

**Evaluación de la adición de un extracto natural de leguminosas en el  
agua de bebida en pollo de engorde en la fase de finalización**

**EDWIN JAVIER HERNÁNDEZ HERRERA**

**Código 11.386.977**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA “UNAD”  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE  
BOGOTÁ, DICIEMBRE DE 2014**

**Evaluación de la adición de un extracto natural de leguminosas en el  
agua de bebida en pollo de engorde en la fase de finalización**

**EDWIN JAVIER HERNÁNDEZ HERRERA**

**Código 11.386.977**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de  
ESPECIALISTA EN NUTRICIÓN ANIMAL SOSTENIBLE**

**Ms; c (Phd) JAIRO ENRIQUE GRANADOS**

**ASESOR**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA “UNAD”  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE  
BOGOTÁ, DICIEMBRE DE 2014**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

-----

-----

-----

-----

**JURADO**

-----

**JURADO**

## **DEDICATORIA**

A mi esposa y a mis hijos por ser fuente de amor, inspiración, dedicación y esfuerzo  
A mis padres y a todas aquellas personas, profesores y amigos que me orientaron para poder  
alcanzar una meta más en la vida.

**Edwin Javier.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Expreso de manera muy especial agradecimientos:

A Dios y a mi hijo que desde el cielo me iluminaron con su sabiduría para sacar adelante este trabajo de grado.

A la Universidad Nacional Abierta y A Distancia UNAD y a la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente por los aportes académicos y conceptuales.

A Dra. Nidia Carreño, Directora de la Especialización en Nutrición Animal Sostenible, Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente UNAD, por sus orientaciones e incondicional apoyo.

A Dra. Leonor Barreto, Líder Nacional de la Cadena Pecuaria UNAD, por sus aportes orientaciones e incondicional apoyo.

Al Dr. Jairo Enrique Granados, por su invaluable colaboración apoyo y orientación en la dirección de esta investigación.

Al Sr. Arnol Barreto propietario de la granja el Recuerdo por la disponibilidad de sus instalaciones y equipos. A todas aquellas personas que de una u otra manera hicieron posible el desarrollo y elaboración del documento final.

## RESUMEN

En el municipio de Villavicencio (Meta), se realizó una investigación en donde se evaluó el efecto de un extracto de leguminosas sobre el comportamiento productivo de pollo de engorde. En esta investigación se emplearon 120 pollos de engorde machos de la línea Cobb de 23 días de edad, en un diseño completamente al azar con tres repeticiones por tratamiento y ocho sujetos experimentales por replica. Los tratamientos T1: Tratamiento control Alimento comercial + agua sin adición de extracto; T2: alimento comercial + 1ml/L de agua de extracto; T3: alimento comercial + 3ml/L de agua de extracto; T4: alimento comercial + 5ml/L de agua de extracto; T5: alimento comercial + 7ml/L de extracto. El extracto fue suministrado en el agua de bebida.

Los pollos se alojaron en un galpón con todas las condiciones necesarias para su manejo, la finalización de estas fue hasta el día 43 de vida, se midieron las variables zootécnicas ganancia de peso, consumo de alimento, consumo de agua y conversión alimenticia al igual que el indicador físico químico pH de la cama.

Los resultados del análisis estadístico demostraron que los promedios para las variables de producción como ganancia de peso, consumo de alimento, consumo de agua, conversión alimenticia, y la variable fisicoquímica; pH de la cama, no fueron afectados estadísticamente ( $p > 0.05$ ).

**Palabras Clave:** Pollos de engorde, extracto vegetal, proteína, promotores de crecimiento, alimento sano.

## ABSTRACT

In order to evaluate the effect of a legume extract on productive performance of broilers , an experiment was conducted in the city of Villavicencio, Meta . In this study 120 male broilers of Cobb line of 23 days old were used in a completely randomized design with three replicates per treatment and eight experimental subjects per replicate. Treatments T1: Treatment Control Commercial Food + water without addition of extract; T2: Commercial feed + 1ml / L of water extract; T3: Commercial feed + 3ml / L of water extract ; T4 : Commercial feed + 5ml / L water extract; T5: commercial feed + 7 ml / L of extract. The extract was supplied in the drinking water .

The chickens were housed in a barn with all the conditions necessary for its operation, the completion of these was until day 43 of life, weight gain , feed intake , water consumption and feed conversion production variables were measured as physicochemical variables moisture indicators of pH of the same .

The results of the statistical analysis showed that the averages for production variables such as weight gain , feed intake , water consumption , feed conversion, and the physicochemical variables pH of the bed, were not affected significantly (  $p > 0.05$  ) .

Keywords : Broiler , plant extract , protein, growth promoters, healthy food.

## TABLA DE CONTENIDO

<i>INTRODUCCIÓN</i> .....	1
<i>1. MARCO TEÓRICO</i> .....	3
1.1 EXTRACTOS VEGETALES Y METABOLISMO VEGETAL .....	3
1.1.2 Extractos vegetales como promotores de crecimiento .....	4
1.1.3 Extractos vegetales en la respuesta productiva y calidad de la carne.....	5
1.1.4 Extractos vegetales en la sanidad animal .....	8
1.2 METABOLISMO VEGETAL .....	10
1.2.4 Fisiología ecológica y algunos usos de los metabolitos secundarios. ....	17
1.3 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA POLLO DE ENGORDE .....	17
1.3.1 Las proteínas en la nutrición animal.....	17
1.3.2 Valor biológico de las proteínas .....	18
1.3.3 Proteínas de origen vegetal.....	19
1.3.4 Metabolismo del nitrógeno en aves .....	20
1.3.5 Valor biológico de las proteínas para aves .....	21
1.3.6 Digestión y metabolismo de proteínas.....	22
1.3.7 Requerimientos Nutricionales en Pollo de Engorde.....	24
1.4 METABOLISMO HÍDRICO.....	25
1.4.1 PH del Agua.....	27
1.4.2 Calidad del agua .....	27
1.5 MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VEGETALES .....	29
<i>2. METODOLOGÍA</i> .....	33
2.1. MATERIALES.....	33
2.2 LOCALIZACIÓN .....	35
2.3 SUJETOS EXPERIMENTALES.....	35
2.3.1 Alojamiento .....	36
2.3.2 Tratamientos .....	37
2.3.3 Dieta.....	38
2.4 PLAN SANITARIO.....	40
2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL .....	41

2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	42
2.7 VARIABLES EVALUADAS .....	43
2.7.1 Variables Productivas .....	43
2.8 PROCEDIMIENTO DEL TRABAJO PRÁCTICO.....	44
3. <i>RESULTADOS Y DISCUSION</i> .....	47
3.1 PARAMETROS ZOOTECNICOS .....	47
3.1.1 Parámetros zootécnicos a los 23 días de edad .....	47
3.2 PARAMETROS ZOOTECNICOS EN LA ETAPA DE CEBA, 23 A LOS 43 DIAS DE EDAD.....	47
3.2.1 Ganancia de Peso.....	49
3.2.2 Consumo de Alimento semana/ave .....	52
3.3 Mortalidad .....	60
3.3.1 PH de la cama.....	60
3.4 ANÁLISIS ECONÓMICO .....	62
4. <i>CONCLUSIONES</i> .....	65
<i>RECOMENDACIONES</i> .....	67
<i>BIBLIOGRAFÍA</i> .....	68
<i>ANEXOS</i> .....	73

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Algunos metabolitos secundarios y usos .....	14
Tabla 2. Requerimientos nutricionales de pollos de engorde .....	24
Tabla 3. Consumo diario de agua para 1000 pollos.....	28
Tabla 4. Concentraciones marginales en el agua de bebida en pollo de engorde.....	29
Tabla 5. Materiales en campo .....	33
Tabla 6. Alimento iniciación según análisis de garantía de la casa comercial .....	38
Tabla 7. Alimento de engorde según análisis de garantía de la casa comercial .....	39
Tabla 8 . Composición química de extracto.....	39
Tabla 9 . Plan de vacunación .....	40
Tabla 10 . Distribución de los tratamientos con factor y respectivo nivel.....	42
Tabla 11 . Variables productivas o zootécnicas e indicadores fisicoquímicos de la cama. ....	43
Tabla 12 . Resumen promedio/ ave de parámetros zootécnicos a los 23 día de edad .....	47
Tabla 13 . Resumen de parámetros zootécnicos a los 43 días de edad.....	48
Tabla 14 . Ganancia de peso durante el periodo de 23 a 43 días (g) .....	49
Tabla 15 . Análisis de los coeficientes de variación ganancia de peso.....	52
Tabla 16 . Consumo de Alimento entre la semana 3 y la semana 5 /ave.....	53
Tabla 17 . Análisis de los coeficientes de variación consumo de alimento.....	55
Tabla 18 . Datos consumo de agua semana/ave.....	55
Tabla 19 . Análisis de los coeficientes de variación consumo de agua .....	57
Tabla 20 . Conversión Alimenticia .....	58
Tabla 21 . Análisis de los coeficientes de variación conversión alimenticia.....	59
Tabla 22 . Datos pH de la cama .....	60

Tabla 23. Análisis de los coeficientes de variación pH de la cama ..... 62

Tabla 24. Costos de los insumos utilizados en la alimentación de los diferentes tratamientos.... 63

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de las cuatro vías del metabolismo secundario y su relación con el metabolismo primario de las plantas.....	12
Figura 2. Esquema de los aminoácidos.....	23
Figura 3. Identificación de los pollos con vinilo en cada tratamiento. ....	36
Figura 4. Módulos de alojamiento proyecto de investigación. ....	37
Figura 5. Grupos de pollos por tratamiento. ....	41
Figura 6. Distribución de Tratamientos en Galpón.....	44
Figura 7. Medición diaria de agua. ....	45
Figura 8 . Medición diaria de alimento.....	45
Figura 9. Muestra de cama.....	46
Figura 10. Determinación de pH de la cama.....	46
Figura 11 . Mortalidad en tratamiento 4 y 5. ....	60

## ÍNDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1 . Curva de Ganancia de peso por tratamiento. ....	50
Gráfica 2 . Curva de Consumo de alimento semanal.....	53
Gráfica 3. Curva de consumo de agua semana/ave.....	55
Gráfica 4 . Curva de conversión Alimenticia.....	58
Gráfica 5. PH de la cama. ....	61
Gráfica 6. Análisis económico comparación de tratamientos.....	63

## ANEXOS

Anexo 1.	Análisis de Varianza Variable Ganancia de Peso .....	73
Anexo 2.	Análisis de varianza variable consumo de alimento .....	73
Anexo 3.	Análisis de varianza variable consumo de agua .....	74
Anexo 4.	Análisis de varianza variable conversión alimenticia .....	74
Anexo 5.	Análisis de varianza variable pH de la cama .....	75
Anexo 6.	Fotográfico. Resultados visuales de las canales de cada tratamiento. ....	75

## INTRODUCCIÓN

Los extractos de vegetales obtenidos mediante técnicas de la biotecnología ofrecen grandes ventajas en su uso como moduladores de la respuesta inmune, asimilación de nutrientes y del metabolismo celular.

