en el mini-criadero, es aconsejable proceder de la forma siguiente: trasladar las lombrices a otra caja ecológica, provista de la comida suficiente, para garantizar su supervivencia y adecuadamente regada para que, en cuanto se hallen en su nuevo “alojamiento”, puedan empezar inmediatamente a chupar la nueva alimentación (Vázquez 2007; Duran, 2009).

Para separar a las lombrices del humus se utilizan dos sistemas, el más utilizado es el de la clásica criba, donde se colocan pequeñas cantidades del medio que contiene a las lombrices; se agita de forma horizontal, el humus se separa de las lombrices cayendo debajo, donde el criador habrá colocado un recipiente adecuado para recibir el polvo del humus. Todo el material restante, la comida y las lombrices, grandes y pequeñas quedan en la criba y habrán de colocarse rápidamente en una nueva caja ecológica. La criba deberá de estar constituida por una tela metálica, preferentemente galvanizada, con un grosor de paso de aproximadamente 2 mm. También existen telas metálicas o mallas de acero inoxidable. No se aconseja el empleo de este material porque es demasiado costoso, aunque su vida útil sea mayor (Ferruzzi, 2001).

El segundo sistema que se emplea para separar lombrices y humus consiste en efectuar una separación semanal de lombrices y comida, para ello, se espera durante tres o cuatro días a efectuar la distribución de la comida. Actuando de esta forma se consigue que las lombrices estén muy hambrientas y, entonces, hay que distribuir los acostumbrados 5 cm de comida sobre toda la superficie de la caja ecológica. A los dos días, se recoge este estrato (5 cm), el cual estará repleto de lombrices, colocándolo en la nueva caja. Se repite de nuevo la misma operación en la primera caja y se retiran las lombrices

restantes. El material restante de la primera caja ecológica debe de cribarse también separando el humus de los materiales y de la comida que la lombriz no ha ingerido. Con este sistema se consigue separar y llevar a la nueva caja ecológica casi todas las lombrices. Sólo quedarán unidas al humus todas las cápsulas (huevos) que hay que tener cuidado de recoger por separado y volver a colocar, a su vez, en una nueva caja ecológica (Vázquez 2007; Duran, 2009).

### La fertilización

Contrariamente a lo que se piensa, la lombriz no come las raíces de las plantas ni de las flores, sino que, por el contrario, ayuda a su desarrollo gracias a su enorme capacidad para perforar el terreno y a su infatigable generación de un fertilizante de óptima calidad; sus desechos se llaman normalmente humus.

Desde hace ya algunos decenios, es uso y costumbre utilizar fertilizantes químicos para intentar obtener mejores resultados en cualquier tipo de cultivo, ya sea el agrícola en general, o para, en explotaciones determinadas, frutícolas, hortícolas, viveros, zonas de floricultura, incluyendo todo el sector de los cultivos protegidos. La utilización de estos productos químicos, más o menos buenos, ha reducido de forma alarmante la fuerza de los suelos a pesar de que por un parte, el buen agricultor procura hacer rotación regular de cultivos, para no empobrecer el suelo pero, por otra, este mismo agricultor pretende siempre sembrar el mejor producto, el más productivo y además, que nazca antes que el de los otros agricultores (Basure, 1995).

Con esta finalidad, se utilizan actualmente abonos químicos específicos para cada tipo de simiente y de cultivo, los cuales, probablemente, satisfagan desde punto de vista económico al agricultor en sus pretensiones a corto plazo, pero que, a medio plazo, empobrecen terriblemente el suelo en lo que respecta a las sales, las bacterias y los minerales necesitados por el particular producto o fruto. Por lo tanto, sería aconsejable la adopción de fertilizantes no químicos, sino orgánicos al 100%, o sea el humus de la lombriz. Entre los distintos centenares de marcas y productos actualmente existentes en el campo de los fertilizantes, los más válidos son los orgánicos, parciales o totales, y entre

éstos, el mejor en sentido absoluto, es el fertilizante obtenido a partir de las deyecciones de la lombriz (humus) (Legal, 2008).

Los mejores abonos orgánicos tienen un pH de 7, por tanto el valor de nuestro producto es óptimo; está muy cercano a los mismos datos obtenidos sólo en los mejores abonos orgánicos. Para el segundo elemento, la flora bacteriana, hemos comprobado que ningún abono químico puede llegar a los niveles indicados, aunque se le añadan fuertes porcentajes de compuestos orgánicos. En realidad, el dato de  $2 \times 10^{12}$  col/g significa que en cada gramo de fertilizante vive una comunidad compuesta aproximadamente de 2 billones de colonias de bacterias en vez de los pocos centenares de millones presentes en la misma cantidad de estiércol fermentado animal, que es considerado de los mejores. La flora bacteriana se produce constantemente y prácticamente no tiene fin si se conserva con la humedad y la temperatura óptima; por ello se puede indicar y afirmar que las deyecciones de las lombrices no tienen que ser utilizadas con fecha de caducidad como sin embargo, ocurre claramente en el caso de los fertilizantes químicos. Por lo tanto, el humus de la lombriz tiene duración ilimitada. También hay que considerar los efectos colaterales que a primera vista parece que no tienen importancia, y que sin embargo, la tiene, ya que aumenta su valor. Así, el humus de lombriz, aunque se dé en dosis excesivas, no quema ninguna planta, ni siquiera la más tierna.

Algunos datos, muestran que se han obtenido resultados sumamente interesantes utilizando a la lombriz y a sus deyecciones para rejuvenecer y revitalizar terrenos estériles. Aunque el costo del producto sea inicialmente más caro, comparándolo con el de los abonos químicos, las ventajas que se obtienen no sólo son las que se refieren a las mayores cosechas obtenidas, sino también las que supone el haber podido cultivar el mismo producto, sobre la misma superficie, durante seis años consecutivos, sin que éste sufra. Además, la posibilidad de efectuar un único tratamiento cada seis años, reduce sensiblemente los costos inherentes a las operaciones de abono que se tendrían que realizar cada año, si se utilizasen abonos de corte tradicional.

## La carne de lombriz

La carne de lombriz se utiliza normalmente como comida para animales, pollos, pájaros, ranas, también para peces de agua salada y agua dulce, ya que la lombriz roja, aunque se seccione o parta en trozos pequeños, se sigue moviendo, constituyendo una presa realmente codiciada. Ya que la carne de lombriz roja contiene del 64 al 82% de proteína, es dura y aunque sus dimensiones son más pequeñas que las de la lombriz tradicional, silvestre o común, es la que da lugar al mejor cebo vivo. A causa de su gran vivacidad, que llama y atrae a los peces, es la preferida por todos los pescadores que se dedican a la pesca de truchas, carpas, etc., en aguas dulces, y por los que pescan anguilas en aguas saladas. En los últimos años, la lombriz también es utilizada como alimento humano. Hay quien ha escrito y publicado una serie completa recetas, que van desde la fritura de lombrices, lombrices al vino tinto, pizza de lombrices o pastelitos supremos con lombrices (Isea *et al.*, 2008; Guerra 2011).

