



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLÁN

“COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS  
(Ganancia de Peso, Consumo de Alimento e Índice de Conversión)

EN *Meleagris gallo-pavo* ALIMENTADOS CON  
PROTEÍNA AL 26%, 24% Y 24% ADICIONADO CON VITAMINAS  
EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO”

## **T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

P R E S E N T A  
YULIANA KATYA HERNÁNDEZ TENORIO

ASESOR:  
M. en C. CELSO LÓPEZ LÓPEZ

COASESOR:  
MVZ. FRANCISCO JAVIER CERVANTES AGUILAR



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
ASUNTO: VOTO APROBATORIO



M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
PRESENTE

ATN: M. en A. ISMAEL HERNÁNDEZ MAURICIO  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos La Tesis:

"COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS (GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO E ÍNDICE DE CONVERSIÓN) EN MELEAGRIS GALLO-PAVO ALIMENTADOS CON PROTEÍNA AL 26%, 24% Y 24% ADICIONADO CON VITAMINAS EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO"

Que presenta la pasante: YULIANA KATYA HERNÁNDEZ TENORIO

Con número de cuenta: 40407453-9 para obtener el Título de: Médica Veterinaria Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 02 de Julio de 2014.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dr. Juan Carlos del Río García	
VOCAL	M.V.Z. Juan Arturo Olivares Díaz	
SECRETARIO	M. en C. Celso López López	
1er SUPLENTE	M.V.Z. Victor Manuel Petrone García	
2do SUPLENTE	M.V.Z. Juan Omar Hernández Ramírez	

NOTA: Los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

En caso de que algún miembro del jurado no pueda asistir al examen profesional deberá dar aviso por anticipado al departamento.

(Art 127 REP)

HHA/Vc

## **DEDICATORIAS**

### **A mi hija**

Mi princesa, este trabajo es un ejemplo de que con esfuerzo y perseverancia, los sueños se cumplen a pesar de las adversidades. Alcanza todas las metas que te propongas, no desistas, te deseo éxito en la vida. Eres la más grande bendición que Dios me ha dado. Te amo Emily

### **A mi esposo**

Por todos estos años a mi lado, por tu amor, dedicación, por tu apoyo incondicional en las buenas y en las malas, por ser un hombre ejemplar, por ser un maravilloso padre y esposo, pero sobre todo por tu gran paciencia. Le doy gracias a Dios por haberte puesto en mi vida. Te amo Rogelio.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A mi madre**

Por darme la vida, educación y buenos principios. Te quiero mucho

### **A Dios**

Por haberme permitido llegar a este punto en mi vida.

### **A la FES Cuautitlán**

Por darme la oportunidad de ser una profesionista

### **A mis tíos**

Mónica y Juan, por todo su apoyo moral, económico y por ser las personas con las que puedo contar incondicionalmente sin importar si es de noche, día o madrugada, por compartir conmigo alegrías y tristezas, por darme la fortaleza que en algunas ocasiones siento que ya la perdí, por esto y más de una interminable lista. Muchas Gracias.

### **A mi abue**

Por darme un hogar cuando lo necesité, por cuidar de mí, por dedicarme parte de su vida, por consentirme. La quiero abue.

**A mis tíos** Salvador y Haydee, **a mis primos** Miriam y Luis, por ser mi familia, gracias por su cariño. Los quiero.

**A mi hermana** y mis hermosas sobrinas Daniela, Samantha y Meraly. Las amo.

**A mi asesor** y mi profesor Celso López, por sus enseñanzas, dedicación y paciencia.

**A mi amigo y compañero** Francisco Cervantes, por haber enseñado a trabajar con los pavos, por compartirme sus experiencias y por permitirme laborar contigo. Gracias por tu amistad.

**Al MVZ. Carlos Ávila**, por haberme permitido colaborar con él en el módulo de aves, por su amistad y por compartirme sus conocimientos.

**Al Ing. Miguel Farías y al Dr. Job Zaragoza**, por su ayuda para concluir este trabajo, por su confianza y sus consejos.

**A Marylu y Yahir** por ser mis amigos y compañeros de trabajo, por todos esos momentos que hemos vivido juntos dentro y fuera de las casetas y lo que nos falta. Gracias por su ayuda y por ser mis amigos.

**A mis amigos** Ariadna, Jocelyn, Fernando, Omar, Diana, Esteban, Laura, Raúl, Luis, Alma y Mauricio, por todo lo que compartimos en la Facultad y fuera de ella, por ser parte especial en mi vida.

**“COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS (Ganancia de Peso, Consumo de Alimento e Índice de Conversión) EN *Meleagris gallo-pavo* ALIMENTADOS CON PROTEÍNA AL 26%, 24%, Y 24% ADICIONADO CON VITAMINAS EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO”**

**ÍNDICE**

	PÁGINA
1.- RESUMEN	1
2.- INTRODUCCIÓN	2
3.- MARCO TEÓRICO	5
3.1.- MARCO REFERENCIAL	5
– PERSPECTIVAS PARA LA AVICULTURA	5
– SITUACIÓN DE LA MELEAGRICULTURA A NIVEL MUNDIAL	6
– PRODUCCIÓN DE PAVO A NIVEL MUNDIAL	8
– SITUACIÓN DE LA AVICULTURA MEXICANA	8
– LA INDUSTRIA DEL PAVO EN MÉXICO	9
3.2.- MARCO CONCEPTUAL	13
– TIPOS DE PAVOS	13
– CLASIFICACIÓN COMERCIAL	13
– PRINCIPALES LÍNEAS DE PAVOS COMERCIALES QUE SE EXPLOTAN	14
– ALIMENTACIÓN	14
– ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DE LA DIGESTIÓN	17
• APARATO DIGESTIVO	18
• CAVIDAD ORAL	19
• ESOFAGO E INGLUBIA	19
• PROVENTRÍCULO Y VENTRÍCULO	19
• INTESTINO DELGADO	20
• CIEGOS	21

• INTESTINO GRUESO	22
• CLOACA	22
• ÓRGANOS ACCESORIOS	23
• FUNCIONES DEL HÍGADO	24
– VITAMINAS	25
– FUNCIONES DE LAS VITAMINAS EN AVES DE CORRAL	26
– PROTEÍNAS	31
– AGUA	33
4.- OBJETIVOS	34
4.1.- OBJETIVO GENERAL	34
4.2.- OBJETIVOS PARTICULARES	34
5.- HIPÓTESIS	35
6.- METODOLOGÍA	36
7.- RESULTADOS	38
8.- ANÁLISIS DE RESULTADOS	42
9.- DISCUSIÓN	43
10.- CONCLUSIONES	45
11.- BIBLIOGRAFÍA	46

## 1. RESUMEN.

*Comparación de los parámetros productivos (ganancia de peso, consumo de alimento e índice de conversión) en Meleagris Gallopavo alimentados con proteína al 26%, 24% y 24% adicionado con vitaminas en la etapa de crecimiento.*

**Autor:** Yuliana Katya Hernández Tenorio; **Asesor:** Celso López López; **Coasesor:** Francisco Javier Cervantes Aguilar

En la industria avícola el alimento representa la mayor parte de los costos productivos y es la fuente principal de nutrientes al organismo. En el presente trabajo se evaluó los parámetros productivos (ganancia de peso, consumo de alimento e índice de conversión), por un periodo de 4 semanas. Se utilizaron 300 pavos de 4 semanas de edad de la estirpe Nicholas Turkey, se pesaron y distribuyeron aleatoriamente formando 3 tratamientos con cuatro repeticiones por tratamiento: 26% PC, 24% PC adicionado con vitaminas y 24% PC. A los pavos del tratamiento de 24% +vit se le adicionaron vitaminas comerciales (Carosen) a una dosis de 1 gramo de producto por cada 10 litros de agua, el producto utilizado tiene una presentación de sobres de 100gr. Los tratamientos que recibieron las vitaminas fueron suministradas *ad libitum* en recipientes de 19 litros de agua conectados a los bebederos automáticos de tipo plason. Se procedió a pesar 5 aves elegidas al azar por cada repetición, dando como resultado 20 aves por tratamiento, el pesaje se realizó de manera semanal. Se encontró una diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ) en el incremento de peso, en la semana 6, 7 y 8 de vida, siendo el tratamiento de 24% PC+vit el que presentó el mayor peso; De igual forma el consumo de alimento mantuvo una diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ) y el índice de conversión expresó una diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos.

## 2. INTRODUCCIÓN.

La avicultura se puede catalogar como la rama de la ganadería con mayores antecedentes históricos en México. Ya que desde antes del arribo de los españoles al continente Americano se practicaba la cría de aves de corral, principalmente gallinas y guajolote<sup>1</sup>.

La avicultura mexicana es de gran importancia y trascendencia para la economía en el país y su independencia alimentaria, esta industria es la principal transformadora de proteína vegetal en proteína animal, y eso es significativamente importante en un país que ostenta el onceavo lugar más poblado en el orbe con casi 116 millones de habitantes, a los cuales hay que proveer de alimentos inocuos, sanos, seguros y económicos<sup>2</sup>.

En los últimos años la avicultura productora de carne en México, al igual que muchas de las actividades ganaderas, enfrentó cambios significativos en el entorno económico en el cual se desenvuelve, situación que influyó variaciones en los ritmos de crecimiento de la producción, siendo el incremento del precio de los insumos alimenticios uno de los cambios que en mayor medida influyó en la producción<sup>3</sup>.

