

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL**



**EVALUACIÓN DE UN COMPLEJO ENZIMÁTICO EN EL  
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLO DE ENGORDA**

**POR**

**RUDY ADRIÁN MILLÁN ÁRBEZ**

**TESIS**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO**

**ABRIL DE 2012**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL

Evaluación de un complejo enzimático en el comportamiento productivo  
de pollo de engorda.

POR  
RUDY ADRIÁN MILLÁN ÁRBEZ

TESIS  
QUE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA

MC. CAMELIA CRUZ RODRÍGUEZ  
ASESOR PRINCIPAL

DR. JOSÉ EDUARDO GARCÍA MARTÍNEZ  
COASESOR

ING. JOSÉ AMANDO RODRÍGUEZ GALINDO  
COASESOR



DR. RAMIRO LÓPEZ TRUJILLO  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

ABRIL DE 2012.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A DIOS** por la salud y vida prestada para el término de la carrera profesional logrando alcanzar de esta manera una de mis metas, permitiéndome con ello un mejor porvenir, por ello todo lo logrado se le es ofrecido.

**A la UNIVERSIDAD** por la oportunidad que me dio para llevar a cabo el estudio de la carrera profesional, dándome con ello las herramientas necesarias para mi preparación y desarrollo como profesionista.

**A la M.C. CAMELIA CRUZ RODRÍGUEZ** por la disposición y la oportunidad que me brindó para llevar a cabo este trabajo, contando en todo momento con su apoyo y conocimientos tan valiosos durante todo el transcurso del desarrollo de la investigación, mis más sinceros agradecimientos.

**AI DR. JOSÉ EDUARDO GARCÍA MARTÍNEZ**, gracias por el apoyo y la ayuda invertida para un mejor entendimiento de la investigación realizada, logrando un mejor provecho de la misma.

**AI Ing. JOSÉ AMANDO RODRÍGUEZ GALINDO**, gracias por la disposición y tiempo invertido en la revisión de este trabajo.

A los profesores por el conocimiento científico y técnico ofrecido en cada una de sus materias impartidas, tratando siempre de que sean para el mejor provecho.

Menciono a mis compañeros y amigos sin orden de importancia: Pichardo, Granillo, Isel, junior, Miriam, Daniel, Tomy, Gonzalo, Gregorio, Miguel, José Moo, Gleyber, por su amistad brindada.

## DEDICATORIA

**A DIOS** por darme las fuerzas necesarias para seguir adelante e iluminarme en las adversidades.

**A mis padres ROSALINO MILLAN y ANACELY ARBEZ** todo mi amor y cariño. No me queda más que estarles eternamente agradecido por todo el apoyo, dedicación y consejos brindados durante la vida, logrando de esta manera la conclusión de una etapa importante que generará las semillas necesarias para el comienzo de otra en el que lo aprendido, en base al estudio, la experiencia y consejos ofrecidos, serán de gran importancia.

**A mis HERMANOS: Claudia, Zuleyma, Ángel** ya que aun no viéndonos en forma constante siempre son y van a seguir siendo parte importante en mi.

**A mis ABUELOS:** Por el cariño y la felicidad que me ofrecieron al estar junto a ellos, por lo que yo les regresó mi cariño al doble.

**Todo mi aprecio a MI FAMILIA** en general, ya que de igual forma son parte importante en mí por lo que de igual modo celebro junto a ustedes los logros obtenidos.

## **MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADÉMICA**

El suscrito, Rudy Adrián Millán Árbez, estudiante de la carrera de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, con matrícula 283770 y autor de la presente Tesis manifiesto que:

- 1.- Reconozco que el Plagio académico constituye un delito que está penado en nuestro País.
- 2.- Las ideas, opiniones, datos e información publicadas por otros autores y utilizadas en la presente Tesis han sido debidamente citadas reconociendo la autoría de la fuente original.
- 3.- Toda la información consultada ha sido analizada e interpretada por el suscrito y redactada según mi criterio y apreciación, de tal manera que no se ha incurrido en el "copiado y pegado" de dicha información.
- 4.-Reconozco la responsabilidad sobre los derechos de autor de los materiales bibliográficos consultados por cualquier vía y manifiesto no haber hecho mal uso de ninguno de ellos.
- 5.-Entiendo que la función y alcance de mi Comité de Asesoría, está circunscrito a la orientación y guía respecto a la metodología de la investigación realizada para la presente Tesis, así como del análisis e interpretación de los resultados obtenidos, y por lo tanto eximo de toda responsabilidad relacionado al plagio académico a mi Comité de Asesoría y acepto que cualquier responsabilidad al respecto es únicamente por parte de mía.

ATENTAMENTE



Rudy Adrián Millán Árbez.  
Tesis de Licenciatura en la UAAAN.

Buenavista, Saltillo, Coah., Abril de 2012.

## RESÚMEN

La investigación fue realizada en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro localizada en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Se tuvo inicio el día 13 de agosto del 2011 y término el día 24 de septiembre del 2011. El objetivo del trabajo fue la evaluación del comportamiento productivo de pollos de engorda mediante la adición de un complejo enzimático comercial de nombre Avizyme® en su alimentación. Para ello fueron utilizados 180 pollos de la línea comercial Ross-Ross sin sexar, divididos al azar en cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno y 15 pollos por repetición. El alimento fue elaborado en base a maíz y pasta de soya, al que se le agregó el complejo enzimático en cuatro proporciones: 0 kg/Ton, 0.5 kg/Ton, 1.0 kg/Ton y 1.5 kg/Ton. La investigación fue dividida en dos etapas: iniciación (1-21 días) y finalización (22-42 días). Durante todo este periodo la alimentación y el agua empleada fueron a libre acceso. Las variables evaluadas para la determinación del comportamiento productivo de los pollos fueron: consumo de alimento (CMS), ganancia de peso (GP) y conversión alimenticia (CA). Para el análisis estadístico de los resultados, se utilizó un diseño completamente al azar con igual número de repeticiones por tratamiento, apoyándose para ello del paquete computacional de diseños experimentales (FAUANL, 1994). En el análisis estadístico para las tres variables (CMS, GP y CA) no se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos en ninguna de las dos etapas en que comprendió el estudio, observándose que en los cuatro tratamientos se obtuvieron resultados similares a los reportados por NRC (1994). Se concluye que el complejo enzimático evaluado no es necesario incluirlo en la alimentación de los pollos de engorda de la Línea Ross-Ross ya que no mejora el comportamiento productivo de las aves además de que puede representar un gasto extra para la producción.

***Palabras Clave: Pollo, engorda, enzima, comportamiento, productivo.***

## ÍNDICE

<b>Contenido</b>	<b>Páginas</b>
AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIAS	iv
RESUMEN	vi
ÍNDICE DE CUADROS	viii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo	2
1.2 Hipótesis	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Situación mundial de la producción de carne de pollo	3
2.2 Situación de la Avicultura en México	5
2.3 Producción de Carne de Pollo en México	7
2.4 Consumo Per-cápita de Pollo	8
2.5 Estados Productores	9
2.6 Importaciones y Exportaciones	10
2.7 Alimentación de los Pollos de Engorda	11
2.8 Requerimientos Nutricionales	13
2.9 Mejoramiento Genético de los Pollos de Engorda	16
2.10 Aspectos Generales Sobre las Enzimas	17
2.11 Enzimas en la Alimentación de las Aves	18
2.12 Acción de las Enzimas	20
2.13 Enzimas para Carbohidratos	21
2.14 Investigaciones con Enzimas en Aves	22
3. MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1 Localización y Descripción del Área de Trabajo	27
3.2 Materiales	27
3.3 Métodos	30
3.3.1 Etapa de Iniciación	31
3.3.2 Etapa de Finalización	33
3.4 Análisis Estadístico	33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
CONCLUSIÓN	41
LITERATURA CITADA	42
APÉNDICE	45

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
2.1	Fases de alimentación recomendadas por NRC	12
2.2	Clasificación nutricional de aminoácidos fisiológicamente esenciales para el pollo	14
2.3	Efecto de la selección genética en los parámetros productivos del pollo de engorda a los 42 días de edad	16
2.4	Principales enzimas digestivas en el organismo	19
2.5	Tipos de enzimas utilizadas como aditivos en los alimentos de las aves	19
3.1	Composición de las dietas experimentales, formuladas en base a Maíz y Pasta de soya, con la inclusión de diferentes niveles de un complejo enzimático en la etapa de iniciación	29
3.2	Composición de las dietas experimentales, formuladas a base de Maíz y Pasta de soya, mediante el uso de diferentes niveles de un complejo enzimático en la etapa de finalización	29
4.1	Consumo de materia seca (g/ave) durante la etapa de iniciación (1-21 días)	34
4.2	Ganancia de peso (g/ave) durante la etapa de iniciación (1-21 días)	35
4.3	Conversión alimenticia durante la etapa de iniciación (1-21 días)	36
4.4	Consumo de materia seca (g/ave) durante la etapa de finalización (22-42 días)	38
4.5	Ganancia de peso (g/ave) durante la etapa de finalización (22-42 días)	39
4.6	Conversión alimenticia durante la etapa de finalización (22-42 días)	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
2.1	Principales países productores de pollo en 2007	4
2.2	Producción mundial anual de carne de pollo 2000-2007	4
2.3	Participación de la Avicultura en la Producción Pecuaria 2010	6
2.4	Producción anual de pollo 1994-2010, Ton	7
2.5	Consumo per cápita de carne pollo, kg/cápita	8
2.6	Estados productores de pollo	9
2.7	Importación anual de carne de pollo por tipo de producto	11

## 1. INTRODUCCIÓN

En México la avicultura productora de carne es una actividad económica en donde se ha alcanzado un nivel tecnológico para la eficiencia y buena productividad. Su desarrollo es debido a que se ha logrado integrar con la agricultura y con la industria de alimentos balanceados. Esta integración con las industrias le permite coordinarse en sus diversas etapas del proceso de producción, como viene siendo en la producción de material genético, incubación, elaboración de los alimentos y en las plantas empacadoras de los productos. Todas estas características la convierten en la principal abastecedora de carne en el mercado interno ganándoles terreno a sus demás competidores. Otras de las características que favorecen su desarrollo es por la preferencia del consumidor ya que es un alimento magro de menor contenido en colesterol, buen control sanitario y menor precio, convirtiéndola hoy en día junto al huevo en la primera fuente de proteína de origen animal en la población nacional (Claridades Agropecuarias, 1996).

Sin embargo, esta alta productividad alcanzada depende de factores como la línea genética de las aves, al manejo a los que son sometidos, la sanidad y sobre todo a la obtención de los nutrientes adecuados para el organismo animal (Ronchi *et. al.*, 2011). Una formulación alimenticia que garantice el consumo adecuado de nutrientes es uno de los factores más importantes para determinar la tasa de crecimiento y la eficiencia en la producción (Gernat, 2006).

Por tal motivo la alimentación juega un papel muy importante además de que representa el 70 % de los costos de producción. Los constantes cambios que experimentan el mercado agrícola y tecnológico, ofrecen nuevas alternativas que pueden ser utilizadas para mejorar la eficiencia en la utilización de los alimentos empleados.

Es por ello que se han desarrollado compuestos enzimáticos para el uso en la alimentación de las aves en sus etapas fisiológicas y productivas. El empleo de las enzimas representa una mejora en la digestibilidad de los alimentos permitiendo además el uso de ingredientes más fibrosos, como el centeno y la cebada. Estas características pueden ofrecer una mayor flexibilidad a la planta de alimentos y más ganancias al productor por el incremento productivo de las aves al aprovechar mejor los nutrientes (Paredes, 2008).

## **1.1 OBJETIVO**

El objetivo del trabajo fue la evaluación del comportamiento productivo de pollos de engorda de la línea Ross Ross mediante la inclusión de un complejo enzimático en su alimentación.

