

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL**



**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL POLLO DE  
ENGORDA UTILIZANDO ÁCIDOS FÚLVICOS**

Por

**RAYMUNDO POPOCATL PÉREZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO

OCTUBRE 2013

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

Evaluación del Comportamiento Productivo del Pollo de Engorda  
Utilizando Ácidos Fúlvicos

POR:

RAYMUNDO POPOCATL PÉREZ

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA POR:



Dr. José Eduardo García Martínez  
DIRECTOR

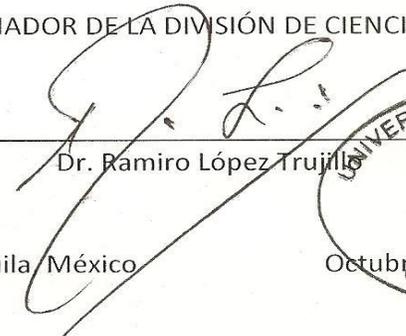


MC. Camelia Cruz Rodríguez  
CO- DIRECTOR



Rubén López Cervantes  
ASESOR

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



Dr. Ramiro López Trujillo

Buena Vista, Saltillo, Coahuila México



## AGRADECIMIENTOS

### A DIOS

*Gracias por haberme dado la vida y llenarme de grandes bendiciones durante todos los días de mi vida, por ayudarme a levantarme en mis fracasos y estar a mi lado cuando más lo he necesitado, por darme la fortuna de tener unos padres maravillosos y una gran familia.*

### *A mi Alma Terra Mater*

*Ala “Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro” por haberme brindado la oportunidad de prepararme profesionalmente. Inculcándome conocimientos necesarios, que serán la base de mi vida profesional.*

*Al Dr. José Eduardo García, por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo. Contando en todo momento con su apoyo y conocimientos, durante la investigación, por la paciencia, sugerencias, y el tiempo dedicado a la revisión del siguiente trabajo*

*A la M.C: Camelia Cruz Rodríguez, mis más sinceros agradecimientos ya que con su valiosa y desinteresada colaboración, su paciencia, orientación, me ha podido ayudar en el cumplimiento de mi objetivo.*

*Al Dr. Rubén López Cervantes, gracias por la disposición y el tiempo invertido en la revisión de este trabajo.*

### *A mis maestros:*

*Que a lo largo de mi carrera me proporcionaron una parte de su sabiduría y que de una forma u otra han contribuido en mi formación profesional.*

## DEDICATORIAS

### *A MIS PADRES*

*Alfonso Popocatl Valdez*

*Flor Pérez Bautista*

*Por darme el valioso tesoro de la vida y que en todo momento me han apoyado con lo económico, así con sus sabios consejos, valores, confianza, principios inculcados en mí y por enseñarme que en esta vida todo es difícil, pero jamás imposible, y que si se puede. Gracias viejos, siempre estarán en mi corazón, gracias a ustedes soy la razón de ser.*

*A mis HERMANOS Alfonso Popocatl, Anayely Mendieta, Estefanía Popocatl, Gracias por su apoyo brindado, su cariño y amor, aunque estuvieron lejos todo este tiempo jamás deje de pensar en ustedes. ¡Gracias! Que Dios los bendiga...*

*A mis SOBRINOS Monserrat, Gael Alfonso. Ya que son como unos hijos para mí, y fomentaron mi inspiración para seguir adelante. Los AMO hijos.*

*A mi novia MIRANDA, Por su comprensión y apoyo incondicional, por todo el tiempo que me dedico para apoyarme durante toda esta etapa de mi vida y por animarme a seguir adelante.*

## Manifiesto De Honestidad Académica

El suscrito, Raymundo Popocatl Pérez, estudiante de la carrera de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, con matrícula 293946 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 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 tanto eximo de toda responsabilidad al respecto es únicamente por parte mía.

ATENTAMENTE



---

Raymundo Popocatl Pérez  
Tesisista de licenciatura de la UAAAN

## RESUMEN

Con el objetivo de determinar el comportamiento productivo de pollos de engorda, de la línea Ross-Ross, mediante el uso de ácidos fúlvicos en agua de bebida, en el *Campus* sede de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, se inició el 22 de Agosto del 2012 y terminó el 03 de Octubre del mismo año un experimento con 180 pollos sin sexar. Al agua de bebida se le adicionaron 0, 2, 4 y 6 ppm de un ácido fúlvico extraído de leonardita (mineral fósil del carbono). La investigación fue dividida en dos etapas: iniciación (11- 25 días) y finalización de (26-43) días. El experimento, fue distribuido de acuerdo al Diseño Completamente al Azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones cada uno; se usaron 15 pollos por repetición. El alimento fue elaborado a base de maíz y pasta de soya que posteriormente se ofreció a libre acceso. Las variables medidas fueron: consumo de alimento en base seca (CMS), ganancia de peso (GP) conversión alimenticia (CA) y consumo de agua. En la etapa de iniciación, se encontró ganancia de peso y conversión alimenticia, las que marcan una diferencia significativa; además, en la etapa de finalización aumentó el consumo de agua. En estas variables medidas, sobresalió la dosis de 2 ppm de los ácidos fúlvicos, en las dos etapas del experimento. También, se mejoró la eficiencia en el ciclo completo, al ganar peso el pollo con dicho tratamiento; sin embargo, para el resto de las variables no se encontró diferencia alguna. Se concluye que la adición de ácidos fúlvicos en el agua de bebida mejora, la eficiencia productiva en la etapa de iniciación, al tener una mayor ganancia de peso y mejorar la conversión alimenticia.

**Palabras clave:** *pollo, engorda, ácidos fúlvicos, comportamiento.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIAS.....	iv
MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADEMICA ..	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
RESUMEN.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVO.....	2
1.2 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Situación Mundial de Producción de Carne de Pollo.....	3
2.2. Situación de la Avicultura en México.....	4
2.3. Producción de Carne de Pollo en México.....	5
2.4. Principales Estados Productores de Pollo de Engorda.....	6
2.5. Consumo Per-Cápita de Carne de Pollo.....	7
2.6. Importaciones y Exportaciones de Pollo En México.....	8
2.7. Alimentación y Nutrición en los Pollos de Engorda.....	9
2.8. Requerimientos Nutricionales.....	11
2.8.1. Carbohidratos.....	11
2.8.2. Lípidos.....	12
2.8.3. Proteínas.....	12
2.8.4. Vitaminas.....	14
2.8.5. Minerales.....	14
2.8.6. Agua.....	15
2.9. Consumo de Agua en la Alimentación del Pollo de Engorda.....	15
2.10. Avances en la Avicultura.....	16

2.11.	Origen y Antecedentes de los Ácidos Fúlvicos.....	18
2.12.	Contenido Nutricional de los Ácidos Fúlvicos.....	20
2.13.	Usos Industriales de los Ácidos Fúlvicos.....	20
2.14.	Usos en Agricultura de los Ácidos Fúlvicos.....	21
2.15.	Uso en Humanos de los Ácidos Fúlvicos .....	22
2.16.	Uso en la Alimentación de Animales con Ácidos Fúlvicos.....	24
3.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	25
3.1.	Ubicación del Área de Estudio.....	25
3.2.	Metodología .....	25
3.2.1.	Etapa de Iniciación.....	29
3.2.1.1.	Consumo de Alimento.....	29
3.2.1.2.	Ganancia de Peso .....	30
3.2.1.3.	Conversión Alimenticia.....	30
3.2.1.4.	Consumo de Agua .....	30
3.2.2.	Etapa de Finalización .....	31
3.3.	Análisis Estadístico .....	32
4.	RESULTADOS .....	33
4.1.	Comportamiento Productivo Durante la Etapa de Iniciación.....	33
4.2.	Comportamiento Productivo Durante la Etapa de Finalización.....	34
4.3.	Comportamiento Productivo Durante la Etapa Completa .....	35
5.	DISCUSIÓN .....	37
6.	CONCLUSIONES.....	42
7.	LITERATURA CITADA.....	43
8.	APÉNDICE .....	46

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>PAG</b>
<b>2.7</b>	Fases de alimentación recomendadas por el NRC (1994).	<b>10</b>
<b>2.8</b>	Requerimientos nutricionales para el pollo de engorda.	<b>13</b>
<b>2.9</b>	Relación entre la temperatura ambiental y la tasa de consumo entre agua y alimento.	<b>16</b>
<b>2.10</b>	Principales avances tecnológicos en la avicultura.	<b>17</b>
<b>2.12</b>	Composición elemental de los ácidos fúlvicos.	<b>20</b>
<b>3.1</b>	Composición de la dieta formulada en etapa de iniciación.	<b>27</b>
<b>3.2</b>	Composición de la dieta formulada en etapa de finalización.	<b>27</b>
<b>4.1</b>	Comportamiento productivo de pollos Ross – Ross, suplementados con diferentes niveles de ácidos fúlvicos en el agua, durante la etapa de iniciación (11-25 días).	<b>33</b>
<b>4.2</b>	Comportamiento productivo de pollos Ross – Ross, suplementados con diferentes niveles de ácidos fúlvicos en el agua, durante la etapa de iniciación (26-43 días)	<b>35</b>
<b>4.3</b>	Comportamiento productivo de pollos Ross – Ross, suplementados con diferentes niveles de ácidos fúlvicos en el agua, durante la etapa de completa (11 - 43 días).	<b>36</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>PAG</b>
<b>2.1</b>	Principales productores a nivel mundial Productores de pollo	<b>3</b>
<b>2.3</b>	Producción de pollo	<b>5</b>
<b>2.4</b>	Estados productores de pollo	<b>6</b>
<b>2.5</b>	Consumo per cápita de pollo	<b>7</b>
<b>2.11</b>	Clasificación de la materia orgánica en el suelo	<b>19</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

La industria avícola se ha vuelto cada vez más competitiva al grado de desplazar a la carne de cerdo y bovino, actualmente la carne de pollo es la de mayor preferencia y consumo por la población. El consumo de carne de pollo en México se ha distinguido por la capacidad de compra del consumidor para obtener cantidad y calidad de proteína de menor costo. Sin embargo en los últimos años la avicultura productora de carne en México, enfrente cambios significativos. La cría y engorda de pollo es una actividad de suma importancia para la sociedad, ya que cubre una de las principales fuentes de carne y abastece en el consumo humano y de vital interés para México, el pollo de engorda es una de las especies que más ha tenido avances científicos y tecnológicas por lo cual se busca mejorar.

La carne del pollo de engorda es económica y en los últimos años se ha notado una gran demanda y por lo tanto también el consumo de insumos y alimentos utilizados para la alimentación del pollo ha tenido un impacto negativo de los altos precios de los granos, provocados por una sequía fuera de lo normal en México y una fuerte demanda internacional de granos durante la última mitad del 2011. Que en los últimos tiempos se ha incrementado el precio, lo que promueve a que esta fuente de proteína como la carne pollo, se dificulte para el consumo humano. Por ello se buscan nuevas alternativas con respecto a la nutrición del pollo de engorda, de tal manera que la alimentación es un punto muy importante además que representa un 75 a 80 por ciento de los costos totales de producción. Es por eso que surge la idea del evaluar el uso de ácidos fúlvicos adicionados al agua de bebida y que puede ser una nueva alternativa de innovar la alimentación para reducir los costos de producción del pollo.

El consumidor cada vez se ha hecho más selectivo en las fuentes de alimento y buscan evitar el desarrollo de enfermedades como: obesidad diabetes, enfermedades cardiacas.

Por tanto los ácidos fúlvicos tienen la cualidad de quelación de minerales como el fosforo que es útil en la fabricación de ATP y al usar promotores de crecimiento sintéticos la carne de pollo seguirá siendo mejor sin riesgos de ser residual para el consumo de humano y se reducirá los costos de producción.

### **1.1 OBJETIVO:**

Determinar el comportamiento productivo de pollos de engorda de la línea Ross- Ross, mediante el uso de ácidos fúlvicos en el agua de bebida.

### **1.2 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN:**

**H1:** Los ácidos fúlvicos adicionados en el agua de bebida, incrementan la productividad del pollo de engorda en, cuatro variables: consumo de alimento (CMS), ganancia de peso (GP) conversión alimenticia (CA) y consumo de agua. (C Agua).

