



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN

“Evaluación de la ganancia de peso semanal en pavos de engorda, alimentados con dieta comercial y suplementando una parvada con amaranto”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A:

Segundo Angeles Javier

ASESOR: M. en C. SALVADOR C. FLORES PEINADO



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 Cuautitlán.**



EXÁMENES PROFESIONALES

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

Evaluación de la ganancia de peso semanal en pavos de engorda, alimentados con dieta comercial y suplementando una parvada con amaranto.

Que presenta el pasante: **JAVIER SEGUNDO ANGELES**

Con número de cuenta: **30524548-3** para obtener el Título de: **Médico Veterinario 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 19 de agosto de 2016.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	M.V.Z. Francisco Javier Cervantes Aguilar	
VOCAL	M.V.Z. Juan Arturo Olivares Díaz	
SECRETARIO	M. en C. Salvador Carlos Flores Peinado	
1er SUPLENTE	Dr. Jesús Jonathan Ramírez Espinosa	
2do SUPLENTE	M.V.Z. Nora Rosalía Flores Huitrón	

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

DEDICATORIA

A mi grandiosa madre **GELA** quien con su amor, confianza, chingas y consejos, me supo guiar por el sendero de la vida, gracias a ella soy en parte del hombre que soy ahora.

A mi hermosa hija **JADE** quien fue la chispa que me motivo a seguir adelante, brindándome, amor y sobre todo tolerancia en este proceso de sacrificios.

A mi valerosa esposa **ALMA** que fue pieza fundamental en el proyecto, que me tuvo la paciencia y me brindo todo el apoyo posible y me enseñó a no mirar hacia atrás.

A mi queridísima hermana **TANIA** que fue un pilar en mi vida y que con su cariño supe que siempre contare con alguien.

A ELLAS SOLO ME QUEDA DECIRLES QUE LAS AMO CON TODO MI HIPOTALAMO Y CORAZON

GRACIAS

AGRADECIMIENTOS:

A la máxima casa de estudios que me formo como profesionista y me enseñó a superarme: la UNAM Y FESC, gracias por dejar huella en mí.

A mi asesor M.C. Salvador Carlos Flore Peinado por tenerme la paciencia durante todo este proyecto y sobre todo la confianza y apoyo que me brindó de profesor y como persona.

Al M.V.Z Francisco Javier Cervantes Aguilar por ser parte de mi jurado, un amigo y la principal persona que me guió a mi pasión...las aves de producción.

A mi jurado el M.V.Z. Juan Arturo Olivares Díaz, el Dr. Jesús Jonathan Ramírez Espinosa y la M.V.Z Nora Rosalía Flores Huitrón, por sus consejos y tolerancia de los errores que tuve durante la redacción del escrito.

A Carlos, Roxana e hijos por dejarme realizar el proyecto en sus pavos, a pesar que no me conocían, darme la oportunidad y que me brindaron su amistad, siempre estaré muy agradecido con ustedes.

A mi queridísima Dra. Araceli Arenas y el físico Luis Alberto Gonzales por tenerme paciencia y apoyar no solo a mi sino a toda mi familia, gracias por todos aquellos detalles que me llenaron y me mostraron todo el cariño que me tienen.

Ali, José, Claudio y paulo, gracias por los consejos, el apoyo y siempre echarme un empujón para seguir adelante.

A mis suegros doña Paty y don Juan por sus cuidados, su apoyo incondicional y por abrirme las puertas de casa para continuar adelante.

A la familia López Hernández y López Varela por compartir tantos momentos juntos y enseñarme que el apoyo familiar es el más importante.

A mis tías, tíos primas y primos Angeles aunque estemos lejos su apoyo, cariño y porras, los siento tan cerca.

A la toda familia peralta Reyes gracias por el apoyo brindado y dejarme formar parte de ustedes, todos los momentos maravillosos que hemos tenido no los olvidare.

Ese equipo de pavos Katy, Marilu, Omar, Yair, Luis, el porro por enseñarme que el trabajo en equipo siempre lleva a un comfortable y maravilloso final, aunque acabemos agotados.

A mis amigos que siempre tendré en mente Miguel, Fabián, Edwin, Bruno y Gibran que aunque a pesar del tiempo me siguen brindando su amistad.

ÍNDICE

	Pág.
I. RESUMEN.....	7
II. INTRODUCCIÓN.....	8
III. MARCO CONCEPTUAL.....	9
3.1 ORIGEN DEL PAVO.....	9
3.2 RAZAS.....	9
3.3 MANEJO GENERAL DEL PAVO.....	10
3.3.1 Temperatura.....	10
3.3.2 Humedad.....	10
3.3.3 Ventilación.....	11
3.3.4 Vacunación.....	11
3.3.5 Bioseguridad.....	12
3.3.6 Elaboración de plan nutricional.....	12
3.4 NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN.....	12
3.4.1 Proteína.....	13
3.4.2 Energía.....	14
3.4.3 Macrominerales.....	15
3.4.4 Vitaminas y Microminerales.....	17
3.4.5 Agua.....	18
3.4.6 Programa de alimentación.....	18
3.5 CARACTERÍSTICAS DEL AMARANTO.....	19
3.5.1 Cualidades del amaranto.....	20
3.5.1.1 Valor nutricional.....	20
3.5.1.2 Valor agroclimático.....	21
3.5.1.3 Valor económico.....	21
3.5.2 Amaranto en la alimentación animal.....	22
IV. OBJETIVOS.....	23
V. HIPÓTESIS.....	23
VI. METODOLOGÍA.....	24
6.1 Material.....	24
6.2 Método.....	24
6.2.1 Ubicación.....	24

6.2.2 Limpieza, desinfección y preparación de equipo.....	25
6.2.3 Recepción.....	25
6.2.4 Manejo de bioseguridad.....	26
6.2.5 Alimentación.....	26
6.2.6. Pesaje y registros.....	27
6.2.7 Análisis estadístico.....	27
VII. RESULTADOS.....	28
VIII. DISCUSIÓN.....	31
IX. CONCLUSION.....	33
X. BIBLIOGRAFÍA.....	34

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Género, especie y subespecie de la familia <i>Meleagridis</i>	9
TABLA 2. Temperatura y humedad adecuada de las aves.	11
TABLA 3. Calendario de vacunación recomendado.....	11
TABLA 4. Recomendación nutricionales para pavos de engorda.....	19
TABLA 5. Composición proximal del grano de amaranto.	20
TABLA 6. Balance de aminoácidos del grano de amaranto crudo.....	21
TABLA 7. Niveles de ácidos grasos.....	21
TABLA 8. Químico proximal de sus alimentos empleados en el estudio.....	26
TABLA 9. Niveles proteicos en dieta.....	27
TABLA 10. Peso promedio y desviación estándar.....	29
TABLA 11. Parámetros productivos promedio semanal.....	30

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1. Peso por semana.....	28
---------------------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Esquema de utilización de la energía de los alimentos.....	14
--	----

I. RESUMEN.

El presente trabajo tuvo como finalidad evaluar la ganancia de peso semanal en pavos alimentados con dieta comercial vs alimento comercial suplementado con amaranto. Se utilizaron 100 pavos de cuatro semanas de edad, distribuidos en dos grupos; en el grupo 1 se usó una dieta comercial sin amaranto y un grupo 2 usando una dieta comercial suplementada con amaranto. Se obtuvo una diferencia significativa ($P < 0.05$), en la ganancia de peso semanal fue mayor para el grupo donde se suplementó con amaranto. Al finalizar el trabajo se obtuvo un mayor peso la cual fue de 2.171 kg en comparación con el grupo al que solo se le administró alimento comercial (13,922 vs 11,751 respectivamente).

II. INTRODUCCIÓN.

La producción de carne de guajolote o pavo, es una de las actividades ganaderas con mayor tradición en México, ya que la cría de estas aves data desde la época Azteca y de hecho se hace referencia que esta es una de las aportaciones de México para el mundo, ya que el guajolote o pavo es una de las tres aves domésticas más importantes en la avicultura actual (Villamar *et al.*, 2007). El interés económico de la explotación actual del guajolote se apoya en su enorme rendimiento en carne, su costo de producción y por la cantidad de grasa contenida en su carne (Castellano, 2004).

La meleagricultura, nombre que recibe la crianza industrial del guajolote (Quintana, 2003), en México se realiza en tres grandes escalas: la primera comprende a las granjas especializadas que importan sus reproductoras y destinan su producción a engordar, cuentan con sus propios medios de distribución, en el mercado nacional de aves congeladas. La segunda escala agrupa al pequeño meleagricultor que se dedica a engordar guajolotes, los cuales son adquiridos a precios altos donde la mayoría de ellos son importados; y en la última escala se encuentra al productor de traspatio, quien normalmente cría sus guajolotes con métodos tradicionales, con escasas instalaciones, donde la mayoría suele ser rústicas; adaptadas de un pequeño espacio de su propiedad, aprovechando la mano de obra familiar y obteniendo bajos rendimientos de producción (Villamar *et al.*, 2007; Mallia, 1998).

Sin embargo, pese a la enorme importancia de esta especie para las poblaciones rurales de gran parte del país, existe escasez de información acerca de las características poblacionales regionales de esta ave y de su producción (Villamar *et al.*, 2007). Destacan algunos estudios sobre unidades de producción en Oaxaca y Quintana Roo, donde se describen las características raciales, usos que se le dan (venta, autoconsumo, regalo, etc.), ventajas y limitaciones (Aquino *et al.*, 2003); en Veracruz, donde se señala que las unidades de producción son mayoritariamente rústicas; y Xochimilco (CDMX), en donde se señala que las parvadas son grandes y que su explotación es realizada principalmente por las amas de casa para venta, autoconsumo y fiestas (Losada *et al.*, 2006).