En la avicultura ha habido grandes avances en los últimos años, en materia de nutrición, genética y control de enfermedades, lo que ha traído como consecuencias que las aves sean más eficientes en la actualidad en su producción. En México, las aves contribuyen con un porcentaje importante en el consumo de proteína animal de la población, debido a que la carne y huevo que proporcionan son una de las fuentes proteicas de origen animal más económicas; además, los productos avícolas aportan nutrientes a la alimentación humana<sup>4</sup>.

El guajolote es originario de América, fueron los Mayas y los Aztecas los que por primera vez lo domesticaron para que posteriormente fuera adoptado por otras culturas prehispánicas.

Algunos de los sinónimos o apelativos dados a los guajolotes en México son Huexolotl, Jolote, Chompipe, Cocono, Pipila, Pavo, Totol, Turkey y Turquía, entre otros.

La familia del guajolote comprende dos géneros, el “Meleagris gallo-pavo” o guajolote común, del que se derivó el que actualmente conocemos como guajolote criollo o doméstico y que se localiza prácticamente en todo el territorio nacional; el otro es el “Agriocharis ocellata”, también conocido como pavo ocelado, cuyo plumaje es de color verde azulado y en las plumas de la cola presenta unos ocelos, esta especie de guajolote únicamente se le ha encontrado en el sureste de la República Mexicana, principalmente en la Península de Yucatán.

En algunos escritos se señala que la domesticación del guajolote se realizó en los años 400 a. C. por los Mayas y los Aztecas quienes le tenían un gran aprecio porque constituía una de sus principales fuentes de alimentación y sustento económico. En esa época, la economía prehispánica se basaba en el cultivo del maíz y en la crianza de guajolotes, ya que antes de la llegada de los españoles a territorio mexicano estas culturas criaban grandes cantidades de guajolote criollo de los que parte de ellos utilizaban para el pago del tributo real.

El guajolote mexicano, ya domesticado fue llevado a España por los conquistadores y de España fueron distribuidos a toda Europa, para que posteriormente de estirpes aclimatadas en ese Continente, los criadores norteamericanos iniciarán la creación de sus propias razas que son conocidas actualmente como guajolotes mejorados o de doble pechuga<sup>5</sup>.

En la actualidad en América Latina, la carne de pavo se ha ido incorporando poco a poco como un producto en la dieta de los consumidores por su bajo contenido de grasa.

Los pavos o guajolotes constituyen una gran contribución a la producción avícola y alimenticia del país. Actualmente existe la producción de pavos en crianza doméstica y a través de explotaciones con las técnicas más modernas<sup>6</sup>.

México es el principal país importador de carne de pavo a nivel mundial con 145,000 toneladas. Entre los mayores abastecedores están Estados Unidos y Chile, según el Departamento de agricultura de EUA, USDA.

Los productores mexicanos están realizando sus mejores esfuerzos para lograr aumentar su producción nacional y disminuir las importaciones, cambiando la mentalidad de la población, que no sea su consumo para época navideña.

La carne de pavo tiene un gran potencial de crecimiento en Latinoamérica, ya que cada día se está privilegiando tener una vida más saludable, además de ser una carne magra de bajo contenido en grasas saturadas y colesterol. Además, provee un alto rendimiento tanto para productores como para consumidores, ya que se utiliza en varias preparaciones y diversos tipos de productos<sup>7</sup>.

### **3. MARCO TEÓRICO.**

#### **3.1 MARCO REFERENCIAL.**

##### **PERSPECTIVAS PARA LA AVICULTURA.**

Durante el 2009, a nivel mundial se observó una limitada expansión de la oferta de la carne de ave. Sin embargo, en el 2010 la avicultura comenzó a recobrar su dinamismo. Así, en ese año la producción mundial del cárnico creció 5.1% a tasa anual. Para el 2020 se proyecta que la producción mundial de ave crezca a una tasa media anual al 4.9%.

Sin embargo, la industria avícola mundial debe estar atenta a los cambios de los precios de los granos, factor que impacta directamente en los costos de producción.

Otro factor que podría limitar la rentabilidad de las empresas avícolas y la proyección de la oferta global es la aparición de la gripe aviar en algunas regiones productoras. No obstante, se prevé que el crecimiento de la oferta de esta materia prima siga siendo mucho más dinámico que lo previsto para otros sectores de carne.

El sector avícola mexicano no se encuentra al margen de la dinámica de los mercados internacionales.

Sin embargo, la industria avícola nacional mexicana debe estar atenta a los cambios en las tendencias en el consumo que favorecen cada día más la inocuidad alimentaria y productos de bajo precio.

Lo anterior, favoreciendo estrategias que apoyen el control de costos de producción, tal es el caso de coberturas de precios y agricultura por contrato para la adquisición de granos forrajeros<sup>8</sup>.

## SITUACIÓN DE LA MELEAGRICULTURA A NIVEL MUNDIAL.

En términos generales, el promedio global anual parece ser bastante estable alrededor de 0.8 kg/persona/año. Presumiblemente, debido a la naturaleza no precisa de los datos, el USDA presenta las cifras de consumo por persona en una base internacional redondeadas al kilogramo entero más cercano (Cuadro 1).

CUADRO 1. Consumo de carne de Pavo (kg/persona)									
Región/País	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Brasil	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Canadá	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0	4.0	4.0	4.0
EUA	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	7.0	7.0	7.3
México	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	2.0	1.5
Rusia	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8
Sudáfrica	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8
UE	4.0	4.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.7

FUENTE: [www.elsitioavícola.com](http://www.elsitioavícola.com)

Desde 1970 los EUA ha sido testigo de un incremento de 102% en el consumo de pavo por persona, desde 3.6 kg a la actual cifra de 7.4 kg, y es el resultado de que un creciente número de personas se han dado cuenta de que el pavo no era solo para comer los días de fiesta.

La proporción de consumidores que solo comen pavo durante estas ocasiones ha caído de 50% en 1970 a 31% en la actualidad, aunque el consumo per cápita promedio se ha mantenido relativamente estable durante varios años.

Con una población humana que se acerca a 200 millones y un incremento estimado en el consumo per cápita entre 2010 y 2012 de 1.67 kg a 1.96 kg, en Brasil, el aumento en la cantidad total consumida ascendió a cerca de 58,000 toneladas al año, que es el 15% del consumo total estimado de pavo para el año 2012, de casi 390,000 toneladas.

En 2009 el consumo de carne de pavo en Canadá estuvo cerca de 4.5 kg/persona. Desde entonces ha bajado hasta promediar alrededor de 4.2 kg. Como la industria de

Canadá está controlada por un sistema de gestión de suministro, implementado por la Agencia Canadiense de Comercialización de Pavo, la cantidad producida se limita según como debe repercutir en los niveles de consumo.

La cantidad que se consume en México cayó bruscamente en 2009 a cerca de 1.0 kg/persona (cuadro 1), pero últimamente parece que ha subido un poco alrededor de 1.5 kg, se debe considerar que este cálculo implica no solo las estimaciones de la oferta total disponible de carne de pavo; si no también de la población humana.

Una serie de cifras muestran que el consumo de carne de pavo en la Unión Europea ha disminuido anualmente desde que llegó a un pico de 3.8 kg per cápita en 2005 a 3.3 kg en 2010. Sin embargo, otro conjunto de cifras indica que el consumo en 2010 fue significativamente más de 3.8 kg/persona, bajando un poco a un estimado 3.7 kg en 2012.

Desde 2010 el consumo en Rusia ha aumentado de 0.7 kg a un poquito por debajo de 1 kg per cápita.

Aunque tradicionalmente el pavo no es una carne popular, algunos la consideran ahora como un sustituto de la carne de res. Además, existe una creciente demanda de productos embutidos de carne de pavo. Así mismo, los grandes productores han comenzado a anunciar la carne de pavo como más saludable que otras carnes, y también como una opción viable para barbacoas<sup>8</sup>.

El consumo en Sudáfrica ha aumentado ligeramente de menos de 0.7 kg per cápita en 2010 a posiblemente 0.8 kg en 2012<sup>8</sup>.

En general, en las economías desarrolladas el gusto de los consumidores se ha trasladado hacia la carne más magra debido a una mayor conciencia de la salud. Así mismo, en algunos casos se ha visto aumento en el consumo de productos sustitutos como son las hamburguesas que contienen carne de pavo<sup>8</sup>.

## **PRODUCCIÓN DE PAVO A NIVEL MUNDIAL.**

La FAO, la producción creció de casi 5.1 millones de toneladas en el 2000 a 5.4 millones de toneladas en el 2010, el crecimiento de la industria fue lento con un 0.5% anual, comparado con casi 4% de la carne de pollo. Por lo tanto, la contribución de la carne de pavo al abastecimiento total de carne de aves realmente disminuyó a lo largo de la década de 7.4% en 200 a 5.5% en 2010. Pero, debido a una probable subestimación en los datos de la FAO acerca de la producción en Rusia y Polonia, es posible que la producción total de carne de pavo en Europa en 2010 haya sido alrededor de 2 millones de toneladas.

El volumen total de carne producida subió 260,000 toneladas hasta alcanzar 5.4 millones de toneladas en 2010<sup>8</sup>.

## **SITUACIÓN DE LA AVICULTURA MEXICANA.**

En el 2012, la Avicultura Mexicana, aportó el 0.77% en el PIB total; el 19.7% en el PIB agropecuario y el 40.9% en el PIB pecuario.