En la actualidad la industria avícola se ha vuelto cada vez más competitiva, obligando al productor a mantener la eficiencia productiva si desea permanecer en el mercado; teniendo en cuenta los costos de producción: el alimento con el 70%, pollito 18.1%, gas 3.2%, mano de obra 3.2% y otros 4.5% (Cuca et al. 1996). Y teniendo en cuenta que el mayor costo es el alimento se deben buscar alternativas que ayuden a reducirlo sin afectar el comportamiento productivo, se buscan nuevas alternativas de productos que beneficien de manera directa la nutrición animal, con base en productos naturales, que generen mayores rendimientos.

Una de las alternativas propuestas es el uso de los extractos vegetales como promotor de crecimiento; que influyen positivamente en el metabolismo de los animales, en consecuencia permiten una mayor disponibilidad de sustancias nutritivas así como una mejor permeabilidad de la pared intestinal para los alimentos, con el efecto adicional de ahorro de energía y aumento en la utilización de proteínas disponibles, equiparable a un aumento en el rendimiento. (Mora et al 2007)

De acuerdo a lo anterior el propósito de este estudio fue evaluar la adición de un extracto vegetal obtenido de extractos naturales, metabolitos orgánicos de origen vegetal especialmente

leguminosas, con una composición de nitrógeno orgánico (N): 30 g/l, pH en solución 10% 9, y una densidad 1,0352 gr/l. en el agua de bebida, para medir sus efectos sobre las variables ganancia de peso consumo de alimento, consumo de agua, conversión alimenticia, y un parámetro fisicoquímico, pH de la cama.

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1 EXTRACTOS VEGETALES Y METABOLISMO VEGETAL

El consumidor moderno ya no solo se conforma con las características organolépticas del producto final (magrura, jugosidad, color, frescura, etc.), ahora exigen la calidad sanitaria (libre de *Salmonella*, *Campylobacter*, *E. coli*, etc.) y más recientemente libre de residuos (antibióticos, promotores de crecimiento, coccidostatos, pesticidas) y de metales pesados (arsénico, cadmio, plomo) lo que nos obliga a replantearnos los manejos en bioseguridad ambiental e intestinal.

Los extractos de vegetales obtenidos mediante biotecnología nos ofrecen grandes ventajas en su uso como moduladores de la respuesta inmune, asimilación de nutrientes y del metabolismo celular. (Silvera et al 2013)

En Colombia los costos de producción del pollo de engorde están determinados principalmente por el alimento que corresponde entre un 65 y 70% considerándose este como un costo fijo difícil de reducir, por ello algunos avicultores están utilizando alternativas de alimentación con el fin de obtener mejores rendimientos y reducir los costos incluso procesando directamente parte del alimento para las aves.

### 1.1.2 Extractos vegetales como promotores de crecimiento

Bernardino M et al, (2001) evaluó el efecto de la adición de un promotor de crecimiento a base de extractos vegetales en la alimentación de las aves. Este se elaboró con extracto seco de Alcachofa (*Cynara scolymus*), Cardo Mariano (*Silybum marianum*) y Cáplico (*Capsicum annuum L.*).

En un primer experimento desarrollado del día 1 al 28 de vida se evaluaron niveles crecientes de energía metabolizable y consecuentemente de lípidos con el objeto de verificar si la respuesta al agregado del promotor se asociaba al contenido de lípidos de la dieta. En esta investigación se concluyó que la inclusión del promotor de crecimiento en la dieta de pollos de engorde a razón de 500g/ton mejora significativamente en el contenido de EMA (energía metabolizable aparente) de las dietas en un rango de 49 cal/g (bajo contenido de lípidos) a 72 cal/g (alto contenido de lípidos).

Esta mejora en términos de energía metabolizable estaría asociada a una mejor utilización de los lípidos, efecto más evidente con dietas con alto nivel en este nutriente.

También se observó una mejora en la conversión asociada al agregado del promotor, particularmente en las dietas con 5,5 y 7% de lípidos. Los resultados obtenidos evidenciaron el efecto positivo del promotor y el beneficio de su utilización con niveles elevados de lípidos (energía) en la dieta.

Un segundo ensayo realizado del día 28 - 48, evaluó dietas con baja energía, se observó que el desempeño de las aves fue significativamente inferior al de las alimentadas con la dieta control lo cual es condición necesaria para poder poner en evidencia el efecto del promotor sobre este parámetro. La inclusión del promotor en ambos tipos de dieta mostró una mejora del peso vivo a los 41 días.

El mayor peso logrado se debería, principalmente, al incremento en el consumo más que a una mejora en la utilización de la energía. La opción de utilizar el promotor en una dieta reformulada con menos energía tendría menos probabilidades de ser utilizada en la práctica.

La inclusión del promotor generó una tendencia positiva en el consumo, que se expresó en una mejora en la ganancia de peso de las aves, con incrementos en los contenidos de EMA y EMAn en dieta que determinaron una mejora en la eficiencia de conversión.

### **1.1.3 Extractos vegetales en la respuesta productiva y calidad de la carne**

En cuanto a trabajos relacionados con el uso de extractos vegetales para mejorar el comportamiento productivo y la calidad de la canal Cortes P. et al., (2006) , realizó un ensayo empleando 168 pollos de engorde machos de la línea Cobb 500 de 21 días de edad, en un Diseño Completamente al Azar en Arreglo Factorial (2x3x7x3). Los tratamientos fueron 7 con 3 réplicas: en los que incluyo harina de alfalfa y pigmento sintético T1 0% harina de alfalfa pigmento sintético 2.5g/kg de alimento, T2 0% harina de alfalfa pigmento sintético 3.0g/kg de alimento, T3 0% harina de alfalfa 3.5g/kg de alimento, T4 5% harina de alfalfa 3.5g/kg de

alimento, T5 5% harina de alfalfa 3g/kg de alimento, T6 5% harina de alfalfa 3.5g/kg de alimento, T7 concentrado comercial tratamiento extra. El objetivo del trabajo fue determinar el efecto pigmentante al adicionar diferentes niveles de fuentes naturales y sintéticas de carotenos; harina de alfalfa deshidratada al 0 y 5 %, producto comercial de Flor de Marigold (Xantófilas) al 2.5, 3.0, 3.5 g/Kg en alimento hasta el día 47, el grupo testigo (tratamiento extra) recibió alimento comercial.

Los resultados del análisis estadístico demostraron la presentación de diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) para la variable conversión alimenticia y peso final entre alfalfa y la interacción alfalfa por pigmento sintético, mientras se presentó diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0.01$ ) para pigmento sintético.

Para la variable de ganancia de peso se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre alfalfa, pigmento sintético y su interacción. Las variables metabólicas (Concentración de Caroteno en Plasma, Carne y Piel), presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre alfalfa y pigmentante sintético. La proteína en carne y glucosa en plasma no presentaron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ), mientras la coloración en tarsos presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P > 0.01$ ).

Para corroborar estos resultados se empleó el Test o prueba Tukey. Concluyendo que el efecto pigmentante de los carotenos contenidos en las diferentes fuentes influyeron en las variables zootécnicas, metabólicas e indicadores, en las aves.

Las fuentes naturales y sintéticas de carotenos afectaron positivamente las variables metabólicas de pigmentación en carne, piel y aumento la concentración de caroteno en plasma.

Otro trabajo que evaluó la respuesta productiva al adicionar extracto vegetal fue el realizado por Jiménez et al, (2011) quienes diseñaron un experimento con el objetivo evaluar el efecto de la adición de hojas frescas de orégano (*O. Vulgares*) en la ganancia de peso, eficiencia y conversión alimenticia en pollos de la línea Cobb. En el estudio se utilizó un modelo experimental aleatorio en un período de 32 días, con 90 pollos de un día de nacidos, de la línea Cobb (línea de pollos comerciales), estos fueron divididos en tres tratamientos (T1, T2 y T3), con 30 aves, separadas individualmente, con el fin garantizar el consumo de las hojas frescas de orégano por cada uno y permitir el control individual de las variables en estudio. Los tres tratamientos tuvieron una alimentación base de un concentrado comercial a voluntad; a los tratamientos T1 y T2 se le adiciona a la dieta base, el 1 y 5% de hojas frescas de orégano respectivamente. Se registra el consumo de alimento diariamente, con el fin de determinar la conversión (kg alimento total consumido/kg de peso final) y eficiencia alimenticia (kg de peso final/kg de alimento total consumido).

Durante el período de experimentación, el T1 mostró menor peso en cada una de las mediciones con respecto a T3; el T2 reportó mayor peso en las mediciones, del día 8 al 24, con respecto al control (T3), el cual lo superó en las dos últimas mediciones (28 y 32). Al finalizar la fase de alimentación, el peso promedio para los tratamientos T1 y T2 fue de 1635.33 g y 1687.50 g respectivamente comparado con el control 1697.07 g. A su vez, la ganancia de peso no muestra diferencias estadísticamente significativas ( $p \geq 0.05$ ) Pero, en este experimento las dietas que

incluían hojas frescas de orégano (T1 y T2) presentan una mejor conversión y eficiencia alimenticia, mostrando incidencias estadísticamente determinantes ( $p \leq 0.05$ ) con respecto al control (T3).