III. MARCO CONCEPTUAL.

3.1 ORIGEN DEL PAVO

Existe la hipótesis que los pavos fueron evolucionando de un ancestro que cruzó el estrecho de Bering cuando Alaska estaba conectada con Eurasia hace miles de años (Steadman, 1980). El fósil más antiguo de un protopavo es llamado *Rhegninormis calbates* del Mioceno Temprano de Florida, el cual tiene características de faisanes parecidos a pavos y de los pavos emergentes en el Nuevo Mundo (Camacho *et al*, 2011).

Los pavos originarios de México, fueron domesticados a partir del *Meleagris gallopavo gallopavo*, la especie salvaje de México. Estos se han difundido en América Central y del Sur y subsisten como pavos domésticos en donde la mayoría su plumaje es negro. Algunos pavos de América Latina fueron llevados a Europa en el siglo XVI y después a América del Norte en los siglos XVIII y XIX. Allí se cruzaron con otra subespecie salvaje, *M. gallopavo sylvestris*, para dar lugar al pavo bronceado, precursor de todos los pavos comerciales de los países desarrollados. De esta manera, los pavos de América Latina derivan únicamente del *M. g. gallopavo* (Tabla1), en tanto que todos los otros pavos domésticos derivan de un cruzamiento *M. g. gallopavo* y *M. g. sylvestris* (Steadman, 1980; Camacho *et al.*, 2011).

Tabla 1. Género, especies y subespecies de la familia *Meleagridis*.

Familia	Género	Especie	Subespecie	Comentarios	
Meleagridae	<i>Agriocharis</i>	<i>A. ocellata</i>		Guajolote ocelado	
		<i>Meleagris</i>			
			<i>M. tularosa</i>		Extinto
			<i>M. crassipes</i>		Extinto
			<i>M. acellata</i>		Extinto
			<i>M. leopold</i>		Extinto
			<i>M. nichmondi</i>		Extinto
			<i>M. antiquus</i>		Extinto
			<i>M. alta</i>		Extinto
			<i>M. tridens</i>		Extinto
			<i>M. gallopavo</i>	<i>M. g. gallopavo</i>	Guajolote mexicano, guajolote sureño mexicano o guajolote silvestre mexicano Posiblemente extinto en vida silvestre. Actual guajolote doméstico
				<i>M. g. mexicana</i>	Guajolote norteño o pavo de Gould
				<i>M. g. intermedia</i>	Guajolote intermedio
				<i>M. g. merriani</i>	Guajolote de Merriani. Extinto en México
				<i>M. g. sylvestris</i>	Guajolote silvestre del Este
			<i>M. g. osceola</i>	Guajolote de Osceola	

Adaptado de Camacho *et al.*, 2011

3.2 RAZAS

De las distintas razas de pavo que existen, la FAO (2000) reconoce 34; las más importantes que se usan en la producción son el Bronceado Americano, Blanco de Holanda, Blanco de Belstville, Rojo de Bourbon, Slate, Narragansett, Negro y Blanco Gigante (FAO,2000).

Actualmente la producción industrial de pavos, ya no habla de razas sino de cruzamientos o de híbridos comerciales. Los híbridos son animales que se obtienen mediante el cruce de dos o más razas seleccionadas. Estos animales son más fuertes y productivos (por la combinación de las cualidades ofrecidas por sus padres) resultando más idóneos que éstos en su explotación específica (Durán, 2006).

3.3 MANEJO GENERAL DEL PAVO

El proceso productivo del pavo en México se inicia con la importación del pavo de un día de nacido, proveniente normalmente de Estados Unidos y de las líneas genéticas: BUT o Nicholas (líneas genéticas de marca registrada) (Quintana, 2003). Al llegar a la nave de engorda se colocan en un corral de forma circular, donde aprovecharán mejor el calor y se observan durante los primeros quince días, aquí es donde se tienen cuidados estrictos, como son: el suministro *ad libitum* de agua, comida, y un adecuado microclima (humedad, temperatura y ventilación e iluminación) ofreciendo un mejor bienestar animal. A partir de las cuatro semanas de edad se dejan a lo largo de la nave dentro de su respectivo corral para que el pavo continúe su engorda (Dolz, 2009).

3.3.1 Temperatura

La temperatura es un factor importante de la crianza de los pavos en los primeros días de vida, ya que las aves tienden a consumir menor cantidad de alimento en climas cálidos que en fríos, cuando se les administra la misma fórmula alimentaria (Dolz, 2009). Los cambios bruscos de temperatura producen estados de tensión que afectan su ritmo de producción. Las temperaturas superiores a los 30°C provocan estados de tensión en las aves, reducen la productividad e incluso provocan la muerte. Cuando alcanza temperaturas ambientales de 38 a 40°C y la humedad relativa esta entre 50 y 55%, los animales mueren por golpe de calor (Cántaro *et al.*, 2010).

3.3.2 Humedad

Los niveles de humedad relativa dentro de las casetas varían según la temperatura interior, cuando las temperaturas son menores a 25°C, el porcentaje de humedad debe ser de 65 a 70% y a temperaturas superiores de 25°C, el porcentaje de humedad se recomienda de 45 a 60%. Así mismo, el exceso de humedad en la cama predispone a enfermedades, tiende a aumentar malos olores (NH₃) o proliferación de agentes patógenos (Dolz, 2009). La respiración y la pérdida de calor se dificultan a medida que aumenta la temperatura ambiental y la humedad relativa, por lo que habrá que hacer manejo del microclima y así restablecer los niveles, en la Tabla 2 se muestra la temperatura y humedad recomendada (Cántaro *et al.*, 2010; Quintana 2003).

Edad	Temperatura	Humedad
1 a 2 días	32-33	50-55
3 al 7	29-30	50-60
2da. sem.	27-29	55-60
3a. sem.	25-27	60-70
4a. sem.	23-25	65-70
5a. sem en adelante	21-23	65-70

Adaptado de Quintana (2003) y Cántaro (2010)

3.3.3 Ventilación

La ventilación permite el intercambio de aire y elimina el exceso de humedad. Si estas funciones no se logran adecuadamente, se reducirá la producción. Las corrientes de aire también causan problemas, pues predisponen a enfermedades respiratorias. Para obtener una buena ventilación se puede recurrir a medios mecánicos, mediante extractores e inyectores de aire, este tipo de ventilación se encuentra en unidades de producción tecnificadas o en el caso de que sea una producción más rústica se emplea el manejo de cortinas en la parte lateral de la nave donde entra el aire y sale por la linternilla ubicada en la parte alta, de esta manera permite un intercambio de aire y se emplean cortinas de materiales resistentes (Durán, 2006).

3.3.4 Vacunación

Las vacunas, junto con las medidas sanitarias, constituyen el mejor método para prevenir las enfermedades. Toda vacuna debe ser usada bajo prescripción, estar registrada y tener licencia de las autoridades sanitarias del país (Rodríguez, 2005). El Médico Veterinario antes de recomendar un calendario de vacunación contra determinadas enfermedades, debe estar seguro que la parvada puede estar expuesta a la enfermedad, no se debe recomendar una vacunación por presunción (Tabla 3). En algunos casos se emplean según la estación del año como es el caso de la viruela aviar, que se coloca normalmente en zonas donde su vector prolifera en época de lluvias (Rodríguez, 2005; Quintana, 2003).

Vacuna	Edad
Marek	Primer día de nacido
New castle	Apartir de los 21 días
Viruela aviar (estacional)	A partir de los 30 días

Adaptado de Rodríguez 2005

3.3.5 Bioseguridad

Es indispensable llevar a cabo un plan de sanidad dentro de la granja para evitar en lo más mínimo la entrada de algún agente patógeno, para ello se recomiendan medidas de seguridad como son (Cántaro *et al.*, 2010):

- Sistema todo dentro y todo fuera.
- Programa de vacunación.
- Tener control de entradas y salidas.
- Contar con vados sanitarios (arcos y tapetes).
- Llevar control de personal.

3.3.6 Elaboración de plan nutricional

El alimento es suministrado por etapas, estas etapas se definen de acuerdo a la edad, los requerimientos nutricionales de las aves y basándose en la concentración de Proteína Cruda (PC) (Ávila *et al.*, 2008):

- Primera etapa (iniciación): desde nacimiento a la 3^{ra} semana de edad. PC con un porcentaje de 28%
- Segunda etapa (crecimiento): de la 4^a a 7^a semana de edad, PC con un porcentaje de 26-24%.
- Tercera etapa (engorda): de la 8^a a 11^a semana de edad, PC con porcentaje de 22-19%.
- Cuarta etapa (finalización): de la 12^a semana en adelante, PC con porcentaje de 19-16%.

3.4 NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

Actualmente los pavos son alimentados con “alimentos compuestos” elaborados con mezclas de materias primas y formulados de modo que puedan cubrir los requerimientos nutricionales (Dolz, 2009). Se suministra “*ad libitum*” para que el animal pueda saciar su apetito. Debido a la anatomía y fisiología de los pavos se debe tomar en cuenta diferentes consideraciones a la hora de formular raciones. Por ejemplo, las estirpes actuales de pavos se caracterizan por su amplia pechuga y alto porcentaje de masa muscular, por lo que precisan que la relación proteína:energía sea mayor que durante las primeras semanas de vida en comparación con pavos de etapa de finalización donde la proteína es menor y la energía mayor (Lázaro *et al.*, 2002). Es por eso que, la carne del pavo contiene más proteína que cualquier otra carne y su contenido en grasa y en colesterol es inferior. Además, la relación peso corporal:aplomos está descompensada por lo que debe prestarse atención al mantenimiento de niveles adecuados de macrominerales y oligoelementos relacionados con el crecimiento y el desarrollo armónico del tejido óseo. Aunado a esto se debe tener en cuenta que los pavitos tienen poca capacidad para acidificar el contenido digestivo, por tanto las dietas de pavos precisan tener en cuenta estas diferencias a fin de maximizar la producción de carne (Cuca *et al.*, 1996). De aquí que sea necesario un manejo y un programa de alimentación más esmerado con énfasis en la calidad y tamaño del pellet y en el contenido en

vitaminas y minerales. La presentación del alimento y la calidad del gránulo son de gran importancia en pavos, especialmente en etapa de iniciación y crecimiento, se estima que un gránulo de buena calidad puede mejorar el peso de los pavos al sacrificio entre un 5 a un 10% en relación con el mismo alimento en harina (Lázaro et al., 2002).