## **1.2. HIPÓTESIS**

**H1:** La inclusión de un complejo enzimático en la dieta de pollos de engorda mejora el consumo de materia seca (CMS), ganancia en peso (GP) y conversión alimenticia (CA).

**H0:** La inclusión de un complejo enzimático en la dieta de pollos de engorda no mejora el consumo de materia seca (CMS), ganancia en peso (GP) y conversión alimenticia (CA).

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

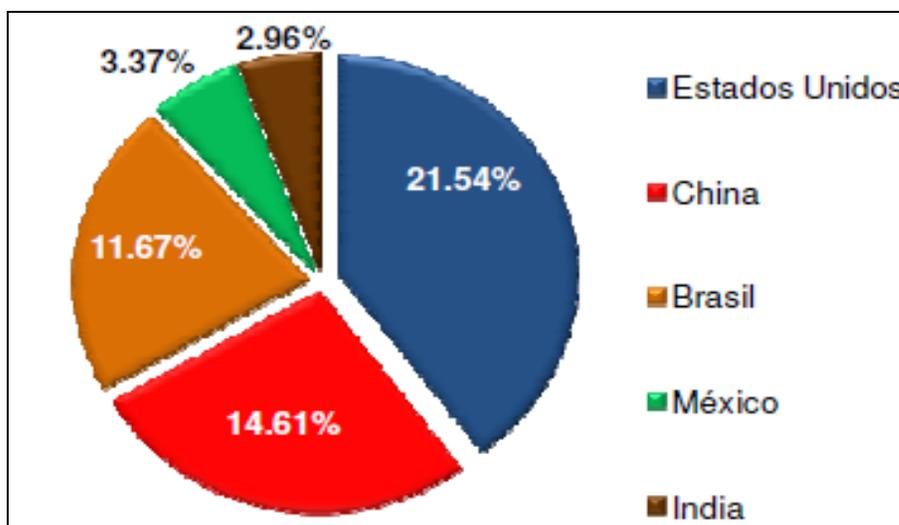
### **2.1 Situación Mundial de la Producción de Carne de Pollo**

El crecimiento acelerado de la población mundial implica la necesidad de incrementar la producción de alimentos para lograr abastecerla, de tal manera que se espera que la producción pecuaria aumente con rapidez en los próximos 20 años.

Este aumento de las necesidades alimenticias marcan la pauta a seguir en el terreno de la producción de proteína de origen animal, ya que se ejerce presión para la obtención de alimentos en todo el mundo, y en nuestro país no es la excepción (SENASICA, 2009 a).

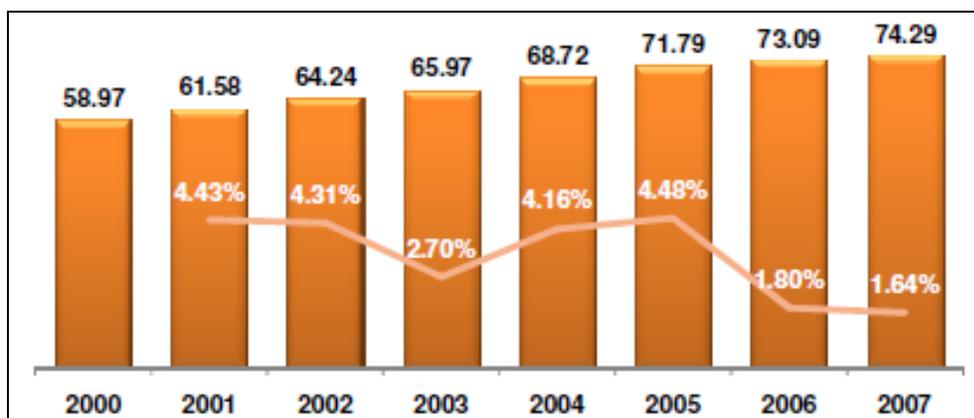
En el año 2007, a nivel mundial se produjeron 74.29 millones de toneladas de carne de pollo, distribuidos principalmente en 204 países según estadísticas de la FAO.

Entre los principales productores de pollo en el mundo (Figura 2.1) se encuentran los países en desarrollo y los que tienen una mayor población como vienen siendo: Estados Unidos de América con una producción de 16 millones de toneladas (21.54%), seguido de China con 10.86 millones de toneladas (14.61%), Brasil con 8.67 millones de toneladas, México en cuarto lugar con 2.5 millones de toneladas y por último, la India con 2.2 millones de toneladas (Financiera Rural, 2009 a).



**Figura 2.1** Principales países productores de pollo en 2007 (Financiera Rural, 2009 a).

El incremento en la producción mundial ha venido teniendo un comportamiento a la alza en forma moderada, manteniendo un crecimiento anual promedio de 3.36% entre el año 2000- 2007 (Figura 2.2). Este incremento se debe principalmente a la creciente tecnificación en las granjas avícolas y a la mayor demanda de carne para esta especie.



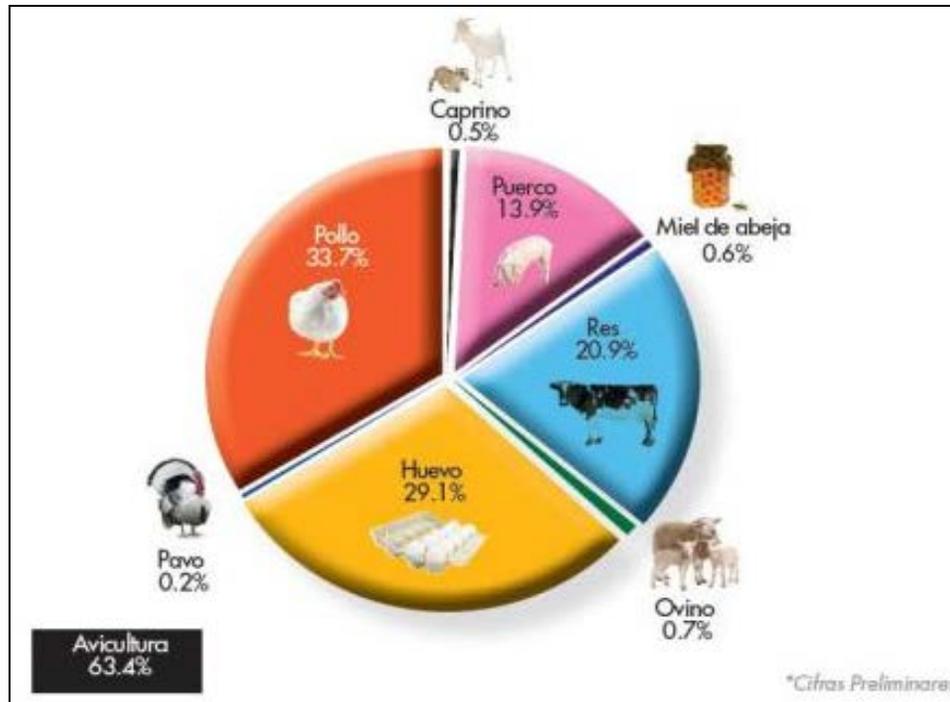
**Figura 2.2** Producción mundial anual de carne de pollo 2000-2007 (Financiera Rural, 2009 a). Millones de toneladas e incremento anual (%).

De tal manera que la industria avícola mexicana se encuentra ante el gran reto de la integración industrial y comercial para competir, no sólo ante los tratados que México ha suscrito con diferentes países y regiones del mundo, sino también en el ámbito de un mercado cada vez más global que exige un producto de más calidad al mejor precio (SENASICA, 2009 b).

## **2.2 Situación de la Avicultura en México**

En México la avicultura es la rama de la ganadería que se encuentra en un nivel tecnológico de desarrollo favorable, ya que ha incorporado los más recientes avances en genética y alimentación en los últimos 50 años. Las inversiones hechas en esta industria, la integración vertical y horizontal de algunos grupos, y los apoyos gubernamentales han favorecido su desarrollo, pudiendo competir incluso con los países más desarrollados (SENASICA, 2009 a).

El sector avícola mexicano participa con el 63.4% de la producción pecuaria nacional (Figura 2.3); 33.7% aporta la producción de pollo, 29.1% la producción de huevo y 0.20% la producción de pavo. En 2010, contribuyó con el 0.7% en el PIB total, el 19.5% en el PIB agropecuario y el 38.1% en el PIB pecuario (UNA, 2010).



**Figura 2.3** Participación de la Avicultura en la Producción Pecuaria 2010 (UNA, 2010).

En lo que respecta a la mano de obra, en 2010 la avicultura generó 1153 000 empleos, siendo el 60 % producto de la rama avícola de pollo, el 38% la de huevo y un 2% la de pavo. Para finales del año 2011 se espera que logre generar 1 158 000 empleos.

En el crecimiento de la parvada nacional, se tuvo un incremento del 2.2% en el 2010 en comparación al crecimiento obtenido en 2009, por lo tanto la parvada total se constituyó con 470 millones de aves de los cuales 142 millones correspondió a gallinas ponedoras, 267 millones a pollos al ciclo y 662 mil a pavos al ciclo (UNA, 2010).

### 2.3 Producción de Carne de Pollo en México

La producción total de carne en canal en el 2011 fue de 5 873,086 Ton, de este valor el 47% lo aportó la carne de ave. Por lo que la producción de carne de ave en el año 2011 fue de 2 769,552 Ton, y en comparación al 2010 en que se produjo 2 681,116 Ton, representó un aumento de 88,436 Ton, es decir un incremento del 3.3% entre estos dos años (SIAP, 2011).

A nivel nacional, la producción total de ganado en pie y en canal de ave ha mostrado un crecimiento sostenido desde el año 2000 (Financiera Rural, 2009 b). Con relación al crecimiento de la producción de carne en canal de pollo durante el periodo de 1994 a 2010 ha aumentado a un ritmo de crecimiento anual promedio de 4.6 % (Figura 2.4).

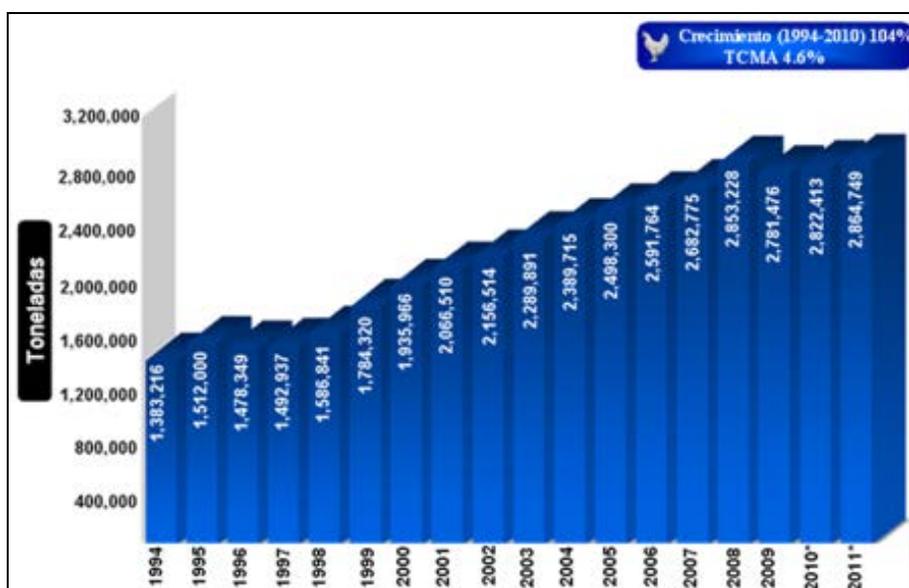


Figura 2.4 Producción anual de pollo 1994-2010, Ton (UNA, 2011).