## La explotación industrial y sus fases más importantes

En la lombricultura comercial se entiende por habitáculo, bandeja o lecho una unidad modular, derivada de la traducción de los textos americanos que denominan así a un espacio rectangular de 1 x 2 m; es decir, de 2 m<sup>2</sup>. A esta unidad vienen referidos todos los cálculos sobre producción, alimentación, multiplicación, recogida, etc. De acuerdo con lo hasta aquí indicado, un lecho (o habitáculo o bandeja) contiene, desde un punto de vista estándar 100 000 unidades de diversos tamaños, incluyendo los huevos. A esta unidad de producción hay que alimentarla con una cantidad de sustancia orgánica que anualmente es de aproximadamente unos 10 quintales, que serán transformados por las lombrices en humus, en un 60 %, ya que el 40 % restante, lo consumen para cubrir sus necesidades vitales. Por lo tanto, un lecho producirá anualmente unos 6 quintales de humus, cuando esté en plena producción o sea, cuando haya superado ya la fase de multiplicación. Como ya se ha indicado reiteradas veces, las lombrices, bajo ciertas condiciones, se

reproducen cada 7 días, durante 17 años, y comen todos los días una cantidad equivalente a su propio peso,

Las explotaciones de la lombriz roja tienen la ventaja sobre otros tipos de explotación de que la lombriz roja no contrae enfermedades, su mayor peligro en este tema radica en el envenenamiento por una dosis excesiva de proteínas. Esto puede suceder cuando proteínas no totalmente fermentadas se acidifican y liberan gases nocivos, a veces mortales, en el hábitat de la lombriz.

La adquisición de lombrices

Las lombrices pueden adquirirse de diferentes maneras:

- a) *Por unidades*: se trata de animales, todos ellos adultos, de los cuales se pesa una medida base; por ejemplo, 1 kg, contando cuantos animales componen este peso. Es oportuno aquí tener en cuenta que la Lombriz Roja pesa de 0.8 a 1 g.
- b) *Por peso*: se trata de animales de todos los tamaños, excluidos los huevos y los recién nacidos. Todos los animales incluidos aquí deberían ser sexualmente adultos y los más jóvenes tener 90 días por lo menos.

*Por lecho*: por lecho se entiende la unidad base americana que mide 1 x 2m de base con una altura de 15 cm. Este lecho contiene aproximadamente 100 000 individuos de diferentes tamaños así como huevos o cápsulas, lombrices recién nacidas amén del sustrato, que constituye la base de su hábitat y la comida para sobrevivir durante 10 - 15 días (Legal, 2008).

## 2.7. Sistema de alimentación en pavos.

Para una buena producción además de tener instalaciones y pavos seleccionados, es indispensable proporcionar una alimentación adecuada, que satisfaga las necesidades de desarrollo y productividad de las aves (TzviShafir, 1991). La alimentación para que sea efectiva no solo requiere ser rica en determinadas sustancias (proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales), sino que sea suministrada conforme al objetivo que se busca (Isea



*et al.*, 2008). Ya que las raciones para pavos se elaboran con los mismos ingredientes utilizados en los alimentos para pollos, la diferencia radica en que los requerimientos de los pavos en proteínas, vitaminas y demás nutrientes son sensiblemente superiores a los de los pollos, por lo que en la actualidad es posible conseguir raciones comerciales específicas para pavos prácticamente en todo el país (Hernández, 2006). Esta situación es de suma importancia, dado que años atrás, la única alternativa para engordar pavos era utilizar alimentos para pollos o gallinas lo que implicaba varios riesgos, ya que ningún alimento para pollos satisface las exigencias en proteínas y vitaminas de los pavos en la etapa inicial (Potter, 1976).

Se ha demostrado que el peso de los pavos engordados con un plan de alimentación correcto fue de un 26 % superior comparado con el peso de pavos engordados con alimento para pollos y gallinas, a su vez, la mortalidad en este último caso fue un 5 % superior, debido a una severa avitaminosis en la etapa inicial además, las aves mal nutridas son más susceptibles a contraer cualquier enfermedad, que aquellas correctamente alimentadas, siendo numerosos los casos de pérdidas prácticamente totales debidas a intoxicaciones a consecuencia de utilizar alimentos para pollos que contenían coccidiostatos no aptos para pavos (Santiago, 2005).

Actualmente los pavos son alimentados con alimentos compuestos, elaborados con mezclas; algunos de ellos son tóxicos para los pavos (por ejemplo la salinomicina, que es un fármaco ionóforo); es un producto que se utiliza para controlar la Coccidiosis enfermedad parasitaria que se previene incorporando productos específicos a las materias primas, si por alguna razón es necesario emplear temporariamente alimento de pollos para engordar pavos, es necesario consultar al fabricante sobre el coccidiostato utilizado. Otra posibilidad es emplear dietas que no llevan coccidiostato como sería la línea de alimentos para ponedoras o gallinas reproductoras. Siendo lo más conveniente la elaboración del alimento balanceado en la granja ya que en la actualidad es relativamente sencillo obtener los distintos insumos necesarios para tal fin, el principal inconveniente de esta propuesta es que generalmente no es posible peletear el alimento producido (los equipos son costosos y diseñados para

producciones masivas). Cuando se suministra el alimento en harina, se incrementa sensiblemente el desperdicio y consecuentemente se resiente la conversión.

Los requerimientos nutricionales se suministran normalmente “*ad libitum*” para que el animal pueda saciar su apetito, en las aves, como en la mayoría de los animales, la sensación de hambre se da como consecuencia de sus necesidades energéticas. Un pavo ingerirá más alimento cuanto menor es el contenido energético no ocurre lo mismo con proteínas, vitaminas y minerales, de modo que cuando los alimentos no contienen los niveles suficientes, el pavo sufrirá carencias, esto acarrea pérdidas productivas que pueden desencadenarse en muertes. Por lo tanto, es importante que el alimento este bien equilibrado, de modo que los principios nutritivos guarden relación con el valor energético del mismo.

#### 2.16. La alimentación del guajolote o pavo.

Depende de la cantidad de estos y del sistema de explotación, que puede ser: extensivo o intensivo (Cantaro, 2010). La cría extensiva (natural) que necesita relativamente de pocos cuidados, reclamando entre tanto grandes áreas de pasto. Cada lote de 100 aves exige 5 000 m<sup>2</sup> de área o sea 50 m<sup>2</sup> por ave.

La cría intensiva que se ha de desarrollado en los últimos años principalmente en los EUA, ha sido una de las más rápidas y notables. Por esta razón el programa de alimentación debe adaptarse a estas exigencias y modificarse continuamente en función de los cambios que se están produciendo. La crianza de los pavos está dividida en tres fases muy diferenciadas (TzviShafir, 1991).

- 1) Del 1er. día, hasta las 4 semanas de edad o fase de cría.
- 2) De las 4 semanas y hasta las 8 semanas de vida o fase de crecimiento.
- 3) A partir de las 8 semanas o fase de engorde.

#### Fase de cría. (Primeras 4 semanas de vida)

Este es el periodo más crítico, especialmente durante las dos primeras semanas, en las que el pavito debe recibir una temperatura focal de 35 °C a nivel de su cuerpo y una temperatura ambiental de 24 – 27 °C luego es necesario disminuir la temperatura focal a razón de 3 °C por semana. Juntamente con la luz artificial para completar 24 horas totales de luz, durante el primer día de vida, se deberá proveer una correcta alimentación privilegiando las altas necesidades de proteína y aminoácidos de los pavitos durante estas primeras cuatro semanas de vida. El consumo del alimento pre-iniciador durante este período será de 1.300 kg en promedio y se espera que el peso promedio del lote alcance los 0.900 - 1.000 kg (Lugo, 2012).