#### **1.1.4 Extractos vegetales en la sanidad animal**

A nivel mundial, algunos investigadores han utilizado extractos vegetales para sanidad animal. Es así que Coscojuela. et al (2011), realizaron un estudio en lo referente a la utilización de ajo en la producción avícola, para evaluar el efecto del extracto de ajo sobre la prevalencia de La Salmonella entérica que es uno de los principales patógenos implicados en enfermedades transmitidas por los alimentos humanos ( EFSA , 2010) . Los huevos y la carne de aves de corral se mantienen como las principales fuentes de Salmonella, como se indica en Commision Reglamento (CE) n° 1168/2006 de 31 de julio de 2006.

En el presente estudio se seleccionó una granja avícola y se aplicó una prueba que consistió en administrar 100 ppm de extracto de ajo ((incluyendo tanto propano propilo nate thiosulfi y propano propilo tiosulfonato) en el agua de bebida durante 7 días .Igualmente se hizo un estudio microbiológico muy completo se realizaron muestreos antes y después del tratamiento con el extracto de ajo y se tomaron muestras de heces del galpón y directamente de la cloaca.

La prevalencia de Salmonella entérica en aves antes del tratamiento era 17,8 %, y después del tratamiento fue del 2,0%. Los resultados muestran una disminución significativa del 15,8 % en la incidencia de Salmonella después del tratamiento con extracto de ajo, lo que

demuestra su eficacia. El tratamiento no afectó el consumo de alimento, agua y producción de huevos. Los compuestos organosulfurados de ajo han demostrado una alta actividad farmacológica, utilizándose en el control de infecciones y parasitosis como alternativa natural al empleo de antibióticos tradicionales. Estudios recientes realizados en gallinas ponedoras demuestran el excelente efecto que extractos de aliáceas ricos en tiosulfonatos y tiosulfonatos ejercen frente a *Salmonella* spp. Cuando estos compuestos son administrados en el agua de bebida, la reducción de la incidencia del patógeno puede llegar hasta al 90% en la primera semana de tratamiento Coscojuela et al (2011).

Por otra parte Padilla, (2009) realizó un estudio basado en el efecto de la inclusión de aceites esenciales de orégano (*Origanum Vulgare*) en la dieta de pollos de engorde sobre la digestibilidad y parámetros productivos, con el objetivo de determinar el efecto de alternativas naturales a los antibióticos promotores de crecimiento (APC) en pollos de engorde sobre parámetros productivos.

Los investigadores plantearon los siguientes tratamientos: T1: Control, T2: antibiótico, 500 ppm clortetraciclina, (AB); 200 ppm AEO (Aceites esenciales de orégano AEO) de variedades cultivadas en la sabana de Bogotá, T3: *O. vulgare* (Angel) T4: *O. Majorana* (Italiano) T5: *O. Vulgare H* (Griego); T6: 50ppm AEO importado *O. Vulgare H* (Griego Imp). Las variables evaluadas fueron: peso corporal, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad. Para el estudio de digestibilidad de materia seca, proteína, extracto etéreo y energía metabolizable aparente (EMA) de los días 14 al 23 se agregó 0.5 % de óxido de cromo a la dieta como marcador inerte. El grupo Ángel obtuvo el mejor factor de eficiencia y

disminuyó la mortalidad en un 11% al compararlo con el tratamiento T1 control, se obtuvo diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la digestibilidad aparente en donde Ángel obtuvo una menor digestibilidad de M.S y P.C el grupo Griego Imp. Fue inferior para E.E Y E.M.A mientras que el italiano demostró el mejor resultado para E.M.A y el mejor peso corporal.

## **1.2 METABOLISMO VEGETAL**

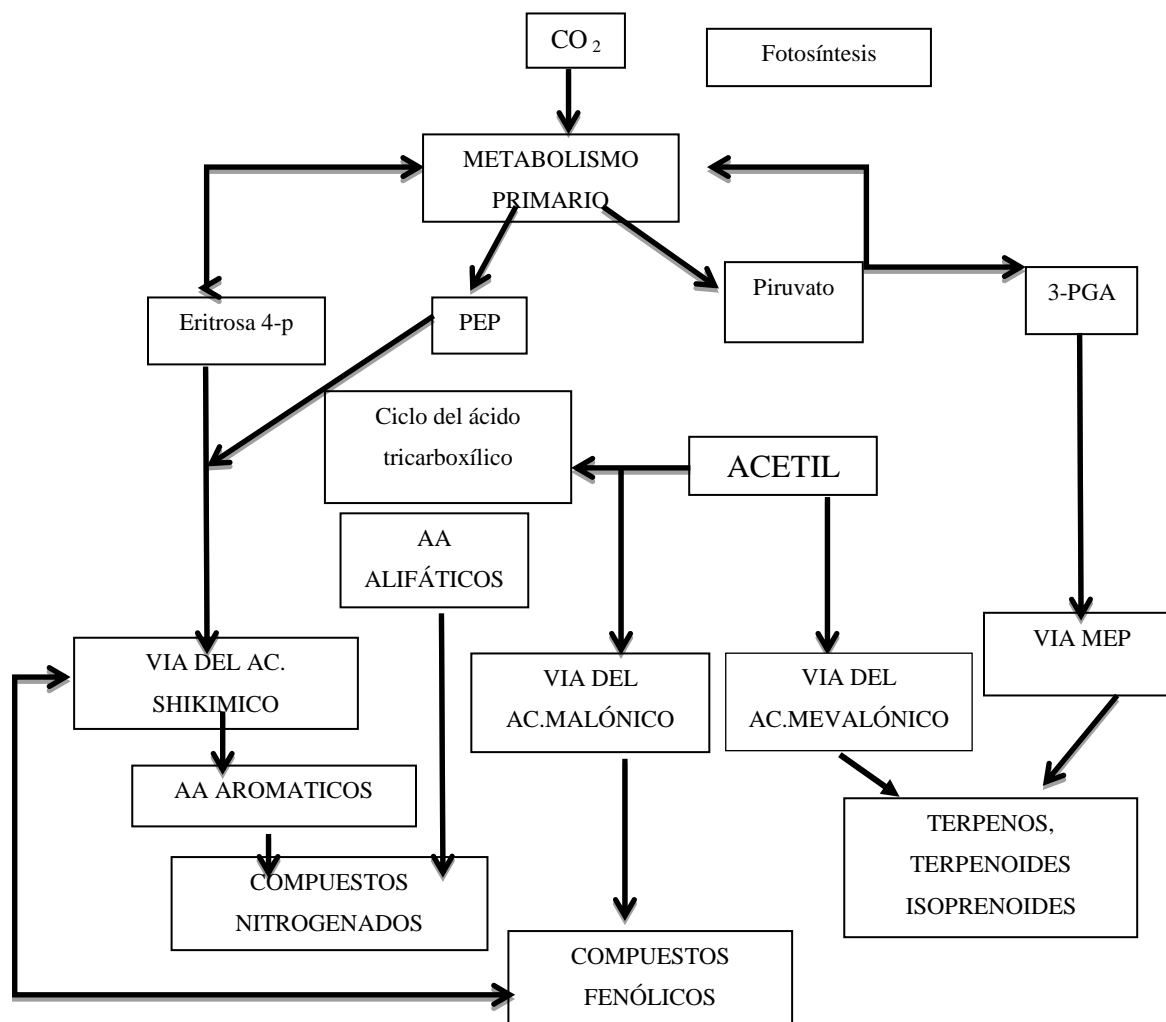
Las plantas sintetizan los productos que requieren para su crecimiento y desarrollo a través de distintas rutas metabólicas, conocidas como metabolismo primario y metabolismo secundario, las cuales presentan características, necesidades y proporcionan atributos particulares a las plantas. El metabolismo primario de las plantas es considerado como esencial en la elaboración de moléculas nutricionales, a partir de la elaboración del producto principal de la fotosíntesis: los carbohidratos y la elaboración de proteínas, lípidos y ácidos nucleicos, productos de necesidad vital para la planta (Ascón et al 2008; Taiz et al, 2006). El metabolismo secundario interviene en muchos procesos fisiológicos de importancia, pero considerados como no vitales para la planta, ya que no intervienen en los procesos de respiración, asimilación y transporte.

La elaboración de los metabolitos secundarios por las plantas puede ser muy específico, e incluso llegar a caracterizarse a nivel de género, especie o familia. Su importancia es evidente por su diversidad en función y variabilidad que presentan, ya que incluso influyen en la propia fisiología del desarrollo y crecimiento de la planta, así como en los mecanismos de defensa,

formación de clorofilas, elaboración de reguladores del crecimiento, así como en otras funciones bioquímicas y fisiológicas. Hoy en día se reconocen cerca de 85 000 metabolitos secundarios en plantas, y se detectan anualmente aproximadamente alrededor de otros 4000 más, sin que se tenga una idea real de su número, por lo que es un campo experimental muy atractivo (Ascón et al, 2008; Buchanan et al., 2000; Cseke et al., 2006; García, 2004; Les et al., 1993; Verpoorte, 2000).

Los metabolitos secundarios son derivados de vías laterales a la producción de los metabolitos primarios, particularmente de la fotosíntesis, y son igualmente importantes para las plantas. Sin embargo, no forman parte del metabolismo nutricional de éstas. Su distribución en el reino vegetal es más limitada y para determinados compuestos queda restringida a ciertas especies e incluso a algunos grupos dentro de una misma especie. A pesar de esta restricción conceptual, algunos de ellos han sido considerados como productos que tienen un papel fundamental en el metabolismo primario, como ocurre con los flavonoides. Estos compuestos, desde su posición como productos del metabolismo secundario de las plantas, influyen en su desarrollo y crecimiento, se sintetizan en todas las plantas terrestres y constituyen uno de los grupos más característicos y extensos de compuestos secundarios de las plantas superiores (Taiz et al 2006).

Las cuatro vías metabólicas que elaboran los metabolitos secundarios en las plantas son:  
i) la vía del ácido shikímico; ii) la vía del ácido malónico; iii) la vía del ácido mevalónico; y iv) vía mep (2C-metil-D-eritritol-4-fosfato) (figura 1).