La comercialización de pollo en México se lleva al cabo de la siguiente manera: Vivo 31%, rosticería 24%, mercado público 20%, supermercado 15%, piezas 7% y productos de valor agregado 3% (UNA, 2011). Por lo que respecta al precio del pollo entero, para el mes de diciembre del 2011 este se cotizó en \$23.23/kg, el cual fue ligeramente superior a los \$22.12/kg registrados el año anterior. Para el mes de enero del 2012 la tendencia de incremento en el precio del pollo se mantiene ya que se ubicó en un promedio de \$25.42/kg (SNIIM, 2012).

## 2.4 Consumo *Per-cápita* de Pollo

El consumo *per-cápita* de carne de pollo en el país ha crecido a un ritmo anual de 3.5%, entre 1999 y 2009, para ubicarse en 7,067 Ton. En lo que respecta al consumo *per-cápita* de pollo (Figura 2.5), este ha aumentado de 15.83 Kg en 1994 a 26 kg durante 2010 con una variación de 10.17 kg y una tasa de crecimiento anual de 3.1%. Para finales del 2011, se estima que el consumo *per cápita* de pollo alcance los 26.1 kg (UNA, 2010).



**Figura 2.5** Consumo per cápita de carne de pollo, kg/cápita (UNA, 2010).

## 2.5 Estados Productores

Durante el 2010 (Figura 2.6 ), el 90% de la producción de carne de pollo en México se concentró en los estados y regiones de La Laguna, Veracruz, Querétaro, Jalisco, Aguascalientes, Nuevo León, Puebla, Chiapas y San Luis Potosí (UNA, 2010).



**Figura 2.6** Estados productores de pollo (UNA, 2010).

Hasta julio del 2011, Jalisco y Veracruz aportaron, por su parte, cuatro de cada diez kilogramos de pollo del volumen nacional. La actividad avícola en Aguascalientes destacó de sobremanera en los primeros seis meses de 2011: superó en 46% a la obtenida en el mismo periodo de 2010 con 42 mil toneladas más, en julio registró un incremento de 105% con 11 mil toneladas adicionales, contribuyendo con 8.4% del volumen de carne de ave en el país (DISEMINA, 2011).

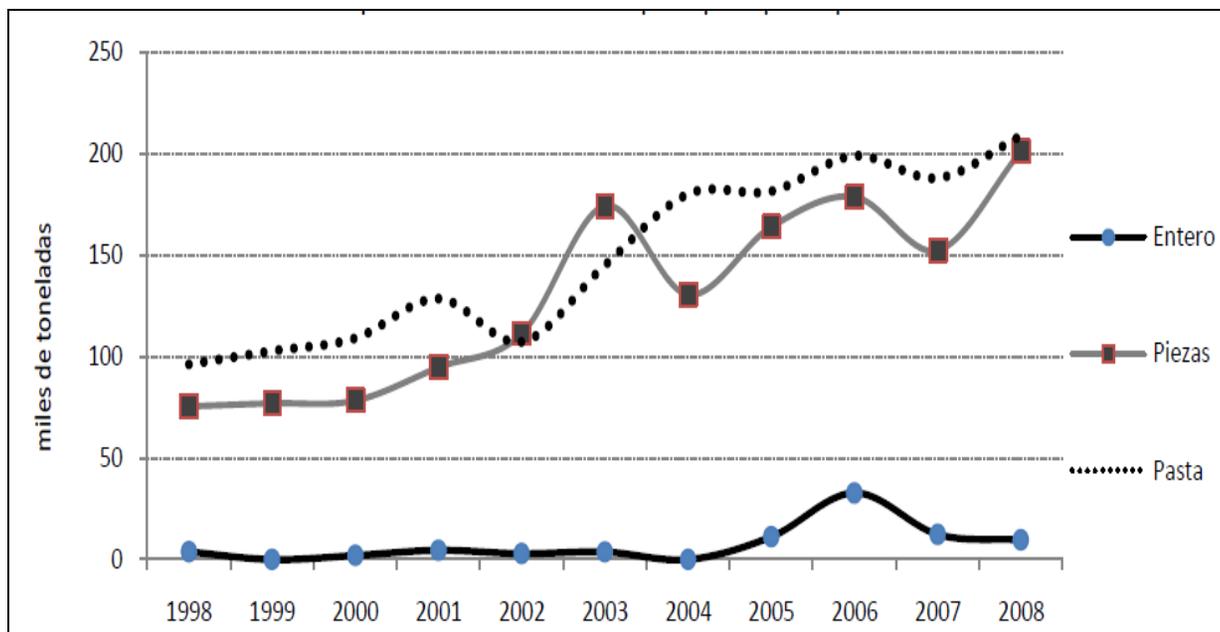
## 2.6 Importaciones y Exportaciones

Uno de cada diez centros de sacrificio en México es tipo inspección federal TIF, ya que cuenta con la infraestructura, tecnología y personal capacitado para realizar un manejo higiénico-sanitario en la industrialización de la carne. Ello garantiza la calidad y es una condición que abre las puertas a los mercados externos (DISEMINA, 2011).

Para enero del 2009 hubo un total de exportación de 307 millones de dólares de carne y despojos de aves de corral, y para enero del 2010 hubo una variación porcentual del 76.2%, es decir un incremento hasta llegar a 541 millones de dólares en exportaciones (SIAP, 2010). De igual manera en los dos últimos años se ha reportado el inicio de ventas de carne de pollo a Hong Kong y Vietnam, con un total de 1,660 toneladas (Financiera Rural, 2009 b).

En lo que respecta a la importación de carne de pollo, esta ha mantenido una tendencia a la alza acumulando 423,420 Ton en 2008. La principal importación se centra principalmente en dos tipos de productos, en piezas para el consumo directo y en pastas de carne de pollo para abasto a la industria empacadora de carnes fritas y embutidos.

En el rubro de piezas, se incluyen pechugas, piernas y muslos principalmente; estos han representado el 45% del total de importaciones en los últimos 5 años. Dentro de este grupo de productos, las piernas y los muslos ocupan el mayor monto, alcanzando en 2008 las 163,874 Ton, que significó el 39% de las importaciones totales de carne de pollo (Figura 2.7). El ritmo anual de crecimiento de las importaciones de piernas, muslos y pastas de carne entre 1998-2008 ha sido del 8.0% en promedio (Financie Rural, 2009 b).



**Figura 2.7** Importación anual de carne de pollo por tipo de producto (Financiera Rural, 2009 b).

## 2.7 Alimentación de los Pollos de Engorda

La alimentación que es aplicada en los pollos de engorda, tiene el objetivo de proveer de los nutrientes necesarios a las aves en producción dependiendo de su edad y exigencias, para llenar sus requerimientos en salud, bienestar y productividad (SENASICA, 2009 a). Sin embargo hay que tomar en consideración que el alimento al tener una participación del 70% en el costo total de la producción, las dietas además de ser adecuadas nutricionalmente también tienen que ser rentables desde el punto de vista económico (Ávila, 1990).

Por tal motivo las raciones de estos animales se formulan con ingredientes que provean los componentes nutricionales básicos requeridos por las aves como son las proteínas, carbohidratos, grasa, vitaminas y minerales. Estos componentes deben estar en armonía para asegurar un

correcto desarrollo del esqueleto y formación del tejido muscular favoreciendo de esta manera niveles óptimos de eficiencia y de rentabilidad en la producción (Cobb-vantress, 2008).

Debido a que las explotaciones actuales de las aves se realizan de manera intensiva, es necesario cuidar minuciosamente las necesidades nutricionales. Por ello los programas de alimentación se constituyen generalmente por dos fases (iniciación y finalización) o tres fases de alimentación (iniciación, engorda y finalización) en donde en cada uno se tienen bien definidos los nutrientes que se requieren así como la cantidad (Rebollar, 2002). El NRC (1994), recomienda tres fases (Cuadro 2.1).

**Cuadro 2.1.** Fases de alimentación recomendadas por NRC.

Edad en semanas	Fases
0-3	Iniciación
3-6	Desarrollo
6 al mercado	Finalización

Fuente: NRC, 1994

Portsmouth (1986), menciona que las aves deben de recibir los nutrientes necesarios en cada una de estas etapas de su desarrollo, pero sobre todo en las primeras ya que es cuando más lo necesitan.

Existen una gran cantidad de alimentos de los que se obtienen los nutrientes como son maíz, trigo, sorgo, melaza, pasta de soya, de algodón, entre otros; sin embargo en la avicultura mexicana, los que son más utilizados son el maíz y el sorgo como fuente de energía y la soya como fuente de proteína (Financiera Rural, 2009 b).

Por otra parte, se recomienda además de una alimentación completa y equilibrada, no descuidar aspectos como la calidad genética de las aves, el manejo a los que son sometidos, sus hábitos alimenticios, la sanidad y la calidad de los ingredientes utilizados ya que son tan importantes como la alimentación en la manifestación de las características productivas (Cuca *et al.*, 1996).

## **2.8 Requerimientos Nutricionales**

El propósito principal de los nutrientes en los pollos de engorda es el de conseguir el mayor peso en el menor tiempo posible (Cuca *et al.*, 1996). De allí la necesidad de recibir en su alimentación compuestos como las proteínas, energía, vitaminas, minerales y agua que satisfagan sus necesidades de mantenimiento y producción, ya que con la carencia de alguno de ellos muchos de los procesos que ocurren en el organismo se verían afectados (Ávila, 1990).

La energía no es considerada como un nutriente, pero es una forma de describir a los nutrientes que producen energía al ser metabolizados. Es necesaria tanto para el mantenimiento como para el desarrollo del peso corporal, por lo que aunque el animal no esté en un estado fisiológico de producción siempre necesitará de ella. Tradicionalmente la energía metabolizable (EM) es la que se usa en las dietas de las aves para describir su contenido energético y se define como la cantidad total de energía del alimento consumido menos la cantidad de energía excretada (Cobb-vantress, 2008) en heces y orina. El NRC (1994), señala un requerimiento energético de 3200 kcal de EM/kg para los pollos de engorda.

Los carbohidratos son la principal fuente de energía para las aves y constituyen la porción más grande en la dieta. Granos como el maíz, sorgo y trigo son fuentes importantes de carbohidratos ya que contienen nutrientes

como el almidón, sacarosa, otros disacáridos y azúcares simples. Estos compuestos son eficientes en proveer energía que es utilizada para mantener la temperatura corporal, funciones esenciales como el movimiento y reacciones químicas involucradas en la síntesis de tejidos y eliminación de desechos (Ávila, 1990).

Las grasas son la forma principal en la que se almacena la energía y a diferencia de los carbohidratos contienen 2.25 veces más de ella. Son importantes para la absorción de vitaminas liposolubles (A, D, E y K) y como fuentes de ácidos grasos esenciales como el ácido linoléico y linolénico. El ácido linoléico es necesario para el crecimiento, tamaño del huevo e incubabilidad, además de que a partir de este el ave puede sintetizar otro conocido como araquidónico. Las semillas de oleaginosas son una buena fuente de ácido linoléico y debido a que las aves normalmente consumen cantidades abundantes de estas se considera que reciben un aporte adecuado de ácidos grasos esenciales.

Las proteínas se caracterizan por formar parte de todas las células vivas y de participar en la mayoría de las reacciones químicas vitales del metabolismo animal. Se encuentran constituidos por veintidós aminoácidos que forman los diferentes tipos de proteína en las canales de las aves. Estos aminoácidos se clasifican en esenciales, semi-esenciales y no esenciales según la capacidad del organismo para obtenerlos (Cuadro 2.2) (Mc Donald *et. al.*, 2006).