#### Fase de crecimiento (desde la 5ta. a la 8va. semana de edad).

Durante este periodo la crianza es menos crítica aunque no habrá que descuidar la temperatura ambiental, manteniendo un balance con el intercambio de oxígeno, sin producir corrientes de aire indeseables. Durante este periodo el consumo de alimento será de aproximadamente unos 8.700 kg. (5.000 kg de los machos y 3.700 kg de las hembras), lográndose un peso de 4,000 kg en los machos y 3.000 kg en las hembras (Lázaro *et al.*, 2002).

#### Fase de engorde (de 9 a 16 semanas).

Durante la fase de desarrollo aún permanecen juntos ambos sexos hasta que a las 11 - 13 semanas, se destina la pavita hembra al mercado, de aquí en adelante el macho continuará con la fase de engorde. Estas aves pueden llegar a pesar en promedio 7.5 kg hasta 9 kg en las hembras y los machos desde 12 kg hasta 19 kg de acuerdo a la edad y del peso comercial que se desee producir. El Cuadro 3, señala la edad en semanas y peso en kg, consumo kg, el consumo acumulado en kg y la conversión de alimento acumulado de la línea genética Hybrid, la cual es un referente para el sector avícola (Lugo, 2012).

**Cuadro 3.** Peso, Consumo y Conversión de Alimento en pavos de la línea genética Hybrid.

<b>MACHOS</b>				
<b>EDAD SEMANA</b>	<b>PESO KG</b>	<b>CONSUMO KG</b>	<b>CONSUMO ACUMULADO KG</b>	<b>CONVERSIÓN DE ALIMENTO ACUMULADO</b>
1	0.17	0.17	0.17	1.06
2	0.35	0.23	0.40	1.17
3	0.74	0.52	0.92	1.25
4	1.32	0.78	1.70	1.29
5	2.06	1.06	2.76	1.34
6	2.96	1.37	4.13	1.39
7	3.97	1.65	5.78	1.46
8	5.07	1.85	7.63	1.51
9	6.23	2.20	9.83	1.58
10	7.44	2.44	12.27	1.65
11	8.67	2.64	14.91	1.72
12	9.93	2.95	17.86	1.80
13	11.22	3.31	21.17	1.89
14	12.54	3.46	24.63	1.96
15	13.85	3.64	28.27	2.04
16	15.12	3.92	32.19	2.13
17	16.37	4.13	36.32	2.22
18	17.58	4.17	40.49	2.30
19	18.76	4.35	44.84	2.39
20	19.89	4.44	49.28	2.48
21	20.96	4.68	53.96	2.57
22	21.98	4.77	58.73	2.67

Fuente: (Aviagen, 2013).

Los requerimientos de aminoácidos del pavo, también dependen de la edad, potencial genético y del contenido de la energía en la ración como se muestran en el Cuadro 4. Las raciones para pavos hoy en día contienen esencialmente proteínas vegetales. Raciones de este tipo no son menos eficientes que las raciones usadas años atrás, el alto requerimiento de metionina y cistina pueden ser cubiertos solamente en forma insuficiente por harina de pluma (Potter, 1976).

**Cuadro 4.** Requerimientos de aminoácidos para pavos. Edad (semanas)

	Machos	0-4	4-8	8-12	12-16	16-20	20-24
	Hembras	0-4	4-8	8-11	11-14	14-17	17-20
Energía metabolizable, Kcal/kg		2 750	2 810	2 930	3 020	3 095	3 170
Proteína, %		28	26	22	19	16.5	14
Arginina, %		1.6	1.5	1.3	1.1	1.0	0.8
Glicina, %		1.0	0.95	0.8	0.7	0.6	0.5
Histidina, %		0.55	0.5	0.45	0.35	0.3	0.25
Isoleucina, %		1.1	1.0	0.85	0.75	0.7	0.55
Leucina, %		1.9	1.8	1.5	1.3	1.1	0.95
Lisina, %		1.5	1.4	1.2	1.0	0.9	0.75
Metionina, %		0.87	0.8	0.7	0.58	0.52	0.43
Cistina, %		0.35	0.32	0.3	0.23	0.21	0.17
Fenilalanina, %		1.8	1.65	1.4	1.20	1.10	0.90
Tirosina, %		0.80	0.75	0.65	0.53	0.50	0.40
Treonina, %		1.00	0.95	0.8	0.70	0.60	0.50
Triptófano, %		0.26	0.24	0.2	0.17	0.15	0.13
Valina, %		1.2	1.1	0.95	0.80	0.70	0.60

(Shimada, 1983).

En la alimentación de los pavos, el aminoácido esencial metionina no puede ser remplazado ni por harina de pluma, ni por sulfato; por lo tanto, los requerimientos para alimentos completos de pavos en seis periodos de engorda se muestran en el Cuadro 5 (Cantaro, 2010).

**Cuadro 5.** Requerimiento para la engorda de pavipollos en seis periodos.

Nutrientes	1 fase de engorda	2 fase de engorda	3 fase de engorda	4 fase de engorda	5 fase de engorda	6 fase de engorda
Edad en semanas	0 a 4	4 a 8	8 a 12	12 a 16	16 a 20	> 20
Energía metabolizable (kcal/kg)	2880	3040	3200	3250	3300	3360
Metionina (%)	0.70	0.60	0.49	0.46	0.43	0.40
Cistina (%)	0.41	0.37	0.33	0.30	0.26	0.23
Lisina (%)	1.72	1.53	1.33	1.16	0.98	0.80
Proteína Bruta (%)	29.0	26.0	23.5	21.0	19.0	16.50

(Potter, 1976).

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A pesar de que el guajolote es originario de México la producción pecuaria de esta especie en el país no es suficiente, esto puede apreciarse ya que la mayoría de la carne de pavo que se consume en México es importada, por lo que de cada ocho pavos consumidos en nuestro país siete provienen del exterior, siendo relevante para las empresas que se dedican a la producción y comercialización de carne de pavo. Esto pudiera generar la motivación de productores pecuarios de la región de Amecameca a la producción de pavos en un sistema de traspatio alimentados con lombriz roja de California como un apoyo económico-alimenticio para las poblaciones rurales y suburbanas. Además de mejorar la calidad de vida de la población especialmente la que se dedica a la cría y comercialización del pavo el cual produce una carne nutritiva, ofreciendo a los consumidores un producto de alta calidad y contenido proteínico, rendimiento en carne magra y baja en colesterol.

Por esta razón, en la realización de este trabajo se propuso utilizar una alternativa en la fuente de proteína como lo es la lombriz roja de California (*Eisenia foetida*) en la alimentación de pavos, ofreciendo proteína de mejor calidad en la dieta e incrementando la ganancia de peso y de esta manera, contribuir a la producción de carne de pavo en el país bajo un sistema de producción de traspatio.



#### IV. JUSTIFICACIÓN

Actualmente se reconoce que la lombricultura es un recurso biotecnológico de elevado interés ecológico y nutricional con dos objetivos principales, primero como una alternativa de reciclaje de desechos orgánicos de diferentes fuentes, y segundo como una fuente de proteína no convencional de bajo costo, esto se debe a que las lombrices se alimentan de desechos orgánicos, crecen a un alta velocidad y se multiplican rápidamente hasta 1,500 pequeñas lombrices aproximadamente por año por cada lombriz adulta. La harina de lombriz se caracteriza por un elevado contenido de proteína (62 - 82 % en base seca) de interés nutricional ya que proporciona aminoácidos esenciales para la dieta humana, entre ellos es importante mencionar a la lisina, aminoácido que suele estar ausente en los alimentos básicos; el contenido de este aminoácido en la harina de lombriz es significativo (5.9 ppm), ya que satisface los requerimientos para niños entre 2 y 5 años exigidos por la FAO/OMS.