**Figura 1. Diagrama de las cuatro vías del metabolismo secundario y su relación con el metabolismo primario de las plantas.**

Fuente: Taiz et al (2006).

En la figura 1, se presentan las cuatro vías metabólicas que elaboran los metabolitos secundarios en las plantas:

1. La vía del ácido shikímico es responsable de la biosíntesis de la mayoría de los compuestos fenólicos de las plantas superiores y de productos secundarios nitrogenados; es precursor de

diversos metabolitos aromáticos, aminoácidos aromáticos (tirosina, fenilalanina, triptófano), aminas biogénicas aromáticas, clorafenicol, ácido 4 aminobenzoico, betalinas, bisindoles, cateocolaminas, glucósidos cianogénicos aromáticos, felinilpropanoides, lignanos, taninos y flavonoides (Buchanan *et al.*, 2000; Knaggs, 2003; Tzin y Galili, 2010).

2. La vía del ácido malónico también es una fuente importante de compuestos fenólicos. En plantas superiores, junto con la vía del ácido shikímico participa en la biosíntesis de flavonoides, ligninas y otros fenoles o fenilpropanoides como cumarinas y taninos (Ávalos y Pérez, 2009).

3. La vía del ácido mevalónico produce los terpenos y sus derivados. Se conocen más de 25 000 metabolitos secundarios. Muchos sesquiterpenos actúan como fitoalexinas o antibióticos; otros, como las vitaminas A, E y K, son isoprenoides del tipo lipídico. Algunas algas y vegetales superiores producen ficoecdisteroides sintetizados para la defensa contra insectos fitófagos. Son réplicas de las hormonas que utilizan los artrópodos y crustáceos en el proceso de la ecdisis. Cuando los insectos las ingieren, sufren mudas prematuras y daños metabólicos que incluso les causan la muerte (Dinan, 2001; Goodwin, 1971).

4. La vía mep (2C-metil-D-eritritol-4-fosfato): se sintetizan isoprenoides derivados del isopentenil difosfato (ipp) y su isómero dimetil alil-difosfato (dmapp), de interés para el desarrollo de nuevos fármacos. Producen una enorme diversidad estructural y funcional de terpenoides que en plantas producen las giberelinas y el ácido abscísico (Cansino-Rodezno, 2008; León y Guevara-García, 2007).

Los constituyentes químicos se agrupan según su origen biosintético común y se aprecian en la tabla 1.

**Tabla 1. Algunos metabolitos secundarios y usos**

METABOLITO SECUNDARIO	INDUSTRIA	USO Y EJEMPLOS DESTACADOS
<b>TERPENOIDES</b> Se conocen 25 000 compuestos derivados del isopentil difosfato	Alimenticia, farmacéutica, petroquímica	Aceites esenciales. Son utilizados en perfumería, farmacia, alimento y medicina; producen inhibidores del crecimiento vegetal, giberelinas y ácido abscísico
<b>ALCALOIDES</b> De estructura diversa. Se conocen alrededor de 12 000 compuestos	Alimenticia, farmacéutica	Se encuentran en el 20% de plantas vasculares dicotiledóneas, algunos ejemplos son: mescalina, cocaína, morfina, atropina, cafeína, nicotina, colchicina, estricnina, quinina
<b>GLICÓSIDOS</b> Se encuentran también algunos sub-productos tóxicos inhibidores del crecimiento: Brassicaceae y Putranjivac	Alimenticia, farmacéutica, química	Utilizados en la fabricación de fármacos cardiotónicos, usados en el tratamiento de la insuficiencia cardiaca. Algunos tienen capacidad de generar ácido cianhídrico
<b>SAPONINAS</b> Se hallan ampliamente	Alimenticia, farmacéutica, química	Se utilizan glicósidos esteroideos alcaloides, o bien, glicósidos triter-

<p>distribuidas en el reino vegetal, especialmente entre las Leguminosae, Agavaceae y Araliaceae</p>		<p>penos como precursores en la síntesis química de esteroides y corticosteroides. Por su actividad tensoactiva, son útiles como emulgentes y hemolizantes</p>
<p><b>FENOLES</b> Grupo heterogéneo de productos con más de 10 000 compuestos. Se dividen en dos: fenoles simples y fenoles complejos</p>	<p>Alimenticia, farmacéutica, química</p>	<p>Poseen actividad de defensa ante patógenos como antifúngicos y desinfectantes. Antioxidantes. Pueden reducir la peroxidación de los lípidos. Proveen soporte mecánico a la planta. Sustancias aromáticas que atraen polinizadores o dispersores de frutos; algunos de ellos absorben la radiación ultravioleta o actúan como agentes alelopáticos</p>
<p><b>FLAVONOIDES</b> Se encuentran lo flavonas, flavanoles e isoflavonas. Se han encontrado más de 4000 flavonoides, principalmente en cítricos</p>	<p>Alimenticia, farmacéutica, Química</p>	<p>En medicina alternativa, utilizados para reducir hemorragias por fragilidad capilar; protegen en estados tóxicos y como antiinflamatorios; Principio activo como antioxidantes auxiliares en medicina cosmética. Forman los pigmentos de flores y frutos; forman parte de los atractivos para polinizadores y dispersores de semillas. Están entre los mecanismos de defensa de las plantas</p>

<p><b>TANINOS</b>  <b>Compuestos polifenólicos muy astringentes y de sabor amargo</b></p>	<p>Farmacéutica, química, Industria peletera</p>	<p>Principios activos de fármacos astringentes y antisépticos. Desnaturalización de proteínas en peleterías. Útiles en la fabricación de tintas y otros colorantes. Protegen a las plantas heridas y resultan tóxicos para patógenos y herbívoros de éstas</p>
<p><b>CUMARINAS</b>  <b>Se han aislado unas 1500 cumarinas naturales en unas 800 especies, distribuidas en aproximadamente 30 familias</b></p>	<p>Farmacéutica, química</p>	<p>Actúan como antibióticos y anticoagulantes; útiles en el tratamiento de cáncer hormono-dependiente; aromatizantes, inhibidores de la germinación y fototoxicidad inducida por insectos</p>
<p><b>LIGNANOS</b>  <b>Es la sustancia orgánica más abundante en las plantas, después de la celulosa; forman parte de la lignina de la pared celular; participan en el crecimiento de las plantas. Se han aislado más de 500 compuestos en casi 60 familias</b></p>	<p>Alimenticia, farmacéutica, química</p>	<p>Antioxidantes. Utilizados en la industria como suplementos alimenticios. El lignano secoisolariciresinol diglicósido (sdg), proveniente de la linaza, es el más estudiado junto con matairesinol, pinoresinol isolariciresinol. Los lignanos se pueden encontrar en la mayor parte de las plantas</p>

Fuente: revista ciencia y tecnología de la universidad autónoma ciudad de Juárez 2014

#### **1.2.4 Fisiología ecológica y algunos usos de los metabolitos secundarios.**

El papel fisiológico o función en el metabolismo de la planta de los distintos metabolitos secundarios se encuentra hoy día en estudio, tanto por bioquímicos como por ecólogos y fisiólogos. Se ha propuesto que, en algunos casos, son el resultado de un proceso evolutivo vegetal que confiere mayor aptitud de sobrevivencia a las especies vegetales que los presentan. Actualmente se ha confirmado un papel ecológico importante, sobre todo si se abordan con la perspectiva de interacción planta-animal o en las interacciones ecológicas entre la planta y su ambiente (Barakat et al., 1977; Harborne, 1989; Maldonado, 1985; citados por Perez et al 2014).

Si se atiende a su importancia respecto a las relaciones con el ámbito natural, particularmente la relación planta-animal, el metabolismo secundario de las plantas puede tener un significado que puede ser visto desde diferentes aspectos (Goodwin y Mercer, 1990; Harborne 1989 Landry et al., 1995; citados por Perez et al 2014).

### **1.3 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA POLLO DE ENGORDE**

#### **1.3.1 Las proteínas en la nutrición animal**

Mateo (2004), citado por Mosquera en el (2010)<sup>1</sup> asegura que las proteínas son los

---

<sup>1</sup> Mosquera, C. D, et al, (2010). Nucleotides in sow colostrum and milk at diff stages of lactation. (p 28)

materiales que desempeñan un mayor número de funciones en las células de todos los seres vivos. Por un lado, forman parte de la estructura básica de los tejidos (músculos, tendones, piel, etc.) y, por otro, desempeñan funciones metabólicas y reguladoras (asimilación de nutrientes, transporte de oxígeno y de grasas en la sangre, inactivación de materiales tóxicos o peligrosos, etc.).

También son los elementos que definen la identidad de cada ser vivo, ya que son la base de la estructura del código genético (ADN) y de los sistemas de reconocimiento de organismos extraños en el sistema inmunitario las proteínas son moléculas de gran tamaño formadas por largas cadenas lineales de sus elementos constitutivos propios (Mosquera 2010).

Kulkarni et al 1983; citado por Mosquera et al (2010) asevera que cada especie animal o vegetal está formada por su propio tipo de proteínas, incompatibles con los de otras especies, para poder asimilar las proteínas de la dieta previamente deben ser fraccionadas en sus diferentes aminoácidos. El autor afirma que esta descomposición se realiza en el estómago e intestino, bajo la acción de los jugos gástricos y los diferentes enzimas.

### **1.3.2 Valor biológico de las proteínas**

Carlson (2001) manifiesta que el valor o calidad biológica de una determinada proteína se determina por su capacidad de aportar todos los aminoácidos necesarios para los animales, la calidad biológica de una proteína será mayor cuanto más similar sea su composición a la de las proteínas del organismo animal.

Nuflez et al (1990) reafirma que no todas las proteínas que se ingiere se digieren y se asimilan. La utilización neta de una determinada proteína, o aporte proteico neto, es la relación entre el nitrógeno que contiene y el que el organismo retiene.