En ciertas zonas la producción de pavo se hace también en condiciones de tecnificación total, en confinamiento completo o en pastoreo. En el primer caso se emplea un mínimo de cinco etapas diferentes, con niveles decrecientes de proteína y crecientes de energía en las dietas, en este tipo de producción se alcanzan pesos mayores a 10 kg alrededor de las 10 semanas de edad. Algunas granjas adoptan también la producción en praderas, para ello se requiere pequeños potreros divididos con malla de alambre, que tengan tréboles, alfalfas y gramíneas de tallo corto y provistos de sombras, donde se colocan los pavos a partir de la quinta semana, en este caso se observa un ahorro de hasta 10% en el alimento balanceado, aunque al descontar los costos de la pradera el ahorro sea menor, por lo que cada vez se emplea menos éste sistema de alimentación, con este tipo de alimentación a libertad los pavos pueden llegar a los 11 kg de peso corporal a las 30 semanas de edad (Ávila et al., 2008).

3.4.1 Proteína

La mayor parte de los datos existentes sobre necesidades de proteína total en pavos de engorda fueron obtenidos en los años 70 y 80 del siglo XX. De hecho, gran parte de las recomendaciones del NRC, están basadas en pruebas realizadas en los años 70 en pavos de 0 a 4 semanas de vida con estirpes menos productivas que las actuales (Scott, 1987). Además, la mayoría de las fuentes de información ofrecen sus datos en aminoácidos totales cuando lo recomendable es formular en base a aminoácidos esenciales lo que complica la utilización de la información existente. Por ello, estos datos han de ser tomados con precaución, especialmente cuando se considera el efecto de la dieta sobre las características de la canal (Cliford, 1992)

Como en todas las especies domésticas las necesidades en proteína dependen de la edad, así como de la concentración energética de los alimentos y del criterio utilizado para definir tales necesidades como: crecimiento, eficiencia alimenticia o calidad de la canal. Se sabe que la composición en aminoácidos de la carne de pavos es similar a la de la carne de pollos (Ávila et al., 2008). El concepto de proteína ideal no es un principio nuevo. Se basa en las ideas sugeridas a partir de investigadores en las que estudiaron la composición en aminoácidos de la canal de ratas, observando que se mantenía relativamente constante. Se estimó que las necesidades de aminoácidos entre pavos y pollos eran similares, aunque los requerimientos de los pavos son ligeramente superiores a las de los pollos en lisina e inferiores en metionina (Scott, 1987).

Se ha descrito que la proteína ideal en pavos sea con base en aminoácidos digestibles, observando que no difiere marcadamente de la obtenida en pollos, exceptuando el caso de la treonina, la cual actúa en conjunto con la metionina y el ácido aspártico para la eliminación de grasa. Dado que la mayor parte de las necesidades en aminoácidos van destinadas a acumular proteína en el crecimiento, se pueden estimar las necesidades y la composición del alimento

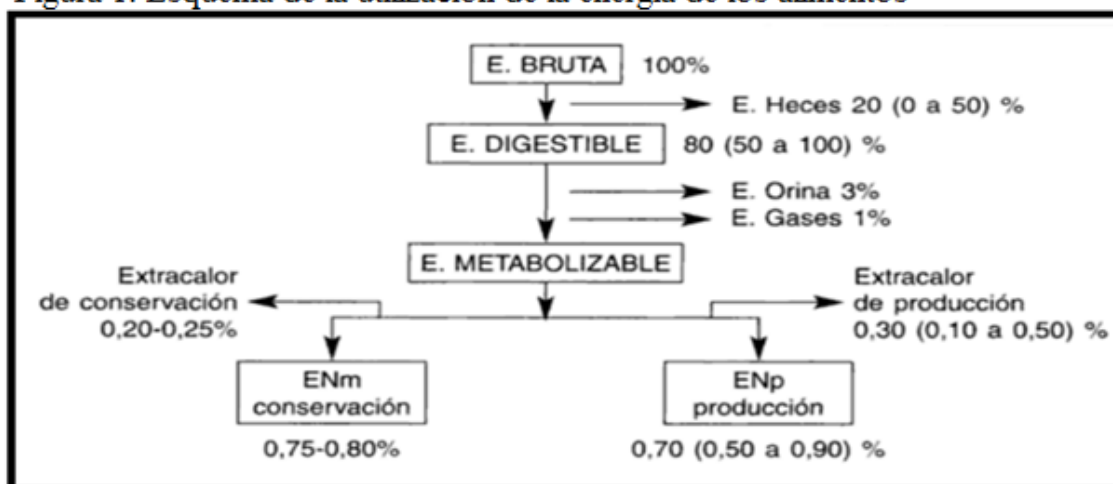
en base al perfil en aminoácidos de la carne (Lazaro *et al.*, 2002). La mayoría de los autores escoge la lisina como patrón y refieren las necesidades del resto de aminoácidos en función de ella, ya que este aminoácido es poco utilizado en los procesos de conservación e inmunidad y prácticamente solo sirve para la formación de tejido muscular (B.U.T.A, 2001).

La metionina tiene tres funciones clave en el organismo animal: donador de grupos metilo, síntesis de proteína y precursor de cisteína, por lo que las necesidades en cisteína y metionina se estudian de forma conjunta. La treonina es un componente importante de las enzimas y jugos digestivos así como de las proteínas de fase aguda importantes en situaciones de estrés. Se estima que las necesidades en lisina del pavo son un 5.4% de la proteína total hasta las 8 semanas de vida y de 5.1% posteriormente. La concentración del resto de aminoácidos en relación a la lisina varían entre 35-40% de metionina, 64-68% para los azufrados, 62-65% para la treonina y 17-17.5% para el triptófano, según la edad del pavo (Steve, 2000).

3.4.2 Energía

Los nutrientes que aportan energía son fundamentales para la vida de los animales, la privación de los componentes energéticos es la que más compromete al animal. Se sabe que la energía contenida en los alimentos ingeridos por los animales provienen principalmente de glúcidos (ya sean solubles o estructurales), las grasas y proteínas (estas pueden sufrir procesos de degradación para la obtención de energía). La energía de un alimento recibe diferentes nombres según el grado de disponibilidad de ésta en distintas fases del proceso digestivo (Figura 1) (Ávila *et al.*, 2008)

Figura 1. Esquema de la utilización de la energía de los alimentos



Adaptada Ávila (2008)

Se define balance energético a la cantidad de energía de un alimento que es retenida por el animal a lo largo, de un periodo determinado (Cliford, 1992).

Cuando se combustiona por completo la materia orgánica que contiene un alimento se desprende una cantidad de calor que se puede medir en calorías. A la energía que contiene medida de esta forma se le denomina energía total. Se trata de una energía química almacenada en los enlaces moleculares de la materia orgánica que contienen los alimentos. No todos los alimentos se

aprovechan de la misma forma, pues hay una porción de los alimentos que se pierden en las heces, si se realiza la combustión completa de las heces que se extrae tras la digestión se observa que se desprende también cierta cantidad de calor que a su vez, se puede medir. La energía de un alimento una vez descontadas las pérdidas por heces, es denominada energía digestible y es la energía que contienen todos aquellos nutrientes que se absorben en el tracto digestivo (Cuca *et al.*, 1996; Cliford, 1992).

Esta energía no va a ser aprovechada de forma completa por el animal, existen pérdidas durante procesos de digestión en forma de gases (metano y CO₂), durante los procesos de fermentación en ciego. Así mismo se producen pérdidas energéticas por medio de la orina, ya que durante los procesos metabólicos intermediarios se producen compuestos orgánicos que se eliminan por esta vía (Mack, 1986).

Si la energía digestible se le descuenta las pérdidas por gases y por orina, se obtiene una fracción de energía denominada energía metabolizable. Esta energía no es directamente utilizada por el animal, sino que los compuestos intermediarios energéticos deben sufrir una serie de transformaciones previas a su utilización en el metabolismo celular, lo que provoca otra serie de pérdidas. Estas pérdidas se engloban dentro lo denominado pérdidas por extra calor. A la cantidad de energía que queda disponible una vez descontadas todas las pérdidas anteriores se le denomina energía neta y esta será parte de la energía utilizable por el animal, para mantener sus funciones vitales y para su fin zootécnico (Lázaro *et al.*, 2002).

Las necesidades energéticas del pavo de engorde están bien definidas en el sistema más usado en alimentación el NRC, existiendo diversos modelos matemáticos que estiman las necesidades en función de la edad del ave (Lázaro *et al.*, 2002). En base a estas necesidades y la capacidad digestiva del pavo se estima que las dietas para engorda deberían tener un rango de Energía Metabolizable (EM) en kcal por kg de alimento: de 2,850 a 3,220 entre 0 y 6^a semana de edad, de 2,850 a 3,350 entre 7^a y 12^a semana de edad, de 2,850 a 3,450 entre 13^a y 16^a semanas y más de 3,200 a partir de la 17^a semana de edad. Concentraciones energéticas inferiores reducen los crecimientos mientras que concentraciones superiores no son económicamente rentables (Nicole, 1997).