El porcentaje de proteína (62 – 82 %) que contiene la lombriz roja de California (*Eisenia foetida*) permite inferir que ésta podría constituir parte de las soluciones a los problemas nutricionales de los países en vías de desarrollo. El bajo costo que implica producir harina de lombriz rica en proteínas, representa una ventaja enorme cuando se compara con la obtención de otro tipo de fuente de proteína de origen animal como la harina de pescado o la harina de carne. Es importante resaltar, que el prejuicio cultural y la falta de información de los beneficios que presenta esta lombriz, son los que no han permitido su utilización oficial en el campo alimenticio humano. Sin embargo, en los últimos años, la lombriz se ha empleado en la alimentación de animales como: peces, cerdos y bovinos en forma de harina.

El presente trabajo propone una alternativa en la fuente de alimentación de los pavos, principalmente en el aporte de proteína. Al proponer alimentar pavipollos con lombriz roja de California en forma directa (viva); se pretende evaluar la ganancia de peso de las aves al incluir en su dieta proteína de mayor digestibilidad, sugiriendo que los recursos locales sean empleados para la producción de dicha proteína, la cual sea barata y fácil de manejar por los productores, como es el caso de la lombriz roja de California, de la misma

manera se busca motivar a los productores de pavo de traspatio a utilizarla en la engorda de sus animales, incrementando la producción y de esta forma hacer frente a la demanda del mercado local. Además de obtener un beneficio extra con la producción de lombricomposta que representa una muy buena opción para fertilizar los campos de cultivo con biofertilizantes.

## V. OBJETIVOS

Objetivo General:

Determinar la ganancia de peso en pavos de la raza BUTA alimentados con una dieta comercial adicionada con 4 y 6 % de lombriz roja de California.

Objetivos Particulares:

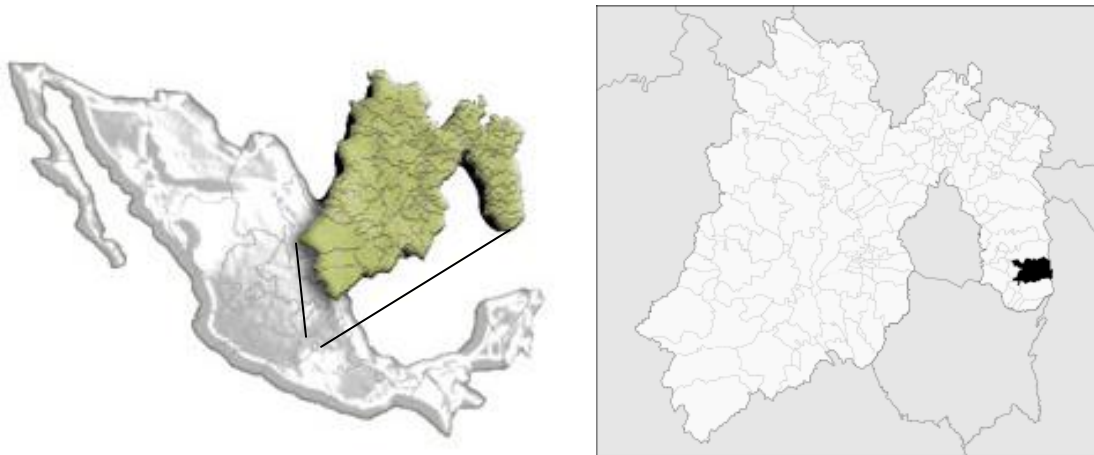
- Producir mediante el uso de la lombricultura, lombriz roja de California (*Eisenia foetida*) para la alimentación de pavos de traspatio.
- Determinar el contenido de Proteína Cruda de la lombriz roja de California producida, en base húmeda y en base seca.
- Estimar la ganancia de peso al sustituir en un 4 y 6 % del aporte de proteína de un alimento comercial por lombriz roja de California.

## **VI. HIPÓTESIS**

Los pavos mantenidos con un alimento comercial adicionado con 4 y 6 % del lombriz roja de California alcanzarán una mayor ganancia de peso, que aquellos que solo se les suministra un alimento comercial.

## VII. LIMITE DE ESPACIO

La investigación se realizó en la comunidad de San Antonio Zoyatzingo, Delegación del municipio de Amecameca, Estado de México (Figura 4). Se ubica en la porción sur del oriente del Estado de México. En la Región III Texcoco. Los límites del municipio son: al norte, el municipio de Tlalmanalco; al este el Estado de Puebla; al sur, los municipios de Atlautla y Ozumba; y al oeste, los municipios de Ayapango y Juchitepec. Está situado a 2,420 metros sobre el nivel del mar, en las faldas de la Sierra Nevada, dentro de la provincia del eje volcánico y en la cuenca del río Moctezuma-Pánuco. Sus coordenadas geográficas son longitud 98° 37' 34" y 98° 49' 10"; latitud 19° 3' 12" y 19° 11' 2". (INEGI, 2010).



**Figura 3.** Mapa de la ubicación del municipio de Amecameca

### Extensión

La superficie del municipio es de 181.72 km<sup>2</sup> ocupa el lugar número 44 por su extensión y representa el 0.8 por ciento del territorio estatal (INEGI, 2010).

## Clima

Es templado subhúmedo Cb ( $w^2$ ) con régimen de lluvias de mayo a octubre. La temperatura media anual es de 14.1 °C; el mes más frío es enero con 2.4 °C promedio, pero en febrero o diciembre la temperatura puede descender hasta -8 °C en las partes altas. El mes más caluroso es abril con 24 °C en promedio, pero la máxima temperatura extrema puede llegar hasta 34 °C en mayo o de 32 °C en octubre y diciembre. La precipitación pluvial anual es de 935.6 mm, febrero es el mes más seco (6.2 mm), seguido por diciembre (6.5 mm) y marzo (7.0 mm); julio es el más lluvioso (341 mm), le sigue agosto (338 mm) y junio (321.4 mm) (INEGI, 2010).

## VIII. MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación fue de tipo experimental, prospectiva, comparativa y longitudinal.

### 8.1. Lugar de estudio

El presente trabajo se efectuó en la comunidad de San Antonio Zoyatzingo, a tres km de la cabecera municipal de Amecameca, Estado de México.

El trabajo se desarrolló bajo la normatividad de sistema de producción en confinamiento completo. El invertebrado utilizado corresponde a *Eisenia foetida*, denominado comúnmente “lombriz roja de California” producidos en la misma comunidad de San Antonio Zoyatzingo.

### 8.2. Elaboración de lombricomposta.

Se colocó una capa de estiércol, tierra y desechos orgánicos hasta llegar a una altura de 30 cm, se mojó hasta obtener una humedad de 70 a 80 %, y se cubrió con un plástico para acelerar el proceso de fermentación; cada 8 días se removió la composta y se revisó la humedad, durante un periodo de 4 semanas (Ferruzzi, 2001; Duran, 2009). Cuando la composta adquiere un pH de 6.5 - 7.5 y una temperatura de 20 °C, se agregaron 2500 lombrices por m<sup>2</sup> aproximadamente, esto se realizó por la mañana, después de 24 horas se verificó que no hubiese lombrices muertas (Gutiérrez *et al.*, 2007; Duran, 2009).