**Cuadro 2.2.** Clasificación nutricional de aminoácidos fisiológicamente esenciales para el pollo.

<b>Esenciales</b> (no sintetizados por el ave)	<b>Semi-esenciales</b> (sintetizados de sustratos limitados)	<b>No-esenciales</b> (sintetizados de sustratos simples)
Arginina	Tirosina	Alanina
Lisina	Cistina	Ácido aspártico
Histidina	Hidroxilisina	Asparagina
Leucina		Ácido glutámico
Isoleucina		Glutamina
Valina		Hidroxiprolina
Metionina		Glicina
Treonina		Serina
Triptófano		Prolina
Fenilalanina		

Fuente: Ávila, 1990

Las principales fuentes proteicas usadas en la alimentación de los pollos son las de origen vegetal como la pasta de cacahuate, algodón, cártamo o de ajonjolí, pero estas se caracterizan por su bajo contenido de lisina, que es el aminoácido limitante en los granos; por lo que la pasta de soya es la principal fuente proteica cuyo balance de aminoácidos complementa correctamente las deficiencias de los granos. Los pollos también necesitan en su ración glicina, ya que en ciertas condiciones su síntesis puede no ser suficiente para un rápido crecimiento (Mc Donald *et. al.*, 2006). Los desequilibrios de aminoácidos en la dieta debido a una mala formulación del alimento o por una mala digestibilidad de los ingredientes del mismo pueden causar disminuciones en el consumo de alimento y pérdidas en la eficiencia de la conversión alimenticia (Gernat Ph. D., 2006).

Las vitaminas son rutinariamente suplementadas en la mayoría de las dietas de las aves y son básicas e indispensables para el desarrollo normal, la reproducción, incubabilidad de los huevos y para mantener la salud. Las vitaminas más necesarias son las del complejo B (B1, B2, B6 Y B12) y las liposolubles A, D, E, K. Para el caso de los minerales, estos forman parte de componentes enzimáticos y otros como el Ca, P y S sirven para las formaciones estructurales del cuerpo. Sin embargo los minerales pueden ser tóxicos si se administran en cantidades excesivas, por lo que algunos minerales como los trazas se encuentran en el organismo animal en cantidades inferiores a 50 mg/kg y son necesarios en cantidades inferiores a los 100 mg/kg en la ración (Mc Donald *et. al.*, 2006).

El agua es necesaria para el desarrollo de la vida, el 50% del peso del ave adulto y el 78% del pollito recién nacido se constituye de agua. Es el medio para que las funciones químicas del cuerpo se realicen, es importante en la absorción de nutrientes, ayuda a eliminar productos de desechos, ablanda el alimento para la digestión y controla la temperatura corporal. Su obtención es a través del agua que se bebe, el que contiene el alimento consumido, y del que

se forma en los procesos metabólicos conocido como agua metabólica (Ávila, 1990).

## 2.9 Mejoramiento Genético de los Pollos de Engorda

Los genetistas han creado líneas de pollos con metabolismo muy acelerado mejorando con ello varias de sus características productivas. Entre estas características se encuentra el peso corporal, en donde a los 42 días de edad se ha logrado incrementar en 4.6 veces este peso, con una mejora del 23% en la conversión alimenticia, así como un aumento del 72% en el rendimiento de la pechuga, con respecto al año de 1957 (Cuadro 2.3).

**Cuadro 2.3.** Efecto de la selección genética en los parámetros productivos del pollo de engorda a los 42 días de edad.

Genética	Peso corporal, g/pollo	Consumo/ganancia	Rendimiento de la canal <sup>2</sup>	Rendimiento de la pechuga <sup>3</sup>
2001	2,672 <sup>a</sup>	1.63 <sup>a</sup>	72.3 <sup>a</sup>	20.0 <sup>a</sup>
1957	578 <sup>b</sup>	2.14 <sup>b</sup>	61.0 <sup>b</sup>	11.6 <sup>b</sup>
EEM	18.0	0.032	0.80	0.44

<sup>2</sup> Como % del peso corporal total

<sup>3</sup> Como % del peso corporal total

<sup>a, b</sup> Números con diferente literal por columna son estadísticamente (P<0.0001) distintos

Fuente: Havenstein *et al.*, 2003, citado por Chárraga *et al.*, 2010

Para que estas características se manifiesten, los nutriólogos necesitan satisfacer las demandas de nutrientes que estos animales requieren y así lograr su desempeño óptimo.

Sin embargo, a veces la calidad y disponibilidad de los ingredientes que son utilizados en la alimentación no logran cubrir las exigencias, además de que

se van volviendo difícil en adquirirlos debido a sus costos altos como son las fuentes energéticas y proteicas (Peña, 1998). De igual manera en el pollo joven el aparato digestivo esta inmaduro, por lo que la producción de enzimas no es suficiente afectando la obtención de nutrientes como el P presente en la molécula del fitato y de los carbohidratos que forman el tejido estructural de los vegetales mejor conocidos como carbohidratos no amiláceos.

De tal manera, que conociendo las características de los ingredientes y las limitaciones anatomo-fisiológicas del ave, se pueden tomar medidas que ayuden a mejorar la disponibilidad de nutrientes contenidos en la dieta para compensar el avance genético que se ha logrado en la producción (Chárraga *et al.*, 2010).

El uso de aditivos como las enzimas puede beneficiar el metabolismo del ave, ya que actúan directamente sobre el alimento mejorando su degradación e incrementando con ello la disponibilidad de los nutrimentos en beneficio del comportamiento animal.

## **2.10 Aspectos Generales Sobre las Enzimas**

Las enzimas son moléculas proteicas complejas que catalizan una reacción química acelerándola sin sufrir cambio alguno. Para garantizar su actividad requieren tener presente a su sustrato específico y de mantener una estructura inalterable lo cual es dependiente de varios factores como el pH, temperatura y presencia de inhibidores enzimáticos. Su naturaleza proteica puede ocasionar que sean desnaturalizadas por el calor y ácidos, además de poder ser afectadas por el procesamiento térmico del alimento y por las condiciones del tracto digestivo (pH) (Nagashiro, 2008).

Las enzimas no se consumen durante las reacciones que catalizan y no forman parte del producto final, una vez terminada la reacción vuelven a su estado original, de ahí que la cantidad necesaria de una enzima es muy pequeña en proporción con la cantidad del sustrato (Rojas, 2011).

Todos los seres vivos producen enzimas pero también pueden ser suplementadas enzimas exógenas en el alimento. Debido a que una reacción catalítica requiere a una enzima específica, el uso de enzimas exógenas es optimizado cuando el sustrato está claramente definido y se usan aquellas con las actividades apropiadas capaces de resistir los rigores del tracto gastrointestinal y los procesos térmicos a los que pudiesen estar sometidos (Rojas, 2011).

### **2.11 Enzimas en la Alimentación de las Aves**

El uso de enzimas en la alimentación de los pollos se debe a que mejoran la digestibilidad de los alimentos y con ello la absorción de los nutrientes (Cortés *et. al.*, 2002).

En las aves adultas la producción de enzimas para llevar a cabo la digestión del almidón, grasas y proteínas del alimento son generalmente suficientes (Sturkie, 1976). Las principales enzimas y los órganos que las producen se citan en el Cuadro 2.4.

Sin embargo, esto no es así en los animales jóvenes ya que el ritmo de producción de sus enzimas endógenas es muy lento (Peña, 1998), al igual que su tracto digestivo es muy simple sin compartimientos que permitan la presencia de microorganismos en suficientes cantidades para producir una degradación fermentativa, ocasionando que proporciones considerables del alimento ingerido no sean aprovechados (Rojas, 2011) por lo que son

administradas en sus raciones enzimas exógenas con la finalidad de aprovechar mejor a los alimentos, como las que se citan en el Cuadro 2.5.

**Cuadro 2.4.** Principales enzimas digestivas en el organismo.

Nombre	Fuentes	Sustrato
<i>Enzimas que hidrolizan los enlaces peptídicos</i>		
Pepsina	Mucosa gástrica	Proteínas y péptidos
Tripsina	Páncreas	Proteínas y péptidos
Quimotripsina	Páncreas	Proteínas y péptidos
Carboxipeptidasa A	Intestino delgado	Péptidos
Dipeptidasas	Intestino delgado	Dipéptidos
<i>Enzimas que hidrolizan enlaces glicosídicos</i>		
a-Amilasa	Saliva, páncreas	Almidón, dextrina
Maltasa	Intestino delgado	Maltosa
Isomaltasa	Intestino delgado	Dextrinas
Sacarasa	Intestino delgado	Sacarosa
<i>Enzimas que actúan sobre las uniones éster</i>		
Lipasa	Páncreas	Triacilgliceroles
Fosfolipasa	Páncreas e Intestino delgado	Lecitinas y cefalinas
Desoxirribonucleasa	Páncreas e Intestino delgado	DNA
Ribonucleasa	Páncreas e Intestino delgado	RNA
Nucleosidasa	Intestino delgado	Nucleósidos
Fosfatasa	Intestino delgado	Ésteres del ácido ortofosfórico

Fuente: Mc Donald *et. al.*, 2006

**Cuadro 2.5.** Tipos de enzimas utilizadas como aditivos en los alimentos de las aves.

Tipos de Enzimas	Enzimas	Sustratos
Carbohidrasas	Amilasas	Almidón
	Pectinasas	Pectinas
	$\beta$ -Glucanasas	$\beta$ -Glucanos
	Arabinoxilanasas	Arabinoxilanos
	Celulasas	Celulosa, Hemicelulosa
	Hemicelulasas	Hemicelulosa
Proteasas	Proteasas Ácidas	Proteínas
	Proteasas Alcalinas	Proteínas
Otras	Fitasas	Ésteres del Ácido Fítico
	Esterasas	Grasas, Ésteres
	Lipasas	Grasas, Ésteres

Fuente: Acamovic, 2001, citado por Gauthier, 2010.

En la actualidad, la mayoría de las enzimas exógenas de interés comercial se obtienen a partir de hongos, levaduras y bacterias (Rojas, 2011). Su aplicación se ha convertido en una práctica común en dietas para pollos como complemento a las que produce su tracto gastrointestinal. La limitación que existía en su uso eran los altos costos que representaban, pero los avances que ha habido en la biotecnología han logrado producir preparaciones enzimáticas más efectivas, en mayor cantidad y relativamente baratas (Mc Donald *et. al.*, 2006).

## **2.12 Acción de las Enzimas**

Las enzimas empleadas como aditivos en las dietas actúan de distintas maneras. En primer lugar, pueden mejorar la disponibilidad de los polisacáridos de reserva, grasas y proteínas debido a que rompen las estructuras químicas impermeables de la pared celular de las plantas. Con ello los nutrientes que encapsulan quedan expuestos a la acción de otras enzimas como las amilasas y proteasas (Mc Donald *et. al.*, 2006).

Algunos cereales como la cebada, trigo, avena, centeno y triticale, forman un material viscoso provocado por la solubilidad de betaglucanos y arabinoxilanos, interfiriendo con ello en la movilización y digestión del alimento a lo largo del tracto digestivo. Por lo que también son empleadas enzimas para destruir a estos materiales que forman al material viscoso. En las aves la naturaleza viscosa de estos productos determina bajos rendimientos y deyecciones pegajosas que además suponen un problema en el manejo de las camas.

De igual forma las enzimas ayudan a mejorar la utilización de nutrientes en los animales no rumiantes, debido a que los libera para que sean absorbidos en el intestino delgado en lugar de que se presente la fermentación en el

intestino grueso, que produciría productos de escaso valor para el animal como los ácidos grasos volátiles (Mc Donald *et. al.*, 2006).

Todas estas características es lo que ha generalizado el uso de enzimas permitiendo que la alimentación sea más eficiente y económica, de tal manera que los pollos no se vean limitados en el aprovechamiento de los insumos (Acuña, 2008), además de ayudar en la reducción de la contaminación ambiental al disminuir la excreción de nutrientes indigeridos (Naghashiro, 2008).