En cualquier caso es importante tener en cuenta que el pavo de más de 10 semanas de vida es muy eficiente en la utilización de la energía y responde con mejoras económicamente rentables en los índices de conversión con niveles altos en la dieta. De hecho se recomienda utilizar un mínimo de 5% de grasa añadida a partir de las ocho semanas de edad por su efecto benéfico sobre la eficiencia alimenticia, especialmente en épocas de verano (Rodríguez, 2005)

Las principales fuentes de energía en las dietas para las aves incluyen al maíz y al sorgo, y en los últimos años se han estudiado diferentes ingredientes como son el triticale, maíz opaco y subproductos como el gluten, harinas o levaduras. Cabe mencionar que en algunas regiones del mundo se han indicado que el sorgo puede reemplazar al maíz, aunque en combinación son una excelente dieta y composición de nutrimentos (Ávila *et al.*, 2008; Cuca *et al.*, 1996)

3.4.3 Macrominerales

Los pavos necesitan los mismos trece elementos inorgánicos que el pollo y otros animales domésticos. Desde el punto de vista práctico los tres

macrominerales de mayor interés son el fósforo (P), el calcio (Ca) y el sodio (Na⁺). En los inicios de la producción industrial, las dietas de engorde para pavos contenían hasta un 2% de Ca y un 1% de P. Estudios realizados en los años 60 demostraron que niveles de Ca en torno al 1.2% y de P en torno al 0,8% eran suficientes en condiciones adecuadas. En cualquier caso, las necesidades disminuían drásticamente con la edad, especialmente si los parámetros considerados no incluían la calidad y características estructurales del hueso y las articulaciones. Dado que la mayor parte de las necesidades en estos dos minerales desde un punto de vista cualitativo, son para formación ósea, se considera que la relación óptima entre ambos deben estar cercanas en 2:1 (Ca:P disponible) (Firman, 1993).

Los problemas de patas tan frecuentes en pavos pueden agravarse si se utilizan grasas saturadas de baja calidad, que son difíciles de digerirse especialmente en presencia de problemas digestivos (Ferket, 2000). Los procesos entéricos son frecuentes en pavos entre las 6 y 12 semanas de edad lo que puede ser debido, al menos en parte, a problemas nutricionales y que ocurren en un momento en el cual el desarrollo del esqueleto y las necesidades minerales del ave son máximas. El exceso de Ca también resulta perjudicial a este particular ya que reduce la absorción de P y en su caso la actividad de las fitasas exógenas. Por tanto, es importante controlar en este período el balance electrolítico, la relación entre macrominerales, el exceso de proteína, el uso de cereales viscosos recientemente cosechados y la calidad de las materias primas utilizadas. En particular, el exceso de grasa de mala calidad facilita la formación de jabones y reduce la disponibilidad del Ca, del P y del Mg, perjudicando la calidad de la cama (Ferket, 2000; Firman, 1993).

Las necesidades en electrolitos de los pavos son similares a la de los pollos de edad productiva similar. Se indica que las necesidades en Na⁺ para máxima productividad varían entre 0.17 y 0.20%. El pavo de hasta 8 semanas de edad presenta unas necesidades extras de Na⁺ ya que a edades tempranas el desarrollo de los tejidos y el crecimiento celular es máximo, lo que aumenta las necesidades de este electrolito. Además, la presencia de Na⁺ en la dieta aumenta el consumo de agua, lo que puede mejorar el consumo de alimento y la resistencia del pavo al estrés calórico (Ferket, 2000). Sin embargo, el exceso aumenta la excreción de agua y perjudica la calidad de la cama, lo que puede ser importante en pavos de 12 semanas edad. Además, un exceso de sal en la dieta ha sido asociado a problemas de cardiopatías en aves jóvenes denominado "corazón redondo" (Antillon *et al.*, 2004)

El potasio (K⁺) se encuentra en el interior de las células donde tiene una función importante en los fenómenos de homeostasis. Las necesidades en K⁺ del pavo se estiman en torno al 0.60% aunque el NRC recomienda niveles del 0.70% de la dieta. En numerosos alimentos comerciales los niveles son más elevados e incluso en algunos casos se añade K⁺ extra a la dieta a fin de elevar el contenido a niveles cercanos al 1.0%. La razón es que el K⁺ juega un papel importante en situaciones de estrés, momento en el que aumentan las pérdidas de K⁺ y que son frecuentes en producción intensiva de pavos. Si el aporte de K⁺ es insuficiente el ave no puede recuperarse del estrés (Firman, 1993). Sin embargo, se ha encontrado que el exceso de K, aportado como KCl, no solo no mejora la productividad sino que puede exacerbar los problemas de aplomos frecuentes en esta especie, así mismo se observa una reducción de los crecimientos con niveles de K⁺ en la dieta superiores a 1.25%. Por tanto,

es recomendable no sobrepasar niveles del 1% en dietas comerciales, especialmente a partir de las seis semanas de vida (Ferket, 2000).

3.4.4 Vitaminas y Microminerales

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 (Rocha, 2002). Por tanto, las recomendaciones que se ofrecen son en gran parte basadas en observaciones de campo o extrapoladas a partir de los pollos. En cualquier caso los pavos, especialmente entre la 1^a y 8^a semana de edad precisan de mayores aportes de vitaminas y microminerales que pollos de edad productiva similar. Tres son las vitaminas claves a este particular; la niacina, la vitamina E y el ácido fólico. Las necesidades en niacina de los pavos son muy elevadas debido a la alta concentración en hígado de la enzima ácido picolínico-carboxilasa, que reduce la obtención de la vitamina a partir del triptófano. La eficacia de conversión de triptófano a niacina es de 45:1 en el pollo pero cercana a 120:1 en el pavo (BASF, 2002).

Las necesidades del pavo de hasta 5 semanas de edad en cuanto el ácido fólico son relativamente elevadas, con síntomas de deficiencia que incluyen problemas de plumaje, perosis y parálisis cervical. Sin embargo, uno de los síntomas clásicos de la deficiencia en pollos, la anemia, no se observa en pavos. La razón podría ser que los pavos afectados por una deficiencia en ácido fólico mueren rápidamente por parálisis cervical, lo que no da tiempo a que desarrollen síntomas de anemia (Firman, 1993).

Se han indicado la conveniencia de suministrar cantidades extras de vitamina E a pavos, especialmente durante las dos primeras semanas de vida por sus efectos positivos sobre la inmunidad y la viabilidad del pavito recién nacido (BASF, 2002).

La vitamina A no sólo mejora de forma pasiva la resistencia contra el ataque de patógenos por sus efectos positivos sobre la integridad de los epitelios sino que también aumenta la respuesta inmune y la resistencia de los tejidos a la infección exógena (Rocha, 2002). De aquí, que la mayoría de los alimentos comerciales tengan una concentración superior a la recomendada por el NRC, que recomienda un nivel de vitamina A en alimentos de pavos de 5000 U.I. en primeras 5 semanas de edad por su importancia sobre la integridad de los epitelios y el desarrollo óseo en esta vitamina. En cualquier caso, deben evitarse excesos de vitamina A ya que tiene un efecto antagonista sobre la absorción de otras vitaminas liposolubles (Nicole, 1997).

La colina es una vitamina cuyo aporte es necesario en pavos aunque no es una vitamina estrictamente esencial ya que el ave la produce de forma endógena. Su carencia origina perosis y degeneración hepática (hallazgos a la necropsia) y la mayoría de los alimentos comerciales aportan cantidades extras en torno a las 300 a 500 ppm. Sin embargo, no siempre su aporte es necesario, especialmente a estos niveles, ya que ciertas materias primas son ricas en esta vitamina. En particular, las harinas de soya son muy ricas en colina con una disponibilidad cercana al 100%. De hecho, el contenido del haba de soya en esta vitamina está en torno a 2,400 ppm (BASF, 2002; Rocha, 2002).

Los microminerales normalmente son añadidos al alimento. En los pavos los más necesarios son Fe, Cu, Zn, Mn, I y Se. El Co no se precisa en pavos ya

que su única función conocida es la de formar parte de la molécula de cianocobalamina, reacción que no puede ser realizada por las enzimas endógenas en aves y mamíferos. Dentro de los microminerales merece prestarse especial atención al Cu (Scott, 1987). Este mineral es necesario para la formación de la hemoglobina y además es un componente esencial de numerosas enzimas relacionadas con los procesos de oxidación. Una deficiencia severa en Cu reduce la formación de elastina lo que provoca ruptura de la aorta en pavos. Niveles altos de Cu (> 50 ppm) provoca una respuesta productiva similar al uso de promotores de crecimiento pero estos niveles de uso no están permitidos en la Unión Europea por ser precursor del crecimiento. Por otra parte, el exceso de Cu aumenta la viscosidad del contenido cecal lo que contribuye a la problemática de camas húmedas. Otro mineral de interés es el Se, ya mencionado en relación con la vitamina E. Una carencia en Se produce, además de los síntomas típicos de necrosis hepática y diátesis exudativa observados en otras especies, en pavos provoca una miopatía muscular de la molleja y del músculo cardíaco, problemas que están en parte relacionados con deficiencia de vitamina E (Scott, 1987; Cliford, 1992).

3.4.5 Agua

El agua es un nutrimento vital, es constituyente esencial de todas las células y tejidos, y quizá el de menor costo, considerando su importancia (Lázaro *et al.*, 2002). Es necesaria para el proceso de la digestión y metabolismo de los pavos. Es un importante constituyente del organismo ya que comprende del 65-75% del peso corporal. Sirve como transporte del alimento contenido en el buche, preparándolo para su posterior maceración en la molleja. Auxilia y toma parte en el proceso final de la digestión. Transporta los productos de desecho de los diversos órganos del cuerpo hacia los puntos de eliminación. Regula el enfriamiento del cuerpo debido a la evaporación que se genera a través de la respiración y piel. Es el principal constituyente del mucus, que lubrica articulaciones y músculos (Mack, 1986; Scott, 1987).

3.4.6 Programa de alimentación

Los programas tradicionales de alimentación para pavos de engorda incluyen por lo regular cuatro fases: iniciación, desarrollo, engorda y finalización. Dentro de los cuales se encuentran bien definidas sus necesidades nutricionales, sin embargo no se contempla las características de los ingredientes para cubrir los requerimientos y en gran medida se han relegado los conceptos anatomofisiológicos del sistema digestivo y de la digestión, extendiendo en algunos casos las limitaciones para el aprovechamiento eficiente de los ingredientes en ciertas etapas de la vida del pavo como es el caso de los aceites en los primeros días de edad, en la siguiente tabla se muestra las recomendaciones de los principales aminoácidos y minerales que se usan durante cada etapa productiva del pavo (Lázaro *et al.*, 2002).