Además, el sector avícola mexicano participa con casi el 63% de la producción pecuaria; el 34.6% lo aporta la producción de pollo, el 27.9% la producción de huevo y la producción de pavo aporta el 0.10%

El consumo de pollo en 2012 fue de 25.8 kg per cápita, para el cierre del 2013 se espera que el consumo per cápita de polo sea de 25.9 kg, y el consumo aparente (que incluye producción nacional mas importaciones) llegue a 28.9% kg.

Al inicio de 2012, las estimaciones de consumo eran de 22 kg de huevo per cápita; sin embargo con la presencia del virus de la Influenza Aviar H<sub>7</sub>N<sub>3</sub> el consumo sólo alcanzó 20.8 kg.

Para el año 2013, se proyecta que la avicultura generará 1 millón 188 mil empleos, en 2012 la avicultura generó la cifra de 1 millón 167 mil. Cabe mencionar que el 60% de los empleos los genera la rama avícola de pollo, el 38% la de huevo y solo un 2% la de pavo.

Durante el 2012 la avicultura participó con el 62.6% de la producción pecuaria en el país; 34.6% aporta la producción de pollo, casi 27.9% la producción de huevo y 0.1 la producción de pavo<sup>2</sup>.

### **LA INDUSTRIA DEL PAVO EN MÉXICO**

La producción de carne de pavo en México decreció 18% en el año 2012 con respecto al año anterior. Al pasar de 10 mil toneladas en 2011 a 8 mil 192 toneladas en 2012. Teniendo un crecimiento de 0.9% anual en promedio. Actualmente existen en México 512,025 pavos al ciclo<sup>2</sup>.

Para 2013 se espera un crecimiento del 10% que representa 9 mil toneladas, siendo en pavos enteros da un total de un millón 125 mil, de los cuales 70% es pavo natural y 30% ahumado<sup>2</sup>.

El pavo entero representa el 80% del consumo nacional. El 20% restante se consume en subproductos que por su bajo contenido graso, está ganando segmentos del mercado y preferencia del consumidor<sup>2</sup>.

La importación de carne de pavo a México para el 2012 fue de 143 mil 168 toneladas que se distribuyen en: Trozos frescos 68%; Trozos congelados 19%; Pavo entero 13%; Pavo ahumado 1%<sup>2</sup>.

En México la producción de pavo durante 2012 fue 9 mil toneladas, registrando un consumo per cápita de 2 kilogramos. Sin embargo, el consumo de pavo se presenta en época navideña, significando el 95 % del consumo de pavo en esta temporada. No obstante

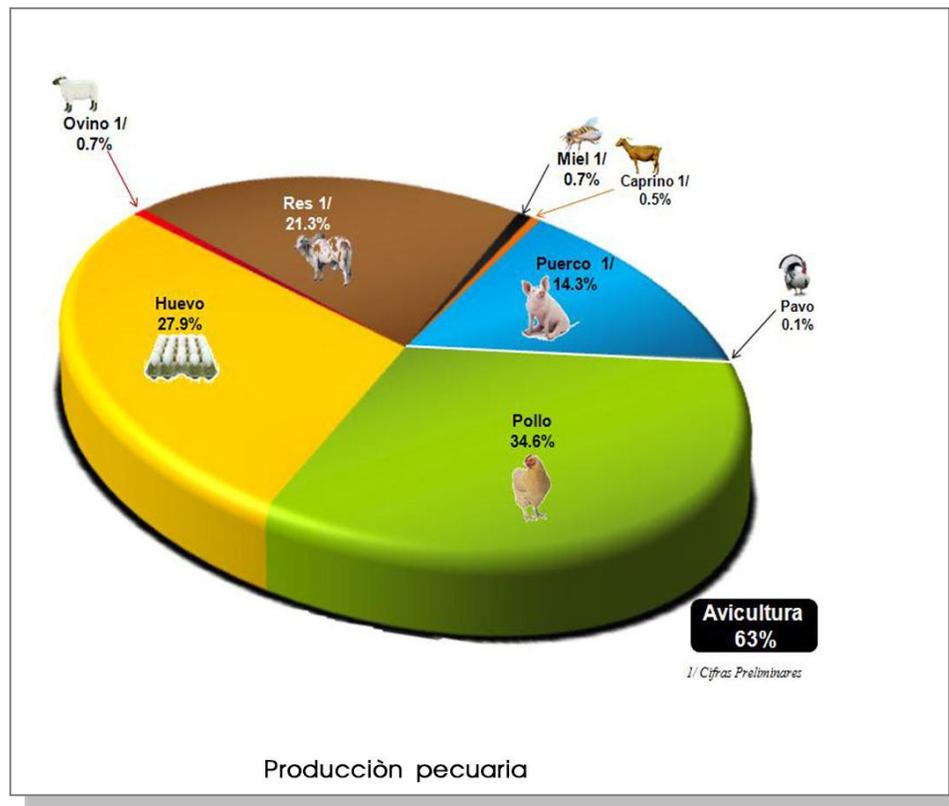
cada vez más de las empresas productoras de pavo están ofreciendo cortes de pavo con la finalidad de que su consumo sea durante todo el año. Es así que en el país se ha diversificado la producción e incrementado el consumo de productos preparados a base de carne de pavo<sup>2</sup>.

Para el cierre del 2013 se espera que el consumo per cápita de pavo (que incluye producción nacional e importaciones, excluyendo pastas) llegue a 1.5 kilogramos.

La industria del pavo en el país, generó 20, 580 empleos, en el 2012, 3 mil 430 directos y 17 mil 150 indirectos<sup>2</sup>.

La figura 1 ilustra la participación que tiene la avicultura en la producción pecuaria en México (2013).

**FIGURA 1.**



<http://una.org.mx/index.php/component/content/article/2-uncategorised/19-indicadores-economicos>

El cuadro 2 indica los principales estados productores de pavo en México

<b>Cuadro 2. PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DE PAVO</b>	
<b>ESTADO</b>	<b>PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE PAVO</b>
YUCATAN	29%
CHIHUAHUA	16%
ESTADO DE MÉXICO	12%
PUEBLA	10%
TABASCO	7%
GUERRERO	6%
VERACRUZ	5%
HIDALGO	5%
OTROS	12%

<http://una.org.mx/index.php/component/content/article/2-uncategorised/19-indicadores-economicos>

La demanda en el mercado es distinta según las costumbres y exigencias de los consumidores, sin lograrse siempre el éxito de un determinado producto, incluso tras la promoción mediante las oportunas campañas publicitarias. Por ello, a menudo, las características del producto se han tenido que adecuar a las exigencias concretas del mercado. Por este motivo, se ha contemplado la necesidad de contar con guajolotes de peso diverso. Actualmente, el interés económico de la explotación industrial del guajolote se apoya en su enorme rendimiento en carne y el carácter económico de su producción<sup>9</sup>.

### 3.2. MARCO CONCEPTUAL.

#### TIPOS DE PAVOS.

Hoy en día ya no se habla de razas en la producción de pavos, sino de híbridos obtenidos de las mismas en largos y complicados programas de selección genética<sup>10</sup>.

En la actualidad existen cuatro especies de guajolote, las cuales son muy parecidas y se confunden unas con otras.

- *Norteamericano o bronceado*. Este es un animal silvestre de América del Norte, llamado también *Meleagris americana*
- *Salvaje mexicano o Meleagris-pavo*.
- *Salvaje medio o Meleagris intermedio sennet*, que es intermedio entre el norte americano y el mexicano
- *Ocellata (Agriocharis ocellata)*. Este guajolote se encuentra actualmente en la península de Yucatán en estado salvaje, pues no se ha podido domesticar<sup>11</sup>.

#### CLASIFICACIÓN COMERCIAL.

- **PAVOS PEQUEÑOS (*Bettsville*)**: son pavos de asador, la edad al sacrificio de estas aves es de 10 a 14 semanas, con un peso de 3.5 a 6.0 kg. El índice de conversión de machos a las 12 semanas es de 2.4:1.
- **PAVOS MEDIANOS**: Es conocido como *holandés blanco*, con un mejor índice de conversión y tasa de crecimiento que los pavos pequeños. Su promedio de peso vivo a las 16 semanas es de 6.7 a 7.1 kg. La edad aconsejable para sacrificio es de 14-22 semanas y el índice de conversión a las 16 semanas es de 2.45:1.

- **PAVOS GRANDES:** los pavos grandes de doble pechuga (gigante bronceado y gigante blanco) son los productores de carne más rentables de todos, porque se despiezan fácilmente a un costo favorable. La edad aconsejable para el sacrificio de estas aves es de 12 a 20 semanas en las hembras y de 16 a 24 semanas en los machos<sup>11</sup>.

## **PRINCIPALES LÍNEAS COMERCIALES QUE SE EXPLOTAN.**

Las líneas comerciales más explotadas son las siguientes

- Diamante blanco, originario de Canadá
- Betina, originario de Francia
- Orlopp, originario de Estados Unidos
- Orlosi, originario de Estados Unidos
- Nicholas, originario de Estados Unidos<sup>11</sup>

## **ALIMENTACIÓN.**

La industria avícola no sólo es importante desde el punto de vista económico, sino que también lo es desde el punto de vista social. Uno de los factores más importantes para lograrlo es sin duda la nutrición aviar, ya que representa 60 a 70% de los costos de producción.

El objetivo más importante de la alimentación de las aves, es la conversión de ingredientes a alimento para consumo humano. Las aves transforman eficientemente la proteína de los ingredientes en alimento para el hombre<sup>12</sup>.