### **2.13 Enzimas para Carbohidratos**

Algunos ingredientes como el maíz, tienen las paredes celulares del endospermo formadas con celulosa y hemicelulosa, siendo la mayor cantidad de estos arabinosilanos con menor cantidad de beta-glucanos y mananos. Los animales no rumiantes se les dificulta la degradación, por lo que son utilizadas las xilanasas con el fin de destruir la pared celular de los cereales, reducir la viscosidad y ofrecer un incremento en la digestibilidad de la energía (Argüello, 2010). También son utilizadas enzimas como las celulasas para degradar a la celulosa que no es digerida por las propias que produce el pollo, y con ello los nutrientes que encapsulan quedan expuestos al sistema digestivo (Mc Donald *et. al.*, 2006).

La misma digestión de los carbohidratos que forman al tejido estructural de los vegetales como la celulosa o la hemicelulosa, implica en la liberación de las moléculas con las que se constituyen como la glucosa, galactosa y fructosa. Teniendo en cuenta que carbohidratos como la glucosa tienen un valor energético de 4.1 kcal EM/g, se puede inferir que la degradación de estas moléculas puede aportar una cantidad importante de energía para las aves (Chárraga *et. al.* 2010).

La pasta de soya es el principal ingrediente proteico de origen vegetal utilizado en la formulación de raciones, sin embargo alrededor del 25% de la materia seca de esta pasta es fibra, el cual consiste en 50 a 55 % de pectina, aproximadamente 25% de celulosa y alrededor de un 8% de beta-glucanos. Por lo que es incluida beta-glucanasas y xilanasas en dietas a base de maíz más soya, aunque en algunos estudios no se ha encontrado efecto en ganancia de peso y conversión, si se ha mejorado la digestibilidad de aminoácidos exceptuando a la lisina (Méndez *et. al.*, 2009).

## **2.14 Investigaciones con Enzimas en Aves**

Trabajos de investigación han demostrado los beneficios de la adición de enzimas (arabinoxilanasas y B-glucanasas) sobre el comportamiento productivo para pollos de engorda, en dietas a base de trigo o cebada y los resultados han mostrado que existe significativamente una mejor ganancia de peso y conversión alimenticia al obtener un incremento de 3.5% a 6%, respectivamente, en estas variables (Esteve GE *et. al.*, 1997 y Allen CM, *et. al.*, 1997, citado por Cortés *et. al.*, 2002).

De igual manera se han realizado trabajos con el maíz y el sorgo ya que son granos que se consideran con un alto valor nutricional, pero pueden presentar compuestos que dificulten la digestibilidad del almidón generando variaciones en su calidad nutricional. Por ello son usadas combinaciones enzimáticas a través de xilanasas, a-amilasas y proteasas en dietas que incluyan maíz o sorgo + soya con el fin de lograr una mejora en el contenido nutricional (Naghashiro, 2008). Graham e Inburr (1997) mencionan que las xilanasas y alfa-amilasas mejoran la digestibilidad del maíz debido a que estas enzimas hidrolizan las paredes celulares y de esta manera se complementa la acción del alfa-amilasa. Mientras que las proteasas son incluidas para mejorar la digestibilidad de la proteína que tiene la pasta de soya.

Cortés *et al.* (2002) realizaron un trabajo utilizando arabino-xilanasas en dietas con maíz/soya y sorgo/soya estándar y dietas reducidas en proteína y EM para pollos de engorda, observando que se mejoraba la ganancia de peso y conversión alimenticia. Por su parte, Zanella *et al.* (1999) mediante un estudio realizado en el cual incluyeron 2000 unidades/g de alfa-amilasas, 800 $\mu$ /g de xilanasas y 6000 $\mu$ /g de proteasas en dietas maíz mas soya para pollos de engorda, obtuvieron que la adición mejoró la digestibilidad de los aminoácidos y la conversión alimenticia con la posibilidad de reducir el contenido de proteína y energía (3%).

Sin embargo, Rebolé *et al.* (1999) evaluaron un complejo enzimático a base de beta-glucanasas, pectinasas y hemicelulasas que fue incluido en diferentes niveles (0, 0.5, 1.0 y 2.0 kg/ton) en pollos de engorda en dietas a base de maíz mas soya y ajonjolí sin procesar con un 15% de inclusión, y no encontraron efecto en la adición ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos, con respecto a las variables estudiadas.

Yáñez, (2003) realizó una investigación en pollos de engorda a través de dietas formuladas a base de aminoácidos totales (T1) y aminoácidos digestibles (T2) con la adición de un complejo enzimático en dos etapas: iniciación y finalización. El complejo enzimático fue adicionado en 0.143% en T1 y T2 para la etapa de iniciación y en 0.15% en T1 y T2 para la etapa de finalización. En la etapa de iniciación no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) para el consumo de alimento (T1 1019 g y T2 1014 g), ganancia en peso (T1 560.73 g y T2 569.39 g) y conversión alimenticia (T1 1.81g/g vs T2 1.78g/g). En la etapa de finalización solo la ganancia de peso mostró diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ), siendo para T1 de 1907g y en T2 de 1959 g, siendo mayor la ganancia en T2 para esta variable. En lo que respecta a la etapa completa del pollo (iniciación-finalización) el consumo de alimento y la conversión alimenticia no tuvieron diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre

ninguno de los dos tratamientos, habiendo solo efecto en la ganancia de peso ( $P < 0.01$ ) para T2 con 2528.73g en comparación a T1 con 2467.73g.

Díaz (2010), evaluó el comportamiento productivo de pollos de engorda de la línea Ross Ross mediante un multienzimático adicionado en tres niveles (0.0, 1.5 y 2 Kg/Ton) en dietas a base de maíz y pasta de soya. La investigación consistió en tres tratamientos con cinco repeticiones cada uno y 16 pollos por unidad experimental. En T1 se incluyó 0.0 Kg/Ton de enzima, en T2 1.5 Kg/Ton y en T3 2 Kg/Ton. Fue evaluado el consumo de materia seca (CMS), ganancia de peso (GP) y conversión alimenticia (CA) en dos etapas: iniciación y finalización. Los tres tratamientos mostraron valores muy similares ( $p > 0.05$ ) para las variables CMS y CA en las dos etapas de la investigación por los niveles en que se incluyó el complejo enzimático. La GP en la etapa de iniciación fue la única variable en que el complejo enzimático tuvo efecto ( $P < 0.05$ ), siendo favorable para el tratamiento T3 en el que se obtuvo 920.56 g/ave superior a los alcanzados en T1 (821.46 g/ave) y T2 (789.56 g/ave), mientras que para esta misma variable en la etapa de finalización no presentó ningún efecto entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ).

Espinoza (2006), de igual manera evaluó el consumo de alimento (CMS), ganancia de peso (GP), y conversión alimenticia (CA) en 100 pollos de engorda de la línea comercial Ross, mediante un alimento comercial con 23% de PC y 3000 KcalEM/kg en iniciación y 20% de PC y 3100 KcalEM/kg de MS en finalización, suplementadas con una enzima (fitasa) para las dos etapas (Iniciación y Finalización) en que se dividió el trabajo. Fueron utilizados dos tratamientos, con cinco repeticiones y 10 aves/repetición. El T1 fue adicionado a la enzima en 9 g por cada 100 kg del alimento comercial y en T2 en 0 g por cada 100 kg de alimento comercial. El autor no encontró diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) en las variables estudiadas (consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia) entre ninguno de los tratamientos para las dos etapas en que consistió la investigación.

Cuevas *et al.* (1996), realizaron un experimento con pollos para estudiar si el uso de enzimas en una dieta a base de sorgo+soya mejora el comportamiento productivo. Se emplearon 900 pollos mixtos de un día de edad de la estirpe Arbo Acres divididos en 4 tratamientos con 7 repeticiones de 30 pollos cada una. Para ello fue utilizada una caseta convencional con 30 corraletas. Las dietas consistieron con y sin la suplementación de enzimas en dietas sorgo + soya normales y con un contenido de menos 3% de proteína y EM: dieta Testigo (T1), dieta Testigo + Avizyme (T2), dieta testigo -3% de PC y EM (T3), y dieta testigo -3% de PC y E.M + Avizyme (T4). La enzima fue añadida a razón de 1 kilogramo por tonelada de alimento en la dieta de iniciación (0-3 semanas) y finalización (3-7 semanas). Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x2, en donde un factor fue la dieta testigo normal con -3% de PC y EM y el otro factor las dietas testigo + Avizyme y testigo -3% de PC y EM + Avizyme. Los resultados obtenidos en este experimento para ganancia de peso (T1 2393g, T2 2452g, T3 2374g y T4 2374g) y consumo de alimento (T1 5115g, T2 5017g, T3 5170g y T4 5008 g) fueron similares entre los tratamientos ( $P>0.05$ ). Sin embargo en la conversión alimenticia se notó una mejoría significativa ( $P<0.01$ ) con las dietas adicionadas con enzimas (T1 2.14a, T2 2.05b, T3 2.18a y T4 2.10b) siendo favorable para la dieta Testigo + Avizyme (T2) y dieta testigo -3% de PC y E.M + Avizyme (T4). Para la variable porcentaje de rendimiento de pechuga, no hubo diferencia ( $P>0.05$ ) entre los tratamientos empleados (21.20%, 20.90%, 20.98% y 21.03% respectivamente).

Santiago (2010), realizó un trabajo con 2800 pollos Ross mixtos de un día de edad. Para ello las aves se distribuyeron aleatoriamente en 3 tratamientos, 9 réplicas y 50 aves cada una, excepto en el tratamiento 1 en el cual se tuvo 11 réplicas. La dieta consistió a base de sorgo/maíz como fuentes de cereales y soya como fuente de proteína, además se redujo en 3% los niveles de EM y aminoácidos digestibles y se adicionó una mezcla enzimática consistente en endo-1-4-beta-xylanasa, proteasa y alpha amilasa en 500g/Ton

de alimento: T1 dieta sorgo y maíz sin Avizyme, T2 dieta sorgo y maíz -3% de EM (150kcal/kg) y aminoácidos sin Avizyme, y T3 dieta sorgo y maíz -3% de EM (150 kcal/kg) y aminoácidos más la inclusión de Avizyme. Las dietas se prepararon en harina y se consideró la inclusión de fitasa utilizando matriz de fosforo, calcio, energía y aminoácidos proporcionados at libitum en las dos etapas. Los parámetros productivos fueron evaluados a los 42 días de edad: peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad general. Todos los datos fueron analizados estadísticamente por el programa estadístico SAS. Los resultados obtenidos muestran que el peso corporal a los 42 días es superior ( $P < 0.01$ ) en el T3 (2.501a kg) con respecto al T2 (2.427c kg) y al T1 (2.464b kg). En el índice de conversión el T2 (1.832c kg/kg) es el que tiene mayor índice y con significancia estadística ( $P < 0.01$ ), mientras que el T3 (1.795a kg/kg) y el T1 (1.785a kg/kg) tienen un comportamiento similar. En el consumo de alimento hubo diferencia significativa ( $P < 0.01$ ) con respecto a T1 (4.318 kg) en comparación a T2 (4.362 kg) y T3 (4.396 kg). La mortalidad no represento significancia en ninguno de los tres tratamientos ( $P > 0.05$ ).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización y Descripción del Área de Trabajo**

La investigación fue realizada en la caseta avícola ubicada en la Unidad Metabólica del Departamento de Nutrición Animal en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, con coordenadas 25° 21' 00" Latitud norte y 101° 02' 00" Latitud Oeste y a una altura de 1776 msnm. El clima es reportado por García (1987) como BShwx (e), que se refiere a un clima muy seco a semicálido, con invierno seco extremo y temperaturas medias anuales entre 12 y 18 °C. El período de lluvias es escaso durante todo el año, con una precipitación media anual de 298.5mm.

#### **3.2 Materiales**

Se utilizaron 180 pollos de un día de edad sin sexar de la línea comercial Ross-Ross, vacunados contra Marek. Los pollos fueron adquiridos de la casa San Pedro en Monterrey Nuevo León e iniciando la investigación el día 13 de agosto del 2011.