**H0:** Los ácidos fúlvicos adicionados en el agua de bebida, no incrementan la productividad del pollo de engorda en, cuatro variables: Consumo de alimento (CMS), ganancia de peso (GP) conversión alimenticia (CA) y consumo de agua (C Agua).

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Situación Mundial de Producción de Carne de Pollo

La industria avícola del mundo es una actividad que sigue un ritmo expansivo introduciendo nuevos cambios modernos que la hacen más productiva, eficiente y con mejores márgenes de rentabilidad. Desde hace años ha alcanzado grandes avances a la investigación, para el mejoramiento genético y nutricional, optimizando el manejo intensivo en las granjas avícolas, con el propósito de resolver el problema del hambre, con proteína animal, en este caso el pollo de engorda.

A nivel mundial, se producen 86.1 millones de toneladas de carne de pollo, las cuales están distribuidas en 204 países, según estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO, 2010).

Los principales productores de pollo son los países en desarrollo y los que registran mayor población, como los Estados Unidos, al generar 19.7% de la producción mundial. Otros países sobresalientes fueron China, Brasil, México y Rusia con participaciones de 13.8%, 12.4%, 3.1% y 2.9%, respectivamente.

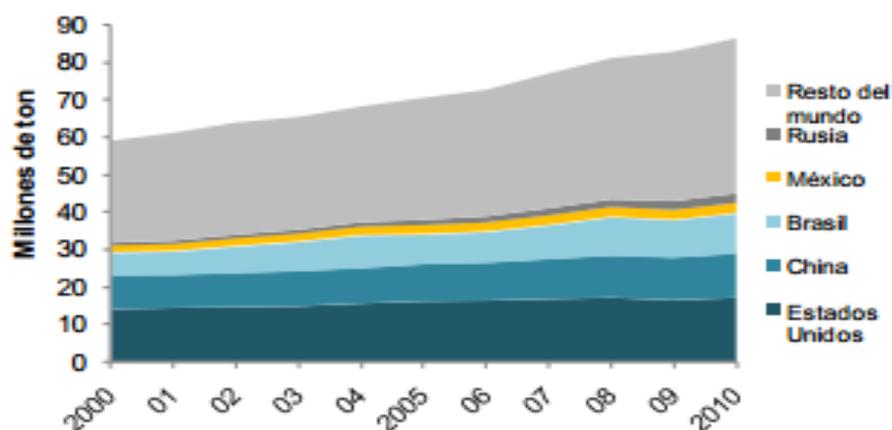


Figura. 2.1 Principales productores a nivel mundial Productores de pollo (Financiera rural, 2012 a).

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

La producción de carne de pollo en México ha mantenido una tendencia de crecimiento, influenciada por una fuerte demanda de carnes blancas, como lo es el pollo, así como su precio tan competitivo en comparación con otros cárnicos y además por ser un producto accesible para la sociedad de cualquier estatus social. Pero también hay que señalar que la industria avícola se encuentra ante un gran reto de la integración industrial y comercial para competir, no solo ante los tratados que México ha suscrito con diversas nacionalidades y regiones del mundo, sino también en la búsqueda de un mercado cada vez más global que demanda productos de más calidad a menor precio (UNA, 2013).

La Unión Nacional de Avicultores (UNA) menciona que los factores que enriquecen la demanda del consumo de carne de pollo, es que esta permite diversas formas de preparación e incremento en restaurantes de comida rápida., existe la tendencia de consumo de carnes con bajo contenido de grasa.

El sector avícola mexicano participa con el 63% de la producción pecuaria; 34.6% aporta la producción de pollo, 27.9% la producción de huevo y 0.10% la producción de pavo. En 2012 la avicultura aportó el 0.77% en el PIB total, el 19.7 en el PIB agropecuario y el 40.9 % en el PIB pecuario (UNA, 2013).

De acuerdo con (Financiera Rural, 2012) el 31% del pollo en México se comercializa vivo, 24% rostizado, 20% en el mercado público, 15% en el supermercado, 7% en piezas y 3% en productos de valor agregado. La producción de pollo es una importante fuente de empleos en nuestro país, se estima que en el 2010 dicho sector generó 691,800 empleos. En 2012 la avicultura generó 1, 167,000 empleos. Para el 2013, se proyecta que la avicultura generara 1, 188,000. Cabe señalar que el 60 % de los empleos se generan en el sector avícola de pollo, huevo con 38%, y pavo con 2 % (UNA, 2013).

### 2.3. Producción de Carne de Pollo en México.

De acuerdo con los datos registrados por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), hasta 2010 la producción de carne de pollo nacional en México fue de 2, 681,116. En comparación para el 2011 fue de 2, 769, 552 Ton. Represento un aumento de 88,436 Ton, es decir un incremento del 3.3 % entre estos dos años (SIAP, 2011).

Para el 2012 se produjeron 3.002 millones de toneladas de carne de pollo, muy por encima de los demás cárnicos (UNA, 2013).

En México los últimos 17 años la producción de pollo en pie se incrementó 44.6%, al pasar de 2.3 a 3.4 millones de toneladas, quiere decir una tasa media anual de crecimiento (TMAC) de 4.6% (Figura 2.3).

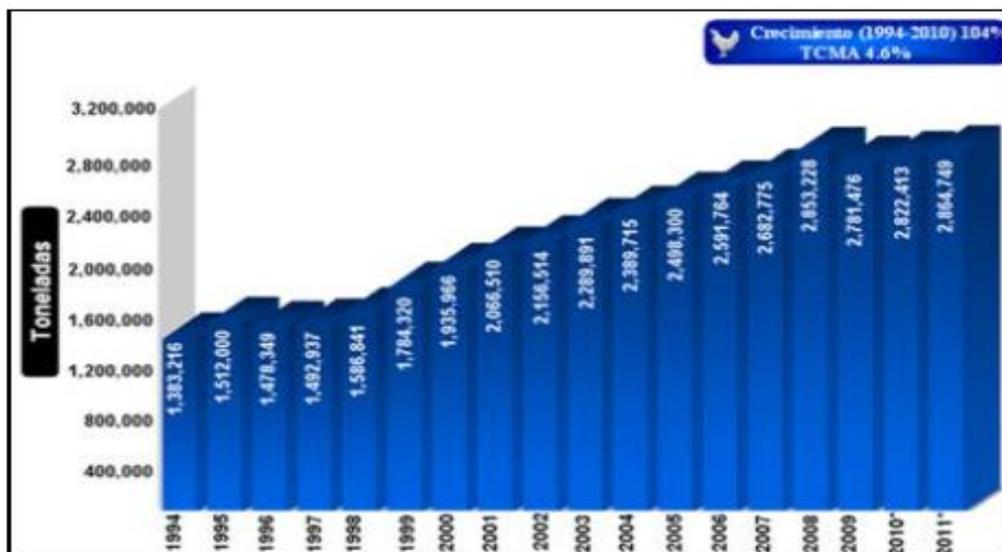


Figura. 2.3 Producción de pollo 1994-2011, Ton, (UNA, 2011).

Por lo que respecta al precio factor que fomenta el consumo de carne de pollo en nuestro país es el precio, el cual es considerablemente menor al de la carne de cerdo y res. Sin embargo de acuerdo con el SNIIM reporta un alza anual del pollo que supera en más de 11 veces la inflación general de 4.63 por ciento y en 7.24 veces la de 8.77 por ciento correspondiente a los alimentos desde junio de 2012 hasta mayo de 2013, último mes reportado hasta ahora por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

La carne de esta ave, que resulta la más consumida entre los mexicanos por ser más barata que las de cerdo y res, se comercializó al mayoreo en centrales de abasto a 37.19 pesos por kilo en su presentación de pollo entero, pero la pierna y muslo llegó a 37.33 pesos y la pechuga a 58.84 pesos. Al menudeo, el kilo de pollo entero alcanza precios actualmente de 29 a 49 pesos en supermercados, mercados y pollerías, según datos de la Procuraduría Federal del Consumidor (Profeco).

#### 2.4. Principales Estados Productores de Pollo de Engorda

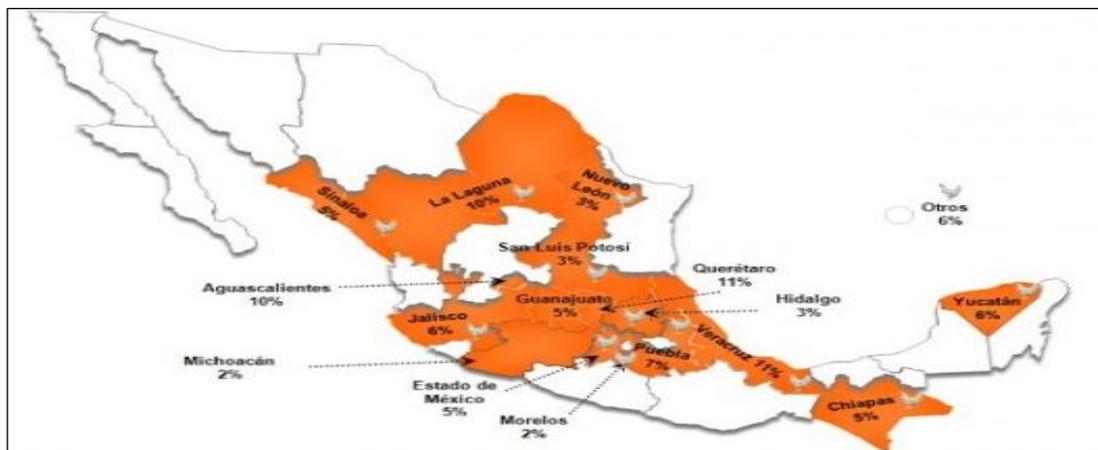


Figura. 2.4 Estados productores de pollo (UNA, 2013).

Durante el 2012, (Figura 2.4) el 94% de la producción de carne de pollo en México se concentró en los estados de Veracruz, Guerrero, Aguas calientes,

Nuevo León, Puebla, Chiapas, San Luis Potosí, Michoacán, Yucatán, Estado de México, Sinaloa, Guanajuato y Morelos. Principalmente la región lagunera (UNA, 2013).

## 2.5. Consumo *Per-Cápita* de Carne de Pollo

En la alimentación del mexicano, el sector avícola desempeña un papel muy importante, ya que 6 de cada 10 personas incluyen en su dieta productos avícolas (huevo y pollo), esto se debe en parte, a que los precios de huevo y pollo se han reducido en términos reales en la última década, y también a que ambos son alimentos nutritivos y versátiles en su alimentación.

El consumo *per-cápita* de carne de pollo en el país se ha incrementado a un ritmo anual de 3.5 %, entre 1999 y 2009, para ubicarse en 7,067 Ton. Con respecto al consumo *per-cápita* de pollo ha aumentado (gráfica 2.4) 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).

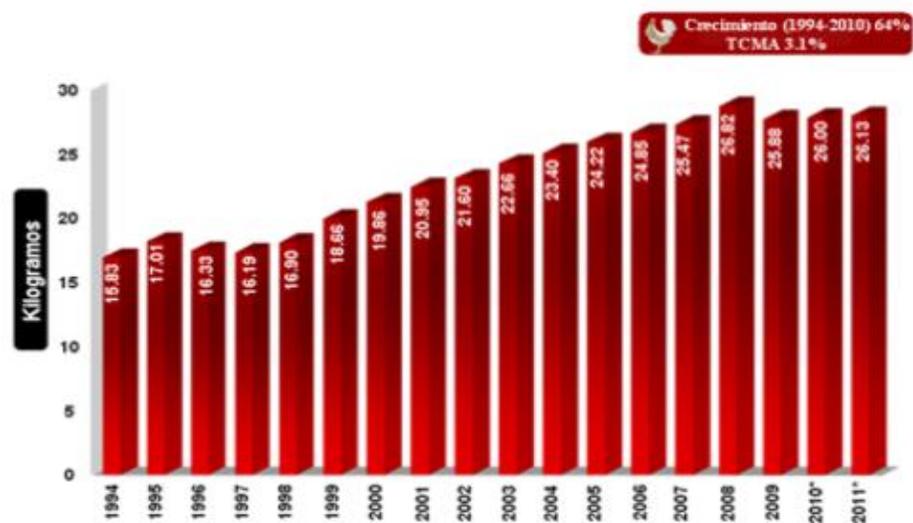


Figura. 2.5 Consumo *per cápita* de pollo 1994- 2011 (UNA 2010)

## **2.6. Importaciones y Exportaciones de Pollo En México**

En México para garantizar el comercio exterior es necesario contar con la infraestructura, tecnología y personal capacitado para realizar un manejo higiénico y sanitario de la carne, para ello se requiere de un sistema tipo TIF (Tipo Inspección Federal) sinónimo de alimento higiénico, sano, inspeccionado y aprobado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Ya que es una obligación para abrir las puertas a los mercados externos (DISEMIA, 2011).