*La conversión alimenticia* que resulta de la relación de cantidad de alimento consumido en cantidad de carne producida, está regido por las características fenotípicas y genotípicas propias de cada línea genética y por la eficiencia del aparato digestivo que comprende numerosos órganos y que es el principal mecanismo involucrado en la productividad.

El potencial genético se refleja en la conversión, en función de: la calidad, cantidad y disponibilidad de nutrientes presentes en la ingesta; de la digestibilidad de los alimentos administrados para ser convertidos en nutrientes a través de la digestión<sup>13</sup>.

El alimento que el ave consume se usa para satisfacer varias necesidades fisiológicas, como son; el mantenimiento corporal, crecimiento y la reproducción.

El alimento usado para el mantenimiento del cuerpo proporciona:

- Energía para mantener la temperatura corporal constante y para el mantenimiento de todos los procesos vitales del animal (respiración, circulación).
- Energía para la producción de secreciones y reparación de los tejidos, reconstrucción de las células corporales y la formación de las secreciones, tales como jugos digestivos y mucosidades.

En las aves, el crecimiento empieza desde el embrión, y continúa aún después de eclosionar, hasta que adquiere el máximo peso corporal. El término “crecimiento” incluye el desarrollo de huesos, músculos, piel, nervios, órganos, glándulas y plumas<sup>12</sup>.

La evolución genética del pavo 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<sup>14</sup>.

Desde la aparición de la meleagricultura comercial, los pavos han mostrado mejoras permanentes en su desempeño, tanto en ganancia de peso como en la conversión alimenticia. Tan solo 20 años atrás, la ganancia de peso promedio en los pavos machos era de 454 g por semana, mientras que hoy en día el crecimiento llega a los 1000 g semanales. En parte, esta elevada ganancia de peso se ha logrado a través de un aumento en la presión de selección genética según el peso corporal en las reproductoras<sup>10</sup>.

A fin de aprovechar plenamente el potencial genético de las estirpes modernas de pavos se debe asegurar su alimentación con un aporte adecuado de todos los nutrientes, incluyendo proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas, minerales y agua<sup>15</sup>.

Todos los productos alimenticios que se empleen para pavos deben ser de calidad<sup>16</sup>.

Un pavo ingerirá tanto más alimento, cuanto mayor es el contenido energético y viceversa, por tanto; si un alimento tiene un contenido energético bajo, el pavo consumirá mayor cantidad. Cuando los alimentos no contienen los niveles suficientes de proteínas, vitaminas y minerales; el pavo sufrirá las correspondientes carencias con las consiguientes pérdidas productivas e incluso, en casos extremos podría llegarse a la muerte del animal<sup>17</sup>.

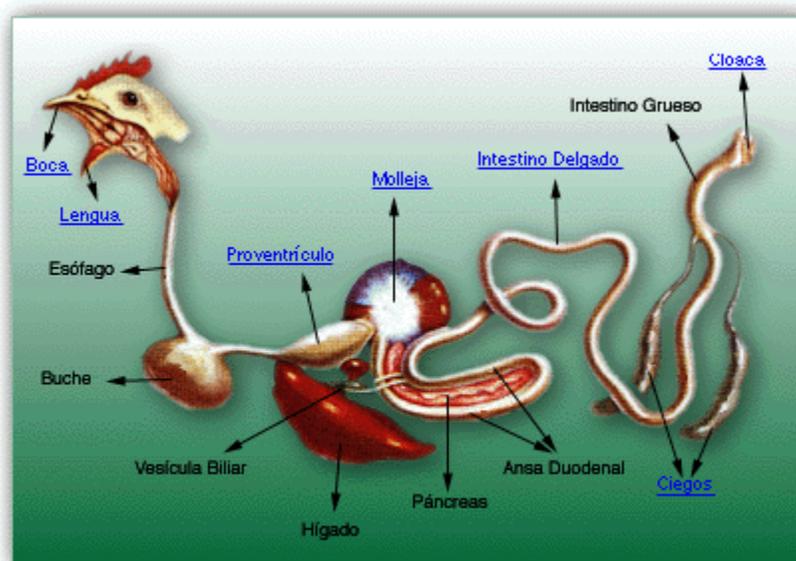
A medida que el potencial genético del ave aumenta, asimismo aumentan las posibilidades de incrementar el peso o la edad de mercadeo. En general, el pavo joven responde mejor a los aminoácidos, en tanto que el crecimiento rentable en aves mayores está más relacionado al consumo de energía<sup>18</sup>.

## ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DE LA DIGESTIÓN.

### APARATO DIGESTIVO.

En las aves la digestión se lleva a cabo esencialmente en el proventrículo, la molleja y el duodeno, mientras que la absorción tiene lugar en todo el intestino, incluyendo el duodeno<sup>13</sup> (Figura 2).

FIGURA 2.



<http://www.uabcs.mx/maestros/descartados/mto01/digestivo.htm>

La función del sistema digestivo es degradar los ingredientes de la dieta en compuestos que puedan ser absorbidos y usados por las aves. Como resultado de esta acción, las aves de engorda son capaces de crecer<sup>12</sup>.

En las dietas existen tres grupos principales de nutrimentos:

- 1) Proteínicos, provenientes de la pasta de soya, otras pastas de oleaginosas y/o harina de pescado y carne, que son utilizadas como fuentes de aminoácidos esenciales y no esenciales para el crecimiento y reparación de tejidos.

- 2) Carbohidratos, que provienen del sorgo, maíz y trigo, que se utilizan como fuente de energía para el ave, necesaria para la síntesis de proteína, contracción muscular y transporte de nutrimentos.
- 3) Grasas, de origen vegetal o animal, o grasa en forma natural presente en los granos que se emplean como fuente de energía o bien aceite residual de la pasta de soya o de otros ingredientes que se utilizan como fuente de proteína. Las grasas además de ser fuentes de energía son fuentes de ácidos grasos esenciales<sup>12</sup>.

Cada uno de los diferentes tipos de ingredientes deben ser degradados durante la digestión en sustancias simples (glucosa, fructosa, aminoácidos, ácidos grasos y mono glicéridos) que puedan ser absorbidas en el intestino delgado, y de esta manera llegar, por la vía de la sangre a todas las células del organismo. La dieta necesita ser complementada con minerales mayores (calcio, fósforo y sodio), minerales traza y vitaminas; pues todas estas sustancias son necesarias para el aprovechamiento de los otros nutrimentos que llegan a la célula<sup>12</sup>.

En la digestión los alimentos son reducidos químicamente en componentes más sencillos que pueden ser utilizados en el metabolismo. El proceso químico de la digestión es principalmente de hidrólisis, que consiste en el rompimiento de las moléculas grandes mediante la introducción de agua entre las ligaduras de los átomos. De esta manera cada molécula de gran tamaño es reducida gradualmente a las moléculas más pequeñas. Cada reacción de hidrólisis es catalizada o puesta en marcha por una enzima. Las enzimas facilitan la reacción del agua con una ligadura específica de los alimentos y requieren condiciones especiales de temperatura y pH. Estas condiciones se presentan en las diferentes partes del aparato digestivo<sup>12</sup>.

## **CAVIDAD ORAL.**

La cavidad oral de las aves está adaptada para la prensión de los alimentos, ya que no presenta piezas dentarias; los músculos de los carrillos son inexistentes, la lengua es pequeña y relativamente rígida, recubierta por epitelio rugoso con escasas 25 papilas gustativas sensibles a la sal, a lo amargo y a lo dulce<sup>13</sup>.

## **ESÓFAGO E INGLUBIA.**

El esófago es un conducto tubular que va de la boca a una parte que es más ancha, el buche y de ahí al proventrículo, tiene unos músculos longitudinales en la parte externa y unos circulares en la parte interna<sup>14</sup>. El bolo alimenticio transita a través de la faringe por medio de la extensión del cuello y cabeceo del ave de abajo hacia arriba. El moco producido por las glándulas esofágicas y la saliva deglutida, así como los movimientos peristálticos lentos de los músculos esofágicos en sus dos tercios anteriores, facilitan que el bolo alimenticio se vaya deslizando hasta el buche<sup>13</sup>.

La inglubia es un ensanchamiento del esófago que actúa como órgano de almacenamiento temporal del alimento. Aquí el alimento es agrandado y tiene lugar una digestión parcial debido principalmente a las enzimas contenidas en el alimento. Los procesos microbiológicos y digestivos que actúan en el alimento a través del buche permiten que se absorban pequeñas cantidades de sodio y glucosa<sup>12</sup>.

## **PROVENTRÍCULO Y VENTRÍCULO.**

El proventrículo es el estómago glandular, es un órgano fusiforme que se encuentra entre el esófago y la molleja<sup>12</sup>.

A partir del momento en que la ingesta pasa al proventrículo, transita en un múltiple vaivén entre proventrículo, ventrículo y duodeno hasta que el alimento es suficientemente

procesado y transformado en quimo; el cual es el resultado de la acción del jugo gástrico integrado de gastrina excretada sólo en la región pilórica y el ácido clorhídrico y pepsina producidos por las glándulas proventriculares que se encuentran distribuidas a todo lo largo del proventrículo que hidrolizan las proteínas. El ácido clorhídrico, así como la pepsina son secretadas en forma continua cuando el alimento es administrado a libre acceso<sup>13</sup>.