Con la finalidad de evitar el desarrollo de enfermedades se lavó, encaló y desinfectó la caseta avícola mediante una bomba aspersora de mochila con capacidad de 20 litros además de escobas y cubetas. La criadora de batería, comederos y bebederos utilizados se lavaron con jabón detergente y se desinfectaron.

Los comederos utilizados durante la primera semana de la investigación eran de tipo lineal de material de aluminio con una capacidad de 2 kg de alimento. Los bebederos eran de plástico, manuales y con capacidad de 1 litro.

A partir de la segunda semana y hasta el final de la investigación se utilizaron bebederos de plástico, manuales y con capacidad de 4 litros, mientras que los comederos de tipo lineal se siguieron utilizando por una semana más, para después ser cambiados por comederos cilíndricos elaborados de aluminio y con capacidad de 8 Kg.

La caseta avícola en donde se realizó el experimento se encuentra construida con paredes de tabique repellido con cemento, piso de concreto y techo de lámina galvanizada. Además cuenta con ventanales protegidos con tela mosquitera para evitar el contacto con animales externos y con cortinas de lona que ayudan a regular las temperaturas externas. En su interior se encuentran 15 corraletas individuales de aproximadamente cuatro metros cuadrados fabricadas de madera y rodeadas de malla pollera. De igual manera cuenta con luz, gas y agua.

Además de la caseta se utilizó otro local, en el cual se instaló la criadora de batería para mantener a los pollitos durante la primera semana. Para proporcionar calor y mantener la temperatura adecuada se utilizaron dos calentadores de gas con termostato. Los calentadores se mantenían encendidos o se apagaban para controlar la temperatura, midiéndola a través de un termómetro de temperaturas de máximas y mínimas.

Para la determinación del peso de los animales y del alimento ofrecido se utilizó una báscula tipo reloj con una capacidad de 10 Kg. De igual manera una báscula con más capacidad fue utilizada para pesar los ingredientes de la dieta, así como una mezcladora de motor eléctrico con capacidad de 100 kg para su preparación.

Las dietas (cuadros 3.1 y 3.2) se elaboraron en la mezcladora ubicada en la Unidad Metabólica; esta fue a base de maíz y pasta de soya, VIT-AA-MIN POLLO I y aceite vegetal en la etapa de iniciación, VIT-AA-MIN POLLO II y

melaza en la etapa de finalización, más cuatro niveles de un complejo enzimático. Los niveles en que se empleó la enzima fue de 0 kg/Ton, 0.5 kg/Ton, 1.0 kg/Ton y 1.5 kg/Ton respectivamente para los cuatros tratamientos.

El complejo enzimático utilizado fue Avizyme®. Este es un producto multienzimático producido por microorganismos genéticamente modificados, con tres actividades declaradas: endo-1, 4 - $\beta$ -xilanasas,  $\alpha$ -amilasa y la proteasa alcalina subtilisina (EFSA Journal, 2011). Estas enzimas fueron seleccionadas para mejorar la digestibilidad del almidón y de la proteína vegetal en las dietas para aves basadas en maíz o sorgo más soya.

**Cuadro 3.1.** Composición de las dietas experimentales, formuladas en base a Maíz y Pasta de soya, con la inclusión de diferentes niveles de un complejo enzimático en la etapa de iniciación.

Tratamiento	T1	T2	T3	T4
Nivel de enzima (Kg/Ton)	0.0	0.5	1.0	1.5
Maíz	600	599.5	599	598.5
Pasta de soya	335	335	335	335
Aceite vegetal	25	25	25	25
VIT-AA-MIN POLLO I	40	40	40	40
Total	1000	1000	1000	1000

**Cuadro 3.2.** Composición de las dietas experimentales, formuladas a base de Maíz y Pasta de soya, mediante el uso de diferentes niveles de un complejo enzimático en la etapa de finalización.

Tratamiento	T1	T2	T3	T4
Nivel de enzima (Kg/Ton)	0.0	0.5	1.0	1.5
Maíz	685	684.5	684	683.5
Pasta de soya	250	250	250	250
Melaza	25	25	25	25
VIT-AA-MIN POLLO II	40	40	40	40
Total	1000	1000	1000	1000

### 3.3 Métodos

Fueron formados cuatro tratamientos constituidos con tres repeticiones cada uno y quince pollos por repetición. Para ello los pollitos fueron seleccionados aleatoriamente para ser pesados y formar cada una de las repeticiones que eran colocados en la criadora de batería en donde permanecieron durante su primera semana para facilitar su manejo.

Al término de este tiempo los pollitos fueron sacados de la criadora y llevados a la caseta avícola distribuyendo los tratamientos al azar en cada una de sus corraletas, en donde permanecieron hasta el término de la investigación. Previamente en esta instalación se colocó cama de paja de avena de aproximadamente diez cm de espesor como un aislante al frío y a la humedad. Con la finalidad de mantener la temperatura adecuada se mantuvieron encendidos los calentadores un día antes de la llegada de las aves y así lograr los 30-32°C que se requieren. Esta temperatura fue mantenida durante las dos primeras semanas mediante el control de apagado y encendido de los calentadores. De igual manera se utilizaron focos de 100 watts en las corraletas de la caseta avícola los cuales solo se dejaban encendidos durante la noche para favorecer el consumo al libre acceso y regular la temperatura.

Durante la primera semana de la investigación fue proporcionado un rehidratante comercial de nombre Hidracon A, E, K diluido en agua; al término de este tiempo se le retiró el rehidratante dejando solo al agua natural.

En lo que respecta a la dieta, se proporcionó el alimento correspondiente a cada tratamiento siendo de la siguiente manera: Al tratamiento 1 se le ofreció el alimento testigo realizado en base a maíz y pasta de soya. A los tratamientos 2, 3 y 4 se les ofreció alimento a base de maíz y pasta de soya más los diferentes niveles del complejo enzimático.

La alimentación era al libre acceso, para ello se llenaba el comedero de alimento antes de que se acabara el que ya tenían, y se llevaban los datos de pesaje cada que era ofrecido este alimento así como de registros semanales para medir el alimento que era rechazado, valores que se utilizaron para determinar el consumo de alimento y conversión alimenticia.

Para obtener datos de ganancia de peso, los pollos eran pesados cada siete días por cada repetición en forma grupal en un principio e individual al término de la investigación debido al tamaño de las aves, comenzando el día 13 de agosto y a partir de la fecha se contó con intervalos de una semana para realizar cada pesaje. A los 15 días se aplicó la vacuna contra Newcastle cepa B, vía ocular.

El programa de alimentación utilizado fue a través de las etapas de iniciación y finalización, siendo los factores determinantes para las etapas: la edad del animal y sus requerimientos. El tiempo en que se realizó la investigación fue de 42 días comprendidos entre el 13 de agosto al 24 de septiembre del 2011.

### **3.3.1 Etapa de iniciación**

Etapa que comprendió del día 1 a los 21 días de edad. Durante este periodo de tiempo la alimentación ofrecida cubrió los requerimientos nutricionales de los pollos recomendados por el NRC (1994) el cual consistió en 22% de PC y 3200 Kcal de EM/Kg. El alimento fue elaborado en la Unidad Metabólica y durante el transcurso de la etapa se evaluó el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia.

### **3.3.1.1 Consumo de alimento.**

El consumo de alimento está asociado con la tasa de productividad en los pollos de engorda, ya que es el factor más importante que determinará la tasa de crecimiento y la eficacia en la utilización de los nutrientes.

Esta variable fue medida en base al peso del alimento ofrecido al cual se le restó el peso del alimento rechazado, siendo la diferencia de estos datos dividido entre el número total de pollos por cada repetición determinando así el consumo de alimento individual durante esta etapa. En la determinación del número de pollos se realizó un ajuste debido a las muertes registradas en diferentes repeticiones de los tratamientos.

Se empleó la siguiente fórmula para estimar el consumo de alimento:

$$\text{consumo de alimento} = \text{Alimento ofrecido (gr)} - \text{alimento rechazado(gr)}$$

### **3.3.1.2 Ganancia de peso**

Es el promedio de ganancia en peso que el ave tuvo durante un período de tiempo. Para determinarlo se utilizaron los datos del pesaje semanal que se realizaban a los pollos, de tal manera que al peso obtenido cada semana se le restó el peso obtenido de la semana anterior, obteniéndose la ganancia de peso por semana, dividida entre el número de pollos para cada repetición se obtiene la ganancia individual por pollo. Fue empleada la siguiente fórmula:

$$\text{Ganancia de Peso} = \text{Peso Final (gr)} - \text{Peso Inicial (gr)}$$

### **3.3.1.3 Conversión alimenticia**

La conversión alimenticia es una medida de la productividad de un animal y se define como la relación que hay entre el alimento que se consume con respecto al peso que se gana. Se empleó la siguiente fórmula para su determinación:

$$\text{Conversión Alimenticia} = \frac{\text{Consumo de Alimento (gr)}}{\text{Ganancia de Peso (gr)}}$$

### 3.3.2 Etapa de Finalización

Etapa que comprendió del día 22 al 42 de edad, iniciando el día 10 de septiembre del 2011. En este período de tiempo se ofreció un alimento con 20% de PC y 3000 Kcal de EM/Kg el cual fue de acuerdo a los requerimientos señalados por NRC para esta etapa de finalización (1994).

El alimento de igual manera fue ofrecido a libre acceso y se llevaron los registros de los datos correspondientes para evaluar el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia; para la determinación de estas variables fue empleado un procedimiento de cálculo semejante a la etapa anterior.

### 3.4 Análisis Estadístico

En el análisis estadístico se empleó un diseño completamente al azar, contando con cuatro tratamientos y tres repeticiones para cada una de las etapas (iniciación y finalización) además de contar con 15 pollos para cada repetición. El modelo empleado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \delta_i + \varepsilon_{ij}$$

$Y_{ij}$  = Variable aleatoria del  $i$  – ésimo tratamiento don la  $j$  – ésima repetición

$i=1, 2, 3...t$  (tratamientos)

$j=1, 2, 3...r$  (repeticiones)

$\mu$  = Media general o efecto general que es común a cada unidad experimental

$\delta_i$  = Efecto del  $i$  – ésimo tratamiento

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Comportamiento Productivo Durante la Etapa de Iniciación

#### 4.1.1 Consumo de Materia Seca (CMS)

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede observar en el cuadro 4.1 que esta variable no presentó diferencia significativa ( $P>0.05$ ) al realizar el análisis estadístico, por lo que la dieta con los distintos niveles del complejo enzimático no tuvieron efecto en ninguno de los cuatro tratamientos.

**Cuadro 4.1.** Consumo de materia seca (g/ave) durante la etapa de iniciación (1-21 días).

Inclusión de la enzima (Kg/Ton)	CMS (g/ave)
0.0 (T1)	1258
0.5 (T2)	1214
1.0 (T3)	1250
1.5 (T4)	1247

Díaz (2010), evaluó el comportamiento productivo de pollos de engorda de la línea Ross Ross mediante un multi-enzimático adicionado en tres niveles en dietas a base de maíz y pasta de soya. En T1 se incluyó 0.0 Kg/Ton de enzima, en T2 1.5 Kg/Ton y en T3 2 Kg/Ton. El consumo de materia seca no presentó diferencia significativa ( $P>0.05$ ) en la etapa de iniciación en donde T1 fue 1310g/ave, T2 1298g/ave y T3 1311g/ave. Estos valores fueron semejantes a los obtenidos en nuestra investigación.