Las exportaciones de pollo en pie son precisamente inexistentes y la demanda nacional se abastece por medio de las importaciones. Cabe señalar que en los últimos tres años las exportaciones de carne de pollo se han aumentado fuertemente, pero continúan siendo escasas en comparación con la carne importada (Financiera Rural, 2012).

Para el 2010 se enviaron al exterior 10,626 toneladas de carne de pollo con un valor poco más de 10 millones de dólares, de las cuales 71.2 % correspondió a trozos y despojos congelados, 28.1 % a pollo entero congelado y el 0.6% a trozos y despojos frescos o refrigerados. Exportándose principalmente a Hong Kong, el Congo y Vietnam con (37.8%), (25.5%) y (23.9%) respectivamente (Financiera rural, 2012).

La industria avícola, en su conjunto, ha realizado estrategias para poder exportar productos de calidad y aun precio competitivo. En la última década las exportaciones han presentado un incremento significativo, siguiendo la tendencia de producción y la consolidación del mercado. Del año 2010 al 2011 las exportaciones aumentaron en 22% significa que pasaron de 22,443 toneladas a 27,336 toneladas (UNA, 2013).

En cuanto a las importaciones de pollo en el país muestra que el periodo 2000 -2010, se importó un volumen promedio de 139, 000 toneladas, con un valor de 105 millones de dólares, de la cuales 87 % provienen de Estados

unidos y 13 % de Chile. Que presentaron una TMAC de 8.4%. Esto correspondió un 63.0% trozos y despojos frescos o refrigerados y 36.6% trozos o despojos congelados. Para el 2012 se adquirieron 535,822 toneladas, con valor de 475 millones de dólares (Financiera rural 2012).

## **2.7. Alimentación y Nutrición en los Pollos de Engorda**

Uno de los puntos importantes dentro del proceso del pollo es la alimentación, que tiene como finalidad suministrar los nutrientes necesarios para cada una de las fases de producción dependiendo su edad y exigencias cubriendo cada una de las necesidades de salud, bienestar y productividad (SENASICA, 2009 a). Para que el alimento cumpla con un rendimiento óptimo, es necesario formular raciones alimenticias que proporcionen a las aves un equilibrio correcto de energía, proteína, aminoácidos, minerales, vitaminas y ácidos grasos esenciales, según cual sea el objetivo de producción, por ejemplo para elevar la rentabilidad máxima de las aves o ganar un rendimiento de los componentes de la canal (Aviagen, 2010). No obstante hay que tener en consideración que el 70 % de los costos totales de producción señalan a la alimentación, por ende es un factor primordial a considerar (Ávila, 1990).

Por ello las dietas de las aves se deben formular con el fin de aportar la energía y los nutrimentos necesarios que participen en armonía para el buen desarrollo del esqueleto y desarrollo muscular (Cobb- vantress, 2008).

La nutrición comprende la obtención, ingestión, digestión y absorción de los elementos químicos que sirven de alimento. Esto incluye el transporte de estos elementos a todas las células del organismo animal en las formas fisicoquímicas más adecuadas para su asimilación empleado por las células.

En la actualidad la industria avícola se ejecuta de manera intensiva, y por ello es necesario poner mucha atención a las necesidades nutricionales. Para esto se desarrolla un programa de alimentación que generalmente se estructura

por dos fases (iniciación y finalización) o bien tres fases de alimentación (iniciación, engorda y finalización) en donde cada una de estas fases demanda una cierta cantidad de nutrientes (Rebollar, 2002). En cuanto al NRC (1994), recomendación de tres fases de alimentación (Cuadro 2.7).

Cuadro 2.7. Fases de alimentación recomendadas por el NRC (1994).

<b>Edad en semanas</b>	<b>Fases</b>
0 a 3	Iniciación
3 a 6	Engorda
6 al mercado	Finalización

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.

Por otro lado, se recomienda además de una alimentación completa y balanceada, no omitir puntos como la calidad de la genética de las aves, el manejo al cual son sometidas, hábitos alimenticios, sanidad, y la calidad con la que cuentan los ingredientes utilizados, ya que de ellos depende la manifestación de las características productivas (Cuca *et al.*, 1996).

Además es importante que los ingredientes utilizados en la elaboración de los alimentos para el pollo de engorda sean frescos y de alta calidad. Cuando se utilizan ingredientes de mala calidad, todos los nutrientes no utilizables deben ser catabolizados y excretados por las aves, gastando energía y creando estrés metabólico (Aviagen, 2009).

El contenido nutricional de los ingredientes varía dependiendo de su fuente de origen, (clima, época del año, y los métodos de procesamiento de la ración (Aviagen, 2009).

## **2.8. Requerimientos Nutricionales**

El objetivo principal de los nutrientes en los pollos de engorda es de alcanzar el mayor peso posible con menor tiempo invertido (Cuca *et al.*, 1996). Por ello la exigencia de obtener los nutrientes necesarios para su propósito de producción, ya que con la carencia de alguno de ellos, muchos de los procesos que ocurren en el organismo se verían perjudicados. Estos nutrientes pueden derivarse en seis categorías, de acuerdo a su función y naturaleza química: carbohidratos, lípidos, proteínas, vitaminas, minerales y agua (Ávila, 1990).

### **2.8.1. Carbohidratos**

Los carbohidratos contenidos en la dieta del pollo tienen como función principal proporcionar energía al ave. En lo que se refiere a la producción de carne son como un factor básico para el logro de la eficiencia en la producción de carne. La energía de la dieta se encuentra en tres clases de nutrientes: carbohidratos, proteínas y grasas.

Granos como el maíz, sorgo y trigo son fuentes importantes de carbohidratos ya que contiene nutrientes como 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, sintetizar compuestos como hormonas, enzimas, proteínas sanguíneas y anticuerpos (Ávila, 1990).

Generalmente la energía metabolizable (EM) es la medida ideal para formular raciones alimenticias y expresar los requerimientos nutritivos para las aves, y esta se define como la cantidad total de energía del alimento consumido menos la cantidad de energía excretada (Cobb- vantress, 2008).

### **2.8.2. Lípidos**

Las grasas son la fuente más importante de energía en las dietas actuales de las aves debido a su alto contenido de energía en comparación con otros nutrientes a diferencia de los carbohidratos contienen 2.25 veces más. La grasa constituye el 17 % del peso seco de pollo al mercadeo. Las grasas en los ingredientes son indispensables para la absorción de vitaminas A, D, E y K, y además son una fuente de ácidos grasos esenciales. Para muchos productores de alimentos comerciales, la grasa animal o grasa amarilla sería la fuente de grasa para suplementar (Salinas *et al*, 2001).

### **2.8.3. Proteínas**

Las proteínas son indispensables para la formación del tejido muscular y mantenimiento del cuerpo. Estas funciones se llevan mediante la combinación de los aminoácidos para la formación de proteínas (Cuca *et al.*, 1996).

Las proteínas se identifican por formar parte de todas las células vivas y de participar en todas las reacciones químicas vitales del metabolismo animal. Se encuentran estructurados por veintidós aminoácidos que forman los diferentes tipos de proteína en las canales de las aves (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 pueden causar disminuciones en el alimento y pérdidas en la eficiencia de la conversión alimenticia.

Las necesidades de proteína son uno de los factores más importantes que se consideran al formular cualquier alimento, para establecerla es necesario que se especifique el nivel energético ya que resulta indispensable para mantener la proporción adecuada de proteína – energía en las dietas para las aves. La relación fisiológica entre los niveles de energía y proteína también se hace extensiva a los niveles de aminoácidos esenciales en los pollos de engorda de cero a ocho semanas de edad (Cuadro 2.8).

Cuadro 2.8 Requerimientos nutricionales para el pollo de engorda.

Nutrientes	Unidades	EDAD EN SEMANAS		
		0 a 3	3 a 6	6 a 8
<b>Energía (EM)</b>	Kcal/Kg	3200.00	3200.00	3200.00
<b>Proteínas</b>	%	23.00	20.00	18.0
<b>Arginina</b>	%	1.25	1.10	1.00
<b>Glicina + Cerina</b>	%	1.25	1.14	0.97
<b>Histidina</b>	%	0.35	0.32	0.27
<b>Isoleucina</b>	%	0.80	0.73	0.62
<b>Leucina</b>	%	1.20	1.09	0.93
<b>Lisina</b>	%	1.10	1.00	0.85
<b>Metionina + cistina</b>	%	0.90	0.72	0.60
<b>Metionina</b>	%	0.50	0.38	0.32
<b>Fenilalina + Tirosina</b>	%	1.34	1.22	1.04
<b>Fenilalina</b>	%	0.72	0.65	0.56
<b>Treonina</b>	%	0.80	0.74	0.68
<b>Triptófano</b>	%	0.20	0.18	0.16
<b>Valina</b>	%	0.90	0.82	0.70
<b>Ac. Linoleico</b>	%	1.00	1.00	1.00
<b>Calcio</b>	%	1.00	0.90	0.80
<b>Fosforo disponible</b>	%	0.45	0.35	0.30
<b>Potasio</b>	%	0.30	0.30	0.30
<b>Magnesio</b>	mg	600.00	600.00	600.00
<b>Zinc</b>	mg	40.00	40.00	40.00
<b>Manganeso</b>	mg	60.00	60.00	60.00
<b>Yodo</b>	mg	0.35	0.35	0.35
<b>Vitamina A</b>	UI	1500.00	1500.00	1500.00
<b>Vitamina D</b>	UIP	200.00	200.00	200.00
<b>Vitamina E</b>	UI	10.00	10.00	10.00
<b>Vitamina K</b>	mg	0.50	0.50	0.50
<b>Riboflavina</b>	mg	3.60	3.60	3.00
<b>Ac. Pantotenico</b>	mg	10.00	10.00	10.00
<b>Niacina</b>	mg	30.00	30.00	25.00
<b>Vitamina B12</b>	mg	0.01	0.01	0.007
<b>Colina</b>	mg	1300.00	1300.00	1300.00
<b>Biotina</b>	mg	0.15	0.15	0.12
<b>Folacina</b>	mg	0.55	0.55	0.50
<b>Tiamina</b>	mg	1.80	1.80	1.80
<b>Piridoxina</b>	mg	3.50	3.50	3.00

(NRC, 1994)

#### **2.8.4. Vitaminas**

Habitualmente las vitaminas son suplementadas en la alimentación de las aves; ya que son básicas e indispensables para el desarrollo y para que el cuerpo funcione perfectamente. Las funciones de las vitaminas son: mantenimiento del cuerpo, crecimiento, engorda, reproducción, producción de huevo y procesos metabólicos tales como digestión, absorción y excreción. Cuando se requiere alguna vitamina se produce una deficiencia característica (Ávila, 1990).

Las vitaminas más demandadas son las del complejo B (B1, B2, B6 Y B12) y las liposolubles A, D, E y K (Mc Donald *et al.*, 2006).

Existen diferencias funcionales entre los dos grupos. Las vitaminas liposolubles contribuyen en la formación de tejidos y grupos celulares. Las vitaminas del complejo B funcionan como componentes de enzimas celulares necesarios para realizar las funciones (Jeroch y Flachowsk, 1978).

#### **2.8.5. Minerales**

Los minerales son indispensables para el animal, y deben de estar presentes en la cantidad debida, una deficiencia o una alta cantidad de este pueden causar reacciones fatales para el organismo. Los minerales se encuentran en todos los tejidos del organismo en cantidades muy distintas en cada tejido según sea su función. El organismo animal requiere de doce a quince minerales, la materia orgánica de estos se encuentra principalmente en forma de fosfatos, carbonatos, cloruros, nitratos, yoduros o silicatos de sodio, potasio, calcio magnesio, hierro, cobre, manganeso y zinc. La deficiencia de cualquiera de los minerales produce debilidad en la extremidades y deficiencia en el desarrollo de los huesos (Heuser, 1963).