Hay proteínas de origen vegetal, como la de la soja, que a pesar de tener menor valor biológico que otras proteínas de origen animal, su aporte proteico neto es mayor por asimilarse mucho mejor en nuestro sistema digestivo. La cantidad de proteínas que se requieren cada día es un tema controvertido, puesto que depende de muchos factores.

Qureshi (2002) puntualiza que depende de la edad, ya que en el período de crecimiento las necesidades son el doble o incluso el triple que para un animal adulto, que pueden hacer variar el grado de asimilación o las pérdidas de nitrógeno por las heces. También depende del valor biológico de las proteínas que se consuman, aunque en general, todas las recomendaciones siempre se refieren a proteínas de alto valor biológico.

### **1.3.3 Proteínas de origen vegetal**

Tsujinaka. T. (1993); citado por Mosquera (2010) Afirma que la palabra posee un significado griego "el primero", "de primera importancia", son moléculas muy abundantes en los organismos vivos, constituyendo aproximadamente el 50% del peso seco de las células. Los nutricionistas llegaron a creer que las proteínas de origen vegetal eran menor calidad con respecto a las de origen animal.

Ray. A. et al, (2004) , afirma que las proteínas vegetales tienen ciertas ventajas a las de origen animal porque son menos acidificantes en la sangre, pues van acompañadas de más minerales, contienen menos purinas y se eliminan mejor, en los intestinos se fermentan , la vitalidad de la carne baja al momento. Las proteínas vegetales duran hasta semanas sin perder vitalidad, contienen menos grasas y son insaturadas (beneficiosas para la salud), no contienen colesterol, tienen fibra, sobrecargan menos el hígado y los riñones, fáciles de digerir, a diferencia de las proteínas vegetales las proteínas animales contienen muchas purinas.

#### **1.3.4 Metabolismo del nitrógeno en aves**

Las aves secretan el exceso del nitrógeno como ácido úrico. De ahí que cuando una molécula de ácido úrico es excretada en la orina de las aves, también es excretada una molécula de glicina. Por esta razón, las gallinas tienen una gran necesidad de glicina. La glicina puede ser fácilmente sintetizada por las aves, pero durante los períodos de rápido crecimiento la síntesis puede no ser suficiente para satisfacer las necesidades tanto para el crecimiento de los tejidos como para la eliminación de nitrógeno.

En pollos en crecimiento, una ligera carencia de proteína o de alguno de los aminoácidos esenciales trae sólo como consecuencia un descenso del crecimiento en proporción directa con el grado de deficiencia. Dado que el nivel de proteína debe ser expresado en términos del contenido de energía en la ración, una deficiencia proteica también puede ser denominada un exceso de energía. Por ello, una carencia de proteína causa un aumento en la deposición de grasa en los tejidos, debido a la imposibilidad de las aves de hacer un uso productivo de la energía cuando la

ración no contiene suficiente proteína o aminoácidos para un crecimiento o producción óptima.

El animal convierte la energía en grasa.

Una carencia de proteína e incluso un aminoácido individual da como resultado un cese inmediato del crecimiento y pérdida sorprendente del mismo, llegando a niveles del 6-7% del peso vivo por día. (Nivia 2013)

### **1.3.5 Valor biológico de las proteínas para aves**

El valor biológico de las proteínas fue definido por (Karl Thomas 1909; citado por Nivia 2013) y (Mitchell 1924-1936; citado por Nivia 2013) como el porcentaje de nitrógeno digerido, absorbido retenido y no excretado en la orina. Las condiciones estándar para medir el valor biológico abarcan el uso de las raciones bajas en proteína aproximadamente 9-10% y medidas de verdadera digestibilidad y retención neta del nitrógeno.

El valor biológico de una proteína es alto si contiene la proporción adecuada de todos los aminoácidos esenciales para los animales. Sin embargo, si falta incluso un solo aminoácido esencial el valor biológico de la proteína es nulo. El valor total de aminoácidos de una semilla depende de la relativa combinación de las varias proteínas individuales presentes en la semilla. (Nivia 2013).

No todas las proteínas de las plantas son beneficiosas para las aves. La soya dispone de un excelente equilibrio de aminoácidos, excepto carencia de metionina.

Igualmente contiene varias proteínas que son perjudiciales para los pollos, inhiben el crecimiento, interfieren la digestión de las proteínas en el tracto gastrointestinal, causan dilatación del páncreas e interfieren en la absorción de las grasas alimentarias. Estas proteínas se destruyen cuando la soya es tratada con calor.

Fuentes proteicas de origen animal como la harina de pescado, harina de carne, de sangre, leche en polvo descremada, cuando se incluyen en raciones para aves, producen resultados superiores a los obtenidos con raciones similares solamente a base de proteínas vegetales.

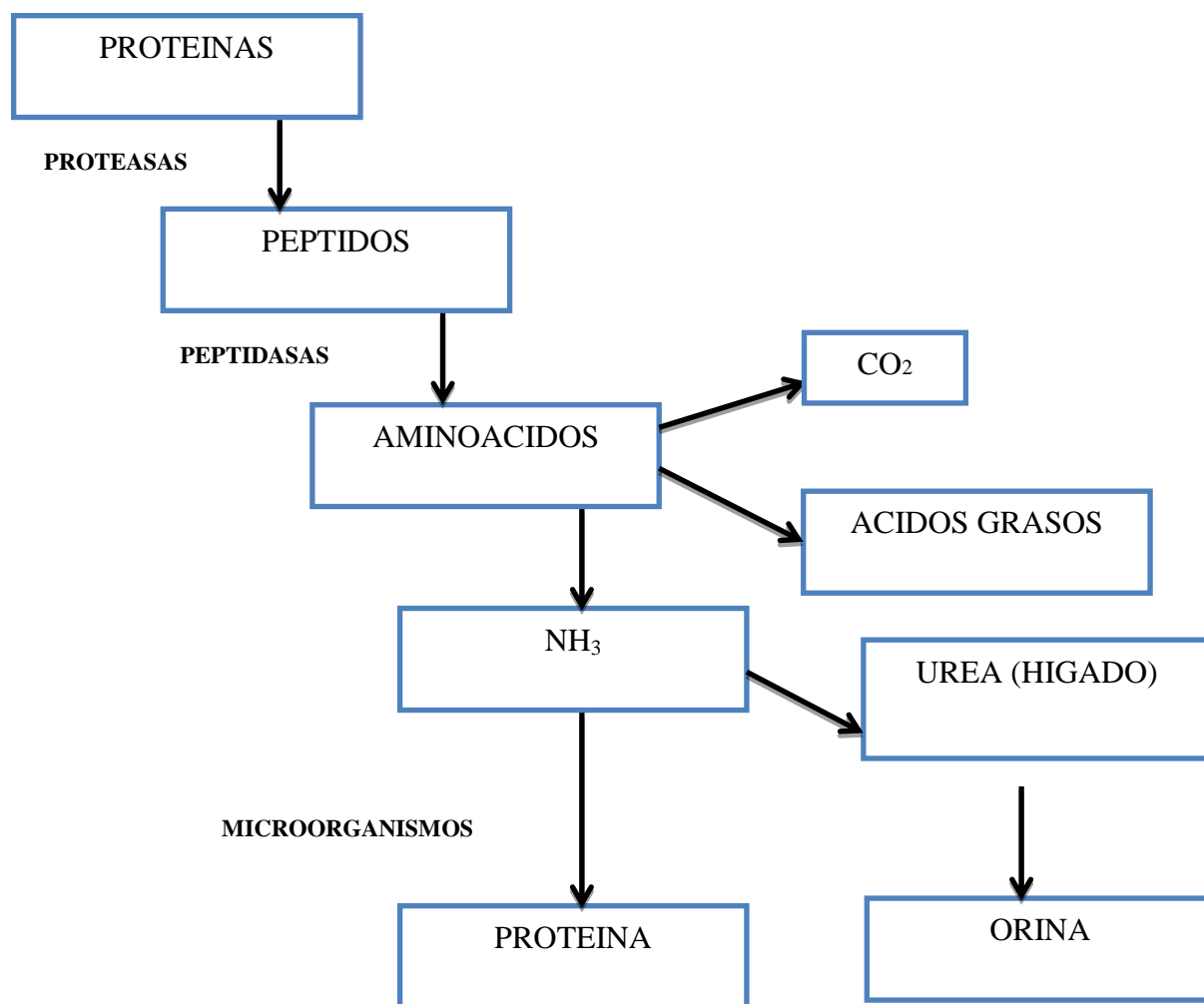
### **1.3.6 Digestión y metabolismo de proteínas**

La digestión de las proteínas en las aves comienza con el proventrículo con la disgregación ácida de estas por la acción del ácido clorhídrico, de jugo gástrico que facilita la acción posterior de las enzimas.

Durante la permanencia de los alimentos en el proventrículo, molleja y primera porción del duodeno, la pepsina enzima del jugo gástrico actúa sobre las proteínas disgregadas y las desdobla a proteasas y peptonas.

Estos productos intermedios al llegar al intestino delgado y por acción de la tripsina pancreática son transformados a polipéptidos los que son convertidos en aminoácidos por acción de un grupo de enzimas intestinales conocidas como eripsina y peptidasa.

Los aminoácidos son absorbidos por las vellosidades intestinales que pasan al torrente circulatorio. Aunque se conoce que las aves pueden hacer uso del nitrógeno no proteico, este puede ser utilizado para formar aminoácidos no esenciales lo cual desde el punto de vista de la nutrición práctica tiene poca o ninguna importancia ya que las dietas aportan aminoácidos no esenciales en exceso.



**Figura 2. Esquema de los aminoácidos.**

Fuente. [www.uco.es](http://www.uco.es) abril 2014

### 1.3.7 Requerimientos Nutricionales en Pollo de Engorde

Estudios realizados nos han llevado a la conclusión de que la eficiencia de utilización de los nutrientes depende de la cantidad que se ofrezca en cada fase de producción, en la tabla 2 requerimientos nutricionales para pollo de engorde, proteína, energía, aminoácidos, minerales y vitaminas que se pueden utilizar para lograr una adecuada producción.