### 8.3. Cosecha de lombriz.

Se dejó de proporcionar alimento a la lombriz por un periodo de 4 días, luego se ofreció alimento en cantidad normal, al concentrarse en la superficie se colectaron manualmente (Vázquez, 2007; Duran, 2009).

### 8.4. Análisis bromatológico de la lombriz roja de California.

Se logró producir de manera eficiente la lombriz roja de California empleada en la alimentación de los pavos utilizados en este estudio. Se tomó

una muestra de lombriz para su análisis bromatológico el cual se llevó a cabo en el Centro Nacional de Servicios en Constatación en Salud Animal (CENAPA) del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) de la SAGARPA, localizado en Jiutepec, Morelos. La muestra se canalizó al departamento de químicos, farmacéuticos y alimenticios, para estimar el porcentaje de proteína cruda, humedad y fibra bruta.

#### 8.5. Acondicionamiento de casetas para los pavos.

Se contó con una caseta de 7 m. de largo por 3 m. de ancho, se dividió en tres jaulas, para cada uno de los grupos de tratamiento, cada grupo constó de 10 repeticiones (pavos). Se emplearon tres comederos automáticos metálicos con una capacidad para 10 kg de alimento en cada uno de los compartimientos y bebederos automáticos uno en cada compartimento.

Previamente al inicio del experimento la caseta fue lavada con agua y jabón, se desinfectó con una solución de hipoclorito de sodio al 1 %, y se usó viruta de madera como cama.

Los pavos utilizados en la investigación provinieron de la “Granja Chihuahua” ubicada a dos kilómetros de la comunidad de San Antonio Zoyatzigo, los animales contaban con cinco semanas de edad y se les había aplicado la vacuna de Newcastle y Marek.

- ❖ Se utilizaron 30 pavos de la raza BUTA.
- ❖ La variable dependiente del estudio fue la ganancia de peso. Como unidad experimental fue cada uno de los tratamientos

#### Criterios de inclusión

- ❖ Pavos de la raza BUTA
- ❖ Machos
- ❖ De 5 semanas de edad
- ❖ Animales sanos

#### Criterios de exclusión

- ❖ Pavos de otra raza o variedad
- ❖ Hembras
- ❖ No mayores ni menores de 5 semanas
- ❖ Animales enfermos



## 8.6. Diseño experimental.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, para asignar las unidades experimentales (pavos) a los tratamientos en forma completamente aleatoria (Márquez, 1991). Se establecieron tres tratamientos, cada uno de ellos con 10 repeticiones el primero un grupo control en el que los pavos se alimentaron con un alimento comercial con un 21.6% de PC *ad libitum*; el segundo con el mismo alimento comercial y se sustituyó un 4 % del mismo por lombriz roja de California y un tercero en el que se sustituyó el 6 % del alimento comercial por lombriz.

El proceso se realizó formando tres grupos de tarjetas representando cada una de ellas un tratamiento en particular posteriormente se mezclaron las tarjetas en una urna y se extraía una tarjeta al azar asignando el tratamiento correspondiente a un animal repitiendo el procedimiento sin remplazo hasta terminar su asignación.

## 8.7 Manejo de los pavos

Los pavos fueron pesados a su ingreso a la caseta, se tomó este como el día 1 del experimento. Todos los animales solo recibieron alimento comercial *ad libitum* por 21 días, con la finalidad de adaptarlos al nuevo alimento. Del día 21 al día 28, fue un periodo de adaptación para los dos grupos a los cuales se les proporciono la lombriz roja de California. A los pavos de los tratamientos dos y tres se les proporcionó del día 29 hasta el día 120 que fue el final del trabajo experimental el alimento comercial además de la cantidad respectiva de lombriz. Nuevamente fueron pesados, se les dejó 12 horas sin alimentar para disminuir el sesgo en el peso final por el contenido intestinal de alimento y/o excretas.

Considerando que los pavos tienen una conversión alimenticia de 4:1 y en razón que el periodo promedio desde que nace hasta que está al peso de mercado es un ciclo de 150 días (alrededor de 5 meses) el consumo promedio por día es de 370 g de alimento.

El alimento comercial empleado contiene 21.6 % de PC por lo que en 370 g de alimento 79.92 g (80 g) son proteína.

Al sustituir el 4% del alimento por lombriz roja de California en estado fresco (viva) se disminuyó a 355 g de alimento y se adicionaron 14.8 g de lombriz en promedio por día/animal. De esta manera, al aportar un poco más de PC por el contenido que tiene la lombriz en estado fresco (30.23%) se incrementó ligeramente a 21.94% el total de proteína que ingirieron los pavos del tratamiento 2.

Por su parte, en los pavos del tratamiento 3 se sustituyeron 22.2 g de alimento por lombriz, y de la misma manera se incrementó el aporte de P.C. a un 22.1 %.

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó la prueba de análisis de varianza (ANOVA) para un diseño completamente al azar con una covariable, que fue el peso inicial; se tomó esta decisión ya que a pesar de que los pavos se asignaron de manera aleatoria a cada uno de los tratamientos se observó que el promedio de peso inicial entre los pavos de cada tratamiento podría generar un sesgo, ya que había diferencias perceptibles entre los mismos. Utilizando el software Statgraphics Centurion Versión XVI.I. Microsoft, Corp.

## IX. RESULTADOS

Se logró producir de manera eficiente la lombriz roja de California empleada para la alimentación de pavos en esta investigación, de la cual se envió una muestra al departamento de químicos, farmacéuticos y alimenticios del Centro Nacional de Servicios de Constatación en Salud Animal (SENASICA) ubicada en Jiutepec, Morelos. Resaltando los siguientes resultados (Cuadro 6) el informe completo se puede revisar en el anexo 1.

**Cuadro 6.** Contenido de proteína cruda de la lombriz roja de California.

COMPONENTES	BESE HUMEDA %
HUMEDAD	41.97
PROTEINA CRUDA	30.23
FIBRA CRUDA	0.57

Fuente: Elaboración propia, 2013.

Se encontró una diferencia estadística entre los tratamientos observándose una mejor ganancia de peso en los dos tratamientos en los que se sustituyó un porcentaje de lombriz roja de California por alimento comercial.

Todos los pavos que iniciaron el experimento sobrevivieron hasta el momento en que se dio por terminada la investigación. El Cuadro 7 muestra los pesos de los pavos obtenidos de cada una de las dietas en estudio.

**Cuadro 7.** Ganancia de peso en pavos alimentados con tres dietas diferentes.

	Tratamiento								
	1			2			3		
	Alimento comercial			Alimento + 4% lombriz			Alimento + 6% lombriz.		
	(Pi)	(Pf)	(Pf-Pi)	(Pi)	(Pf)	(Pf-Pi)	(Pi)	(Pf)	(Pf-Pi)
1	1.3	11.4	10.1	1.7	14.5	12.8	1.3	12.4	11.1
2	1.7	12.0	10.3	1.4	13.0	11.6	1.2	13.0	11.8
3	1.3	11.5	10.2	1.4	13.8	12.4	1.5	12.5	11.0
4	1.8	12.0	10.2	1.2	13.0	11.8	1.3	14.0	12.7
5	1.3	11.5	10.2	1.6	12.6	11.0	1.8	13.0	11.2
6	1.4	11.6	10.2	1.3	13.0	11.7	1.1	13.0	11.9
7	1.2	12.5	11.3	1.4	12.5	11.1	1.3	13.8	12.5
8	1.7	11.9	10.2	1.4	14.0	12.6	1.4	12.5	11.1
9	1.2	12.1	10.9	1.7	13.0	11.3	1.4	13.0	11.6
10	1.4	11.6	10.2	1.5	12.6	11.1	1.4	13.2	11.8
Suma	14.3	118.1	103.8	14.6	132	117.4	13.7	130.4	116.7
Media	1.43	11.81	10.38	1.460	13.20	11.740	1.37	13.04	11.67

(Pi)= Peso inicial      (Pf)= Peso final      (Pf-Pi)= Peso final – Peso inicial

Fuente: elaboración propia 2013.