Yáñez (2003), realizó una investigación en pollos de engorda a través de dietas formuladas en base a aminoácidos totales (T1) y aminoácidos digestibles (T2) con la adición de un complejo enzimático en 0.143% a cada uno de los tratamientos para la etapa de iniciación. Al término de la etapa no se encontraron diferencia significativa ( $P>0.05$ ) para el consumo de alimento entre

T1 (1019 g) y T2 (1014 g). Estos resultados difieren con los obtenidos en este trabajo.

De igual manera, Espinoza (2006) evaluó el consumo de alimento en pollos de engorda, mediante un alimento comercial con 23% de PC y 3000 KcalEM/kg en iniciación y 20% de PC y 3100 KcalEM/kg de MS en finalización, suplementadas con una enzima (fitasa). Utilizó dos tratamientos en donde al T1 se le adiciono la enzima en 9 g por cada 100 kg del alimento comercial y a T2 en 0 g por cada 100 kg de alimento comercial. El autor no encontró diferencia significativa ( $P>0.05$ ) para el consumo de alimento durante la etapa de iniciación, obteniendo para T1:2520g y para T2:2480g. Estos valores fueron muy superiores al de nuestro trabajo debido a que el periodo de iniciación comprendió 28 días.

#### 4.1.2 Ganancia en Peso (GP)

Esta variable no fue afectada por los distintos niveles del complejo enzimático incluida en la dieta, ya que durante el análisis estadístico no mostró diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre los cuatro tratamientos (Cuadro 4.2).

**Cuadro 4.2.** Ganancia de peso (g/ave) durante la etapa de iniciación (1-21 días).

Inclusión de la enzima (Kg/Ton)	GP (g/ave)
0.0 (T1)	948
0.5 (T2)	956
1.0 (T3)	911
1.5 (T4)	974

Espinoza (2006), de igual manera evaluó la ganancia de peso en pollos mediante un alimento comercial con 23% de PC y 3000 KcalEM/kg en iniciación suplementadas con una enzima (fitasa). En el T1 fue adicionada la enzima en 9 g por cada 100 kg de alimento comercial y en T2 en 0 g por cada 100 kg de

alimento comercial. No se encontró diferencia significativa ( $P>0.05$ ) en la ganancia de peso entre ninguno de los tratamientos para esta etapa, obteniendo para T1 1400 g y para T2 1390 g valores muy similares. Estos datos fueron muy superiores a los presentes en nuestro trabajo, ya que la etapa de iniciación tuvo una duración de 28 días.

Sin embargo, Díaz (2010) evaluó el comportamiento productivo de pollos de engorda mediante un multi-enzimático en dietas a base de maíz y pasta de soya. En T1 se incluyó 0.0 Kg/Ton a la enzima, en T2 1.5 Kg/Ton y en T3 2 Kg/Ton. La GP en la etapa de iniciación tuvo diferencia significativa ( $P<0.05$ ) en el tratamiento tres en el que se obtuvo 920.56 g/ave, superior a los alcanzados en T1 (821.46 g/ave) y T2 (789.86 g/ave). Los datos de nuestra investigación fueron superiores a los obtenidos por Díaz (2010), exceptuando al T3 que fue el único valor muy cercano a los nuestros.

#### 4.1.3 Conversión Alimenticia (CA)

La conversión alimenticia no presentó diferencia significativa ( $P>0.05$ ) en ninguno de los cuatro tratamientos, por lo que no fue influenciado por los niveles en que fue incluido el complejo enzimático (Cuadro 4.3).

**Cuadro 4.3.** Conversión alimenticia durante la etapa iniciación (1-21 días).

Inclusión de la enzima (Kg/Ton)	CA (g alimento/g GP)
0.0 (T1)	1.33
0.5 (T2)	1.27
1.0 (T3)	1.37
1.5 (T4)	1.28

Espinoza (2006), evaluó la conversión alimenticia (CA) en pollos de engorda mediante un alimento comercial con 23% de PC y 3000 KcalEM/kg en iniciación, suplementadas con la enzima fitasa. Fueron utilizados dos

tratamientos en donde a T1 se le adicionaron 9 g de enzima por cada 100 kg de alimento comercial y en el T2 0 g por cada 100 kg de alimento comercial. El autor no encontró diferencia significativa ( $P>0.05$ ) en la conversión alimenticia durante la primera etapa obteniendo en T1 1.80 kg y en T2 1.78 kg. Estos valores fueron superiores a lo de nuestra investigación, debido a que la etapa de iniciación tuvo una duración de 28 días.

En el trabajo de Díaz (2010), para evaluar la CA en iniciación en pollos de engorda con un complejo adicionado en T1 en 0.0 Kg/Ton, en T2 1.5 Kg/Ton y en T3 2 Kg/Ton. No se encontró diferencia significativa ( $P>0.05$ ) para esta variable en donde T1 obtuvo 1.61 g/g, T2 1.64 g/g y T3 1.43 g/g. Estos valores no coinciden con los nuestros ya que obtuvimos una mejor conversión alimenticia para esta etapa.

De igual manera, Rebolé *et al.* (1999) evaluaron un complejo de enzimas que contenía beta-glucanasas, pectinasas y hemicelulasas a diferentes niveles de inclusión (0, 0.5, 1.0 y 2.0 kg/ton) en pollos de engorda con dietas a base de maíz + soya y ajonjolí sin procesar con 15% de inclusión, y no encontraron efecto en la adición ( $P>0.05$ ) entre tratamientos.

## **4.2 Comportamiento Productivo Durante la Etapa de Finalización**

### **4.2.1 Consumo de Materia Seca**

Como se puede observar en el cuadro 4.4, los cuatro niveles en que fue incluido el complejo enzimático en las dietas de cada uno de los tratamientos no repercutieron en la cantidad del alimento consumido, ya que durante el análisis estadístico no presentaron diferencia significativa ( $P>0.05$ ).

**Cuadro 4.4.** Consumo de materia seca durante la etapa de finalización (22-42 días).

Inclusión de la enzima (Kg/Ton)	CMS (g/ave)
0.0 (T1)	3728
0.5 (T2)	3592
1.0 (T3)	3800
1.5 (T4)	3542

Díaz (2010), evaluó el comportamiento productivo de pollos de engorda con dietas a base de maíz y pasta de soya adicionando un multienzimático en los tratamientos. En T1 se incluyó 0.0 Kg/Ton de la enzima, en T2 1.5 Kg/Ton y en T3 2 Kg/Ton. El consumo de materia seca no mostro diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre T1 con 2930 g/ave, T2 con 2908 g/ave y T3 con 2982 g/ave. Estos resultados son muy inferiores a los obtenidos por nuestra investigación.

De igual manera, Yáñez (2003) realizó una investigación en pollos de engorda a través de dietas formuladas a base de aminoácidos totales (T1) y aminoácidos digestibles (T2) con la adición de un complejo enzimático en 0.15% en T1 y T2 para la etapa de finalización, no se encontrando diferencia significativa ( $P>0.05$ ) en consumo de materia seca entre los dos tratamientos (T1:4028.86g vs T2:4162.33g).

#### **4.2.2 Ganancia de Peso**

La ganancia de peso en cada uno de los cuatro tratamientos no fue influenciada por el complejo enzimático en ninguna de sus cantidades en la que fue agregado a la dieta de los pollos (Cuadro 4.5), ya que no presento diferencia significativa ( $P>0.05$ ).

**Cuadro 4.5.** Ganancia de peso durante la etapa de finalización (22-42 días).

Inclusión de la enzima (Kg/Ton)	GP (g/ave)
0.0 (T1)	1874
0.5 (T2)	1780
1.0 (T3)	1772
1.5 (T4)	1869

Yáñez, (2003), realizó una investigación en pollos de engorda a través de dietas formuladas en base a aminoácidos totales (T1) y aminoácidos digestibles (T2) con la adición de un complejo enzimático en 0.15% en T1 y T2 para la etapa de finalización. Con los resultados obtenidos en T1:1907g y en T2:1959 g, la ganancia de peso mostró diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ), siendo mayor la ganancia en T2 para esta variable. Los resultados de Yáñez, (2003) fueron mayores a los obtenidos por nuestra investigación debido a que abarco un periodo del día 22 al 49.

Díaz (2010), evaluó la ganancia de peso en pollos de la línea Ross Ross mediante un multi-enzimático adicionado en T1 en 0.0 Kg/Ton, en T2 1.5 Kg/Ton y en T3 2 Kg/Ton. La GP en la etapa finalización no presento ninguna diferencia entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ), obteniendo en T1 1635.012g/ave, en T2 1590.940g/ave y en T3 1588.100g/ave. Los valores obtenidos en nuestra investigación fueron superiores a los obtenidos en el trabajo de Díaz, debiéndose tal vez al complejo enzimático empleado.

Santiago (2010), realizó un trabajo con pollos Ross mixtos de un día de edad, distribuyéndolos en 3 tratamientos. La dieta consistió a base de sorgo/maíz como fuentes de cereales y soya como fuente de proteína, además se redujeron en 3% los niveles de EM y aminoácidos digestibles y se adicionó una mezcla enzimática consistente en endo-1-4-beta-xylanasa, proteasa y alpha amilasa en 500g/ton de alimento: T1 dieta sorgo y maíz sin Avizyme, T2 dieta sorgo y maíz -3% de EM (150kcal/kg) y aminoácidos sin Avizyme, y T3 dieta sorgo y maíz -3% de EM (150 kcal/kg) y aminoácidos más la inclusión de

Avizyme. Los parámetros productivos fueron evaluados a los 42 días de edad, en donde el resultado obtenido para la ganancia de peso es superior ( $P < 0.01$ ) en el T3 (2.501a kg) con respecto al T2 (2.427c kg) y al T1 (2.464b kg).

#### 4.2.3 Conversión Alimenticia

Al igual que en la etapa anterior, esta variable no fue afectada por el complejo enzimático ya que no se mejoró la cantidad de alimento consumido con relación a la ganancia de peso obtenido (Cuadro 4.6), obteniéndose durante el análisis estadístico valores sin diferencia significativa ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 4.6.** Conversión alimenticia durante etapa finalización (22-42 días).

Inclusión de la enzima (Kg/Ton)	CA (g alimento/g GP)
0.0 (T1)	1.99
0.5 (T2)	2.04
1.0 (T3)	2.15
1.5 (T4)	1.90

Díaz (2010), evaluó el comportamiento productivo de pollos de engorda de la línea Ross Ross mediante un multi-enzimático adicionando tres niveles en dietas a base de maíz y pasta de soya: En T1 se incluyó 0.0 Kg/Ton, en T2 1.5 Kg/Ton y en T3 2 Kg/Ton. La conversión alimenticia (CA) no mostro diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) obteniendo resultados en T1 de 1.80g/g, en T2 de 1.83g/g y en T3 de 1.88g/g. Estos valores fueron iguales a los de la presente investigación.

Yáñez, (2003), de igual manera al trabajar con pollos de engorda a través de dietas formuladas a base de aminoácidos totales (T1) y aminoácidos digestibles (T2) con la adición de un complejo enzimático en 0.15% en T1 y T2 para la etapa de finalización, no encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre T1: 2.11g/g con respecto a T2: 2.12 g/g.

## 5. CONCLUSIÓN

En las condiciones en que fue realizada la investigación, con la metodología utilizada y análisis realizados para los datos de los animales en experimentación, se concluye lo siguiente.

Con los resultados obtenidos en el trabajo, las variables consumo de materia seca, ganancia de peso y conversión alimenticia de los pollos en su etapa de iniciación (1-21 días), no fueron mejoradas por el complejo enzimático adicionado en la dieta. Para la etapa de finalización (22-42 días), tampoco fueron mejoradas las características productivas de los pollos con los distintos niveles en que fueron empleadas a las enzimas en cada uno de los tratamientos.

Por lo anterior se rechaza H1 y se acepta H0, ya que la adición del complejo enzimático (xilanasas,  $\alpha$ -amilasa y proteasa) a las dietas en base a maíz y pasta de soya utilizados en esta investigación para la alimentación de los pollos de engorda de la línea Ross-Ross, y bajo las condiciones de la misma, no es conveniente además de que puede representar un costo extra para la producción.