**Tabla 2. Requerimientos nutricionales de pollos de engorde**

		Edad, días				
		7-8 días	8-21 días	22-33	34-42	43-46
<b>Rango de Peso</b>	Kg	0,04-0,19	0,22-1,00	1,08-2,12	2,22-3,04	3,14-3,43
<b>Peso Medio</b>	kg	0,111	0,563	1,583	2,628	3,285
<b>Ganancia</b>	g/día	21,8	61,7	94,5	102,2	97,1
<b>Consumo</b>	g/día	25,3	84,2	157,3	199,1	208,8
<b>Requerimiento P Disp.</b>	g/día	0,115	0,338	0,556	0,616	0,597
<b>Requerimiento P Dig.</b>	g/día	0,104	0,296	0,509	0,565	0,549
<b>Requerimiento Lis.Dig.</b>	g/día	0,335	1,025	1,779	2,11	2,1
<b>Energía Metabolizable</b>	kcal/kg	2960	3050	3150	3200	3250
		Nutriente				
<b>Proteína</b>	%	22,4	21,2	19,8	18,4	17,6
<b>Calcio</b>	%	0,92	0,841	0,758	0,663	0,614
<b>Requerimiento P Disp.</b>	%	0,47	0,401	0,354	0,309	0,286
<b>Requerimiento P Dig.</b>	%	0,395	0,352	0,324	0,284	0,263
<b>Potasio</b>	%	0,59	0,585	0,58	0,58	0,58
<b>Sodio</b>	%	0,22	0,21	0,2	0,195	0,19
<b>Cloro</b>	%	0,2	0,19	0,18	0,17	0,165
<b>Ácido Linoleico</b>	%	1,09	1,06	1,04	1,02	1
		Aminoácido Digestible				
<b>Lisina</b>	%	1,324	1,217	1,131	1,06	1,006
<b>Metionina</b>	%	0,516	0,475	0,452	0,424	0,402
<b>Metionina + Cistina</b>	%	0,953	0,876	0,826	0,774	0,734
<b>Treonina</b>	%	0,861	0,791	0,735	0,689	0,654
<b>Triptófano</b>	%	0,225	0,207	0,204	0,191	0,181
<b>Arginina</b>	%	1,43	1,315	1,221	1,145	1,086
<b>Glicina + Serina</b>	%	1,946	1,789	1,515	1,42	1,348
<b>Valina</b>	%	1,02	0,937	0,882	0,827	0,785

<b>Isoleucina</b>	%	0,887	0,816	0,769	0,721	0,684
<b>Leucina</b>	%	1,417	1,303	1,221	1,145	1,086
<b>Histidina</b>	%	0,49	0,45	0,418	0,392	0,372
<b>Fenilalanina</b>	%	0,834	0,767	0,713	0,668	0,634
<b>Fenilalanina + Tirosina</b>	%	1,523	1,4	1,301	1,219	1,157
<b>Aminoàcido Total</b>						
<b>Lisina</b>	%	1,46	1,342	1,247	1,169	1,109
<b>Metionina</b>	%	0,555	0,51	0,486	0,456	0,433
<b>Metionina + Cistina</b>	%	1,051	0,966	0,91	0,853	0,81
<b>Treonina</b>	%	0,993	0,913	0,848	0,795	0,754
<b>Triptófano</b>	%	0,248	0,228	0,224	0,21	0,2
<b>Arginina</b>	%	1,533	1,409	1,309	1,227	1,164
<b>Glicina + Serina</b>	%	2,19	2,013	1,708	1,602	1,519
<b>Valina</b>	%	1,153	1,06	0,998	0,935	0,887
<b>Isoleucina</b>	%	0,978	0,899	0,848	0,795	0,754
<b>Leucina</b>	%	1,562	1,436	1,347	1,263	1,198
<b>Histidina</b>	%	0,54	0,497	0,461	0,433	0,41
<b>Fenilalanina</b>	%	0,92	0,845	0,786	0,736	0,699
<b>Fenilalanina + Tirosina</b>	%	1,679	1,543	1,434	1,344	1,275

Fuente: Composición de alimentos y requerimientos nutricionales (Rostagno H 2011)

## 1.4 METABOLISMO HÍDRICO

El agua constituye la base de los principales equilibrios porque participa en todos los fenómenos físicos, químicos y biológicos necesarios para el desarrollo de los procesos vitales. El agua conforma alrededor del 70% del tejido blando de un animal adulto; es decir, el agua es un constituyente activo y estructural del cuerpo, si tenemos en cuenta que el 85% del peso de un pollito en un día es agua con respecto al alimento. Mac Donal et al (1982)

Las necesidades hídricas de las aves están sujetas a ciertas reglas, bastante más rígidas que las que regulan el consumo y el equilibrio de los diversos elementos que constituyen la ración alimenticia. Desde el punto de vista nutricional, el agua interviene en las reacciones

llamadas de hidrólisis, comunes en procesos digestivos y que consisten en el rompimiento que hace el citado elemento de alimentos complejos en moléculas simples, haciéndolas absorbibles por los animales. Mac Donal et al (1982)

Las excepcionales propiedades físicas del agua son de gran importancia en nutrición. Una de ellas es su elevado calor específico, el más alto de ninguna sustancia conocida. A esta propiedad se debe el que el agua sea indispensable para disipar el calor producido en algunas de las reacciones químicas del metabolismo.

Las cantidades de agua necesaria para la excreción de cloruros y de carbonatos son prácticamente idénticos y parecen ser aditivas, pero el requerimiento para la eliminación de urea es un poco menor que el de las sales y no son aditivos. Mac Donal et al (1982)

Hay factores importantes como la humedad relativa, si se disminuye hace el aire más seco, la expresión de vapor de agua a través de los pulmones y la piel es responsable de las pérdidas de agua corporal conocidas como transpiración insensible, los ambientes secos obligan a las aves a beber más para compensar las pérdidas de agua. Por lo anterior se puede aumentar o disminuir la relación agua alimento consumido (Lloyd, et al., 1982)<sup>2</sup>. citado por Mac Donald et al (1982)

---

<sup>2</sup> Lloyd, I.E., MCDONALD, B.E. CRAMPTON, E.W. Fundamentos de nutrición. Ed. Acribia. 2ª Edición: Zaragoza España 1982. pp. 31-256.

### **1.4.1 PH del Agua**

El pH del agua es la medida de cuántos iones de hidrógeno existen en una solución de agua. Se mide en una escala de 1 a 14 siendo 7 neutro. Una lectura de pH menor de 7 indica que el agua es ácida. El grado de acidez aumenta a medida que baja el pH, siendo 1 el de mayor acidez. Números por encima de 7 indican que el agua es básica. Lo ideal es que el agua sea neutra a levemente ácida con un pH menor de 7. Agua con pH superior a 8, ha demostrado que reduce la efectividad de los desinfectantes con cloro y puede tener un impacto negativo sobre el consumo de agua. Se puede utilizar vinagre, ácido cítrico, o un ácido inorgánico para bajar el pH si el agua es demasiado básica. El agua suplementaria con altos niveles de ácidos orgánicos, puede causar que las aves consuman menos agua, por lo tanto se recomienda el uso de ácidos inorgánicos.

### **1.4. 2 Calidad del agua**

El agua juega un papel importante en la digestión y metabolismo de las aves, razón por la cual debe ser ofrecida en forma permanente. Los requerimientos de agua dependen de muchos factores como son. Especies y estirpes, influencias ambientales y tipo de dieta (tabla No. 3)

**Tabla 3. Consumo diario de agua para 1000 pollos**

Edad en semanas	10grados	21 grados	32 grados
1	30	38	76
2	50	61	117
3	80	95	186
4	106	125	246
5	129	151	295
6	148	174	341

Fuente: PRODUCCION AVICOLA (Cano, 1998)

Un ave consume normalmente 2 o 3 veces más agua que alimento. La pérdida de un 10% de peso por deshidratación causa desordenes físicos, llegando a sobrevenir la muerte cuando se pierde un 20% de agua del cuerpo.

El agua debe ser limpia, incolora, inolora, fresca sin sedimentos y libre de sustancias nocivas. El efecto de algunos materiales inorgánicos en el agua de bebida de las aves es poco conocido; frecuentemente se aplican las mismas normas que para el agua de bebida de los humanos. Sin embargo se ha reportado que niveles de 4000ppm de sulfato deprimen el consumo de alimento. El sulfato sódico aumenta el consumo de agua y la humedad de las heces mientras que el sulfato de magnesio deprime el consumo de agua. Niveles mayores a 2000ppm de nitratos en el agua deprimen en un 10% el engorde (Cano, 1998).

Las concentraciones marginales de micro elementos en el agua de bebida para las aves se presentan en la tabla No. (4)

**Tabla 4. Concentraciones marginales en el agua de bebida en pollo de engorde**

<b>FACTOR</b>	<b>CONCENTRACION (ppm)</b>
<b>Solidos totales disueltos</b>	2500
<b>Alcalinidad total</b>	500
<b>pH</b>	6-8,5
<b>Calcio</b>	500
<b>Magnesio</b>	250
<b>Bicarbonato</b>	1500
<b>Cloruro de sodio</b>	500
<b>Fluoruro</b>	1
<b>Nitrato</b>	200
<b>Sulfato</b>	500

Fuente: PRODUCCIÓN AVÍCOLA (Cano 1998)

## 1.5 MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VEGETALES

En la extracción y purificación de compuestos orgánicos mediante el empleo de solventes, se suelen seguir ciertas reglas basadas en las analogías estructurales existentes entre la sustancia a extraer y el disolvente que se empleará para tal fin. De este modo, para la extracción de glúcidos, lípidos, alcaloides, pigmentos, etc., a partir de los tejidos vegetales o animales que los contienen (o de los líquidos orgánicos provenientes de ellos) se emplearán disolventes cuya estructura sea semejante o afín a la de las sustancias que se quieren extraer (Ringulet et al 2013).

El método clásico para obtener distintos constituyentes orgánicos de tejidos vegetales secos (madera, semillas, raíces, hojas) es una extracción continua del material pulverizado en un equipo Soxhlet con distintos solventes que permiten extraer las sustancias buscadas con un mayor o menor grado de pureza.