### **2.8.6. Agua**

El agua es indispensable para el ave, esta permite que desarrolle sus funciones normales, es importante en la absorción de nutrientes, ayuda a eliminar productos de desecho, controla la temperatura corporal y ablanda los alimentos para la digestión. Esta se obtiene a través del agua que se bebe, la que contiene el alimento y de la que se dispone por medio de procesos metabólicos (Ávila, 1990).

### **2.9. Consumo de Agua en la Alimentación del Pollo de Engorda**

El agua es un ingrediente esencial para la vida y representa el 58 % al 68 % del peso corporal de las aves adultas y el 85 % en los pollitos (Penz 2011). Además estimula el desarrollo y ayuda a conservar la salud, las aves necesitan agua limpia y fresca durante todo el periodo de producción, ya que ablanda los alimentos y ayuda en su digestión y asimilación, además es importante en el mantenimiento de la temperatura corporal y la eliminación de residuos corporales (Chain, 2012).

Cualquier restricción en la ingesta de agua o la contaminación de la misma afectara el crecimiento y el rendimiento de las aves. Se encuentran muchos factores predisponentes que afectan el consumo de agua, incluyendo la edad, sexo, temperatura medioambiental, temperatura del agua, humedad relativa, composición de la dieta, tasa de ganancia de peso y tipo de sistema de bebidas, para asegurar un rendimiento adecuado se debe supervisar la calidad física y bacteriana del agua llevando las medidas correctas (Aviagen, 2008).

El consumo de agua bebida debe de ser de aproximadamente de 1,8 a 2 veces más que el consumo de alimento. Cuando la temperatura alcanza los 21°C, de temperatura ambiental por cada grado centígrado más se aumentara la proporción del consumo de agua del ave en un 6 a 7% por encima, mientras el consumo de alimento disminuye un 1,23% por cada grado extra de

temperatura entre sobre los 20°C (Cuadro 2.9) (Aviagen, 2008) y (Cobb-Vantress, 2008).

Cuadro 2.9 Relación entre la temperatura ambiental y la tasa de consumo entre agua y alimento

Temperatura °C/°F	Tasa agua: Alimento
4°C/ 39 °F	1,7: 1
20°C/ 68 °F	2:1
26°C/ 79 °F	2,5:1
37°C/ 99 °F	5:1

## 2.10. Avances en la Avicultura

En las ultimas 50 décadas las investigaciones generaron mayor conocimiento de la alimentación de las aves que de cualquier otra especie animal y mucha información de lo que se conoce actualmente sobre alimentación humana y otras especies provenientes de estudios que han realizado en aves (Lesur, 2008).

Los avances tecnológicos en genética, nutrición animal y equipo, han tenido un gran impacto en la industria de la producción del pollo, incrementando los índices de competitividad y productividad, para mejorar el aprovechamiento de los nutrientes de los animales (Suarez, 2003).

Según Larbier y Leclercq (1994) citados por Penz y Volnei (2009), los avances de avicultura respecto al área de nutrición acontecen en los Estados Unidos de América, a causa de la dedicación a esta actividad antes de 1945 cuando Europa estructuro su sector avícola. La difusión de la información de los avances obtenidos en el segmento de producción animal fue uno de los principales motivos a partir de los años 50's. Universidades Americanas invirtieron en investigación y las informaciones pasaron a ser difundidas por boletines de extensión y por revistas técnicas (Cuadro 2.10).

Cuadro. 2.10 Principales avances tecnológicos en la avicultura

Año	Avance Tecnológico
1909	Conocimiento de la existencia de "vitaminas" con efectos secundarios sobre la dieta; Descubierta de la vitamina A y su relación con el caroteno.
1910	Determinadas las exigencias de calcio y fósforo para reproductoras jóvenes y gallinas de postura
1913	Distinción entre vitaminas hidrosolubles y liposolubles.
1916	Reconocimiento de la lisina como siendo esencial para el crecimiento de pollos jóvenes.
1922	Reconocimiento de la vitamina D como factor activo del aceite de hígado de bacalao.
1928	Postulada la existencia de varias vitaminas en el grupo de las vitaminas del complejo B.
1930	Descubierta de la riboflavina como factor activo en los productos de leche y como siendo necesaria para la prevención de los dedos torcidos.
1934	Concepto de la relación calcio: fósforo.
1935	Descubierta de la vitamina K.
1936	Deficiencia de manganeso como causador de la perosis; Aislamiento de la vitamina B1 (tiamina); Inicio del mejoramiento de la harina de soya y su uso en la alimentación animal; Descubierta de la treonina como último aminoácido esencial
1937	Uso de la harina de pescado.
1938	Aislamiento del ácido pantoténico.
1939	Síntesis de la piridoxina (vitamina B6); Comercialización de riboflavina, niacina, vitamina E, vitamina K, colina y biotina sintéticas.
1942	Evidencias de deficiencia de biotina; Primeras definiciones de requerimientos para aves
1944	Desarrollo de la alimentación peletizada; Primeras tablas del NRC (National Research Council); Determinación de vitaminas y aminoácidos a través de técnicas microbiológicas.
1945	Comercialización de metionina sintética.
1946	Descubierta del ácido fólico; Comercialización de la vitamina A sintética
1947	Aparecimiento de los primeros coccidiostáticos; Formulación de dietas ricas en energía para pollos
1948	Descubierta de la cianocobalamina (vitamina B12), anteriormente referida como factor de la proteína animal.
1950	Inicio del uso de antibióticos en la producción de aves.
1954	Uso generalizado de metionina sintética.
1955	Uso de computadoras análogas en la formulación de dietas a base de costo mínimo.
1957	Descubierta del zinc como micro elemento para aves
1958	Primera comercialización de lisina de origen industrial; Uso generalizado del concepto de energía metabolizable en la producción de aves.
1968	Primer uso de programas lineales para formulación de dietas en computadores personales; Comercialización de matrices enanas.
1970-1980	Ecuaciones de predicción de requerimientos; Modelos de requerimientos para aves; Desarrollo de la digestibilidad verdadera en aves; Nutrición de especies secundarias (pavo, pato); Uso de la espectroscopia infrarroja para el rápido análisis de las materias primas.
1980-1990	Comercialización de triptófano y treonina sintéticos.

## 2.11. Origen y Antecedentes de los Ácidos Fúlvicos.

En la época del Gran imperio romano data la palabra “humus” la cual significaba suelo. En el siglo XVIII se iniciaron las primeras investigaciones del suelo, surgiendo el primer libro de JG Wallerius como el manual de química agronómica en 1761, no obstante en el siglo XIX se desarrollan investigaciones sistemáticas de la naturaleza química de las sustancias húmicas, dando origen al descubrimiento de los ácidos crénico y apocrénico, por Jöns Jacob Berzerlius en 1839 que hoy en día se llaman ácidos fúlvicos. Morder sistematizó, en 1862, las materias húmicas según el color y su solubilidad en agua y soluciones alcalinas. Sprengel extrajo los ácidos húmicos del suelo, al igual que Achard, mediante un álcali, desde entonces este es el método más utilizado indiscutiblemente, es hasta inicios del siglo XX que se realizan la mayoría de las investigaciones significativas. De ahí que en 1919 el científico sueco S. Oden sistematizó las materias húmicas propiamente dichas, en cuatro grupos: carbónhúmico, ácidos húmicos, ácidos himatomelánico y fulvoácidos (Sachs, 2005).

Indicar que, el origen etimológico de los AF proviene de: *ful*, del inglés antiguo full, que quiere decir lleno de, que tiene la habilidad o tendencia a; y *vic*, del francés antiguo vicare que significa cambio, alteración, doblar y/o cambiar. También existe la palabra *fulvus*, que proviene del latín, la cual significa amarillo intenso, amarillo rojizo, dorado o color moreno (Maelo, 2006).

Cabe mencionar, que la forma correcta de llamar a estos compuestos es ácidos fúlvicos (plural) y no ácido fúlvico, esto se debe a que no consisten en una sola sustancia, sino que son un conjunto de sustancias variadas y complejas que reflejan la naturaleza de las plantas, animales y especies de los microorganismos que les dieron origen durante el proceso de humificación (Ehrlich, 2002).

Después de la segunda guerra mundial aparecieron nuevas tecnologías como; (químicos, microscopía electrónica, distintos tipos de cromatografía y espectroscopia), que incrementaron las posibilidades del estudio profundo de la naturaleza y estructura de estas materias (Pedroso, 2006).

Desde los orígenes de la agricultura, la materia orgánica contribuye en beneficio en la productividad de los suelos, que ha sido sujeto a una discusión durante siglos y que a la fecha lo siguen siendo, gracias al profundo estudio del suelo que se ha realizado en los últimos 100 años se ha podido clasificar (figura 2.11) la materia orgánica del suelo (Payeras, 2013).

Figura 2.11 Clasificación de la materia orgánica en el suelo



Según los criterios (Kononova, 1966) las sustancias húmicas se pueden dividir y fraccionar en; Ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas. Los ácidos húmicos y fúlvicos son complejas agrupaciones macromoleculares en las que las unidades fundamentales son compuestos aromáticos de carácter fenólico procedentes de la descomposición de la materia orgánica y compuestos nitrogenados, tanto cíclicos como alifáticos sintetizados por ciertos microorganismos presentes en suelo (Payeras, 2013).

## 2.12. Contenido Nutricional de los Ácidos Fúlvicos.

Ramírez y Sutaita (1991) mencionan que la composición elemental de las sustancias húmicas parece no ser muy precisa. Sin embargo se han realizado investigaciones que han demostrado que los ácidos fúlvicos contienen C, H, N, S y O con rangos de concentración elemental de C= 40.7 a 50.6 %, O = 39.7 a 49.8 %, H = 3.8 a 7.0 %, N = 0.9 3.3 % y S = 0.1 a 3.6%. Otros autores como Steelink (1983), obtuvo la siguiente (Cuadro 2.12) composición elemental.

Cuadro 2.12 Composición elemental de los ácidos fúlvicos.

<b>Elemento</b>	<b>Ácidos Fúlvicos (%)</b>
Carbono	46.7- 56.6
Oxígeno	39.7 - 49.8
Hidrogeno	3.8 - 7.0
Nitrógeno	0.9 - 3.3
Azufre	0.1 - 3.6

## 2.13. Usos Industriales de los Ácidos Fúlvicos

Se ha desarrollado un producto importante en el campo de la salud se trata de un complemento natural que tiene como ingredientes ácidos húmicos y fúlvicos cuya función es inhibir virus ayudando a cubrir y proteger las células fortaleciendo el sistema inmunológico denominado Alfa HFi. El Alfa HFi reconoce agentes extraños dentro del cuerpo y los encapsula a la vez que proporciona la suficiente cantidad de linfocitos con anticuerpos especiales y células defensoras que puedan acabar con los factores dañinos muy rápidamente, los expertos han concluido que el 95% de las personas contagiadas se han recuperado en 36 horas, muchos empiezan a sentirse mejor después de 4 a 6 horas de haberlo consumido (ENZACTA, 2011).

Un estudio realizado en la facultad de química de la UNAM, demostró un incremento en la absorción de calcio y fósforo suministrado oralmente con la presencia de ácidos fúlvicos. Hoy en día existe una bebida que hidrata y quita la sed más rápido que otras ya que contiene ácidos fúlvicos y se conoce como “blk” (Black) a consecuencia de su color negro proveniente de ácidos fúlvicos que implica esta pigmentación en el agua a través de sus 77 minerales y electrolitos, extraída del milenario manantial en la Reserva Forestal de Sanidiland ubicado en Canadá (Alfaeditores, 2012).

#### **2.14. Usos en Agricultura de los Ácidos Fúlvicos**

Los ácidos fúlvicos son de gran importancia ya que evitan que las tierras se compacten, promueven la disponibilidad de nutrientes, ayudan a transferir nutrientes del suelo a la planta, aumentan la capacidad de retención de agua, incrementan la capacidad de intercambio catiónico (CIC), favorece la biomasa y la absorción de las raíces, incrementan la velocidad de germinación de las semillas, estimulan y multiplican la proliferación de la microflora presente en el suelo produciendo cultivos más vigorosos y productivos (Ecological Resources, 2013).