El ventrículo está compuesto de dos pares de músculos opuestos, llamados músculos delgados y músculos gruesos. Gracias a estos músculos cubiertos internamente por epitelio cornificado y/o la presencia de grit, las aves muelen el alimento<sup>12</sup>, además de ejercer presión sobre los alimentos debido a sus fuertes y repetidas contracciones<sup>13</sup>.

En el ventrículo son mezclados y humedecidos los componentes del bolo alimenticio por la acción de los jugos gástricos hasta hidrolizar las proteínas. Las partículas voluminosas permanecen en la molleja hasta que son fragmentadas por la acción de las contracciones energéticas de los músculos<sup>13</sup>.

En el ventrículo siempre se encuentra la enzima pepsina procedente del proventrículo. Algunos productos pueden causar erosión de la molleja, por ejemplo deficiencia de metionina y vitamina B<sub>6</sub>; mollerossina proveniente de la harina de pescado quemada; exceso de cobre (arriba de 250 ppm). El exceso de cobre aumenta la actividad péptica<sup>12</sup>.

## **INTESTINO DELGADO.**

El intestino delgado consta del duodeno, yeyuno e íleon; a partir del duodeno no existen áreas delimitadas en el intestino delgado. En relación con la longitud del cuerpo, los intestinos de las aves son más cortos que los de los mamíferos; sin embargo, existe una considerable variación en la longitud, que está influenciada por el tipo de alimentación. Es mayor en las herbívoras y granívoras y menor en las carnívoras<sup>19</sup>.

El intestino delgado es el lugar principal de la digestión química, ya que involucra enzimas de origen pancreático e intestinal. También secreta hormonas que están involucradas en la regulación de las acciones gástricas e intestinales; sus tres principales funciones son:

1. Recibe jugo pancreático, que contiene enzimas, que junto con las del propio intestino completan la digestión final de las proteínas y convierten los carbohidratos en compuestos más sencillos, como monosacáridos en el duodeno, así como también los lípidos. Las enzimas del jugo pancreático son: amilasa, quimiotripsina, tripsina, carboxipeptidasa y lipasas, la del intestino delgado son: carboxipeptidasas, sacarasa y maltasa.
2. La segunda función es absorber el alimento digerido y pasarlo al torrente circulatorio. El sistema vascular del intestino delgado, funciona de manera que crea un gradiente de concentración para la superficie de absorción.
3. Realiza una función peristáltica que empuja al material no digerido a los ciegos y al recto<sup>12</sup>.

## **CIEGOS.**

Los ciegos están situados en la unión de los intestinos delgado y grueso. Guardando la entrada de los ciegos con el intestino, existen unas válvulas musculares íleocecales<sup>19</sup>.

La función principal es la de la fermentación microbiana de la fibra del alimento que genera ácidos grasos volátiles. Solamente líquidos y materia fina pueden entrar a los ciegos<sup>12</sup>.

Los ciegos proporcionan un mayor volumen para favorecer la fermentación y una mayor superficie de absorción. El extremo proximal de los ciegos presenta una mucosa con vellosidades bien desarrolladas y un diámetro pequeño; por el contrario el extremo distal tiene mayor volumen del lumen pero las vellosidades son pequeñas<sup>13</sup>.

Los ciegos se llenan por vía retrógrada a partir del contenido del colon. El vaciamiento de estos órganos es poco frecuente. Sus funciones son:

- 1) Digestión de la celulosa, a través de la acción de la microflora. Sin embargo el pollo sólo es capaz de aprovechar el 17% de este tipo de alimento.
- 2) La digestión de proteínas es pobre.
- 3) Síntesis de vitamina B<sub>12</sub>.
- 4) Absorción de agua<sup>13</sup>.

### **INTESTINO GRUESO.**

Esta es la parte final donde los nutrimentos (minerales y agua) pueden ser absorbidos junto con la fibra fermentada por los microorganismos, que proporcionan ácidos grasos volátiles y consecuentemente pequeñas cantidades de energía para el animal<sup>12</sup>.

El objetivo del intestino grueso es recuperar los nutrientes que no fueron digeridos o absorbidos en el intestino delgado, junto con aquellos presentes en la orina y que llegan por reflujo a los dos sacos ciegos<sup>13</sup>.

### **CLOACA.**

Es el receptáculo común a los sistemas genital, digestivo y urinario y consiste de tres cámaras. El intestino grueso se vacía dentro del coprodeo y el tracto genital y urinario terminan en el urodeo. El proctodeo abre externamente a través del ano. La bolsa de Fabricio, es un órgano linfoide prominente y es una proyección dorsal del urodeo. Ambos, colon y cloaca están involucrados principalmente en la excreción y en el balance del agua y minerales. En esta parte se recupera algo de agua y electrolitos antes de que el contenido fecal se combine con la orina para ser excretada<sup>12</sup>.

## **ÓRGANOS ACCESORIOS.**

Ayudan a la digestión, pero el alimento no pasa a través de ellos durante el proceso de digestión<sup>12</sup>.

### **a) PÁNCREAS.**

Que yace en el asa duodenal, vierte el jugo pancreático en los conductos pancreáticos que se vacían en el duodeno y actúa sobre proteínas, carbohidratos y grasas<sup>12</sup>; es un zimógeno compuesto, disuelto en el fluido alcalino, todas las enzimas proteolíticas son inactivadas hasta que entran al lumen intestinal. El jugo pancreático contiene amilasa, quimotripsina, tripsina, carboxipeptidasas y lipasa. Esencialmente toda la digestión del almidón se lleva a cabo por la  $\alpha$ -amilasa pancreática.

Otra función del páncreas es la secreción de hormonas para la utilización de la energía una vez que es desdoblada, y absorbida para que el animal la pueda utilizar mejor<sup>4</sup>.

### **b) HIGADO.**

Es un órgano bilobulado, el conducto hepático izquierdo comunica directamente con el duodeno, mientras que el conducto derecho está comunicado con la vesícula biliar; ésta da lugar a los conductos biliares, los cuales vacían en el duodeno<sup>12</sup>.

## **FUNCIONES DEL HÍGADO.**

- Secreta bilis, su acción principal es ayudar en la digestión y absorción de las grasas.
- Rompe la hemoglobina y la convierte a pigmentos biliares.
- Recibe vía venas portales la mayoría de sustancias absorbidas por el intestino.
- Transforma la glucosa de la sangre a glucógeno y el exceso de carbohidratos a grasa.
- Es almacén de algunas vitaminas<sup>12</sup>.

## VITAMINAS.

El término vitaminas o “amina vital” lo propuso por primera vez Funk en 1911; amina, por ser compuestos orgánicos presentes en alta concentración en los alimentos y vital, por ser necesaria su presencia en la dieta diaria. Si bien las vitaminas no aportan energía al organismo, sí participan en una gran cantidad de procesos indispensables para su buen funcionamiento; su deficiencia o avitaminosis puede ocasionar trastornos graves que llegan a producir la muerte<sup>20</sup>.

Las vitaminas se definen como compuestos orgánicos, necesarios en pequeñas cantidades para el normal crecimiento y mantenimiento de la vida animal. Las vitaminas no son simplemente materiales formadores del organismo o compuestos productores de energía, sino que están implicadas o son mediadoras de rutas metabólicas<sup>21</sup>.

La mayoría de raciones para aves son pobres en las vitaminas A, D, B12, biotina, niacina, ácido pantoténico y riboflavina por lo que las mismas deben administrarse de forma suplementaria. Los pollitos pequeños son más susceptibles a estados vitamínicos carenciales<sup>22</sup>.

Las vitaminas liposolubles (A, D, E, K) se almacenan y acumulan en el hígado y otros lugares del cuerpo mientras que las hidrosolubles (B1, B2, B6, B12, Nicotinamida, Acido Pantoténico, Biotina, Ácido fólico, Colina, Inositol, PABA) no tienen mucha capacidad de almacenamiento corporal, por este motivo se deben incorporar regularmente estas vitaminas en cantidades adecuadas a través de la ración o en el agua de bebida<sup>22</sup>.

Otro punto interesante a saber es que, aunque la vitamina C es sintetizada por el organismo aviar, se observan respuestas muy favorables a su adición extra en situaciones estresantes<sup>22</sup>.

## **FUNCIONES DE LAS VITAMINAS EN LAS AVES DE CORRAL.**

### **VITAMINA A.**

Esencial para el desarrollo y funcionamiento normal de los epitelios, especialmente de los ojos y de los aparatos respiratorio, digestivo y reproductivo así como de los sistemas urinario y nervioso. Entonces podemos razonar que el daño causado por su deficiencia se observará rápidamente en estos aparatos o en patologías de estrecha relación con ellos, por su daño en las distintas membranas mucosas.

Cuando esta se encuentra carente los signos notorios de su deficiencia en pollos y pavipollos se ven en la detención de crecimiento, somnolencia, debilidad, incoordinación motriz, emaciación y piel escamosa, cuando su falta es crítica, se presenta ataxia, lagrimeo, parpados con exuberante material caseoso y xeroftalmia definitiva. En gallos baja la motilidad espermática, así como la disminución en contajes de esperma y la presencia de muchos espermatozoides anormales<sup>22</sup>.

### **VITAMINA D3.**

Colabora en la asimilación y mejor destino del calcio y fósforo, entonces es necesaria en el desarrollo normal de los huesos y tejidos córneos, indispensable para obtener cascarones resistentes<sup>22</sup>.

Cuando es deficitaria en pollitos es causante de raquitismo, mal emplume y crecimiento retardado; en aves adultas puede presentarse fragilidad de huesos, cáscaras débiles, menor producción de huevos comerciales y problemas con incubabilidad<sup>22</sup>.