El material vegetal (seleccionado y pulverizado) es agotado en primer lugar con un solvente de tipo no polar o de polaridad intermedia: éter de petróleo, benceno, cloroformo, éter etílico, etc. Luego la muestra es tratada con distintos alcoholes como etanol, metanol (solventes de tipo polar) y finalmente con agua.

Los extractos obtenidos se pueden dividir de la siguiente forma:

- A) Extracto etéreo.
- B) Extracto alcohólico.
- C) Extracto acuoso.

En el extracto etéreo se encuentran los compuestos químicos lipofílicos, y en los otros dos extractos, los compuestos hidrofílicos.

A) El extracto etéreo contiene compuestos liposolubles, tales como:

- Materia grasa (lípidos)
- Aceites esenciales
- Esteroles (triterpenos)
- Carotenoides (tetraterpenos)

- Alcaloides (bases)
- Clorofila
- Vitaminas liposolubles

B) En el extracto alcohólico se pueden encontrar:

- Azúcares simples
- Glucósidos triterpénicos
- Compuestos fenólicos (taninos, pigmentos flavonoides)

C) Mediante el agotamiento del material con agua se obtienen compuestos hidrosolubles. Ejemplos:

- Glúcidos simples
- Glucósidos
- Alcaloides (sales)
- Vitaminas hidrosolubles

Generalmente, cuando el agotamiento con alcohol o metanol ha sido total, no es posible identificar los mismos compuestos químicos en el extracto acuoso.

Cuando se requiere aislar compuestos hidrosolubles de tejidos de hoja, los lípidos deben ser removidos al principio, lavando el extracto repetidamente con éter de petróleo.

Para identificar los compuestos extraídos, los tres extractos son analizados separadamente a través de una metodología conforme a las características físico-químicas de cada grupo de principios activos.

Los extractos obtenidos pueden ser clarificados por filtración a través de celite con una bomba de vacío y luego concentrados a presión reducida. Esto se lleva a cabo generalmente en un evaporador rotatorio, en el cual se concentran las soluciones hasta lograr una reducción de su volumen, a temperaturas comprendidas entre 30 a 40° C.

Los extractos concentrados deben ser almacenados refrigerados y con el agregado de tolueno para prevenir crecimiento de hongos y evitar así pérdidas y alteración del material.





Las extracciones de compuestos volátiles de las plantas requieren precauciones especiales y procedimientos específicos.


## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. MATERIALES

Los materiales utilizados en campo se presentan en la siguiente tabla

**Tabla 5. Materiales en campo**

<b>A. Materiales de laboratorio usados en campo</b>	
<p><b>Balanza digital silver max capacidad 30 kilos</b> (utilizada para el pesaje individual de los pollos semanalmente)</p>	
<p><b>Probetas graduadas de 500 y 1.000 mL</b> (elemento utilizado para medir la cantidad de extracto por tratamiento, y para medir cantidades de agua suministrada a las aves)</p>	
<p><b>Kit de pH</b> (utilizado para determinar pH de la cama de los pollos mediante dilución de una pequeña muestra y aplicación del respectivo reactivo)</p>	
<b>B. Materiales en campo</b>	
<p><b>Canecas plásticas de 20 y 200lt</b> (Materiales necesarios para hacer la dilución y distribución del extracto vegetal en el agua de bebida)</p>	

<p><b>Comederos plásticos de capacidad 3k</b> (equipos requeridos para el suministro del alimento a las aves por tratamiento en nuestro caso se utilizó uno por cada 8 pollos)</p>	
<p><b>Bebedores plásticos de capacidad 6lts</b> (equipos necesarios para el suministro del agua con el respectivo tratamiento en nuestro caso se utilizó uno por cada ocho pollos)</p>	
<p><b>Termómetro ambiental genérico marca brixco</b> (elemento requerido para determinar temperatura ambiental del galpón donde se alojaron los pollos)</p>	
<p><b>Extracto vegetal de leguminosas</b> (Presentación líquida en galón del extracto vegetal)</p>	
<p><b>Gramera kenwell capacidad 2 kg</b> (equipo utilizado para controlar peso del alimento suministrado)</p>	

Fuente. Autor (2013)

## 2.2 LOCALIZACIÓN



Fuente: <https://www.google.com.co/#qmapa+villavicencio+meta>

El presente trabajo se realizó en la Granja El Recuerdo, ubicada a 10 kilómetros en la vereda San Luis del Ocoa en Villavicencio, Departamento del Meta, a una altitud de 449 msnm, con una precipitación promedio anual de 3366 mm, con temperatura en el galpón de máx. 34 y una mínima de 23 grados centígrados.

## 2.3 SUJETOS EXPERIMENTALES

Se emplearon 120 pollos machos de la raza Cobb provenientes de incubadora comercial (Incubadora San Marino), los cuales en su fase de iniciación se manejaron acorde con los fundamentos de crianza cobb, hasta la tercera semana de edad, luego fueron identificados marcados individualmente con vinilos de diferentes colores en el ala derecha (figura 4) para facilitar el manejo y el registro de datos de las variables a evaluar.



**Figura 3. Identificación de los pollos con vinilo en cada tratamiento.**

Fuente: Autor (2013)

### **2.3.1 Alojamiento**

Las aves fueron criadas inicialmente en un galpón de acondicionado con criadoras a gas, cuya temperatura inicial en el lugar de cría oscilaba entre 32 – 35° C. La temperatura se redujo cada semana en 3°C, hasta llegar a 24° C, al finalizar la tercera semana; La temperatura en el galpón se mantuvo entre 25 y 28° C; alimento y agua fueron suministrados a voluntad.

A los 23 días de edad, los pollos fueron asignados al azar en 15 grupos de 8 aves y transferidas a corrales de engorde de 1 metro de alto por uno de ancho por 1 metro de profundidad, cada uno con sus respectivos comederos y bebederos individuales, se alojaron 8 aves por cada corral (Ver figura 5).



**Figura 4. Módulos de alojamiento proyecto de investigación.**

Fuente: Autor (2013)

### **2.3.2 Tratamientos**

Se suministró alimento de iniciación del día 1 al 23 sin ningún tratamiento en el agua de bebida y con las recomendaciones técnicas para el manejo de pollo de engorde en esta fase, a partir del día 23 inicio la fase de engorde hasta el día 43 se suministró alimento comercial para engorde a voluntad y se empezó a tratar el agua con el extracto vegetal en cinco tratamientos como se describen a continuación:

Tratamiento 1: Control Agua sin la adición de extracto vegetal

Tratamiento 2: Se suministró 1 mL de extracto vegetal /litro de agua de bebida y concentrado engorde a voluntad.

Tratamiento 3: Se suministró 3mL de extracto vegetal / litro de agua de bebida y concentrado engorde a voluntad.

Tratamiento 4: Se suministró 5mL de extracto vegetal / litro de agua de bebida y concentrado engorde a voluntad.

Tratamiento 5: Se suministró 7mL de extracto vegetal/ litro de agua de bebida y concentrado engorde a voluntad

### 2.3.3 Dieta

La dieta para las diferentes pruebas se ofertó acorde con los requerimientos nutricionales del pollo de engorde utilizando inicialmente alimento iniciación alimento balanceado en forma de harina hasta las 3 semanas de edad, el cual contenía una composición así:

**Tabla 6. Alimento iniciación según análisis de garantía de la casa comercial**

<b>Humedad máxima</b>	<b>13%</b>
<b>Proteína mínima</b>	21%
<b>Grasa mínima</b>	3.0%
<b>Fibra máxima</b>	5.0%
<b>Ceniza máxima</b>	8.0%

Fuente: (Alimento balanceado 2013)

Las tres semanas subsiguientes hasta finalizar el estudio, se suministró súper pollo engorde presentación peletizado.

**Tabla 7. Alimento de engorde según análisis de garantía de la casa comercial**

<b>Humedad máxima</b>	<b>13%</b>
<b>Proteína mínima</b>	19%
<b>Grasa mínima</b>	2.5%
<b>Fibra máxima</b>	5.0%
<b>Ceniza máxima</b>	8.0%

Fuente: (Alimento balanceado 2013)

La composición del extracto de leguminosas adicionado a cada uno de los tratamientos se presenta en la (tabla. 9). Se pueden apreciar valores importantes como el contenido de nitrógeno total, y minerales que se destacan como el potasio, sodio, calcio, fosforo y azufre respectivamente que pudieron intervenir para lograr los resultados que se presentan más adelante.

**Tabla 8 . Composición química de extracto**

<b>Densidad a 20 grados centígrados</b>	<b>1.0685 g/mL</b>
<b>pH en 10%</b>	9.28
<b>C.E en 0.5%</b>	1.05 mS/cm
<b>Humedad</b>	938.00 gr/L
<b>N total</b>	27.50 gr/L
<b>Potasio</b>	28.30 gr/L
<b>Calcio</b>	0.22 gr/L
<b>Magnesio</b>	0.08 gr/L
<b>Fosforo</b>	0.20 gr/L
<b>Azufre</b>	0.13 gr/L
<b>Boro</b>	0.0001 gr/L

<b>Cobre</b>	0.003 gr/L
<b>Manganeso</b>	0.004 gr/L
<b>Hierro</b>	0.03 gr/L
<b>Zinc</b>	0.002 gr/L
<b>Sodio</b>	0.61 gr/l
<b>C. orgánico oxidable</b>	39.70 gr/L
<b>Rel (C/N)</b>	1.44
<b>Solidos Suspend. Totales</b>	4.33 gr/L

Fuente: Laboratorio Dr. Calderón 2010

## 2.4 PLAN SANITARIO

Las aves recibieron el siguiente plan de vacunación (tabla 10). Además se realizó desinfección y limpieza de comederos y bebederos diariamente

**Tabla 9 . Plan de vacunación**

<b>Edad (días)</b>	<b>Tipos de vacuna</b>	<b>Forma de aplicación</b>
1	Bronquitis (Cepa H120)	Ocular
8	Gumboro (D78)	Oral
11	Newcastle (Lassota)	Ocular
18	Gumboro (D78)	Oral
21	Bronquitis (Cepa H120)	Ocular
21	Newcastle (Lassota)	Ocular

Fuente: Manual para manejo de pollo de engorde Avícola Cambulos (2009)

Para la desinfección del sitio donde se llevó a cabo el experimento, se reutilizó la cama del lote anterior mediante un proceso de sanitización en la cual con operaciones físicas, químicas o biológicas se somete la pollinaza para garantizar la eliminación de agentes

infectocontagiosos para las aves (artículo 8 de la resolución 1937 de 2003) se flameó en su totalidad, se fumigó con yodo en proporción de 5cc/ L de agua y tres días después se aplicó E.M. en proporción de 1 litro más 19 litros de agua para cada maquina finalmente se aplica cal. Además se hizo una limpieza total del equipo, con una solución de jabón detergente y se enjuagó con solución desinfectante de formol en proporción de 10cc/litro de agua. Los pollos fueron sometidos a un manejo sanitario uniforme siguiendo las normas recomendadas por los manuales de avicultura.