Los ácidos fúlvicos son moléculas poco polimerizadas con grandes cantidades de grupos carboxílicos, hidróxidos, aminas unos cuantos anillos aromáticos y cadenas laterales alifáticas de gran longitud. Estos grupos reactivos les proporcionan un carácter global ácido, una elevada capacidad de intercambio catiónico (CIC). Lo que permite otros de los muchos usos en la agricultura como; un alto contenido de oxígeno, así como la capacidad de agua promedio por encima de la explotación agrícola, que son las razones para el elevado valor de uso de los ácidos húmicos y fúlvicos que mejoran la fertilidad del suelo y el crecimiento de las plantas. La característica más importante de los ácidos húmicos reside en su capacidad de unirse a iones metálicos

insolubles, óxidos e hidróxidos, y para liberarlas lenta y continuamente a las plantas cuando sea necesario (HUMINTECH, 2013).

Argumentos físicos, químicos, ecológicos y económicos al suelo son algunos de los beneficios, por lo cual se utilizan los ácidos fúlvicos en la agricultura, para regular el valor de pH de los suelos al neutralizar tanto ácidos y alcalinos, favorecer y aprovechar la absorción de nutrientes y agua por los cultivos, actuar como quelante natural de iones metálicos en condiciones alcalinas y promover su absorción por las raíces, mejorar la absorción de nitrógeno por las plantas fomenta la conversión de elementos como (N, P, K<sup>+</sup>, Fe y Zn y otros elementos traza en formas disponibles para las plantas, actuar como un catalizador orgánico en muchos procesos biológicos, estimula el crecimiento, mejora la resistencia natural de la planta contra las enfermedades y plagas, estimula el crecimiento de las raíces especialmente vertical y permite una mejor absorción de los nutrientes, mayor producción en la biomasa acelerando la división celular, el aumento de la tasa de desarrollo en los sistemas radiculares y aumenta el rendimiento de materia seca, un sistema radicular bien desarrollado se consigue con un alto contenido de ácidos húmicos y fúlvicos que impiden al nitrato y pesticidas se mezclen con el agua del subsuelo con bajo contenido de nitrato que es un indicador y requisito previo para la práctica de la agricultura orgánica (HUMINTECH, 2013).

### **2.15. Uso en Humanos de los Ácidos Fúlvicos**

El Doctor W. Schlickewei con cinco asociados en el hospital universitario de Friburgo Alemania, realizo pruebas de ácidos fúlvicos con pacientes humanos que demandan un trasplante o la sustitución de hueso durante la cirugía. Se requiere que el trasplante de tejido óseo en aproximadamente 15 % de todos los casos de cirugía de reemplazo, y que se aplica generalmente para reconstruir y repara defectos reales en el hueso. Los tejidos donantes de humanos se convertido en un problema debido a los requisitos legales, además

de que estos tejidos tienen un alto riesgo de transmisión de virus VIH y Hepatitis y por lo tanto descartan el uso de injertos. Se buscaron soluciones usando hueso de animal en forma de compuestos de calcio inorgánico (hidroxiapatita de calcio bovino) este fue bien consentido por el cuerpo, pero no manifestaba signos de reabsorción y una notable característica de regeneración ósea y resorción se identificaron cuando los implantes aseos de animales fueron impregnados con una sustancia de bajo peso molecular antes de ser trasplantados a los pacientes humanos , se habla de los ácidos fúlvicos, dicho implante óseo se convirtió en un elevado osteoconductor y sirvió al tejido huésped como una guía de línea para la deposición de recién desarrollo de tejido óseo. Mientras el procedimiento de trasplante mismo sin el ácido fúlvico no manifestaron signos de regeneración en el transcurso del experimento, en dicho ensayo clínico y los experimentos anteriores, los ácidos fúlvicos han demostrado que activa y estimula las células blancas de la sangre, promueve la cicatrización, formación de depósitos de calcio para nuevos huesos, estimula la regeneración y el crecimiento de las células e inhibidor de virus (Schlickewei, 1993).

En China, el uso de ácidos fúlvicos es una práctica muy popular, ya que son utilizados para el tratamiento de muchos padecimientos. Esto se debe a las propiedades que se les atribuyen, entre las que destacan: antiinflamatorios, anticoagulantes y por lo tanto promotores de la circulación sanguínea, útiles en el tratamiento de úlceras del tracto digestivo, del colon y dérmicas; mejoran el sistema inmune, regulan el sistema endocrino, previenen cánceres y disminuyen problemas de artritis y reumatismo (Suchen, 1993).

Se ha encontrado relación entre personas longevas (120-140 años) que han ingerido preparados con alto contenido durante toda su vida, y que poseen una gran vitalidad. Estos resultados han propiciado que en geriatría se haya empezado a tratar a los pacientes con ácidos fúlvicos para mejorar su calidad ósea, muscular y nerviosa, así como para combatir los estragos de la artritis y diabetes, además de minimizar alergias (Shenyuan, 1993).

## **2.16. Uso en la Alimentación de Animales con Ácidos Fúlvicos**

Investigaciones recientes muestran que el ácido húmico puede utilizarse en la alimentación de animales de granja gracias a su crecimiento de la promoción efecto (Kocabagli *et al.* 2002).

Los primeros estudios con animales se llevaron a cabo por el Dr. Charles S. Hansen, DVM en el estado de California en los años de 1960 a 1967 con fines de experimentar. Algunas pruebas del Dr. Hansen incluyen una mezcla de ácidos fúlvicos y ácidos húmicos utilizados como aditivo alimenticio, además utilizó ácidos fúlvicos en el tratamiento de algunas enfermedades en el ganado encontrándose los siguientes resultados; en vacas lecheras se determinó que en un hato de más de 300 cabezas después de tres meses de suplementación aumentaron la producción de grasa contienda en leche en un 15 % ,se recortaron las raciones altas en proteínas sin afectar la disminución en la producción y una digestión más completa, Los problemas de mastitis se trató con 1 litro de solución de ácido fúlvico la producción completa se recuperó en un lapso de 12 a 24 horas. En cerdos se observó una digestión mejor y más completa y actuó como desparasitante en las primeras 36 horas de suplementación. En aves se observó también una acción desparasitante, las Pollitas suplementadas estaban libres de la mayoría de las enfermedades y tuvieron una digestión más completa. Los resultados de estas primeras pruebas apoyan los beneficios conocidos que los ácidos fúlvicos proporciona a todos los organismos vivos, indicando que los ácidos fúlvicos pueden llegar a ser posiblemente el factor más importante en la gestión de la salud.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Ubicación del Área de Estudio**

Esta investigación, se realizó en la caseta avícola ubicada en la Unidad Metabólica del Departamento de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que se encuentra localizada en Buenavista Saltillo, Coahuila, México, a los 25° 21 '00'' Latitud Norte y 101° 02'00'' Latitud Oeste y a la altura de 1776 msnm.

El clima predominante es BS<sub>0</sub> kx (w)(e) , definido como el clima más seco de los secos, extremoso; con presencia de verano cálido y con temperaturas media anuales entre 12 y 18°C, con periodos de lluvias entre verano e invierno y con porcentajes de lluvias invernales menor a 18 por ciento del total (García, 1987).

#### **3.2. Metodología**

Se utilizaron 180 pollos de engorda de un día de edad, sin sexar, de la línea comercial Ross-Ross, con pesos promedios de 50g/ave. Inicio la investigación el día 22 de Agosto del 2012 y termino el día 03 de octubre del mismo año. Con el propósito de realizar el experimento lo más similar al manejo que se realiza en este tipo de explotaciones comerciales, se dividió en dos etapas.

Previo a la llegada de los pollitos se llevó a cabo el lavado y desinfección de los comederos y bebederos con una bomba aspersor de mochila de 20 litros además de escobas y cubetas. La criadora de luz, comederos y bebederos utilizados se lavaron con jabón detergente y se desinfectaron, con la finalidad de evitar el desarrollo de enfermedades.

A la llegada los pollitos se ubicaron en una caseta en la cual se instaló la criadora de luz para mantenerlos durante los primeros diez días, proporcionando calor y manteniendo la temperatura necesaria se utilizaron dos calentadores de gas LP con termostato. Los calentadores se mantienen encendidos o apagados para regular la temperatura, midiéndola a través de un termómetro de temperaturas máximas y mínimas. Durante este periodo los comederos utilizados eran de tipo lineal de materiales de aluminio, de 2kg. Los bebederos de plástico, manuales y de 1 litro. Proporcionando un rehidratante comercial de nombre Hidracon A, E, K que se diluyo en agua de bebida purificada; al término de ese lapso de tiempo se le retiro el rehidratante ofreciendo solo agua natural.

Al término de este periodo los pollitos fueron sacados de la criadora y llevados a la caseta avícola distribuyendo los tratamientos al azar en cada una de las corraletas, formando cuatro tratamientos con tres repeticiones constituidos por 15 pollos cada repetición. Para ello, los pollos fueron seleccionados aleatoriamente para ser pesados y formar cada una de las repeticiones, en donde permanecieron al término del trabajo de investigación. Previamente en esta instalación, se acondiciono una cama de paja de alfalfa de aproximadamente 10 cm de grosor como un aislante al frio y a la humedad del piso, con el propósito de mantener la temperatura adecuada se mantuvieron encendidos los calentadores a la llegada de los pollos para así lograr una temperatura de 30 - 32°C que se requiere. Esta temperatura fue mantenida durante las dos primeras semanas mediante el control manual de apagado y encendido de los calentadores. Además, se utilizaron focos de 100 Watts en las corraletas, los cuales solo se dejaban encendidos durante la noche para favorecer el consumo a libre acceso y regular la temperatura. En este mismos periodo se inició la adición de ácidos fulvicos en el agua de bebida la cual fue el punto de experimento ofreciendo a libre acceso y llevando registros diarios del consumo de agua durante el experimento, para lo cual, el tratamiento testigo (T1) se le ofreció agua sin ácidos fúlvicos, mientras el tratamiento (T2) se le ofreció con 2 ppm de ácidos fúlvicos, mientras tanto para el tratamiento (T3) se

aplicaron 4 ppm de ácidos fúlvicos y por último para el tratamiento (T4) se le ofreció 6 ppm de ácidos fúlvicos. Utilizando bebederos de plástico manuales de 4 litros; mientras que los comederos de tipo lineal se siguieron utilizando por una semana más, para posteriormente cambiarlos por comederos cilíndricos de aluminio con capacidad de 8 kg.

La caseta avícola donde se llevó el experimento, se encuentra construida con paredes de tabique revocado con cemento y encalado, piso de concreto y un techo de lámina galvanizada; cuenta con ventanas protegidas con mallas mosquiteras para evitar el contacto con animales externos y cortinas de lona que ayudan a regular las temperaturas internas y externas. En su interior se encuentran 15 corraletas aproximadamente de dos metros cuadrados fabricadas de madera y estructuradas con malla pollera. Además, cuenta con luz, agua, y gas LP.

Para la determinación del peso de los animales se utilizaron dos basculas de tipo digital, con capacidades de 500g y 10kg, la primera utilizada para el pesado de los pollitos a la llegada y la segunda para el monitoreo de las siguientes pesadas, de igual manera utilizadas para pesar algunos de los ingredientes y pesar el alimento ofrecido y rechazado durante la investigación, también se contaba con una báscula de 100 kg utilizada para pesar ingredientes más voluminosos y una mezcladora de motor trifásico con capacidad de 100 kg para el preparado del alimento.

Los datos de ganancia de peso (GP), los pollos fueron pesados cuatro veces; a la llegada, al inicio de la investigación, inicio de la etapa de finalización y terminación del experimento. A los 15 días de la investigación, se aplicó la vacuna contra el Newcastle cepa B, vía ocular.

En lo que respecta a la alimentación se ofrecieron las dos dietas formuladas para la primera y segunda etapa respectivamente. La alimentación fue a libre acceso, para ello se llenaban los comederos de alimento antes de que se acabara el que ya tenían, llevando registros para obtener los datos de

alimento ofrecido y rechazado, valores que se utilizaron para obtener parámetros productivos como; consumo de alimento y conversión alimenticia.

El programa de alimentación utilizado fue por medio de las etapas de iniciación y finalización, siendo los factores determinantes para la etapa; la edad del animal y sus requerimientos.

Las dietas (cuadros 3.1 y 3.2) fueron elaboradas a base de Maíz amarillo, pasta de soya, <sup>TM</sup>VIT-AA-MIN POLLO I, melaza, carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>), cloruro de sodio (NaCl) y aminoácidos como; L\_Lisina y DL\_Met, para la etapa de iniciación. Para la etapa de finalización se modificó la dieta; Maíz amarillo, Pasta de soya, Melaza y <sup>TM</sup> VIT-AA-MIN POLLO II.