Tabla 4. Recomendaciones nutricionales para pavos de engorda.				
	De 0-3 semanas	De 4-7 semanas	De 8-11 semanas	De 12-16 semanas
EM, Kcal/kg	2800.00	2900.00	3000.00	3200.00
Proteína	28.00	26.00	22.00	19.00
Lis %	1.60	1.50	1.30	1.00
Met %	0.55	0.45	0.47	0.35
Thr %	1.00	0.95	0.80	0.65
Trp %	0.28	0.24	0.20	0.18
Arg %	1.60	1.40	1.10	1.02
Val %	1.20	1.10	0.90	0.80
Calcio %	1.20	1.00	0.85	0.80
Fosforo %	0.60	0.50	0.00	0.00
Sodio %	0.17	0.15	0.12	0.12
Potasio %	0.70	0.60	0.50	0.50
Magnesio%	0.05	0.05	0.05	0.05

Adaptado de Lázaro *et al* 2002.

3.5 AMARANTO

El cultivo de amaranto se puede potencializar a un desarrollo agronómico e industrial semejante al de la soya, en donde genere ingresos económicos significativos para la cadena productiva que inicie en los productores primarios. Actualmente, el cultivo se desarrolla en pequeñas comunidades en condiciones de escasez, no sólo de recursos naturales como lo es el agua, sino también de tecnología en la producción y transformación en las regiones donde se produce (Morales *et al.*, 2009).

De acuerdo con datos de SAGARPA, las características de la producción de amaranto en México retoman niveles notables. En los últimos 28 años la superficie sembrada se incrementó a una tasa media anual de 9.82%, entre 1982-2010; esta tasa se refleja en la producción de alimentos, en la industria farmacéutica y en elaboración de cosméticos. La producción se concentra en la zona central del país, donde tradicionalmente se destacan los estados de Puebla, Estado de México, Morelos, Tlaxcala y la Ciudad de México. También se siembra, pero en menores superficies y de manera más esporádica en Aguascalientes, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Oaxaca Querétaro, Nayarit, Veracruz y en huertos familiares en la zona serrana de Sinaloa, Sonora, Chihuahua y Durango (SAGARPA, 2012).

El amaranto es un pseudocereal de cultivo anual. La palabra amaranto significa inmarcesible, que no se marchita; y viene del griego *amaranton*, de *a* (sin) y *marainein* (marchitar, palidecer). Los indígenas llamaban al amaranto *huatli* o *huatquilitl*, y los conquistadores lo denominaron bledo (Morales *et al.*, 2009).

La familia Amaranthacea comprende más de 60 géneros y aproximadamente 800 especies de plantas herbáceas anuales o perennes, de las cuales tres son

las principales productoras de grano: el *A. hypochondriacus*, *A. cruentus*, cultivados en México y en Guatemala, y el *A. caudatus*, que se siembra en Perú (Morales *et al.*, 2009).

3.5.1 Cualidades del amaranto

3.5.1.1 Valor nutricional

En la actualidad, los niveles de nutrición de la gran mayoría de los pueblos indígenas y campesinos no son de suficiencia, y no cubren los mínimos requerimientos nutricionales (Morales *et al.*, 2009). Uno de los renglones más deficientes es el contenido proteínico de sus dietas. El amaranto fue uno de los pilares de la alimentación balanceada de las culturas prehispánicas, y actualmente se conserva la tradición de producción y consumo en unas cuantas regiones del país (SAGARPA, 2012).

Hoy en día, el amaranto se conoce principalmente como “alegría”, golosina que gusta mucho a la gente, aunque su consumo no está muy difundido. Apenas hace unos cuantos años se redescubrió su enorme valor alimenticio, sorprendiéndose los científicos por su inmenso potencial (Tabla 5) (Pérez *et al.*, 1991).

El amaranto puede consumirse casi desde la siembra, en forma de germinado, de hojas tiernas en ensalada, o molidas para servirse en forma de sopa. Su digestibilidad es muy alta, alcanzando entre el 80 y el 92%. Puede aportar alimento a la familia a todo lo largo del ciclo de cultivo por su abundante producción de hojas, que son ricas en vitaminas, proteínas y minerales, entre los que destaca el hierro, además del calcio y el fósforo (Pérez *et al.*, 1991; Morales *et al.*, 2009).

La planta de amaranto produce pequeñas semillas las cuales almacenan grandes cantidades de almidón en el endospermo: contiene alrededor del 90% de amilopectina y 10% de amilosa. La semilla de amaranto alcanza casi el 100% de la proteína ideal al contener la mayoría de los aminoácidos esenciales para algunos animales doméstico (Tabla 6), así mismo los niveles de ácidos grasos son más completos a comparación con otros cereales (Tabla 7) (González *et al.*, 2009). La proteína de amaranto contiene casi el doble de lisina que la de trigo, el triple que la del maíz y aún más de la contenida en la leche, a materia seca. Del fraccionamiento que se ha realizado de las proteínas del amaranto se determinó que las albúminas y las globulinas se encuentran en un 70%, las prolaminas constituyen menos del 2%, las gluteínas en un 15%, el 13% restante lo forman proteínas insolubles (Pérez *et al.*, 1991).

El contenido de energía metabolizable del grano de amaranto es comparable con la del maíz cerca de las 3000 kcal EM/kg. El contenido de almidón presenta un porcentaje de digestibilidad del 86%, que lo hace una gran fuente de energía (González *et al.*, 2009; Pérez *et al.*, 1991)

M.S%	100
P.C%	15.66
E.E%	5.8
F.C%	2.6
CENIZAS%	3.2
E.L.N%	72.8

N.D.T%	90.3
E.D (Kcal/kg)	3981.32
E.M(Kcal/kg)	3818.90
E.M(Kcal/kg)	3264.68

Adaptado de Pérez et al. 1991

Lisina	1.08
Metionina	0.46
Serina	1.20
Glicina	1.36
Isoleucina	0.72
Cistina	0.55
Leucina	1.10
Tirosina	0.71
Fenilalanina	0.78
Treonina	0.73
Valina	0.84
Arginina	1,81
Histidina	0.51
Triptófano	0.13
Ac. Aspártico	3.26
As. Glutámico	1.54
Prolina	0.74
Alanina	0.72

Adaptado de Pérez et al. 1991

Ac. Palmítico %	22.64
Ac. Esteárico %	----
Ac. Oleico %	28.4
Ac, linoleico %	48.9
Otros %	1.7

Adaptado de Pérez et al. 1991

3.5.1.2 Valor agroclimático

El amaranto es resistente a sequías, por lo que con prácticas adecuadas de cultivo se puede cosechar en tierras de temporal, como lo son la mayoría de las tierras agrícolas disponibles en el país. Se adapta a diferentes altitudes, climas, y tipos de tierra, desde el caluroso nivel del mar hasta las montañas templadas o semifrías. Se produce en regiones semiáridas, con lluvia desde 400 milímetros, hasta zonas tropicales con 1300 milímetros de precipitación. Se siembra desde el nivel del mar hasta cerca de 3000 metros de altitud, aunque es muy sensible a fríos excesivos, por lo que proporciona un mayor rendimiento creciendo en temperaturas elevadas (Morales *et al.*, 2009; SAGARPA, 2012).

3.5.1.3 Valor económico

Por su carácter de cultivo intensivo, permite el aprovechamiento adecuado del minifundio predominante en México. El amaranto constituye una importante fuente de empleo: en actividades agrícolas, en procesamiento agroindustrial, en

comercialización, en diversas actividades y servicios colaterales. Aporta un mayor ingreso a los campesinos, sin embargo su precio es menor al de los cereales y, por si fuera poco, el productor tiene que buscar un mercado donde muchas veces presenta problemas de comercialización, aunque la demanda rebasa con mucho a la oferta actual (SAGARPA, 2012).

3.5.2 Amaranto en la alimentación animal

Como se sabe el amaranto es un alimento que es identificado como ingrediente potencial para la alimentación humana y comúnmente se consume en diferentes tipos de subproductos, siendo la más usual la “alegría” (Ramírez, 1995). Sin embargo en diferentes estudios se han notado diferencias en la preparación o manejo del amaranto el cual ha sido utilizado para el consumo de alimento animal, por ejemplo se ha empleado el grano puro, el reventado que es el grano sometido a un proceso térmico para producir la expansión de los almidones presentes en el mismo e incluso el rastrojo. Las especies más estudiadas a las cuales les ha ofrecido amaranto en sus diferentes presentaciones son rata, ovino, pollo de engorda y gallina de postura (Ramírez, 1995; Laovoravit, 1986).

En México se llevó a cabo un estudio (Ortiz *et al.*, 1991) en el cual se determinaron las características nutricionales del amaranto procesado y sin procesar para el consumo de la alimentación en animales. Compararon mediante análisis químico proximal, la composición nutrimental del grano crudo, el reventado y el tostado. Los resultados determinaron que el grano de amaranto es un alimento tanto energético como proteico y cuando se compara con diferentes cereales, se observa una superioridad proteica, concluyendo que el amaranto es un alimento potencial en los animales y que se tendría restricciones al utilizarlo crudo por el contenido de tóxicos, en este caso inhibidores de tripsina, pero en cuanto al amaranto reventado o tostado no hay problema ya que al calor a que se somete durante el proceso elimina dichos inhibidores (Ramírez, 1995).