## **VITAMINA E.**

Por evitar la destrucción oxidativa de las células y de los ácidos grasos cumple con una función antioxidante; también influye en el mejoramiento de la fertilidad e interviene activamente en el buen funcionamiento nervioso y muscular así como en la formación de eritrocitos. Además ha sido demostrada la potenciación del mecanismo de defensa corporal aumentando la respuesta inmunológica a las enfermedades infecciosas<sup>22</sup>.

## **VITAMINA K.**

Estimula la producción de pro trombina y por ende la coagulación normal de la sangre. Por eso deben adicionarse niveles de vitamina K cuando se presenten condiciones que producen su deficiencia como coccidiosis, medicación prolongada en la ración de antibióticos o sulfas, o en pollitos incubados de gallinas deficientes en vitamina K<sup>22</sup>.

## **VITAMINA C.**

Es importante en la formación del colágeno, eleva la resistencia a las infecciones, pues aumenta la leucocitosis y el poder fagocítico de la sangre, es necesaria en la absorción y utilización del hierro.

Aunque la vitamina C es sintetizada por el organismo aviar, y no es necesario adicionarla en la dieta pero se ha observado respuestas muy favorables a la adición de niveles externos en situaciones estresantes como golpes de calor. El déficit de vitamina C produce disminución en la producción de huevos, cáscara frágil y baja de fertilidad (codorniz), susceptibilidad a las afecciones infecciosas y anemia<sup>22</sup>.

## **ÁCIDO PANTOTÉNICO.**

Forma parte de la coenzima A, interviene en los procesos de acetilación, síntesis de colesterol, transformación de la colina y ácidos grasos<sup>22</sup>.

Su deficiencia provoca retardo del crecimiento, lesiones hepáticas, perosis, plumas quebradizas, dermatitis, y degeneración de la piel alrededor del pico, ojos y cloaca, en reproductores menor incubabilidad<sup>22</sup>.

## **BIOTINA.**

Ayuda con el metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteínas, es esencial para el desarrollo embrionario. En aves jóvenes con deficiencia causa agrietamiento y degeneración de almohadillas plantares y tendones distendidos y en adultos baja la incubabilidad. En pavos plumas remeras mal formadas, metatarso encorvado y dermatitis en dedos, almohadillas plantares, base del pico, anillo del ojo y cloaca<sup>22</sup>.

## **COLINA.**

Involucrada en los impulsos nerviosos, componente de los fosfolípidos y donadora de grupos metilo. En aves jóvenes su carencia provoca retardo en crecimiento y perosis, en adultos la mortalidad se incrementa, la producción de huevos disminuye y aumentan los abortos de yemas desde los ovarios<sup>22</sup>.

## **FOLACINA.**

Relacionada con el metabolismo de la vitamina B12 e interviene en la incorporación de carbonos de las grandes moléculas. La falta de ella produce crecimiento deficiente, pobre emplume, anemia y perosis, y en pavitos trastornos nerviosos, alas caídas y cuello rígido. En adultos producción de huevos y/o incubabilidad reducidas<sup>22</sup>.

## **NIACINA.**

Requerida por todas las células, componente esencial de las enzimas metabólicas que intervienen en la glucólisis y respiración celular. La deficiencia lleva a una serie de trastornos metabólicos en especial del sistema nervioso central y los tejidos de regeneración rápida como piel y mucosa gastrointestinal<sup>22</sup>.

## **TIAMINA (B1).**

Promueve el apetito y crecimiento y es requerida para el metabolismo energético. Su presencia es indispensable para la funcionalidad del sistema nervioso y sistema cardiovascular. Su deficiencia causa trastornos cardiacos y del sistema nervioso pues su metabolismo depende casi en su totalidad del consumo de glucosa. Esta falta de tiamina conduce a mal emplume, anorexia extrema, perdida de coordinación motriz, polineuritis y muerte<sup>22</sup>.

## **RIBOFLAVINA (B2).**

Es un componente de varios sistemas enzimáticos de transmisión de hidrogeniones. Su carencia ocasiona lesiones en la unión entre piel y mucosa de los orificios naturales, lesiones pancreáticas y duodenales, en pollitos parálisis con incurvación de dedos, retardo del crecimiento y diarreas inespecíficas<sup>22</sup>.

## **PIRIDOXINA (B6).**

Funciona como coenzima en el metabolismo proteico y nitrogenado, está involucrada en la eritropoyesis y en las funciones normales de los sistemas endocrinos. En pollitos su menor nivel provoca inapetencia, pobre crecimiento, incoordinación nerviosa, convulsiones. En aves adultas menor consumo de alimento, reducción en la producción de huevos e incubabilidad, pérdida de peso y muerte inminente<sup>22</sup>.

## **VITAMINA B12.**

Esencial para el desarrollo normal y reproducción de las aves. Interviene en diversas funciones metabólicas en especial de carbohidratos y grasas. La deficiencia se manifiesta con crecimiento lento, mala conversión alimenticia reducción del tamaño de huevo, incubabilidad mala, corazón, hígado y riñones grasos<sup>22</sup>.

## PROTEÍNAS.

El término proteína proviene de la palabra griega proteicos, que significa “primero” o “de primera importancia”. La proteína participa en la mayoría de las reacciones químicas vitales del metabolismo animal<sup>21</sup>.

Las proteínas son compuestos orgánicos complejos, de alto peso molecular, contienen carbono, hidrógeno, además, todas contienen nitrógeno y generalmente azufre. Cada especie tiene sus propias proteínas específicas, y cada individuo en particular tiene numerosas proteínas diferentes en sus células y tejidos. Por consiguiente, en la naturaleza existe una gran variedad de proteínas<sup>21</sup>.

En los análisis químicos, la proteína se estima de la cantidad total de nitrógeno multiplicado por un factor convencional 6.25, basado en el hecho de que todo el nitrógeno está en forma proteica y que todas las proteínas contienen 16% de nitrógeno. La proteína determinada de esta manera se designa como *proteína cruda*<sup>4</sup>.

Al hidrolizar las proteínas mediante enzimas, ácidos o álcalis, se obtienen aminoácidos; estos, se caracterizan por tener un grupo nitrogenado básico, que generalmente es un grupo amino (-NH<sub>2</sub>), y un grupo carboxílico (-COOH). Este tipo de enlace se denomina *enlace peptídico*<sup>21</sup>.

Las proteínas están formadas por muchas moléculas de aminoácidos, unidos por una unión peptídica; la secuencia de aminoácidos y la manera como están conectados uno a otro determinan las propiedades físicas y químicas de cada proteína y, por tanto, su función biológica. De suerte que, aun cuando todas las proteínas pertenecen a un mismo grupo, cada una difiere de las demás.

Hay 22 aminoácidos que forman los diferentes tipos de proteína en las canales de las aves. Todos estos aminoácidos son necesarios para realizar funciones biológicas en el cuerpo. Se presenta una lista de ellos en el cuadro 3<sup>4</sup>.

**Cuadro 3. CLASIFICACIÓN NUTRICIONAL DE AMINOÁCIDOS  
FISIOLÓGICAMENTE ESENCIALES PARA LAS AVES.**

<b>ESENCIALES O INDISPENSABLES (NO SINTETIZADOS POR LAS AVES)</b>	<b>SEMIESENCIALES<sup>a</sup> (SINTETIZADOS DE SUSTRATOS LIMITADOS)</b>	<b>NO ESENCIALES O DISPENSABLES (RÁPIDAMENTE SINTETIZADOS DE SUSTRATOS SIMPLES)</b>
Arginina	Tirosina	Alanina
Lisina	Cistina	Ácido aspártico
Histidina	Hidroxilisina	Asparagina
Leucina		Ácido glutámico
Isoleucina		Glutamina
Valina		Hidroxiprolina
Metionina		Glicina <sup>b</sup>
Treonina		Serina <sup>b</sup>
Triptofano		Prolina <sup>c</sup>
Fenilalanina		

<sup>a</sup>La tirosina se sintetiza de fenilalanina, cistina de metionina e hidroxilisina de lisina

<sup>b</sup>En ciertas condiciones, la síntesis de glicina o serina puede ser no suficiente para un rápido crecimiento

<sup>c</sup>Cuando se utilizan dietas de aminoácidos cristalinos, la prolina puede ser necesaria para su máximo crecimiento<sup>4</sup>

## AGUA.

Es el principal constituyente de los seres vivos. El cuerpo de los pavipollos está constituido por, aproximadamente, el 75% de agua, porcentaje que disminuye en los animales adultos<sup>17</sup>.

Los animales obtienen agua de cuatro fuentes: el agua que beben, la contenida en los alimentos, la que recircula y la metabólica<sup>24</sup>.

Fisiológicamente 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. Facilita las reacciones celulares interviniendo además en el control de la temperatura corporal. El agua debe considerarse como el principio más importante, ya que su falta o deficiencia no puede tolerarse sin graves consecuencias<sup>17</sup>.

La cantidad de agua que un animal bebe puede depender de varios factores, como, el tipo de alimentación, el peso del animal, la puesta, la temperatura ambiente, la composición química y temperatura del agua<sup>17</sup>.

El pavo tiene que recibir desde el primer día el aporte de agua necesario y cualquier alteración de ello repercute negativamente en su crecimiento y salud.

La cantidad de agua ingerida variará dependiendo del tipo de alimentación, de la edad o peso del propio animal, la temperatura del agua y su composición química, la temperatura ambiental y el diseño o situación del bebedero<sup>30</sup>.