Cuadro 3.1 Composición de la dieta formulada en etapa de iniciación.

<b>Ingrediente</b>	<b>En Dieta (%)</b>
Maíz amarillo	58.804
Pasta de soya	33.500
<sup>TM</sup> VIT-AA-MIN I POLLO	4.000
Melaza	2.500
CaCO <sub>3</sub>	0.850
NaCl	0.050
L_Lisina	0.189
DL_Met	0.107

Cuadro 3.2 Composición de la dieta formulada en etapa de finalización.

<b>Ingrediente</b>	<b>En Dieta (%)</b>
Maíz amarillo	68.50
Pasta de soya	25.00
<sup>TM</sup> VIT-AA-MIN II POLLO	4.00
Melaza	2.50

### **3.2.1. Etapa de Iniciación**

Esta etapa comprende del día 11 a los 25 días de edad. Durante este periodo se trabajó con el punto de estudio que fue el consumo de agua de bebida con ácidos fúlvicos con los diferentes tratamientos. La alimentación en este periodo de tiempo fue ofrecida cubriendo los requerimientos nutricionales de los pollos de engorda recomendados por NRC (1994), el cual consistió en un 22 % de PC y 3200 Mcal de EM/kg, durante esta etapa se evaluó el consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y consumo de agua.

#### **3.2.1.1. Consumo de Alimento**

La cantidad de alimento consumido está asociado con la tasa de productividad en aves de tipo carne, en este caso los pollos de engorda. Para ello debe hacerse una formulación de dieta adecuada que garantice el consumo máximo de alimento ya que es uno de los factores más importantes para determinar la tasa de crecimiento y la eficiencia en la utilización de los nutrientes. Esta variable se midió mediante el pesado de alimento ofrecido al cual se le resto el peso del alimento rechazado, obteniendo datos que se dividen entre el número total de pollos que se encuentran bajo investigación por cada repetición obteniendo así el consumo de alimento individual durante esta etapa. Para la determinación de la población de pollos se hizo un ajuste, debido a las muertes registradas durante la investigación en diferentes repeticiones de los tratamientos. Utilizando la siguiente fórmula para estimar el consumo de alimento:

$$\text{Consumo de alimento} = \text{Alimento Ofrecido}(g) - \text{Alimento rechazado}(g)$$

### **3.2.1.2. Ganancia de Peso**

Este es un promedio de la ganancia que tiene en peso el ave durante el periodo de tiempo de engorda y para determinar este, se utiliza los datos de cada pesada que se realizaron a los pollos, de forma que el peso obtenido de cada pesada se le resta al peso de la pesada anterior, resultando de esto la ganancia de peso por etapa, está dividida entre el número de pollos ajustados para cada repetición se obtiene la ganancia individual por ave, con:

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

### **3.2.1.3. Conversión Alimenticia**

La conversión alimenticia es un parámetro de medida para evaluar la productividad, también conocida como índice de transformación y se define como la relación entre la cantidad de alimento que se consume para producir un kilo de carne. Se usa la siguiente fórmula:

$$\text{Conversion Alimenticia} = \frac{\text{Consumo de Alimento (g)}}{\text{Ganancia de Peso (g)}}$$

### **3.2.1.4. Consumo de Agua**

El consumo de agua en pollos puede ser una herramienta para medir el desempeño. Los pollos consumen entre 1.6 a 2.0 veces más agua que alimento, la temperatura ambiente es una de las variables que tiene la mayor influencia sobre el consumo de agua. Otros factores que también pueden

afectar son el genotipo, el sexo, el consumo de ionóforos, el contenido de fibra de la dieta, calidad del agua, las características de los bebederos (tipo y altura, presión del sistema o agentes físicos en las líneas que impiden el flujo de agua) entre otros. Para determinar este se utiliza los datos de consumos diarios de agua y se le resta los consumos rechazados, con:

$$\text{Consumo de agua} = \text{Agua Ofrecida(ml)} - \text{Agua rechazada (ml)}$$

### **3.2.2. Etapa de Finalización**

Etapa que duró del día 26 al 43 de edad, en este periodo de tiempo se ofreció el mismo tratamiento en el agua bebida con ácidos fúlvicos y alimento con 20 % de PC y 3000 kcal de EM/kg de acuerdo a los requerimientos señalados del NRC para esta etapa de finalización (1994).

El agua y el alimento de igual manera fueron ofrecidos a libre acceso llevando la bitácora de registros de los datos correspondientes para evaluar el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia; para la determinación de estas variables se desarrolló el mismo procedimiento de cálculo semejante a la etapa anterior.

### 3.3. Análisis Estadístico

El experimento fue distribuido de acuerdo al diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones (se usaron 15 pollos para cada repetición). El modelo estadístico empleado fue:

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

*Y<sub>ij</sub>* = variable aleatoria del *i*-ésimo tratamiento de la *j*-ésima repetición.

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

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

*μ* = media general o efecto general que es común a cada unidad experimental

*δ<sub>i</sub>* = efecto del *i*-ésimo tratamiento

*ε<sub>ij</sub>* = error experimental

El análisis estadístico consistió en realizar el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ); para esto empleo el paquete de datos computacional de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 1994).

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Comportamiento Productivo Durante la Etapa de Iniciación

Para el caso de la variable consumo de alimento (Cuadro 4.1) de acuerdo con los resultados obtenidos, se puede observar que no demostró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) al realizar el análisis estadístico que presenta promedio de 1195 g/ave por lo que la adición de ácidos fúlvicos en el agua no tuvieron efecto en ninguno de los cuatro tratamientos. Con respecto a la ganancia de peso, ésta presentó una diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) detectando como mejor el tratamiento, la adición de 2 ppm de ácidos fúlvicos en el agua de bebida de los pollos de engorda con una media de 868 g/ave.

Cuadro 4.1. Comportamiento productivo de pollos Ross – Ross, suplementados con diferentes niveles de ácidos fúlvicos en el agua, durante la etapa de iniciación (11-25 días).

	Tratamientos ppm de ácidos fúlvicos en el agua			
	0 ppm	2 ppm	4 ppm	6 ppm
Consumo de alimento (g/ave BS)	1195 a	1202 a	1196 a	1186 a
Ganancia de Peso (g/ave)	759 b	868 a	807 ab	783 b
Conversión alimenticia (g Alimento /g GP)	1.57 a	1.38 b	1.48 ab	1.51 ab
Consumo de agua (ml/ave/día)	199 a	201 a	197 a	195 a

Tratamientos con la misma literal dentro de la misma hilera no son significativos ( $P > 0.05$ )

De igual manera se puede observar que la adición de 4 ppm de ácidos fúlvicos se tomaría como una segunda opción al demostrar una media de 807 g/ave de ganancia de peso, lo cual no es conveniente debido a que el tratamiento 2 supera la ganancia de peso e incrementaría los costos de producción. Por otra parte, en la conversión alimenticia también se encontró efecto significativo ( $P < 0.05$ ), detectando como mejor la adición de 2 ppm de ácidos fúlvicos en el agua de bebida de pollos de engorda, con una media 1.38 g/g, de igual manera el tratamiento 3 presenta una conversión alimenticia de 1.48 g/g como segundo lugar y tercera opción el tratamiento 4 con una media de 1.51g/g. en cuanto al consumo de agua no se observó diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) con un promedio de 198 ml/ave/día.

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

Como se puede observar en el (cuadro 4.2) las variables consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia no presentaron diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) al realizar el análisis estadístico en la adición de ácidos fúlvicos en el agua de bebida de pollos de engorda. Cabe resaltar que para la variable de consumo de agua se encuentra una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en el tratamiento con una adición de 2 ppm de ácidos fúlvicos con una media de 360 ml/ave/día. Notoriamente para el caso del tratamiento 2 se puede observar en las variables de (consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia) una correlación, al notarse numéricamente mayor consumo de alimento 2948 g/ave, mayor ganancia de peso 1523 g/ave y por relación una mejor conversión alimenticia 1.94 g/g. que en comparación con los demás tratamientos. Por otro lado es necesario mencionar que en el comportamiento productivo de la etapa de iniciación el consumo de agua (cuadro 4.1) presenta una tendencia a incrementar numéricamente marcada.

Cuadro 4.2. Comportamiento productivo de pollos Ross – Ross, suplementados con diferentes niveles de ácidos fúlvicos en el agua, durante la etapa de iniciación (26-43 días)

	Tratamientos ppm de ácidos fúlvicos en el agua			
	0 ppm	2 ppm	4 ppm	6 ppm
Consumo de alimento (g/ave BS)	2856 a	2948 a	2813 a	2791 a
Ganancia de Peso (g/ave)	1361 a	1523 a	1380 a	1394 a
Conversión alimenticia (g Alimento /g GP)	2.10 a	1.94 a	2.04 a	2.02 a
Consumo de agua (ml/ave/día)	308 b	360 a	304 ab	315 b

Tratamientos con la misma literal dentro de la misma hilera no son significativos ( $P > 0.05$ )

#### 4.3. Comportamiento Productivo Durante la Etapa Completa

Se realiza una evaluación (Cuadro 4.3) del comportamiento productivo de la etapa completa de los pollos de engorda encontrando que para la variable ganancia de peso se observa una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) con una media de 2391 g/ave siendo mejor la adición de 2 ppm de ácidos fúlvicos en el agua de bebida. Pero también se observa que 4 ppm y 6 ppm repercuten en una media de 2187 y 2177 g/ave respectivamente. Para el caso del consumo de alimento, conversión alimenticia, consumo de agua no se encuentra diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), pero cabe aclarar que muestra una tendencia muy marcada numéricamente en cuanto a mayor consumo de alimento, mayor consumo de agua y una mejor conversión alimenticia, sin embargo estos resultados no son significativos estadísticamente.

Cuadro 4.3. Comportamiento productivo de pollos Ross – Ross, suplementados con diferentes niveles de ácidos fúlvicos en el agua, durante la etapa de completa (11 - 43 días).

	Tratamientos ppm de ácidos fúlvicos en el agua			
	0 ppm	2 ppm	4 ppm	6 ppm
Consumo de alimento (g/ave BS)	4051 a	4151 a	4008 a	3977 a
Ganancia de Peso (g/ave)	2120 b	2391 a	2187 ab	2177 ab
Conversión alimenticia (g Alimento /g GP)	1.91 a	1.74 a	1.84 a	1.83 a
Consumo de agua (ml/ave/día)	507 a	561 a	502 a	511 a

Tratamientos con la misma literal dentro de la misma hieira no son significativos ( $P > 0.05$ )

## 5. DISCUSIÓN

Los resultados anteriores, significan que la adición de 2 ppm de ácidos fúlvicos en el agua de bebida en pollos de engorda, tiene un efecto benéfico al mejorar algunos parámetros productivos del pollo.

Calvo (2013) realizó un investigación para determinar el efecto de la adición de 0, 2, 4, 6 ppm de ácidos fúlvicos en el agua de bebida sobre el porcentaje de materia seca, proteína cruda y grasa en pechuga y pierna + muslo encontrando que en el porcentaje de materia seca no hubo diferencia significativa ( $P > 0.05$ ), sin embargo para proteína encontró una media de 30.74 % mayor que los demás tratamientos y un menor contenido de grasa de 1.06 % en comparación con los demás tratamientos descubriendo que la adición de 2 ppm en el agua de bebida de los pollos de engorda mejora la concentración de proteína y disminuye la grasa lo que indica que la adición de ácidos fúlvicos en el agua mejora las variables productivas de ganancia de peso consumo de alimento y conversión alimenticia para el tratamiento y además mejora la calidad de la canal de los pollos haciéndola más rica nutricionalmente, ya que la importancia de la carne recae en sus proteínas de alta calidad, que contienen todos los aminoácidos esenciales, así como sus minerales y vitaminas de alta biodisponibilidad (FAO, 2007).

Por lo anterior, la carne de pollo puede contribuir positivamente a la dieta de las personas con ingresos bajos. Aunque no toda la carne se considera saludable, la carne de pollo sí lo es, y es además con frecuencia más asequible que otras carnes. Es de una calidad consistentemente alta, es baja en grasas saturadas, puede ser enriquecida con nutrientes esenciales y actualmente es muy solicitada en todo el mundo (Farrell, 2013).