Cabe mencionar que durante mucho tiempo se ha tratado de implementar el amaranto de diferentes formas por ejemplo en el departamento de ciencias avícolas de la ciudad de California (Laovoravit, *et al.*, 1986) se llevó a cabo una investigación donde se compararon la semilla cruda y la semilla tratada en autoclave, como método de cocción. Los resultados obtenidos fueron relevantes ya que notaron que la semilla sometida a la autoclave produjo que el crecimiento de los pollitos se mejorara en tiempo y peso, a comparación del uso de semilla cruda. Mencionaron de igual forma que el nivel de tiamina es considerablemente bajo en el amaranto por lo que recomiendan que se adicione dicha vitamina en la alimentación de pollo que se les da amaranto.

IV. OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

- Evaluar la ganancia de peso semanal en parvadas que son alimentadas con dieta comercial vs un alimento comercial suplementado con amaranto durante su engorda.

OBJETIVOS PARTICULARES.

- a) Determinar si la adición de suplemento durante la engorda eleva la ganancia de peso.
- b) Determinar los parámetros productivos de la parvada donde se usó el alimento comercial suplementado con amaranto

V. HIPÓTESIS

- Al agregar a la alimentación comercial un elemento extra como el amaranto incrementará la ganancia de peso final en los pavos y mejorará la rentabilidad de la granja.

VI. METODOLOGÍA

6.1 Material

Biológico

- 100 pavos estirpe Nicholas 700 (*Meleagris gallopavo*) de 4 semanas de edad.
- Amaranto reventando suficiente para el proceso de engorda.
- Alimento comercial para pavo de diferentes etapas de engorda, de una fábrica de alimentos denominada “Técnica en alimentos”.
- Vacuna contra enfermedad de Newcastle cepa La Sota de laboratorio Maver
- Vacuna contra viruela aviar de laboratorio Maver

Físicos

- 1 Caseta (15m x 10m), construcción de cemento y con cortinas manuales.
- 10 Comederos (De lámina galvanizada con capacidad de 15kg)
- 5 Bebederos (De plástico y automáticos)
- 1 Tapete sanitario (tina de plástico con capacidad de 40L de desinfectante)
- 1 Bascula digital (*TorRey* tipo PCL, con capacidad de 20 kg)
- 1 Pala manual marca *Truper*
- 5 Cajas de plástico de tamaño 80x50x30 cm
- Viruta
- Malla ciclónica la suficiente para elaborar corrales
- 1 Aspersor de bomba de plástico con capacidad de 50L

Químicos

- Glutaraldehido (Glucarsan Forte)

6.2 Método

6.2.1 Ubicación

El presente proyecto se llevó a cabo en San Antonio ubicado en el municipio de Tultitlan estado de México, que tiene como principales características una altitud de 2251 msnm, un clima templado, semiseco y un invierno poco marcado, además de que las lluvias ocurren entre los meses de mayo a octubre, con una precipitación de 700 milímetros, una temperatura anual de 15.7°C y vientos muy poco representativos (INEGI, 2010)

6.2.2 Limpieza, desinfección y preparación de equipo.

Se desmontó todo el equipo (corrales, comederos bebederos etc.) y se colocó al exterior de la caseta, para lavarlo y desinfectar, todo el material que se utilizó durante la engorda. Ya desalojada la caseta se procedió a barrer y lavar con agua y jabón todo su interior incluyendo techo, muros, cortinas y piso con el fin de retirar el polvo acumulado.

También se lavó el tinaco contenedor de agua para evitar que se alojaran algunos agentes infecciosos. Se lavó con un desinfectante biodegradable "Soluvet®" en una dilución al 1% (1:100) y se dejó correr el agua por la tubería para su completa desinfección, se enjuagó y se llenó con agua potable.

Al terminar de secar toda la nave se dividió en dos corrales con ayuda de malla ciclónica en donde se albergaron a los pavos. Una vez lavados y desinfectados los comederos y bebederos ("Soluvet®" en una dilución al 1% (1:100), que se encontraban fuera de la caseta, se procedió a su introducción y colocación de los mismos. Se realizó la recepción de la viruta que se ocupó para la cama, se extendió sobre todo el corral, con un espesor no mayor a los 5 centímetros de altura, esto fue importante para poder removerla y no se acumulara humedad en la cama

Finalmente con ayuda de un aspersor de bomba de plástico con capacidad de 50L se inició la desinfección del interior de la caseta, para esto se usó un desinfectante, teniendo como principio activo al Glutaraldehído (Glucarsan Forte) a una dosis de 2.0 ml por cada litro de agua y se utilizaron 30 litros de agua, Se asperjó desde la parte trasera hacia la puerta con movimientos desde techo, paredes y el piso. Esta actividad se realizó 8 días antes que entrara la parvada.

Para evitar la fauna nociva se realizó el corte de pasto al rededor de la caseta, se colocaron cebaderos de plástico con "Rodilon" de Bayer con un principio activo de Difetialona 0.0025% y se repararon las mallas de protección de la caseta. Para eliminación de moscas y mosquitos se empleó un insecticida base de Cipermetrina al 20% de laboratorio Novartis llamado "Alfadex" y se dejó descansar durante 2 días para su buena eficacia.

6.2.3 Recepción

El desarrollo de dicho trabajo se realizó durante los meses Septiembre a Diciembre del 2015. Se pidió al distribuidor un total de cien pavos de la estirpe Nicholas con una edad de cuatro semanas y que viajaran en las mismas condiciones. En embarque llegó el día 21 de Septiembre a las 8:00 am.

Antes del desembarque se suministró alimento en cada corral ya con las dietas que se ocuparían en todo el experimento, así mismo se abasteció cada bebedero con agua limpia y fresca.

Se recibieron los animales dentro de cajas plásticas, las cuales tenían una capacidad de albergar 25 aves cada una. En seguida se pesó cada una de las cajas con ayuda de una báscula digital, pasando después a contar y poner a las aves de una por una dentro de los corrales. Se procedió a pesar la caja vacía, con la finalidad de obtener el peso aproximado de las aves

El método para dividirlos en dos grupos fue al azar el cual consto en darles un numero consecutivo a cada caja y así los números nones fueron asignados al grupo uno y los números pares fueron colocados en el grupo dos.

Al final se realizó una sumatoria de los pesos de cada grupo y se obtuvo el peso promedio de los pavos.

6.2.4 Manejo de bioseguridad

Se colocó un tapete sanitario a la entrada de la caseta con desinfectante (“Soluvet®” en una dilución hasta 1% (1:100)). En cuanto al manejo en cama se recomendó al productor el volteado de la misma cada semana. A la semana de haber llegado los pavos, se procedió a vacunar contra enfermedad de Newcastle cepa La Sota de laboratorio “Maver”, vía ocular y se despico con pinzas de la marca “Truper” para evitar traumatismo cuando se estén picando entre ellos.

El día 5 octubre del mismo año se inmunizó contra el virus de viruela aviar con una vacuna de laboratorio “Maver” administrada en el pliegue del ala, dado que alrededor de la caseta se presentaban arbustos donde podía proliferar el vector (mosco del género Culex y Aedes) y se les administró un multivitamínico “Vitafort” de laboratorio “Aranda”, en una dilución 1g:1L en el agua de bebida así se mantuvo durante 48 horas.

6.2.5 Alimentación

Como se mencionó, desde la llegada de los pavos se les ofreció el tipo de alimentación a la que fueron asignados desde su recepción hasta su finalización; en el primer grupo se empleó un alimento comercial traído de una fábrica de alimentos denominada técnica en alimentos. La composición nutrimental de este alimento se describe en la Tabla 8.

	Desarrollo	Engorda	Finalización
Proteína %	26	22	19
Grasa %	4.3	4.7	5.6
Fibra %	2.6	2.4	2.2
Calcio %	1.2	1.3	0.8
Fosfato %	0.9	0.8	0.7

En el segundo grupo se usó el mismo alimento pero se adicionó amaranto reventado, dicha relación se determinó para elevar la proteína de la dieta comercial y fue de la siguiente manera por cada kilogramo de alimento comercial se le adicionaba 10 gramos de amaranto, la cantidad suplementada se determinó por la facilidad de medición y mezcla del alimento. El amaranto utilizado fue adquirido en el municipio de Tlalnepantla en una presentación de costales de 40 kg, sin condiciones herméticas. El amaranto se adquirió reventado.

Para mezclar el alimento con el amaranto se usaba una caja de plástico con capacidad de 1m³ y con ayuda de una pala de plástico, se revolvía hasta que se homogenizara por completo lo cual demoraba cerca de 15 minutos. Todo el proceso de mezclado se hacía dentro de la nave para no contaminarlo.

En cuanto a la cantidad de proteína se usó la recomendada por diferentes autores en cada etapa. En el siguiente cuadro se muestra la cantidad de proteína que se empleó en el proyecto de la dieta comercial.

Tabla 9. Niveles proteicos recomendados en la dieta para pavos	
Edad	Proteína
4-7 semanas	26%
8-12 semanas	22%
13-16 semanas	19%

Ávila et al. 2008

Los pavos fueron alimentados al mismo tiempo y por la mañana alrededor de las 8:00 am y nuevamente hasta el día siguiente.

6.2.6. Pesaje y registros

Como se mencionó anteriormente desde la recepción se obtuvo el primero peso esto con ayuda de las cajas donde se trasportaban y sacando diferencia después pesando la caja vacía y contando los pavo.

El pesaje de los pavos durante todo el proyecto se realizó una vez por semana, los días lunes, se pesaba el 20% de cada grupo, escogidos al azar y con ayuda de una báscula digital de la marca TorRey tipo PCL, con capacidad de 20 kg. Al finalizar cada pesaje se obtenía el promedio para su comparación subsecuente. Los datos obtenidos se vaciaron en un formato que consistían en tablas en las cuales se registran los parámetros productivos de la parvada, estos son: Ganancia de peso, Consumo de alimento, Índice de conversión y Mortalidad los cuales sirven para la evaluación de la parvada en general.

6.2.7 Análisis estadístico

Las variables de respuesta se analizaron con un Diseño Completamente al Azar bajo el siguiente modelo matemático:

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

$$i = 1, 2, 3 \dots t$$

$$j = 1, 2, 3 \dots r$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta en tratamiento i , repetición j .