A pesar de que al inicio del experimento la asignación de las unidades experimentales fue de forma aleatoria, se observó que el promedio de peso inicial no fue homogéneo debido a que en el tratamiento tres el peso de los pavos fue menor al de los otros dos tratamientos, por lo cual se decidió manejar el peso inicial como una covariable al realizar la estimación del análisis de varianza con la finalidad de disminuir un posible sesgo.

En los tratamientos en los que sustituyo el 4 y 6 % de alimento comercial por lombriz roja de California se obtuvo una mayor ganancia de peso que el grupo control teniendo un 13.1 % más peso en promedio los pavos a los que se les sustituyo con el 4 % de lombriz y el 12.42 % más a los que se les sustituyo con el 6 %. Sin embargo, debe resaltarse el hecho de que el peso de los pavos del tratamiento tres tuvieron un 4.2 % menos peso al inicio en comparación al grupo control y 6.17 % menos respecto a los pavos a los que se les administro un 6 % de lombriz.

Aparentemente los pavos del tratamiento dos son los que mayor peso final obtuvieron (13.20 kg) en comparación con los 13.04 kg de los pavos del tratamiento tres y los 11.81 kg de los pavos del tratamiento control. Nuevamente resaltar el dato de que los pavos del tratamiento tres iniciaron con 60 g menos que los del tratamiento uno y 90 g con respecto al tratamiento dos.

Se encontró una diferencia estadísticamente entre los tratamientos dos y tres con respecto al grupo control ( $P < 0.05$ ), no existiendo diferencia estadística entre los tratamientos dos y tres (Cuadro 8).

**Cuadro 8.** Ganancia de peso con intervalos de confianza del 95 % en pavos alimentados con tres dietas.

Nivel	Casos	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior
Media global	30	11.2633			
Tratamiento					
1	10	10.3715	0.127731	10.109	10.6341
2	10	11.7061	0.128679	11.4416	11.9706
3	10	11.7124	0.129244	11.4467	11.9781

## X. DISCUSIÓN.

Según Ferruzi (2001) la lombriz roja de California contiene del 64 al 82% de proteína cruda en base seca. Para este trabajo, al hacer el estudio bromatológico de la lombriz roja de California el resultado fue que contenía un 30.23 % de Proteína Cruda en base húmeda, es decir, en fresco (ver el informe de resultados bromatológicos); asimismo la cantidad de agua que contiene la lombriz en esa forma es un 42%, por lo que al realizar el cálculo correspondiente y estimar de manera teórica el porcentaje de proteína en base seca 100% el resultado fue un 71.47% de proteína. Este valor es similar al reportado por Velázquez (1986) y Callejas *et al.* (1989), quienes al alimentar *Eisenia foetida* con diferentes residuos silvoagropecuarios encontraron un porcentaje de 72% señalando que no hay diferencias significativas en el nivel de proteína. De la misma manera, los resultados obtenidos por Vielma *et al.* (2003) fueron de 62.28 y 61.81%. Sin embargo, García *et al.* (2009), señalan rangos del nivel de proteína más austeros superiores al 53% de proteína cruda en base seca ligeramente menores a los informados por Velásquez (1987), obtenidos con lombrices alimentadas con desechos orgánicos en el trópico.

En el análisis de varianza se encontró diferencia estadística significativa en la ganancia de peso de las dietas evaluadas. Al suministrar un 4 ó 6 % de lombriz roja de California en la alimentación de pavos de la raza BUTA (British United Turkeys of America) en un periodo de tiempo de 120 días de engorda, se obtuvieron animales con un peso promedio de 11.72 kg. A diferencia del grupo control que solo consumió alimento comercial, alcanzando un peso promedio de 10.38 kg, dando como resultado una diferencia de 1.34 kg de peso, mayor para el grupo alimentado con lombriz. La ganancia de peso con alimento comercial es significativamente inferior a las dos dietas; con alimento comercial más 4 % de lombriz y alimento comercial más 6 % de lombriz. En un estudio similar, Díaz *et al.* (2009), realizaron un ensayo con el objetivo de evaluar los parámetros productivos de codornices de engorda alimentadas con dietas a base de alimento concentrado (AC) y harina de lombriz (HL) roja californiana (*Eisenia foetida*). Los tratamientos fueron: T0 (control) con alimento concentrado comercial con 17% de proteína; T1: alimento concentrado

comercial con 17% de proteína + 4 % de harina de lombriz para completar 19% de proteína de la ración. Las aves consumieron el alimento *ad libitum*. Obteniéndose diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en el peso promedio, ganancia de peso y rendimiento en canal (130,33g, 122,64g y 76,05 % vs. 119,58g, 112,08g y 72,74% respectivamente), a favor del tratamiento con harina de lombriz, sin deterioro del índice de conversión g/g (76,05 -HL- vs. 72,74 -AC-), ni aumento del consumo de alimento en el periodo total g (495,25-HL- vs. 454-AC-). Por lo que se puede utilizar 4% de harina de lombriz para completar la proteína de la dieta sin deterioro de los parámetros productivos. Algo parecido se obtuvo comparado con las pruebas de digestibilidad realizadas por Isea *et al.* (2008). En un estudio similar Rodríguez *et al.* (1995) en pollos de engorda obtuvieron al sustituir parcialmente la proteína aportada por un suplemento proteico de 40% a base de pasta de soya por lombriz roja Californiana y *Azolla filiculoides* ofrecidas en forma fresca.

Durante muchos años se han buscado diferentes materias primas alternativas que sean ricas en proteínas de calidad y económicamente rentables, para la alimentación de pavos Vielma *et al.*, 2003 y Pérez, 2011; refieren que la harina de lombriz (*Eisenia foetida*), ha demostrado ser una alternativa viable que debe ser considerada.

Por otra parte, Echeverry (2008); manifiesta que los resultados han sido convincentes en diferentes especies como peces, camarones, aves, cerdos y conejos al utilizar harina de lombriz *Eisenia foetida* en su alimentación (Guerra, 2011).

Según Potter (1976), de todas las aves que son alimentadas con alimentos balanceados, los pavos son los que tienen el mayor requerimiento de aminoácidos azufrados este alto requerimiento no es cubierto por los aminoácidos naturales de las materias primas. Por eso, los alimentos balanceados para pavos siempre contienen una suplementación con aminoácidos artificiales. Por su parte Santiago (2005), al incorporar lombriz roja de California en la dieta menciona que no solo se proporcionó proteína de alta calidad, también se cubrió el déficit de algunos aminoácidos importantes para el desarrollo de los mismos. Vielma y Rondón (2003), señalan que la lombriz



roja de California contiene aminoácidos esenciales que la hace competitiva con otras fuentes de aminoácidos como lo es la harina de carne y harina de pescado haciendo que la proteína digestible sea de mejor calidad, ya que las proteínas no son asimiladas sin antes ser degradadas y después convertidas a proteína propia.