(Islam, 2005) menciona que el uso de ácidos fúlvicos tiene un efecto positivo sobre la salud del intestino para mayor aprovechamiento de los nutrientes, así como la mejora del estado de salud, trabajando en contra de

patógenos mediante el desarrollo de inmunidad, el uso rutinario de ácidos fúlvicos y húmicos en la alimentación de los animales mejora el crecimiento de los pollos de engorda mediante el aumento de la digestión de proteínas y la utilización de elementos traza. Existe una razón el por qué la adición de ácidos fúlvicos incrementa la concentración de proteína en la carne de pollo, algunos autores han demostrado que los ácidos fúlvicos aceleran el metabolismo de las proteínas. Khisteva *et al.* (1967: citado por Calvo, 2013) menciona que encontraron que los ácidos fúlvicos intensifican el metabolismo de la proteínas ARN y ADN en las células.

Karaoglu *et al.* (2004) Realizaron una investigación para determinar la influencia de ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y algunos microminerales en el comportamiento productivo y la evaluación de las características de la canal de pollo de engorda de la línea Ross- 308 en un periodo de 49 días ofreciendo iluminación, alimento, y agua a libre acceso con una dieta basal ( H0 ) , dieta basal más 0.10 ( H1 ) , 0,20 ( H2) y 0,30 % ( H3 ) (Farmagulator<sup>DRY</sup> , Farmavet International Inc., Kocaeli 41400, Turkey). Al finalizar la prueba se sacrificaron las aves registrando pesos corporales finales de 2252, 2494, 2646 y 2546 g para H0, H1, H2 y H3 respectivamente cuyos valores de dicha investigación no presentaron diferencia significativa sobre la variable ganancia de peso y que en comparación con este trabajo 2120, 2392, 2187, 2177. Además se obtuvo el promedio de las ganancias diarias de peso que fueron de 51.8, 49.8, 52.9 y 49.9 g según la relación. En comparación con los resultados de este trabajo difieren en 64.2, 72.5, 66.3 y 66.0 g y que dichos valores de ambos trabajos difieren. Cabe señalar que en este trabajo se presentaron diferencias estadísticamente significativas y para la investigación de Karaoglu *et al.* (2004) no hubo diferencia significativa, pero se puede observar una diferencia numérica en H2 con 0.20 % de ácidos húmicos y fúlvicos adicionados en la dieta basal de esta investigación para este parámetro.

Šamudovská y Demeterová (2010) estudiaron el efecto de las sustancias húmicas de diferentes fuentes suplementadas en la dieta en cantidades de

5g/kg de alimento en la fase 1 y 7g/kg de alimento en la fase 2 sobre el rendimiento de 150 pollos de engorda de la línea Ross -308 durante 42 días en tres grupos, observando incrementos de peso finales de 2527,6 g para el caso de las sustancias húmicas obteniendo valores no significativos.

Bailey *et al.* (1996. citado por Islam, 2005) mencionan que al incluir 2,5 g /kg de ácidos húmicos (Farmagulator <sup>DRY</sup> , Humate (FH)1 <sup>TM</sup> (Farmavet International) en el alimento y agua, promueven el crecimiento de las aves de corral. Para ello, hicieron un estudio en donde utilizaron dichos compuestos para evaluar su efecto sobre el rendimiento en vivo y peso de la canal de los pollos durante diferentes períodos de alimentación de 0-21 días y 22-42 días y se encontraron que en el periodo de inicio tenía un efecto más benéfico en términos de crecimiento, alimentación y conversión alimenticia. Otro estudio comparó los efectos de los ácidos húmicos con 1,5 y 2,5 g/kg de alimento y aunque no hubo diferencia significativa en 0- 42 días, los autores encontraron que mejoró el peso vivo de los pollos de engorda a 21 días. La Universidad de Leipzig, Alemania indicó que la inclusión de ácidos húmicos e la dieta de los pollos de engorda durante la etapa de iniciación podría tener más beneficios con respecto al rendimiento, puesto que al comparar esta información con nuestro estudio se puede afirmar que la mejor etapa es para hacer uso de la inclusión de los ácidos húmicos y fúlvicos en la primera etapa de engorda.

Kaya y Tuncer (2009), realizaron un experimento para investigar el efecto del ácido húmico en el rendimiento de engorda, calidad de la canal y de algunos parámetros de la sangre de los pollos de engorda (Ross 308) asignados en dos tratamientos (testigo y experimental) con cuatro repeticiones suplementados con 2.5 kg por tonelada durante 42 días, pero no se encontró diferencia estadísticamente significativa en ninguna de la variables, notaron numéricamente valores por la adición de ácidos húmicos generalmente a nivel aceptable.

López *et al.*, (2011) Evaluaron la inclusión de ácidos húmicos y una mezcla de ácidos orgánicos en la dieta para pollos de engorda en la fase de

iniciación (1-21) y finalización (22- 42) utilizando 1200 pollitos Ross – Ross de un día de edad con pesos promedio inicial de 46 g, las aves se distribuyeron en un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y 6 repeticiones, 50 aves por unidad experimental (Testigo , 0 .2% de ácidos húmicos y 0.0% ácidos orgánicos; 0 .2% ácidos húmicos y 0.06% ácidos orgánicos; y 0 .2% de ácidos húmicos y 0 .12% de ácidos orgánicos), el análisis estadístico mostro en las etapas que no afecto ninguna de las variables productivas (consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia ), sin embargo durante la primera etapa notaron que la conversión alimenticia tendió a ser mejor marcada numéricamente en tratamientos con acidificación que en el tratamiento de testigo.

De igual manera (Karaoglu *et al.*, 2004) midieron el consumo diario de alimento 103,2, 95,6, 104,4 y 98,6 g y la diferencia entre los tratamiento no fue significativa ( $P > 0,05$ ). En comparación con esta investigación de 33 días sometidos a prueba se encuentran valores de consumos de alimento de 122.7, 125.75, 121.48 y 120 g/ave/día, observando que numéricamente el T2 tiende a incrementar como lo hace el valor del consumo H2 con. 20 % de ácidos húmicos. Por otra parte los datos de conversión alimenticia fueron 1.87, 1.81, 1.86 y 1.85. Encontrando diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) en la adición de .10 % de ácidos húmicos y que no coinciden con resultados de esta investigación.

Cabe mencionar que (Hernández, 2004 a) realizó una investigación con el fin de evaluar ácidos húmicos en proporciones de 0 y 1 % en el agua de bebida de cabritos en crecimiento, sobre las ganancias diarias de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y consumo de agua. Obteniendo ganancias de 23.809, 26.785 y 43.166 g/diarios y que cabe resaltar que no mostraron diferencia significativa alguna ( $P > 0,05$ ) entre los diferentes tratamientos. Para el consumo de agua muestra valores no significativos ( $P > 0,05$ ) 875, 764.5 y 741.6 ml/d en los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente. En consumo de alimento no se refleja diferencia significativa con valores promedios entre los diferentes tratamientos con valores 0.225, 0.262 y 0.225

kg/d. En conversión alimenticia se aprecia una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos 9.45, 9.78 y 5.212 kg de forraje /día para producir un kg de carne en los cabritos en tratamiento. De acuerdo con los datos obtenidos en este trabajo, se demuestra que con la inclusión de ácidos húmicos – fúlvicos al 1 % en el agua de bebida se mejora la conversión alimenticia de cabritos en crecimiento, lo cual demuestra que se tiene que seguir realizando más investigación para las aves de engorda y buscar nuevas aplicaciones para estos ácidos húmicos- fúlvicos.

De igual manera, Hernández (2004 b) evaluó los ácidos húmicos en proporciones de 1% en el agua de bebida sobre el comportamiento productivo de las cabras en crecimiento encontrando ninguna diferencia significativa en ninguno de los parámetros productivos, pero menciona que logra un conocimiento de que los ácidos húmicos no causan ningún daño o toxicidad en los animales.

Con esta información se puede interpretar que falta mucho más investigación con relación a los ácidos húmicos y los ácidos fúlvicos ya que tiene una relación en el contenido elemental. Existe una gran variación en cuanto a la escasa información que hay. Por ellos es primordial demostrar que los ácidos fúlvicos como húmicos son una opción para cubrir la nutrición y alimentación animal. En diferentes especies hemos notado que si existe una cierta tendencia a mejorar la eficiencia productiva, usando estos ácidos, así que por tanto es conveniente seguir haciendo más investigación científica que demuestre más avances, ya que en este trabajo de investigación se ha notado un excelente resultado al encontrar diferencia significativa en la etapa de iniciación de los pollos de engorada adicionando 2 ppm en el agua de bebida.

## 6. CONCLUSIONES

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.

Se acepta H1 y se rechaza H0, ya que la adición de ácidos fúlvicos en el agua de bebida mejora la eficiencia productiva en la etapa de iniciación al tener una mayor ganancia de peso y mejorar la conversión alimenticia, pero que también repercute en mejorar la eficiencia de la etapa de ciclo completo. Por lo tanto, la alimentación con dietas a base de maíz y pasta de soya utilizados en esta investigación de engorda de pollos de la línea Ross – Ross es conveniente utilizar ácidos fúlvicos en una explotación avícola.

Es de suma importancia seguir dando avances en relación a este tema y seguir investigando para la determinación de un mejor nivel de adición de los ácidos fúlvicos en el agua de bebida puesto a estos resultados se muestra un aporte a la investigación científica de la avicultura, siempre y cuando cumpla con las condiciones necesarias.

## 7. LITERATURA CITADA

- Alfaeditores, 2012, Bebidas Mexicanas Volumen 1, No 8. Encontrado en: [www.alfaeditores.com/web/REVISTASNOTIALFA/bebidasmexicanas/bebidasmexagosto2012.pdf](http://www.alfaeditores.com/web/REVISTASNOTIALFA/bebidasmexicanas/bebidasmexagosto2012.pdf)
- Aviagen, 2008. Calidad del agua. Consultada en: [en.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/SPRossTechNoteWaterQuality.pdf](http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/SPRossTechNoteWaterQuality.pdf)
- Aviagen, 2009. Suplemento de Nutrición del pollo de Engorde. Consultado en: [viagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/Ross-Suplemento-Nutricin-Pollo-Engorde-2009.pdf](http://viagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Ross-Suplemento-Nutricin-Pollo-Engorde-2009.pdf)
- Aviagen, 2010. Manual de Manejo del pollo de carne. Consultado en: [es.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/Manual-del-pollo-Ross.pdf](http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Manual-del-pollo-Ross.pdf)
- Ávila, E.G y Pro, A. M. Conceptos básicos de la nutrición de la gallina. Primera XVII, C. Convención Nacional ANECA edición Editorial Trillas. México D.F pp 54 -63
- Ávila, G.E., 1990. Alimentación de las aves. Segunda edición. Editorial Trillas. México D.F. Pg. 10-33.
- Calvo, Noriega D. 2013. Efectos de Ácidos Fúlvicos en algunas Variables de Calidad de la canal de pollo de engorda. Tesis de licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Chain L. 2012. Nutrición y alimentación de pollos. Consultado en: [www.mailxmail.com](http://www.mailxmail.com)
- Coob - Vantres, 2008. Guía de manejo del Pollo de Engorda. Consultado en: [www.cobb-vantress.com](http://www.cobb-vantress.com)
- Cuca, G.M., E. Ávila G y Arturo Pro M., 1996 Programa de alimentación de las aves. Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- Damron, B. L., D.R. y J.C. García. 2001. Nutrición para pequeñas parvadas de pollo consultado en: [es.scribd.com/doc/90437619/Nutricion-Para-Pequeñas-Parvadas-de-Pollos-1](http://es.scribd.com/doc/90437619/Nutricion-Para-Pequeñas-Parvadas-de-Pollos-1)
- Disemina, 2011. Crece la producción de carne en México. No 46 consultado en: [www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx)
- Ecological Resources, 2013, Biosolve USA. Consultado en: [www.oikos.cl/descargas/BioSolveUSA.pdf](http://www.oikos.cl/descargas/BioSolveUSA.pdf)
- Ehrlich H. L. (2002) Geomicrobiology. Editorial Marcel Dekker. Nueva York.
- ENZACTA, 2011, Investigaciones Bioready – Enzacta. Consultado en: [investigacionesbioreadyenzacta.blogspot.mx/2011/02/alfa-hfi.html](http://investigacionesbioreadyenzacta.blogspot.mx/2011/02/alfa-hfi.html)
- Farrell D., 2013, Función de las aves de corral en la nutrición humana [www.fao.org/docrep/016/al714s/al714s00.pdf](http://www.fao.org/docrep/016/al714s/al714s00.pdf)
- Financiera Rural, 2009 b. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de pollo en México encontrado en: [www.financierarural.gob.mx](http://www.financierarural.gob.mx)
- Financiera Rural, 2012 a. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. Monografía en pollo. Consultado en: [www.financierarural.gob.mx](http://www.financierarural.gob.mx)