μ = Media general.

τ_i = Efecto del tratamiento.

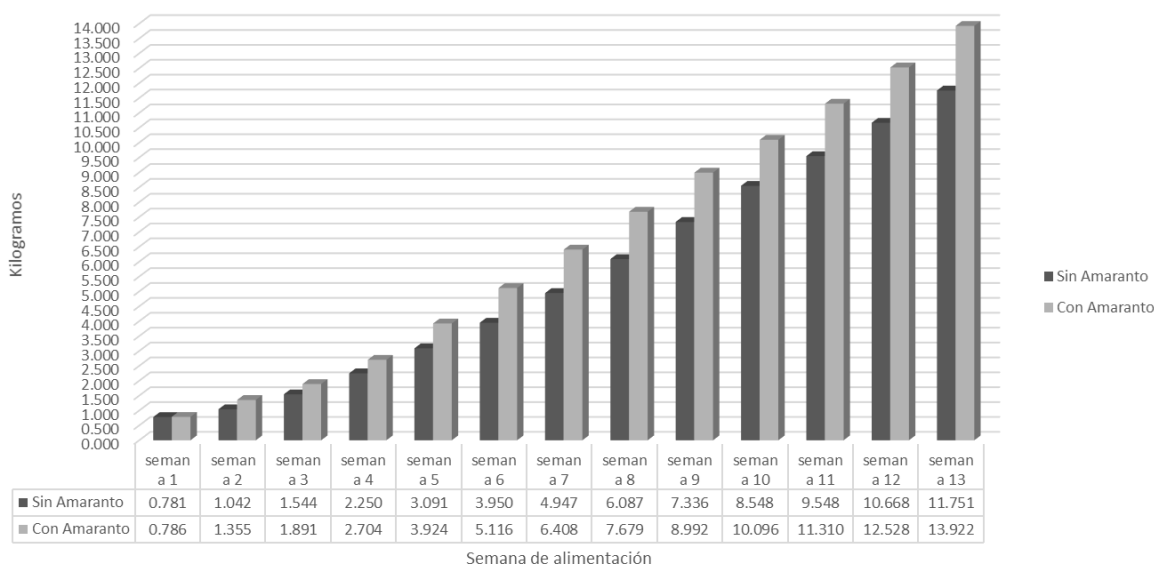
ξ_{ij} = Error aleatorio.

Para determinar la existencia de diferencia significativas entre medias de los tratamientos se utilizó la prueba estadística de Tukey ($p < 0.05$). En la elaboración de los análisis estadísticos se empleó el programa SAS (versión 2002).

VII. RESULTADOS.

En la gráfica 1 se muestra a una comparación de los pesos promedios semanales, desde la llegada hasta la terminación de la engorda. Se observa que al momento de comenzar los dos grupos tenían pesos promedios muy similares sin embargo la administración de amaranto en la dieta permite ver que los pesos del grupo 2 se elevan en comparación con los pavos que consumían alimento comercial adicionado con amaranto, finalizando con 2.241 kg arriba el grupo 2 en comparación con el grupo 1. De igual manera se percibe en la semana 5 se obtuvo la mayor diferencia de ganancia de peso y en la semana 10 fue la menor.

Gráfico 1. Comparación del peso promedio por semana



En la tabla 10 se observa los de pesos entre los dos grupos de estudio y se puede apreciar que es bastante significativo que el grupo al que se le adicione el amaranto tiene pesos mayores a partir de la semana uno, sin embargo la semana dos se ve una menor significancia debido a que posiblemente se tuvo un manejo el cual pudo estresar a los pavos ($P < 0.027$). Cabe mencionar que a partir de la semana 9 los pavos suplementados con amaranto rebasan los 10 kg de peso permitiéndoles salir más pronto al mercado.

SEMANA DE ALIMENTACIÓN	TIPO DE ALIMENTO		Nivel de significancia
	Sin amaranto	Con amaranto	
Día de llegada	0.781 ± 0.082	0.786 ± 0.066	0.894
Semana 1	1.042 ± 0.252	1.355 ± 0.176	0.005
Semana 2	1.544 ± 0.270	1.891 ± 0.215	0.027
Semana 3	2.250 ± 0.523	2.704 ± 0.290	0.005
Semana 4	3.091 ± 0.238	3.924 ± 0.266	0.005
Semana 5	3.950 ± 0.520	5.116 ± 0.459	0.005
Semana 6	4.947 ± 0.726	6.408 ± 0.465	0.005
Semana 7	6.087 ± 0.446	7.679 ± 0.360	0.005
Semana 8	7.336 ± 0.598	8.992 ± 0.542	0.005
Semana 9	8.548 ± 0.240	10.096 ± 0.680	0.005
Semana 10	9.548 ± 0.664	11.310 ± 0.484	0.005
Semana 11	10.668 ± 0.417	12.528 ± 0.328	0.005
Semana 12	11.751 ± 0.330	13.922 ± 0.642	0.005

En la Tabla 11 se muestra las diferencias entre cada uno de los grupos en cuestión de tres parámetros diferentes, el primer parámetro se aprecia la

ganancia de peso semanal que muestra como desde la primer semana se ganó mayor peso en el alimento suplementado con amaranto, cabe mencionar que sólo en la semana 9 fue inferior la ganancia de peso. En cuanto el consumo de alimento fue mayor en el alimento suplementado, posiblemente esto debido a la palatabilidad del mismo o a las características visuales del alimento ya que se observaba con los granos reventados del amaranto. Puede que el aumento de consumo de alimento con amaranto sea la causa de que la ganancia de peso sea mayor sin embargo en la siguiente columna se indica el índice de conversión donde maneja que el alimento con amaranto tiene una mejor conversión.

SEMANA	Tabla 11. Parámetros productivos promedio semanal (Kg)					
	ganancia de peso semanal		alimento consumido por pavo promedio		índice de conversión semanal	
	Sin amaranto	Con amaranto	Sin amaranto	Con amaranto	Sin amaranto	Con amaranto
Semana 1	0.26	0.57	1.35	1.38	2.69	1.28
Semana 2	0.50	0.54	2.10	2.18	1.49	1.49
Semana 3	0.71	0.81	2.95	3.15	1.20	1.19
Semana 4	0.84	1.22	4.05	4.28	1.31	0.92
Semana 5	0.86	1.19	5.45	5.84	1.63	1.31
Semana 6	1.00	1.29	7.18	7.66	1.74	1.41
Semana 7	1.14	1.27	9.18	9.83	1.75	1.71
Semana 8	1.25	1.31	11.52	12.23	1.87	1.83
Semana 9	1.21	1.10	14.19	14.94	2.20	2.45
Semana 10	1.00	1.21	17.18	18.06	2.99	2.57
Semana 11	1.12	1.22	20.38	21.4	2.86	2.74
Semana 12	1.08	1.39	23.85	24.92	3.20	2.53

VIII. DISCUSIÓN.

A lo largo del experimento se mantuvo firme que el amaranto aumentaría la ganancia de peso aún mezclado con alimento comercial, como ha pasado con otros estudios realizados donde usan el amaranto de diferentes maneras, por ejemplo Tillman *et al.* (1986) realizó un estudio en el cual uso el grano de amaranto procesado en autoclave durante 30,60 y 90 minutos, para alimentar en porcentajes de 20% y 40% adicionados a la dieta base de maíz y soya a pollos de engorda de 0 a 21 días de edad. A diferencia de este estudio realizado se determinó que los pollos al ser pesado al día 21 mostraban disminución de peso, ya que el peso de los pollos alimentados con maíz y soya fue de 578 grs en promedio y el más peso más bajo era en pollos alimentados con 40% de amaranto y con 60 min en autoclave el cual fue 487 grs. Donde se perdió menos peso fue en la utilización del 20% de amaranto con 60 min en autoclave, el peso promedio fue de 577 grs. Si comparamos este estudio donde la adición de amaranto fue del 10% y la ganancia de peso en pavos que se adiciono amaranto a la dieta comercial, 2.241 kgrs más que en pavos que sólo consumieron dieta comercial, es porque el proceso que llevo el amaranto es diferente y Tillman *et al* (1986) menciona que el proceso de autoclave disminuye la cantidad de proteína del grano del amaranto y Ramírez (1995) referencia que el proceso de reventado sólo se expanden los almidones sin modificar su cantidad proteica.

La calidad de amaranto que se usó en este estudio fue comercial y no se sometió a otro manejo como fue el caso de Beckker *et al* (1988) que uso amaranto procesado en autoclave en pollos de dos días de edad hasta los 18 días así mismo también midió la cantidad de alimento consumido en ese lapso de tiempo, en su grupo 1 uso maíz-soya y el grupo 2 amaranto con soya. Su peso en el grupo 1 en promedio fue de 424 grs, con un consumo de 523grs de alimento, obteniendo una conversión de 1.23 y en su grupo 2 obtuvo un peso promedio de 363 grs con un consumo de 442grs con una conversión de 1.22. Concluyendo que la sustitución del amaranto por el maíz podría usarse pero se obtendrían resultados similares, a comparación de nuestro estudio donde mostro que el consumo de alimento fue mayor en pavos que se adiciono amaranto en su dieta comercial pero la conversión alimenticia fue menor obteniendo el 2.53 contra la conversión alimenticia del grupo donde sólo se usó alimento comercial que fue 3.20.