Los pavos se nutren generalmente con alimentos secos (12% de H<sub>2</sub>O) en la mayoría de las explotaciones y, por tanto, necesitan agua en mayores cantidades<sup>17</sup>.

## **4. OBJETIVOS.**

### **4.1.OJETIVO GENERAL.**

Evaluar los parámetros productivos en pavos de engorda alimentados a base de concentrados comerciales con diferentes porcentajes de proteína cruda, además de la adición de un complejo vitamínico a una de las dietas.

### **4.2.OBJETIVOS PARTICULARES.**

- I. Evaluar el consumo de alimento y la ganancia de peso semanal de los pavos con la adición de un complejo vitamínico a la dieta de 24% de Proteína Cruda.
- II. Evaluar la conversión alimenticia de los pavos alimentados con las diferentes dietas ofrecidas en el periodo de crecimiento.

## **5. HIPÓTESIS.**

La adición de un complejo multivitamínico a una dieta con menor porcentaje de proteína (24%) compensará la diferencia en la ganancia de peso diario en el pavo de engorda con respecto a una dieta con mayor porcentaje de proteína (26%), debido a un mejor aprovechamiento del alimento por parte del organismo para convertir la proteína digerida en músculo.

## **6. METODOLOGÍA.**

### **REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO.**

El presente trabajo experimental se desarrolló en el módulo de aves del Centro de Enseñanza Agropecuaria de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán; ubicada en la carretera Cuautitlán – Teoloyucan Km. 2.5 en el municipio de Cuautitlán Izcalli Estado de México; situada a una altitud de 2,280 msnm., latitud 19° 39' N y longitud 99° 13' O<sup>25</sup>.

### **MATERIAL BIOLÓGICO.**

- 300 pavos de engorda de la estirpe NICHOLAS, de cuatro semanas de edad con un peso promedio de llegada de 700 gramos.
- Vacuna del virus de la Enfermedad de Newcastle, cepa La Sota (Laboratorios Maver).
- Vacuna del virus de Viruela Aviar cepa homóloga (Laboratorios Maver).

### **MATERIAL NO BIOLÓGICO.**

- Caseta para pollos de engorda de ambiente natural de la FES-C UNAM (Caseta de 54m de largo por 12m de ancho).
- 12 bebederos automáticos para pavo tipo plasson, 12 Comederos tipo tolva con capacidad para 12 kg., 1 termómetro e higrómetro para registro de temperaturas y humedades relativas máximas y mínimas, báscula digital con capacidad para 30 kg, 12 Corrales de 16 m<sup>2</sup> cada uno, cortinas de polietileno, viruta de madera para cama.

## **ALIMENTACIÓN.**

- Alimento comercial para pavo de engorda con 24% y 26% de proteína cruda.

## **ADITIVOS.**

- Suplemento alimenticio (Multivitamínico comercial), diluido en agua de bebida.

## **DISTRIBUCIÓN DE LAS AVES.**

Se alojaron a 300 pavos en 12 corrales, conteniendo cada uno 25 aves, a las cuales se les suministrarán 3 dietas, repetibles en 4 corrales con diferente concentración de Proteína Cruda (PC), (24% PC y 26% PC, adicionándole a una de ellas un complejo vitamínico en el agua de bebida (24%+ VIT).

Se realizó el pesaje semanal de las aves y del alimento consumido; así como, del rechazo del mismo, coincidiendo el día del pesaje con el día de llegada de las aves a la caseta. La selección de las aves que se pesaron es en base a las dietas ofrecidas y se eligieron al azar 5 pavos por corral, lo que nos dio un total de 20 aves por tratamiento (20% de las aves por tratamiento).

Los datos obtenidos se evaluaron con un diseño completamente al azar con el procedimiento *Grados de Libertad de la Media* (GLM)<sup>26</sup>. La comparación de medias se efectuó mediante la prueba de Tukey<sup>27</sup>.  $Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$

## 7. RESULTADOS.

### VARIABLES PRODUCTIVAS.

#### *Ganancia de peso.*

Los pesos corporales promedio de los pavipollos se observan en la tabla 1. Los animales iniciaron con un peso similar entre tratamientos ( $p < 0.05$ ).

**Tabla 1. Ganancia de peso semanal (g.)**

Tratamiento	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
<b>26% P.C.</b>	472.50 a	601.50 b	756.50 a	749.00 ab
<b>24% P.C.+vit</b>	492.50 a	705.50 a	784.00 a	791.75 a
<b>24% P.C.</b>	461.08 a	605.00 b	603.75 b	678.75 b

Literales diferentes en cada columna indican diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ).

En la semana cinco en el peso corporal de los tres lotes fue similar por lo que no se observó diferencia estadística ( $p < 0.05$ ), sin embargo el tratamiento de 24% P.C.+vit fue aritméticamente diferente ya que presentaron mayor peso; siendo el tratamiento de 24% el que obtuvo los pesos menores. En la semana seis, el peso de los animales de los tratamientos 26% P.C. y el de 24% P.C. no presentó diferencia estadística entre ellos, pero ambos difirieron estadísticamente ( $p < 0.05$ ) del peso de los animales del tratamiento 24% P. C +vit quienes presentaron los pesos mayores; siendo los del tratamiento 24% quienes tuvieron los menores pesos.

En la semana siete, el peso corporal entre los tratamientos 26% P.C. y 24% P.C. +vit no presentaron diferencia estadística ( $p < 0.05$ ), pero ambos tuvieron diferencia estadística ( $p < 0.05$ ) con el tratamiento 24% P.C. Nuevamente el tratamiento 24% +vit presentó los pesos más altos y el tratamiento de 24% P. C. los pesos más bajos. A la semana ocho, el peso corporal del tratamiento 26% P.C. y del tratamiento 24% +vit no presentaron diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) entre ellos, y de igual forma el tratamiento 26% P. C. no presentó diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) con respecto al tratamiento 24% P.C: que fueron los que presentaron los pesos promedio menores; sin embargo este último tratamiento y el tratamiento 24% +vit si hubo diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ).

### ***Consumo de alimento semanal.***

Los consumos de alimento semanal promedios se expresan en la tabla 2.

<b>Tabla 2 . Consumo de alimento semanal (g.)</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>Semana 5</b>	<b>Semana 6</b>	<b>Semana 7</b>	<b>Semana 8</b>
<b>26% P.C.</b>	921.67 a	1380.98 ab	1857.78 a	2316.99 a
<b>24% P.C.+vit</b>	981.28 a	1427.32 a	1852.36 a	2123.22 b
<b>24% P.C.</b>	927.60 a	1345.26 b	1744.43 a	2299.96 ab

Literales diferentes en cada columna indican diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ).

En la semana cinco el consumo de alimento para los diferentes tratamientos no presentaron diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ) entre sí aunque si existió una diferencia aritmética en donde el tratamiento de 24% P. C.+vit fue quien consumió mas alimento y el de 26% P. C. fue quien consumió menos alimento, existiendo una relación entre consumo y ganancia de peso del lote 24% P. C.+vit, que sin embargo presentó el mejor índice de conversión en esa semana. En la semana seis el tratamiento de 26% P. C. no presentó diferencia estadística significativa con ninguno de los otros tratamientos, sin embargo el tratamiento 24% P. C. y el tratamiento de 24% P. C.+vit si presentaron diferencia estadística significativa entre sí; siendo este último el que presentó el mayor consumo de alimento en la semana y el tratamiento de 24% P. C. obtuvo el menor consumo de alimento semanal.

Para la semana siete no se presentó diferencia estadística significativa entre los diferentes tratamientos. Aunque si existió una diferencia aritmética entre el tratamiento 26% P. C. que presentó el mayor consumo y el tratamiento 24% P. C. que representó el de menor consumo de alimento. Por último en la semana ocho el tratamiento de 24% P. C. no presentó diferencia estadística significativa con respecto a los otros dos tratamientos, sin embargo el tratamiento de 26% que tuvo el mayor consumo semanal, presento diferencia estadística significativa con el tratamiento 24% P. C.+vit que fue quien presento el menor consumo semanal.

### ***Conversión Alimenticia.***

Los valores del índice de conversión alimenticia de los diferentes tratamientos se exponen en la tabla 3.

<b>Tabla 3. Conversión alimenticia</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>Semana 5</b>	<b>Semana 6</b>	<b>Semana 7</b>	<b>Semana 8</b>
<b>26% P.C.</b>	1.96500 a	2.29250 a	2.4525 b	3.0975 ab
<b>24% P.C.+vit</b>	1.99750 a	2.03000 a	2.3825 b	2.7525 b
<b>24% P.C.</b>	2.03000 a	2.22250 ab	3.0075a	3.3875 a

Literales diferentes en cada columna indican diferencia estadística significativa (p<0.05).

En la quinta semana no existió diferencia estadística significativa alguna entre los diferentes tratamientos, lo que se repite en los tres parámetros; sin embargo como en los casos anteriores existió una diferencia aritmética entre el tratamiento 24% P. C.+vit que fue el que tuvo el menor índice de conversión y el tratamiento 24% P. C. que fue el tratamiento que presentó el mayor índice de conversión. Para la sexta semana el tratamiento 24% P. C.+vit que fue el que tuvo el menor índice de conversión, presentó diferencia estadística significativa con el tratamiento 26% P. C., pero no fue igual que con el tratamiento 24% P. C. con el cual no existió diferencia estadística significativa. Esto coincide con el hecho de que si bien consumió mas alimento en esa semana, también obtuvo el peso más alto.