- Gernat Ph.D. Abel, Consumo de Alimento de Pollo de Engorde de A – Z. Consultado en: [www.engormix.com](http://www.engormix.com)
- Hansen, 1967, Animal Experiments with Fulvic Acid,
- Hernández, Díaz J. 2004b. Efecto de la Inclusión de Ácidos Húmicos en el agua de bebida sobre el comportamiento productivo de cabras en crecimiento. Tesis de licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Hernández, González C. 2004a. Inclusión de Ácidos Húmicos en el agua de bebida en cabritos de crecimiento. Tesis de licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- HUMINTECH, 2013, Beneficios de los ácidos húmicos. Consultado en: [www.humintech.com/001/agriculture/information/general.html](http://www.humintech.com/001/agriculture/information/general.html)
- Islam, K. M. S., Schuhmacher, A., & Gropp, J. M. (2005). Humic acid substances in animal agriculture. *Pakistan Journal of Nutrition*, 4(3), 126-134.
- Jeroch H. y Flachowsky G. 1978 Nutrición de aves. Editorial Acribia- Zaragoza. España. Pp 13.
- Karaoglu, M., Macit, M., Esenbuga, N., Durdag, H., Turgut, L., & Bilgin, O. C. (2004). Effect of supplemental humate at different levels on the growth performance, slaughter and carcass traits of broilers. *Int. J. Poultry Sci*, 3, 406-410.
- Kaya, C. A., & Tuncer, S. D. (2009). The effects of humates on fattening performance, carcass quality and some blood parameters of broilers. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(2), 281-284.
- Kononova M. M. (1966) Soil Organic Matter. Pergamon; Elmsford, Nueva York.
- Lesur. L. 2008 Biología de las gallináceas. Manual de avicultura. Ed trillas. México Pp. 10, 14, 42.
- López, L. B., Pareja, R. I., Pulgarín, A. C., & Castellanos, Á. F. (2011). Nutrición y alimentación animal. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24(3), 465-499.
- McDonal, RA Edward, JFD Grenhalgh, CA Morgan, 2006. Nutrición Animal. Sexta edición. Editorial Acribia. Zaragoza (España).
- Melo, López L., 2006. Análisis Y Caracterización De Ácidos Fúlvicos Y Su Interacción Con Algunos Metales Pesados. Tesis en licenciatura. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería.
- N.R.C. 1994. Nutrient Requirements of Poultry National Reseah Council. National Academy of sciences. Washinton, D.C.USA.
- Payeras A. 2013, Ácidos húmicos y fúlvicos en bonsái. Consultado en: [www.bonsaimenorca.com/articulos/articulos-tecnicos/acidos-humicos-y-acidos-fulvicos/](http://www.bonsaimenorca.com/articulos/articulos-tecnicos/acidos-humicos-y-acidos-fulvicos/)
- Pedroso I, 2006, Ácidos Húmicos. Formas De Extracción y Usos, monografía, universidad de matanzas “camilo cienfuegos”.
- Penz M. 2011, Importancia de agua en la producción de pollo, <http://www.elsitioavicola.com>
- Penz M. y volnei S, 2009 Actualización en la Nutrición de Pollos de Engorde. Encontrado en: [www.engormix.com](http://www.engormix.com)
- Portsmouth J., 1986. Avicultura Práctica, Editorial Continental S. A de C.V. México Pp. 73.

- Profeco, 2013. Procuraduría Federal del Consumidor. Revista del consumidor. Consultado en: [www.profeco.gob.mx](http://www.profeco.gob.mx)
- Ramírez S. L. F. y Sustaita R. F. 1991. Efecto de dos ácidos húmicos comerciales (humitron y Carbo-vit) y un extracto de estiércol en el rendimiento de sorgo
- Rebollar, Serrano M.E. 2002 Evaluación de indicadores productivos en pollos de engorda al incluir maíz y pasta de soya extruidos y malta de cebada. Tesis de Maestría. Universidad de Colima.
- Sachs, P. (2005) Humus: still a mystery. Consultado en: [www.humintech.com/001/articles/article\\_humus\\_still\\_a\\_mystery.html](http://www.humintech.com/001/articles/article_humus_still_a_mystery.html)
- Salinas, C.J., R. Yado y E.D. Lerma. 2003. Nutrición animal básica, 1era edición Universidad Autónoma de Tamaulipas. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Pp 95.
- Šamudovská, A., & Demeterová, M. (2010). Effect of Diet Supplemented with Natural Humic Compounds and Sodium Humate on Performance and Selected Metabolic Variables in Broiler Chickens. *Acta Veterinaria Brno*, 79(3), 385-393.
- Schlickewei, 1993 La curación y regenerativos Influencias de bajo peso molecular sustancias húmicas (ácidos fúlvicos) En células y tejidos humanos. Encontrado en: [www.supremefulvic.com/documents/html/fulvic\\_acid.php#ednref103](http://www.supremefulvic.com/documents/html/fulvic_acid.php#ednref103)
- 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 en Unidades de Producción de Huevo para plato. Encontrado en: [www.senasica.gob.mx](http://www.senasica.gob.mx)
- Senesi N., Miano T. M., Provenzano M.R. y Brunetti G. (1991) Characterization, differentiation and classification of humic substances by 83 fluorescence spectroscopy. *Soil Sci.* 152: 259-271.
- Shenyuan Yuan (1993) Jiangxi Humic Acid. Application of Fulvic acid and its derivatives in the fields of agriculture and medicine. Capítulo 34. Primera edición. Zhejiang, China
- 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)
- Steelink C. 1983. Elemental Characteristics of humic substances. En Aiken G, R, D.
- Suarez, Ch N. 2003. Rendimiento de la canal de pollos de Engorda empleado un programa de alimentación modificando a dos fases con dietas isoproteicas e isoenergéticas y sometidas a restricción cuantitativa de alimento. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buena vista saltillo, Coahuila, México.
- Suchen Cao (1993) Jiangxi Humic Acid. Application of Fulvic acid and its derivatives in the fields of agriculture and medicine. Capítulo 35. Primera edición. Zhejiang, China
- UNA, 2013. Unión Nacional de avicultores. Situación de la avicultura Mexicana. Consultado en: [una.org.mx](http://una.org.mx)

## 8. APÉNDICE

### Análisis De Varianza

#### Etapa de iniciación

Ganancia de peso de pollos de engorda, de la línea Ross – Ross con la adición de ácidos fúlvicos en el agua de bebida

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	19625.500000	6541.833496	8.7210	0.007 **
Error	8	6001.000000	750.125000		
Total	11	25626.500000			

C.V. = 3.41 %

#### Comparación De Medias

Tratamiento	Media
2	868.000000 A
3	807.000000 AB
4	783.000000 B
1	759.000000 B

Consumo de alimento en base seca de pollos de engorda, de la línea Ross – Ross con la adición de ácidos fúlvicos en el agua de bebida

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	406.000000	135.333328	0.1580	0.921 NS
Error	8	6854.000000	856.750000		
Total	11	7260.000000			

C.V. = 2.45 %

#### Tabla de Medias

Tratamiento	Repetición	Media
1	3	1194.576660 A
2	3	1202.293335 A
3	3	1195.566650 A
4	3	1185.876587 A

Conversión Alimenticia de pollos de engorda, de la línea Ross – Ross con la adición de ácidos fúlvicos en el agua de bebida

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	0.053825	0.017942	6.1978	0.018 *
Error	8	0.023159	0.002895		
Total	11	0.076984			

C.V. = 3.61 %

Comparación de Medias

Tratamiento	Media
1	1.5700 A
4	1.5100 AB
3	1.4800 AB
2	1.3800 B

Consumo de agua de pollos de engorda, de la línea Ross – Ross con la adición de ácidos fúlvicos en el agua de bebida

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	47.281250	15.760417	0.0805	0.968 NS
Error	8	1565.437500	195.679688		
Total	11	1612.718750			

C.V. = 7.06 %

Tabla de Medias

Tratamiento	Repetición	Media
1	3	199.406662 A
2	3	200.653336 A
3	3	197.380005 A
4	3	195.443314 A

### Etapa de Finalización

Ganancia de peso de pollos de engorda, de la línea Ross – Ross con la adición de ácidos fúlvicos en el agua de bebida

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	49148.000000	16382.666992	1.6400	0.255 NS
Error	8	79916.000000	9989.500000		
Total	11	129064.000000			

C.V. = 7.07 %

### Tabla de Medias

Tratamiento	Repetición	Media
1	3	1360.650024 A
2	3	1523.326660 A
3	3	1379.586548 A
4	3	1393.976685 A

Consumo de alimento en base seca de pollos de engorda, de la línea Ross – Ross con la adición de ácidos fúlvicos en el agua de bebida

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	43784.000000	14594.666992	0.9323	0.530 NS
Error	8	125232.000000	15654.000000		
Total	11	169016.000000			

C.V. = 4.39 %

### Tabla de Medias

Tratamiento	Repetición	Media
1	3	2856.026611 A
2	3	2948.216797 A
3	3	2812.709961 A
4	3	2790.580078 A

Conversión alimenticia de pollos de engorda, de la línea Ross – Ross con la adición de ácidos fúlvicos en el agua de bebida

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	0.034679	0.011560	0.3239	0.809 NS
Error	8	0.285522	0.035690		
Total	11	0.320202			

C.V. = 9.32 %

Tabla de Medias

Tratamiento	Repetición	Media
1	3	2.098667 A
2	3	1.949667 A
3	3	2.044000 A
4	3	2.014667 A

Consumo de agua de pollos de engorda, de la línea Ross – Ross con la adición de ácidos fúlvicos en el agua de bebida

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	6093.875000	2031.291626	6.1163	0.018 *
Error	8	2656.875000	332.109375		
Total	11	8750.750000			

C.V. = 5.66 %

Comparación de Medias

Tratamiento	Media
2	360.4434 A
4	315.3800 AB
1	307.8100 B
3	304.4433 B

### Ciclo Completo

Ganancia de peso de pollos de engorda, de la línea Ross – Ross con la adición de ácidos fúlvicos en el agua de bebida

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	126940.000000	42313.332031	4.7248	0.035 *
Error	8	71644.000000	8955.500000		
Total	11				

C.V. = 4.27 %

### Comparación de Medias

Tratamiento	Media
2	2391.2900 A
3	2186.6902 AB
4	2176.9966 AB
1	2119.9167 B

Consumo de alimento en base seca de pollos de engorda, de la línea Ross – Ross con la adición de ácidos fúlvicos en el agua de bebida

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	51616.000000	17205.333984	1.4529	0.298 NS
Error	8	94736.000000	11842.000000		
Total	11	146352.000000			

C.V. = 2.69 %

### Tabla de Medias

Tratamiento	Repetición	Media
1	3	4050.603271 A
2	3	4150.510254 A
3	3	4008.276611 A
4	3	3976.453125 A

Conversión alimenticia de pollos de engorda, de la línea Ross – Ross con la adición de ácidos fúlvicos en el agua de bebida

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	0.044426	0.014809	1.4347	0.303 NS
Error	8	0.082577	0.010322		
Total	11	0.127003			

C.V. = 5.55 %

Tabla de Medias

Tratamiento	Repetición	Media
1	3	1.911000 A
2	3	1.739333 A
3	3	1.835667 A
4	3	1.830333 A

Consumo de agua de pollos de engorda, de la línea Ross – Ross con la adición de ácidos fúlvicos en el agua de bebida

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	6800.250000	2266.750000	2.6594	0.119 NS
Error	8	6818.750000	852.343750		
Total	11	13619.000000			

C.V. = 5.61 %

Tabla de Medias

Tratamiento	Repetición	Media
1	3	507.216644 A
2	3	561.093323 A
3	3	501.819977 A
4	3	510.823334 A