Es por ello que se debe seguir con investigaciones para la determinación del mejor nivel a emplear de las enzimas en una dieta, ya que desde el punto de vista científico se presenta mejorías siempre y cuando estén presentes las condiciones y los sustratos necesarios.

## 6. LITERATURA CITADA

- Acuña, P., 2008. Avicultura. Nutrición. Insumos: Generando Ahorro. Consultado en [www.engormix.com](http://www.engormix.com).
- Ávila, G.E., 1990. Alimentación de las aves. Segunda edición. Editorial Trillas. México D.F. Pg. 9-34.
- Argüello Jorge Rubio, 2010. Modo de acción y beneficio económico en la utilización de fitasas y xilanasas en pollo de engorde. Consultado en [www.engormix.com](http://www.engormix.com)
- Chárraga A. Silvestre y Fernández Ph.D. Sergio, 2010. Uso de enzimas en producción avícola. DSM Nutritional Products México S.A de C.V. Pg. 1-2.
- Claridades Agropecuarias 1996. Abriendo surcos. En torno a la avicultura. Consultado en <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas.asp>
- Cobb-vantress, 2008. Guía de manejo del pollo de engorda. Consultado en [www.cobb-vantress.com/contactus/brochures/BroilerGuideSPAN.pdf](http://www.cobb-vantress.com/contactus/brochures/BroilerGuideSPAN.pdf) Pg. 49-50.
- Cortés Cuevas Arturo, Águila S. Rodolfo y Ávila G. Ernesto, 2002. La utilización de enzimas como aditivos en dietas para pollos de engorda. Veterinaria de México. Vol.33. Pg 1-9.
- Cortés Cuevas Arturo, González Ávila E., Salanova Soto M. y Ramírez Sánchez E., 1996. Evaluación del avizyme en dietas sorgo-soya para pollos de engorda. Consultado en [www.fao.org](http://www.fao.org)
- Cuca, G.M., E. Ávila G. y Arturo Pró M., 1996. Programa de alimentación de las aves. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Díaz, 2010. Evaluación de un complejo enzimático en el comportamiento productivo en pollos de engorda. Tesis Licenciatura UAAAN.
- DISEMINA, 2011. Crece la producción de carne en México. No. 46. Consultado en <http://www.siap.gob.mx>
- Espinoza, 2006. Efecto de la suplementación de la enzima (Fitasa) en la dieta para pollos de engorda sobre el comportamiento productivo. Tesis Licenciatura UAAAN.
- EFSA Journal, 2011. European Food Safety Authority (EFSA) SCIENTIFIC OPINION: Scientific Opinion on the safety and efficacy of Avizyme 1505 (endo-1,4-beta-xylanase, subtilisin and alpha-amylase) as feed additive for layinghens1. Consultado en [www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1949.htm](http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1949.htm)
- FAUANL, 1994. Paquete computacional de diseños experimentales. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Financiera Rural, 2009 a. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. Monografía pollo. Consultado en [www.financierarural.gob.mx](http://www.financierarural.gob.mx)
- Financiera Rural, 2009 b. Situación actual y perspectiva de la carne de pollo en México. Encontrado en [www.financierarural.gob.mx](http://www.financierarural.gob.mx) Pg.12-30
- García, E. 1987. Modificación al sistema de clasificación Climática de Köppen. 4ª edición. Sin editorial. México. Pg. 217.
- Gauthier Robert, 2010. Las enzimas en los alimentos para aves elaborados con maíz, sorgo y soya: La necesidad de usar proteasas. Consultado en [www.engormix.com](http://www.engormix.com)

- Gernat Ph. D. Abel, 2006. Avicultura. Consumo de Alimento de Pollo de Engorde de A a Z. consultado en [www.engormix.com](http://www.engormix.com)
- Graham H, Inburr J., 1997. Stability of enzymes during processing. Feed Mix. Pg.18-19.
- McDonald, RA Edward, JFD Grenhalgh, CA Morgan, 2006. Nutrición animal. Sexta edición. Editorial Acribia. Zaragoza (España).
- Méndez Domínguez Alma, Córtes Cuevas Arturo, Fuente Martínez Benjamín, López Coello Carlos, Ávila González Ernesto, 2009. Efecto de un complejo enzimático en dietas sorgo+soya sobre la digestibilidad ileal de aminoácidos, energía metabolizable y productividad en pollos. Técnica Pecuaria en México, Vol. 47, Núm. 1. Pg. 15-25.
- Nagashiro Ph.D. Carlos, 2008. Actualidad del uso de enzimas en la nutrición de aves. Consultado en [www.wpsa-aeca.es](http://www.wpsa-aeca.es) Pg. 2-3
- N.R.C. 1994. Nutrient requirements of Poultry. National Research Council. National Academy of sciences. Washinton, D.C. USA.
- Paredes Mazón Edison, 2008. Efecto de un complejo enzimático y restricción de energía y proteína en dietas con base en maíz y torta de soya en la producción de ponedoras semipesadas. Consultado en [www.engormix.com](http://www.engormix.com).
- Peña Montoya, 1998. Utilización de enzimas para incrementar la energía metabolizable y proteína digestible para pollos de engorda. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Portsmouth J., 1986. Avicultura práctica, Editorial Continental S. A. De C. V. México. Pp. 73
- Rebolé A, Rodriguez ML, Alzueta C Ortiz LT, Treviño J., 1999. A short note on effect of enzyme supplement on the nutritive value of broiler chick diets containing maize, soyabean meal and full-fat sunflower seed. Anim Fedd Sci Technol. VOL. 78.PG 153-158.
- Rebollar, Serrano M.E. 2002. Evaluación de indicadores productivos en pollos de engorda al incluir maíz y pasta de soya extrudidos y malta de cebada. Tesis Maestría. Universidad de Colima. Pg. 43
- Rojas Méndez Marcela Patricia, 2011. Uso estratégico de enzimas en nutrición animal. Consultado en: [www.amevea-ecuador.org/memorias2011/pdf](http://www.amevea-ecuador.org/memorias2011/pdf) Pg.1-3
- Ronchi Carlos y Ricardo Tepper, 2011. Avicultura. Nutrición. Utilización de Enzimas, Prebióticos y Probióticos en la Alimentación Animal. Consultado en <http://www.engormix.com>
- Santiago GR, Arce MJ, Remus J., 2010. Efecto de las enzimas xilanasas, proteasas y amilasas sobre los parámetros productivos de pollos de engorda, alimentados con dietas a base de sorgo y maíz. Consultado en <http://amena.mx>. Pg. 1-2.
- SENASICA, 2009 a. Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en Unidades de Producción de Pollo de Engorda. Encontrado en [www.senasica.gob.mx](http://www.senasica.gob.mx)
- SENASICA, 2009 b. Manual de Buenas Prácticas Pecuarias Producción de Huevo para Plato. Encontrado en [www.senasica.gob.mx](http://www.senasica.gob.mx)
- SIAP, 2010. Balanza agropecuaria y agroindustrial. Comparativo de Ene 2009 vs Ene 2010. Consultado en: [www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx). Pg. 3.

- SIAP, 2011. Avance comparativo nacional de la producción pecuaria. Consultado en: [www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx)
- SNIIM, 2012. Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados. Mercados nacionales pecuarios de Aves. Pollo entero. Consultado en: [www.economia-sniim.gob.mx](http://www.economia-sniim.gob.mx)
- Sturkie P.D. 1976. Avian Physiology. Editorial Springer Verlag, New York INC. USA.
- UNA, 2010. Unión Nacional de Avicultores. Consultado en [www.una.org.mx](http://www.una.org.mx)
- UNA, 2011. Unión Nacional de Avicultores. Consultado en [www.una.org.mx](http://www.una.org.mx)
- Yáñez, I.J.P.2003. Alimentación de pollos de engorda a base de dietas formuladas por aminoácidos totales y aminoácidos digestibles con la adición de un complejo enzimático. Tesis, Licenciatura UAAAN.
- Zanella I, Sakomura Nk, Silversides FG, Figueirido A, Pack M, 1999. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. Poultry Science. Vol. 78. Pg 561-568.

## 7. APÉNDICE

### ANÁLISIS DE VARIANZA

#### ETAPA INICIACIÓN

#### CONSUMO DE MATERIA SECA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	3308.000000	1102.666626	1.4325	0.303 (NS)
ERROR	8	6158.000000	769.750000		
TOTAL	11	9466.000000			

C.V.= 2.23%

#### CUADRO DE MEDIAS

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	MEDIA
1	3	1257.666626
2	3	1214.333374
3	3	1250.000000
4	3	1247.333374

NOTA: NO SE HACE LA COMPARACIÓN DE MEDIAS YA QUE NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE TRATAMIENTOS.

## ANALISIS DE VARIANZA

### ETAPA INICIACIÓN

#### GANANCIA DE PESO

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	6319.000000	2106.333252	0.8678	0.502 (NS)
ERROR	8	19417.000000	2427.125000		
TOTAL	11	25736.000000			

C.V.= 5.20 %

#### CUADRO DE MEDIAS

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	MEDIA
1	3	947.666687
2	3	956.000000
3	3	911.000000
4	3	974.000000

NOTA: NO SE HACE LA COMPARACIÓN DE MEDIAS YA QUE NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE TRATAMIENTOS.

## ANALISIS DE VARIANZA

### ETAPA INICIACIÓN

#### CONVERSIÓN ALIMENTICIA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	0.019760	0.006587	2.0318	0.188 (NS)
ERROR	8	0.025934	0.003242		
TOTAL	11	0.045694			

C.V.= 4.33 %

#### CUADRO DE MEDIAS

TRATATAMIENTO	REPETICIÓN	MEDIA
1	3	1.330000
2	3	1.273333
3	3	1.373333
4	3	1.280000

NOTA: NO SE HACE LA COMPARACIÓN DE MEDIAS YA QUE NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE TRATAMIENTOS.

## ANALISIS DE VARIANZA

### ETAPA FINALIZACIÓN

#### CONSUMO DE MATERIA SECA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	127920.000000	42640.000000	1.6060	0.263 (NS)
ERROR	8	212400.000000	26550.000000		
TOTAL	11	340320.000000			

C.V.= 4.45%

#### CUADRO DE MEDIAS

TRATATAMIENTO	REPETICIÓN	MEDIA
1	3	3727.666748
2	3	3592.333252
3	3	3800.000000
4	3	3541.666748

NOTA: NO SE HACE LA COMPARACIÓN DE MEDIAS YA QUE NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE TRATAMIENTOS.

## ANALISIS DE VARIANZA

### ETAPA FINALIZACIÓN

#### GANANCIA DE PESO

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	27596.000000	9198.666992	0.8553	0.504 (NS)
ERROR	8	86040.000000	10755.000000		
TOTAL	11	113636.000000			

C.V.= 5.69 %

#### CUADRO DE MEDIAS

TRATATAMIENTO	REPETICIÓN	MEDIA
1	3	1874.333374
2	3	1780.333374
3	3	1772.000000
4	3	1869.333374

NOTA: NO SE HACE LA COMPARACIÓN DE MEDIAS YA QUE NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE TRATAMIENTOS.

## ANALISIS DE VARIANZA

### ETAPA FINALIZACIÓN

#### CONVERSIÓN ALIMENTICIA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	0.097233	0.032411	1.5146	0.283 (NS)
ERROR	8	0.171196	0.021399		
TOTAL	11	0.268429			

C.V.= 7.25 %

#### TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	MEDIA
1	3	1.990000
2	3	2.036667
3	3	2.146667
4	3	1.896667

NOTA: NO SE HACE LA COMPARACIÓN DE MEDIAS YA QUE NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE TRATAMIENTOS.