Hoy en día se sabe, que el contenido total de proteína de una materia prima o de un alimento balanceado no es en sí una declaración sobre la calidad. La fisiología moderna muestra que finalmente esto depende de la cantidad de aminoácidos que esta contenga. Por eso, es que los pavos alimentados con alimento comercial y un 4 o 6 % de lombriz roja de California obtuvieron una mejor ganancia de peso que aquellos que solo consumieron alimento comercial.

## **XI. CONCLUSIONES**

- La lombricultura es un recurso biotecnológico de elevado interés ecológico que nos proporciona una alternativa de reciclaje de desechos orgánicos y una fuente de proteína de origen animal.
- Este trabajo muestra que se tiene una excelente alternativa en la fuente de proteína de origen animal al utilizar lombriz roja de california en las dietas para la engorda de pavos.
- Se obtuvo una mayor ganancia de peso en los pavos que consumieron alimento comercial más lombriz roja de california, que aquellos que consumieron solo alimento comercial.

## XII. SUGERENCIAS

- Dar seguimiento a la propuesta de este experimento con la variante de hacer que los pavos ingieran la lombriz directo de las camas en lugar de proporcionárselas en comederos, esto es con la finalidad de incrementar el consumo de lombriz, y disminuir la cantidad de alimento concentrado para abaratar los costos por alimentación.
- Hacer más difusión sobre la alternativa de utilizar en la avicultura de traspatio la lombriz roja de California como fuente de proteína la cual se obtiene a partir de un sustrato orgánico y no requiere de gran inversión. Además de beneficiarse con los desechos de la lombriz (humus de lombriz).

### **XIII. COMENTARIOS**

Los animales transgénicos pierden su instinto natural. No en su totalidad, ya que al proporcionarles la lombriz la desconocían al principio pero terminaron por consumirla.

De ahí la razón por la cual se opte por administrarla en forma de harina para su mayor aprovechamiento por parte de las aves.

## XIV. ANEXOS

### Anexo 1. Análisis bromatológico de lombriz.



**DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD ANIMAL  
CENTRO NACIONAL DE SERVICIOS DE CONSTATAción  
EN SALUD ANIMAL**



**DEPARTAMENTO DE QUÍMICOS, FARMACÉUTICOS Y ALIMENTICIOS  
INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS**

CLAVE INTERNA: 06-20963	
TIPO DE MUESTRA: Lombriz	
NO. DE CASO: -----	NO. DE LOTE: -----
PROCEDENCIA: Francisco Arturo Meléndez López	
DIRECCIÓN: Calle Reyna Xochitl s/n, San Antonio Zoyatzingo, Amecameca, Edo de México.	
SOLICITANTE: Francisco Arturo Meléndez López	
FECHA DE RECEPCIÓN: 31/Oct/09	FECHA DE EJECUCION: 03/Nov/09

DETERMINACIÓN	METODO UTILIZADO	RESULTADO %	OBSERVACIONES
MATERIA SECA	--	-----	-----
HUMEDAD	AOAC,17th,934.01	41,97	-----
PROTEÍNA CRUDA	AOAC,17th,984.13	30,23	-----
GRASA CRUDA	AOAC,17th,920.39	-----	-----
FIBRA CRUDA	AOAC 17th,962.09	0,57	-----
CENIZAS (MINERALES)	AOAC,17th,942.05	-----	-----
EXTRACTO NO NITROGENADO (ENN)	--	-----	-----
CALCIO	AOAC,17th,927.02	-----	-----
FÓSFORO	AOAC,17th,958.01	-----	-----

Metodología: Official methods of analysis of association official analytical chemists (AOAC) International

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**JEFE DE DEPARTAMENTO**

*PA. Ernesto G. Ontiveros Fernández*

BIOL. ERNESTO G. ONTIVEROS FERNÁNDEZ

**SUBDIRECTORA**

*MVZ. Ofelia Flores Hernández*

MVZ. OFELIA FLORES HERNÁNDEZ

CENAPA-PDF-560A-2/0

Página 1 de 1

Prohibida la reproducción parcial o total de éste documento, sin la autorización previa del Centro  
El resultado del análisis se refiere únicamente a las muestras probadas

Carretera Federal Cuernavaca-Cuautla No. 8534, Col. Progreso, Jiutepec, Mor., C.P. 62550  
Teléfonos /Fax. 01 777 319 02 02 / 320 43 62. Correo Electrónico: [cenapa@senasica.sagarpa.gob.mx](mailto:cenapa@senasica.sagarpa.gob.mx)

## XV. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Aguirre, B. MJ., Macías H.B.AM., Andrade, L.E. (2006). Lombricultura como alternativa para el aprovechamiento de desechos orgánicos. UAM Agronomía y Ciencias-VAT. Cd. Victoria Tam. 1-14.
- Basure, P. (1995). “Lombricultura. Manual Técnico.” Agroflor Lombricultura. Loncoche Chile. 43.
- Callejas, C., Leal, E., Obreque, R. (1989). Determinación de la composición química de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) y sus variaciones al usar como nutrientes excedentes agrícolas en la Novena Región. Tesis conducente al título de profesor en ciencias Naturales y Biología. Pontificia Universidad Católica de Chile Sede regional Temuco. 49.
- Cantaro, H., Sánchez J., Sepúlveda, P. (2010). Cría y engorda de pavos ediciones INTA (Instituto de Tecnología Agropecuaria).
- Cordero, R. (2011). Especies menores pavos. Modelo de la signatura especies menores que imparte la UNED en la carrera de Ingeniería Agronómica y Administración de Empresas Agropecuarias.
- Cruz, D., López, E., Pascual, L., Battaglia, M. (2010). Producción de abono orgánico por medio del cultivo de la lombriz coqueta roja (*Eisenia foetida*) Journal of agricultura and Environment for international Development 2010, 104 (3-4): 115 – 165.
- Díaz, D., Juárez, E., Maffei, M., Morón, O., Gonzáles, L., Morales, J. (2009). Alimentación de codornices de engorde (*Coturnix coturnix japónica*) a base de harina de lombriz en dos niveles proteicos. Agricultura Andina / volumen 17 julio – diciembre 3-18 pp.
- Domínguez, J., Gómez-Brandón, M. (2010). Ciclo de vida de las lombrices de tierra aptas para el vermicompostaje. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), núm. 2. 309-320. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México.
- Durán, L., Henríquez, C. (2009). Crecimiento y reproducción de la lombriz roja (*Eisenia foetida*) en cinco sustratos orgánicos. Agronomía