Una de las ventajas del amaranto reventado es que sus propiedades en cuanto aminoácidos se mantiene intacta y es por eso que la cantidad de lisina es considerable, ya que atribuye a que el alimento tenga mejor digestibilidad y a su vez una mejor retención de nutrientes Ramírez (1995), Tillman *et al* (1988) en su experimento se determinó que el uso de amaranto extruido en pollos de engorda con diferentes porcentajes (0, 10, 20, 30, 40 y 50%) los pesos fueron descendiendo, ocuparon pollos desde 1 día hasta los 49 días de edad: en los pollos alimentados con sólo su dieta a base de maíz-soya a los 49 días de edad se obtuvo un peso promedio de 2.057 kgrs; en los pollos donde se usó el 10% de amaranto extruido el peso fue de 2.017 kgrs, en adicionados con el 20% fue de 2.030; pollos con 30% de adición fue 2.047 kgrs; con 40% fue 2.019 y finalmente a los que se le administro el 50% pesaron 1.940. observándose que al agregar solo el 30% de amaranto extruido fue menos la pérdida de peso, concluyendo que entre más se agregue amaranto a la dieta

menos peso gana, sin embargo en el estudio realizado la ganancia de peso fue mayor, esto por la calidad de amaranto usado y por la cantidad que solo fue un 10% ya que Ramírez (1995) indica que amaranto reventado mantiene mejores propiedades nutritivas.

Una de las desventajas del uso de amaranto fue que el consumo de alimento aumento esto dado porque a los pavos les atraía más la textura del alimento por ejemplo en el caso de Waldroup *et al* (1985) usaron dos diferentes tipos de amaranto (*A. cruentus* y *A. hypochondriacus*) los cuales se administraron a pollos de engorda de 3 hasta los 13 días de edad con porcentajes de 0, 20 y 40% de amaranto, donde se muestra ampliamente que el consumo de alimento disminuyo ya que alcanzaban sus necesidades nutrimentales más rápido. En el grupo donde no se administró amaranto el consumo fue de 309 grs. y su peso promedio de 210 grs; en donde se adiciono el 20% de amaranto *hypochondriacus* su consumo fue 292 grs. pesando 216 grs; y en el uso de 40% consumió 274 grs. pesando 191 grs. Cuando se administró amaranto *cruentus* a un porcentaje de 20 su consumo fue 300 grs, y pesando 219; con el 40% consumieron 279 grs, y pesando 191 grs. Comparando el estudio de Waldroup con el realizado muestran ambos que el uso de amaranto en porciones pequeñas aumenta el peso promedio de las aves, sin embargo el consumo de alimento vario con respecto a nuestro datos donde el consumo de alimento aumento.

IX. CONCLUSIONES.

En este estudio se determinó que la ganancia de peso fue considerable a comparación del grupo donde solo uso el alimento comercial que además la conversión alimentaria es buena ya que al adicionar el amaranto aumentamos las cantidades de aminoácidos por ejemplo la lisina que atribuye al crecimiento muscular y así se alcanzan pesos más altos a corta edad como fue el caso de los pollos que mencionábamos disminuyeron el tiempo de salida a rastro a tan solo 39 días. Nosotros podríamos a ver mandado a rastro desde la semana 9 con un muy buen peso el pie. Este punto es importante ya que también se aprecia que la cantidad de alimento aumento debido a que al pavo le atrae las cosas más grandes a o con diferente textura y al ser el alimento comercial en forma harina al ver el grano de amaranto revuelto, le provoca la curiosidad y pica en ese momento ingiere alimento y comienza la ingesta. De igual manera al emplear amaranto en la alimentación de las aves puede que se acorte un el tiempo de engorda ya que aumenta muy rápido sus músculos, además que se puede dar más empleos a productores que lamentablemente al no encontrar un buen mercado dejan de lado la agricultura. Finalmente el experimento se concretó de la manera más satisfactoria por ser una nueva opción de alimentación animal y con un buen índice de conversión.

X. BIBLIOGRAFÍA.

- Antillon, A. López, C. (2004). Enfermedades nutricionales de las aves. (1ª edición) UNAM (pp 338,357-360). México D, F.
- Aquino RE, Arroyo LA, Torres HG, Riestra DD, Gallardo LF, López YBB. (2003). El guajolote criollo (*Meleagris gallopavo* L.) y la ganadería familiar en la zona centro del estado de Veracruz. *Tec Pecu Méx*;41(2):165-173.
- Ávila E, Cuca M. (2008). Fuentes de energía y proteínas para la alimentación de las aves. *Ciencia veterinaria México revista* (pp 30-37). Montecillos: estado de México
- B.U.T.A. (2001) Commercial Stock Management Guide. BUT Turkey Guide, Big 6. British United Turkeys of American Lewisburg, Virginia, EEUU. 36 pp
- Basf (2002) Animal Nutrition Update. Recommendations for vitamin supplementation. Basf Corporation. Mount Olive, New Jersey. EEUU.
- Becker, R. Hanners, G (1988). Nutritional evaluation of grain amaranth for growing chickens. *Poultry science*, 67: 1166-1173.
- Camacho-Escobar MA, Jiménez-Hidalgo E, Arroyo-Ledezma J, Sánchez-Bernal E, Pérez-Lara E. (2011). Natural history, domestication and distribution of the turkey (*Meleagris gallopavo*) in Mexico. *Universidad y ciencia*. 27(3):351-360.
- Cántaro O, Sánchez J, Sepúlveda P. (2010) Cría y Engorde de Pavos EEA Alto Valle • Centro Regional Patagonia Norte • INTA
- Castellanos F. (2004) El Punto de acuerdo en relación a la importación de carne de pavo a México. *Gaceta del Senado de la República*. No 85. México.
- Cliford, A. (1992). Las enzimas y sus ampliaciones en la nutrición animal. Prodiva S.A. (ed) Anaporc. No 11 Año XII, Apdo. 140 28820 (pp 34-38) Coslada: Madrid, España.
- Cuca, E. Pro, M. (1996) alimentación en las aves. Universidad autónoma de Chapingo (Ed) (pp 3, 4, 11,75). Montecillo; Edo de México.
- Dolz, M. (2009). La producción de pavos en España. *Selecciones avícolas*. España. 59-62.
- Durán, F. (2006). "Producción de pavos". Biblioteca Agropecuaria "Volvamos al Campo". Grupo Latino. Colombia, (2), 907-935.
- FAO-Naciones Unidas (2000). World Watch List for Domestic Animal Diversity. Roma.
- Ferket, P. (2000) The Nutrition of Commercial Turkeys. Multi-State Poultry Meeting. North Carolina State University, NC. EEUU. 12 pp.
- Firman, J.D. (1993) Nutrient requirements of chickens and turkeys. Hoja técnica G8352. Department of Animal Science, University of Missouri, Columbia. 11 pp.
- González L. Castañeda, J. (2009). Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) as an alternative crop for sustainable food production: phenolic acids and flavonoids with potential impact on its nutraceutical quality. *Journal of Cereal Science*, 49 (1), 117-121.
- Instituto nacional de estadísticas y geografía INEGI (2010). Principales resultados por localidad. Cuadernillos de tultitlán N°1.

- Laovoravit, N (1986). The nutritional value of amaranth for feeding chickens. Poultry Science 65:1365-1370.
- Lazaro,R; Mateos, G; Torre, M.(2002). Nutrición y alimentación de pavos de engorde. Departamento de producción animal. Universidad de Barcelona. XVIII curso de especialización fedna.
- Losada H, Rivera J, Castillo A, González RO, Herrera J.(2006). Un análisis de sistemas de producción de guajolotes (*Meleagris gallopavo*) en el espacio suburbano de delegación Xochimilco al sur de la ciudad de México. Livest Res Rural Develop:18(52):4.
- Mack, N. (1986). Digestión y metabolismo cap., 24. Manual de producción avícola. Traducido al español por Editorial manual moderno (pp 525-529) México D, F.
- Mallia G. (1998). Indigenous domestic turkeys of Oaxaca and Quintana Roo, México. Anim Gen Re Bull;23:69-78.
- Morales, G. J. C., Vázquez, N. M. y Bressani, R. C. (2009). El amaranto. Características físicas, químicas, toxicológicas y funcionales y aporte nutricional. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zuribán
- Nicole, S (1997) Turkey Management Guide. Nicholas Turkey Breeders Farm, Sonoma, California, EEUU.
- Ortiz, R; Ortega, M. (1991) Alternativas de la aplicación biotecnológica de las semillas amaranteceas. Memorias: primer congreso internacional del amaranto. PUAL UNAM Oaxtepec Morelia
- Pérez, E; Bahnassey, Y.(1991). Algunas características químicas y propiedades funcionales del almidón de *amaranthus hypochondriacus* y *amaranthus cruentus*. Memorias: primer congreso internacional del amaranto. PUAL UNAM Oaxtepec Morelia
- Quintana JA (2003) Avitecnia: Manejo de las Aves Domésticas más comunes. 3ª ed Trillas. México, D. F.
- Ramírez, M. (1995). Caracterización nutricional del amaranto procesado y sin procesar para el uso en la alimentación animal. Tesis de licenciatura. UNAM México, D, F.
- Rocha (2002) Vitamin supplementation guidelines for domestic animals. Update 2.
- Rodríguez C. (2005). Bases de producción animal. Servicio de publicación Universidad de Huelva. España.
- Scott, M.L. (1987) The Nutrition of the Turkey. M.L. Scott of Ithaca. Ithaca, New York. 180 pp.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) y Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (Siacon). (2012). Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Base de datos. México
- Steadman DW (1980) A review of the osteology and paleontology of turkeys (*Aves: Meleagridinae*). Contribution of the Science and Natural History Museum of Los Angeles County California 330: 131-207.

Steve,R (2000) Feed ingredients in turkey nutrition. Hybrid Turkeys, Kitchener, Ontario, Canadá. 7 pp.

Tillman P. Waldroup, P (1988). Performance and yields of broilers fed extruded grain amaranth and grow to market weight. Poultry science. 67:743-749

Tillman, P. Waldroup, P. (1986) Processing grain amaranth for use in broilers diets. Poultry Science 65: 1960-1954.

Villamar AL, Guzmán VH. (2007). Situación actual y perspectiva de la producción de carne de guajolote (pavo) en México 2006. InfoAserca: Clarid Agropec;161:60.

Waldroup,P. Hellwig,H. (1985). The utilization of grain amaranth by broilers chickens. Poultry science 64:759-762.