En la séptima semana No existió diferencia estadística significativa entre los tratamientos 26% P. C. y 24% P. C.+ vit sin embargo ambos tratamientos presentaron una diferencia estadística con respecto al tratamiento 24% quien tuvo el mayor índice de conversión, siendo el tratamiento de 24% P. C. quien presento el menor índice de conversión. En la octava semana el tratamiento de 26% P. C. y el de 24% P. C. no presentaron diferencia estadística significativa, mientras que si al presentó contra el tratamiento de 24% P. C.+vit.

## 8. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Por lo observado en los resultados, podemos expresar lo siguiente:

El tratamiento 24% P. C.+vit fue el que consumió más alimento (981.28 gr) en la primera semana del diseño experimental, pero fue el que obtuvo el peso más alto (495.50 gr), sin embargo no fue el que tuvo el mejor índice de conversión (1.99), que para esta semana fue el tratamiento 26% P. C. (1.96) siendo sólo 3 centésimas la diferencia en el índice de conversión con un consumo de (921.67 gr)-la diferencia entre ambos fue de 60 gr más de consumo- y una ganancia de peso de 472.50 gr que fue el tratamiento que tuvo el menor consumo de alimento, lo que nos hace pensar por un lado que el metabolismo de las vitaminas adicionadas es mejor a la sexta o séptima semana de vida cuando el pavo ya no requiere tanta proteína para la formación de pluma y la concentra en la formación de músculo ó que se estimuló el consumo de alimento pero el metabolismo de conversión muscular aún no funciona a esa edad en el pavo.

Las necesidades de las estirpes actuales de pavos en vitaminas y microminerales son prácticamente desconocidas. Para la mayoría de los elementos inorgánicos y vitaminas no existe ningún trabajo sobre requerimientos para una edad específica en los últimos 20 años. Por tanto, las recomendaciones que se ofrecen son en gran parte basadas en observaciones de campo o extrapoladas a partir de pollos<sup>28</sup>.

## 9. DISCUSIÓN.

De acuerdo a Waldroup, W. Park que señala en su artículo que las vitaminas son nutrientes importantes, y son aportados por los ingredientes suplementados con las fuentes de concentrado o por la síntesis química o microbiológica. El recomienda incrementar el nivel de vitaminas en la dieta en condiciones de estrés, ya que sus necesidades son mayores para algunas de ellas en estas condiciones, pero es muy difícil hacer una recomendación para todas las condiciones <sup>29</sup>.

La suplementación de la vitamina D3 promueve la maximización del peso vivo y niveles normales de calcio en el plasma, además es necesaria para la optimización del crecimiento de los pavos<sup>15</sup>.

Al incrementar el nivel de vitamina D3 en la dieta, el peso de las aves al nacimiento y durante la engorda, se observó un incremento a la vez que disminuyó la mortalidad<sup>15</sup>.

Es recomendable la suplementación de los pavos con vitamina E, en los alimentos de primera edad. Sin embargo, cuando los pavos no estaban enfermos, se les suministro la vitamina E en el alimento a lo largo del engorde y se observó una buena productividad y bienestar en las aves. Se documentaron mayores pesos vivos en los animales tratados con vitamina E<sup>15</sup>.

Se observó que la suplementación de vitamina E en piensos para pavos, redujo la mortalidad y mejoró la conversión entre las 3 y las 8 semanas de vida. Pero no se observaron efectos sobre el incremento de peso<sup>29</sup>.

Se demostró que la adición de biotina en la dieta se consiguió el máximo crecimiento y redujo la debilidad en las patas de los pavos<sup>15</sup>.

En un ensayo alimentario con pavos machos alimentados con una dieta conteniendo proteína animal, una suplementación con biotina proporcionó una excelente respuesta de los animales. También se obtuvo una mejora bastante significativa en el crecimiento y en el índice de conversión<sup>15</sup>.

El suministro de ácido fólico y pantotenato de calcio no tuvo efecto, pero combinado con biotina se logró producir pavitos prácticamente sanos<sup>15</sup>.

## **10. CONCLUSIONES.**

Los parámetros productivos evaluados en los pavos durante la etapa de crecimiento, que comprende de la semana 5 a la 8, tuvieron diferencias sobre todo en la ganancia de peso. Se observó un incremento de peso de las aves que se les adicionó el complejo vitamínico con respecto a las aves que solo se les suministró el alimento con proteína al 24%. Sin embargo este mismo parámetro productivo es mayor en las aves que se alimentaron con un porcentaje de proteína mayor (26%) durante la misma etapa.

El consumo de alimento tuvo un incremento al adicionarle vitaminas al agua de bebida en comparación con los tratamientos que fueron alimentados sólo con agua y el concentrado comercial con diferentes porcentajes de proteínas.

La conversión alimenticia calculada en las tres dietas suministradas no tuvo diferencia significativa, aunque se observó una disminución de dicho parámetro en la semana 6 en la dieta adicionada con vitaminas y en la semana 5 pero con la dieta de 24% de PC sin vitaminas.

Por lo tanto el parámetro productivo que obtuvo un cambio favorable significativo fue la ganancia de peso, al adicionar el complejo vitamínico con respecto a los otros dos tratamientos, sobre todo comparado con el alimento de 26% de PC, lo que favorecerá el incremento de peso vivo de los animales y esto a su vez un mejor desarrollo en las etapas siguientes de su producción.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

1. Situación Actual y Perspectiva de carne de pollo en México. Disponible en:  
<http://www.sagarpa.gob.mx/ganadería>
2. La Avicultura Mexicana En Cifras De La UNA, Los Avicultores y su Entorno, México, BM Editores, Año 15 No. 93 2013; 30-32.
3. Monografía del Guajolote o Pavo 2012. Disponible en:  
[http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADaGuajolote\(oct12\).pdf](http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADaGuajolote(oct12).pdf)
4. ÁVILA GE, Alimentación de las aves. 2ª ed. México: Trillas, 1990.
5. Monografía del Guajolote o pavo 2010. Disponible en:  
[http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/MonografiaGuajolote\(dic%2010\)vf.pdf](http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/MonografiaGuajolote(dic%2010)vf.pdf)
6. <http://www.institutonacionalavicola.org.mx/>
7. Carne de pavo: mercado potencial en Latinoamérica. Disponible en:  
<http://www.wattagnet.com>
8. <http://www.elsitioavicola.com>
9. BECERRIL CJ, Entrevista en Revista Acontecer Avícola, Vol. VIII, No. 46, 2001; 26-28.
10. DURÁN RF, Manual de explotación en aves de corral. 2ª ed. Colombia: Grupo Latino Editores, 2005
11. QUINTANA J, Avitécnia, Manejo de las aves domésticas más comunes. 4ª ed. México: Trillas, 2011.
12. CUCA GM, ÁVILA GE, PRO MA, Alimentación de las aves. 8ª ed. México: Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Zootecnia, 1996.

13. SERRANO AR, Sistemas de producción animal I, Vol 2, Aves. División de sistema Universidad Abierta y Educación a Distancia. UNAM, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 2005.
14. Línea de alimentos balanceados para pavos. Disponible en:  
<http://www.aliba.com.ar/pdf/pavos.pdf>
15. GILBERT MW, Necesidades y recomendaciones vitamínicas para pavos (I). En: Selecciones Avícolas, Vol. 52 No. 10 2010; 37-41.
16. KESSEL MV, Producción comercial de pavos broilers: manejo, cría, comercialización y enfermedades. España: Acribia, 1970.
17. GUIDOBONO CL, El pavo: cría, incubación, patología. España: Ediciones Mundi Prensa, 1985.
18. MARTÍNEZ DH, DURÁN NL, Manual de Explotación de Aves de Corral. Colombia: Grupo Latino Editores, 2005.
19. STURKIE PD, Fisiología Aviar. España: Acribia, 1986.
20. SUMANO LH, GUTIÉRREZ OL, Farmacología Clínica en Aves comerciales. 4ª ed. México: Mc Graw Hill Interamericana, 2010.
21. Mc DONALD P, et al., Nutrición Animal. 6ª ed. España: Acribia.
22. ESPINOSA ME, ¿Por qué usar vitaminas, electrolitos o probióticos en aves? Disponible en:<http://revistatierraadentro.com/index.php/avicultura/>
23. ÁVILA GE, Fuentes de energía y proteínas para la alimentación de las aves. Departamento de Avicultura, Instituto Nacional de investigaciones Pecuarias (CIENCIAVET). SARH. Palo Alto, México.
24. SHIMADA MA, Nutrición Animal. México: Trillas, 2003.
25. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI) México en Cifras, Cuautitlán Izcalli, México. 2009. Disponible en:  
<http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=15>

26. SAS. User's guide. Statistics, Versión 8 Sixth edition. SAS Inc, Cary, North Carolina, USA. 956, 1999.
27. DANIEL WW, Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud. México DF: Limusa, 2002.
28. LÁZARO R, MATEO GG, LATORRE MA, Nutrición y alimentación de Pavos de Engorde: XVIII Curso de especialización FEDNA. Barcelona, 2002
29. WALDROUP PW, Aporte de Nutrientes en la dieta para aves de corral, FEEDSTUFFS, July 24, 1997: 68-74.
30. MORA J, El pavo y el agua de bebida, Disponible en: <http://agrinews.es/2015/02/26/el-pavo-y-el-agua-de-bebida>