- costarricense: Revista de ciencias agrícolas, ISSN 0377-9424. 33, N°. 2. 275-281. Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- Echeverry, S., Caycedo, A., Zamora, A., Enríquez, R., Ortega, E. (2008). Proteínas alternativas: Eficiencia nutricional de la lombriz californiana (*Eisenia foetida*). Universidad de Nariño Colombia.
  - Ferruzzi C. (2001). Manual de Lombricultura; Departamento de producciones animales. E.T.S. Ingenieros. Agrónomos. U.P.M. Versión Española, Ed. Mundi Prensa. Madrid. España. México 13-36, 69-75.
  - Financiera rural. (2010). Dirección general de la planeación y análisis sectorial diciembre 2010, disponible en: [www.financierarural.gob.mx/informacionsectorialrural/...Monografiaguajolote](http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorialrural/...Monografiaguajolote).
  - Flores R. J. (1995). “Proyecto de comercialización de carne fresca de pavo”, Tesis de Licenciatura. Méx. 1-18.
  - Gallardo, J. (2006). Situación actual y perspectiva de la carne de guajolote (pavo) en México 2006, disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg>.
  - García, D., Cova, L., Castro, A., Medina, M., Palma, J. (2009). Efecto del sustrato alimenticio en la composición química y el valor nutritivo de la harina de lombriz roja (*Eisenia spp.*). revista científica ,. Vol. XIX, Núm. 1 enero – febrero, pp. 55-62 Universidad del Zulia Venezuela.
  - González E. (2011). Registra México alta importación de carne de pavo. Revisado 11 de Enero del 2011. disponible en <http://eleconomista.com.mx/columnas/agro-negocios/2011/01/11/produccion-comercio-pavos.eesquivez@fira.gob.mx>
  - Guerra, M. (2011). Humus de lombriz *Eisenia foetida* para cultivar dos microorganismos marinos como alimento de larvas de camarón. Tesis para obtener el título de master en biología marina con mención en acuicultura.
  - Gutiérrez V.E., Juárez C.A., Mondragón A.J. y Rojas, S.A.L. (2007). Dinámica poblacional de la lombriz *Eisenia foetida* en estiércol composteado y fresco de bovino y ovino. Revista Electrónica de Veterinaria. 8, 1-8.

- Hernández, M. (1998). Manual técnico para la producción de pavos de engorda, bajo sistema intensivo. Tesis para obtener el título de Ingeniero Zootecnista.
- Hernández Z. J.S., Reséndiz M. R. (2006). Uso de los recursos zoogenicos los pavos. Ed. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, Puebla, México. 35-115.
- Isea L. F., Blé M.C., Medina G. AL., Aguirre P., Bianchi P. G., Kaushik, S. (2008). Estudio de digestibilidad aparente de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) en la alimentación de trucha arcoíris (*Onchorinchus mykiss*). Revista Chilena de Nutrición. 35, Núm. 1, 1-18
- INEGI (2010) Instituto Nacional de Estadística y Geografía disponible en [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx).
- Lázaro, R., Mateos, G., Latorre, M. (2002). Nutrición y alimentación de pavos de engorde. Departamento de producción animal, Universidad Politécnica de Madrid.
- Legal, M. J.R., Dicovski, R. L. E., Valenzuela C., Z. I. (2008). Manual Básico de Lombricultura para Condiciones Tropicales. Escuela de Agricultura y Ganadería de Estelí. Nicaragua. 2-4.
- López, R. Monterrubio, C. Cano, H. Chassin, O. Aguilera, V. Zabala, M. (2008). Sistema de producción del guajolote (*Meleagris gallopavo*) de traspatio de las regiones fisiográficas del estado de Michoacán, México.
- Lugo, E. (2012). Modelo de optimización para la planeación de la producción en una compañía productora de pavos comerciales. El caso de una empresa de la ciudad de Quito.
- Llamas, J. (2005). El guajolote. Asociación nacional de tiendas departamentales. México D.F.
- Marques de Cantú M. J. (1991). Probabilidad y Estadística para ciencias Químico-Biológicas, Ed. McGraw-Hill Interamericana de México, S.A de C.V. páginas 526 p.p
- Moreno-Reséndiz A., Cano-Ríos P. (2002) tasa reproductiva de la lombriz roja (*Eisenia foetida*) en diferentes sustratos orgánicos. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas 2002. 3 (1): 41- 46.



- Pavos san Nicolas es una marca Innovagrop S.A.S. Disponible en [www.com/htmempresa.html](http://www.com/htmempresa.html)
- Pérez (2011). Parámetros productivos y caracterización de la curva de crecimiento en guajolote (*Meleagris gallopavo*) de traspatio en confinamiento. Tesis de licenciatura en zootecnia puerto escondido Oxaca.
- Potter L.M., Shelton J.R., (1976) DL- METIONINA. El aminoácido para la nutrición animal. Degussa. Poultry Sci. 2117-2127
- Raspeño N. y Cuniolo M. (1996). Lombricultura - Compost Procampo N° 27. [www.altavista.digital.com/lombricultura](http://www.altavista.digital.com/lombricultura)
- Rodríguez, L., Salazar, P., Arango, M. (1995). Lombriz roja de California y azolla – anabaena como sustituto de la proteína convencional en dietas para pollos de engorde. Centro para la investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria (CIPAV), AA 20591, Cali, Valle, Colombia.
- Ruper E., Barnes R. (1996). Zoología de los invertebrados. Sexta edición. Ed. McGraw-Hill Interamericana. México. 1135.
- Santiago H. (2005). Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos. Universidad Nacional de Vicoso. Departamento de Zootecnia Vicoso – MG – Brasil - 36570 – 000 – 2005.
- Schuldt M., Christiansen R., Scatturice L.A., MAYO J.P. (2006). Conducción de lombricultivos en condiciones de temperie extremas (Zonas frías). Revista Electrónica Veterinaria, 7. Núm. 7, 1-17.
- SENASICA. (2010). Cuéntame tu historia. Boletín electrónico mensual. Año 2. No 06, julio 2010, 17 – 20 pp.
- Shimada A. (1983). Fundamentos de nutrición animal comparativa. Sistema de Educación Continua en Producción Animal en México. 373 p.p.
- Storer T., Usinger R., Stebbins R., nybakken J. (1982). Zoología Genera. Ed. OMEGA, S.A. Barcelona, España. 955.
- Suárez L.G. (2010). Registra México alta importación de carne de pavo, disponible

en:[http://www.imagenagropecuaria.com/articulos.php?id\\_art=1250&id\\_sec=22](http://www.imagenagropecuaria.com/articulos.php?id_art=1250&id_sec=22)\*

- Tabla de requerimientos de energía, proteína y aminoácidos para pavos. (Tomado de la publicación # 1 del NRC, *Poultry*).
- TzviShafir (1991). Datos de pavos en Israel Broilers y Reproducción. Traducido por: Centro de cooperación internacional para el desarrollo agrícola- cinadco. 3-16.
- Velásquez L., Herrera C., Ibáñez I., (1986). Harina de lombriz. Parte: Obtención, composición química, valor nutricional y calidad bacteriológica. *Alimentos* 11 (1): 15-21.
- Velásquez L. (1987). Consideraciones nutricionales, bioquímicas y físicas de la harina de lombriz en la alimentación de especies acuícolas. Folleto editado por Velásquez, I. alto Jahuel. Chile 9pp.
- Vázquez G.E., Juárez C.A., Mondragón A.J. Rojas S. AL. (2007). Dinámica Poblacional de la lombriz (*Eisenia foetida*) en estiércol composteado y fresco de bovino y ovino. *Revista electrónica de veterinaria*. 8. Núm. 7, 1-8.
- Vielma R.R., Ovalles D.J.F., León L.A. y Medina A. (2003<sup>a</sup>). Valor nutritivo de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) como fuente de aminoácidos y su estimación cuantitativa mediante cromatografía en fase reversa (HPLC) y derivatización precolumna con o-ftalaldehído (OPA). *Ars Pharmaceutica*. 44, 43-58.
- Vielma R., Rosas A., Rosales D., Medina A.L., Villareal J. (2008). Perfil electrónico y calidad microbiológica de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) *Revista chilena de nutrición*. 35. Núm. 3, 225-234.