## 2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con 5 tratamientos, 3 repeticiones por tratamiento y 8 aves por réplica, para un total de 120 pollos, de 23 días de edad. A continuación se observa uno de los tratamientos en la figura 6.



**Figura 5. Grupos de pollos por tratamiento.**

Fuente: Autor (2013)

En la tabla 11 se presenta la distribución de los tratamientos con el factor y su respectivo nivel

**Tabla 10 . Distribución de los tratamientos con factor y respectivo nivel**

FACTOR	NIVEL	TRATAMIENTO	REPLICAS
<b>Dieta Control</b>	0MI	T1	T1R1,T1R2,T1R3
<b>Extracto vegetal</b>	1MI/L	T2	T2R1,T2R2,T2R3
<b>Extracto vegetal</b>	3MI/L	T3	T3R1,T3R2,T3R3
<b>Extracto vegetal</b>	5MI/L	T4	T4R1,T4R2,T4R3
<b>Extracto vegetal</b>	7MI/L	T5	T5R1,T5R2,T5R3

Fuente: autor (2014)

## 2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva y luego se aplicó análisis de varianza en una vía, para buscar diferencias estadísticas entre los tratamientos, lo cual permitió detectar el mejor tratamiento.

## 2.7 VARIABLES EVALUADAS

### 2.7.1 Variables Productivas

Tabla 11 . Variables productivas o zootécnicas e indicadores fisicoquímicos de la cama.

VARIABLE EVALUADA	TIPO DE VARIABLE	TÉCNICA ANALÍTICA
Peso animales (g)	productiva	Balanza digital
Ganancia de peso (g)	Productiva	Peso inician semana – peso terminan semana
Consumo de alimento (g)	Productiva	Alimento suministrado – alimento sobrante (semanal)
Consumo de agua (L)	Productiva	Agua suministrada – agua sobrante (semanal)
Conversión alimenticia (g/g)	Productiva	Alimento consumido / ganancia de peso. Alimento consumido/ peso final – inicial (semanal)
Mortalidad (%)	Productiva	No. De animales inicial/No. Animales final *100
pH en cama	indicador	Técnica de kit de pH

Fuente: autor (2014)

## 2.8 PROCEDIMIENTO DEL TRABAJO PRÁCTICO

### 2.8.1 En campo



**Figura 6. Distribución de Tratamientos en Galpón**

En la granja se contó un galpón para la cría de 10000 pollos en donde en su interior se acondicionaron corrales de madera con divisiones de malla en uno de los extremos; con el fin de mantener las condiciones propias del manejo en esta granja. A los 23 días de vida los 120 pollos fueron pesados y asignados a 15 grupos de 8 pollos por corral, de acuerdo al peso corporal, de modo que el peso promedio fuera lo más homogéneo dentro de cada bloque o grupo. A estos grupos se les asignaron al azar los 5 tratamientos con sus respectivas 3 réplicas. El peso inicial de los animales estuvo en el rango entre 1211 a 1255 g.

Se dio inicio al suministro de agua con extracto vegetal medida con probetas en horario: 7:00 am, 5.00 pm según la distribución de las aves, se suministró de alimento de la misma

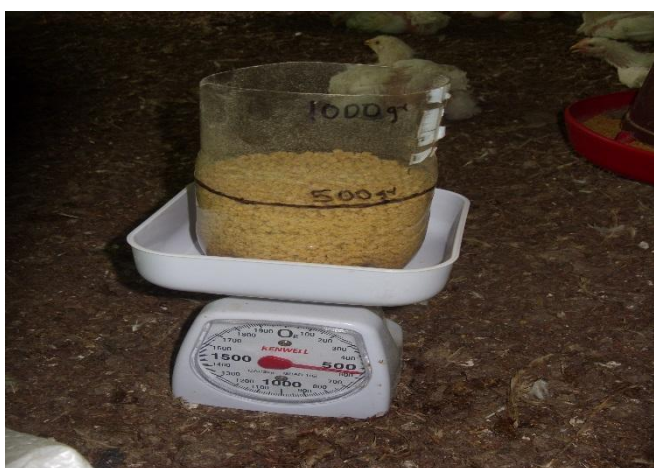
manera pesado en su inicio y controlado semanalmente, limpieza y desinfección de bebederos diariamente.

Se pesaron los sujetos experimentales, semanalmente. El diligenciamiento de registros se realizó a diario, para controlar los parámetros zootécnicos o variables del comportamiento productivo. (Ver figuras 8, 9)



**Figura 7. Medición diaria de agua.**

Fuente: Autor (2013)



**Figura 8 . Medición diaria de alimento.**

Fuente: Autor (2013)

Se midió el pH de la cama cada tercer día con la ayuda de un kit de pH; tomando una pequeña muestra de cama y disponiéndola en el tubo indicador y agregándole el respectivo reactivo para determinar el grado de acidez; se registraron los datos para determinar si se encontraba alguna diferencia en los tratamientos (Ver figura N11 y 12.)



**Figura 9. Muestra de cama.**

Fuente: Autor (2013)



**Figura 30. Determinación de pH de la cama.**

Fuente: Autor (2013)

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 PARAMETROS ZOOTECCNICOS

##### 3.1.1 Parámetros zootécnicos a los 23 días de edad

Los valores de las variables de comportamiento productivo/ave hasta la semana 3 se presentan en la tabla 12. En esta fase no se aplicaron los tratamientos, sin embargo se presentan los resultados para ser tenidos en cuenta durante la investigación:

**Tabla 12 . Resumen promedio/ ave de parámetros zootécnicos a los 23 día de edad**

PARAMETROS	T1	T2	T3	T4	T5	Significancia
	<b>Control</b>					
<b>Consumo acumulado (g)</b>	1268	1268	1268	1268	1268	<u>N.S</u> (P>0.05)
<b>Peso final (g)</b>	1235	1224	1255	1249	1211	<u>N.S</u> (P>0.05)

Fuente: Autor (2014)

Los resultados de los parámetros zootécnicos consumo acumulado de alimento, conversión alimenticia y peso final a esta edad no presentaron diferencias estadísticas (P>0.05), ya que estos fueron homogéneos en todos los individuos. Siendo estos datos la base para iniciar el periodo experimental.

#### 3.2 PARAMETROS ZOOTECCNICOS EN LA ETAPA DE CEBA, 23 A LOS 43 DIAS DE EDAD

En la tabla 13. Se presenta los parámetros zootécnicos evaluados a los 43 días de edad

**Tabla 13 . Resumen de parámetros zootécnicos a los 43 días de edad**

PARAMETROS	T1 Control	T2 1 ml extracto vegetal	T3 3 ml extracto vegetal	T4 5 ml extracto vegetal	T5 7 ml extracto vegetal	Significancia
<b>Peso final gr</b>	2901	2922	2979	2976	2975	NS
<b>Ganancia de peso (23 - 43 días) g</b>	1666	1698	1724	1727	1764	NS
<b>Consumo Acumulado de alimento g</b>	4468	4555	4399	4422	4305	NS
<b>Conversión</b>	1.54	1.55	1.47	1.48	1.44	NS
<b>Consumo agua L</b>	3.09	3.15	3.13	2.98	3.12	NS

\* Si  $P < 0,05$ ; \*\* si es  $P < 0,01$ ; NS si  $P > 0,05$

Fuente: Autor (2014)

Como se observa en la tabla anterior, las variables de comportamiento productivo peso final, ganancia de peso diario, consumo de alimento, consumo de agua y conversión alimenticia, no presentaron diferencias estadísticas significativas.

El mayor peso final lo obtuvo la suplementación con 3ml de extracto vegetal (T3) con un peso de 2979 g ( $P > 0,05$ ) en comparación con el tratamiento que no recibió suplementación (T1) que obtuvo un menor peso 2901 g con una diferencia entre tratamientos de 78 g observándose algunas bondades del producto utilizado.

Para la variable consumo de alimento se presentó un mayor consumo cuando se suplementó 1 ml de extracto vegetal (T2) con un promedio de 4555 g en comparación con el tratamiento 7ml de extracto vegetal (T5) que obtuvo un menor consumo 4305 g con una diferencia entre tratamientos de 250 g siendo este resultado positivo dentro de la investigación.

Para la variable conversión alimenticia se observa que la mejor la obtuvo el tratamiento 7ml de extracto vegetal (T5) con 1.44 en comparación con el tratamiento que no recibió suplementación (T1) testigo con 1.54 con una diferencia de 0.1 siendo este resultado positivo dentro de la investigación y atribuyéndose algunas bondades al producto utilizado.

De la misma tabla se infiere para la variable consumo de agua que en el tratamiento 1ml de extracto vegetal (T2) se presentó un mayor consumo con 3.5 L frente al tratamiento 5ml de extracto vegetal (T4) que consumió una cantidad menor 2.98 L con una diferencia de 0.52 L siendo esta diferencia resultado de posibles inclemencias del clima cálido propio de la región. Se puede afirmar que las variables zootécnicas no se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos y su interacción con el extracto vegetal en el agua de bebida. Podemos concluir que las variables zootécnicas no fueron afectadas por el suplemento en el agua.

### 3.2.1 Ganancia de Peso

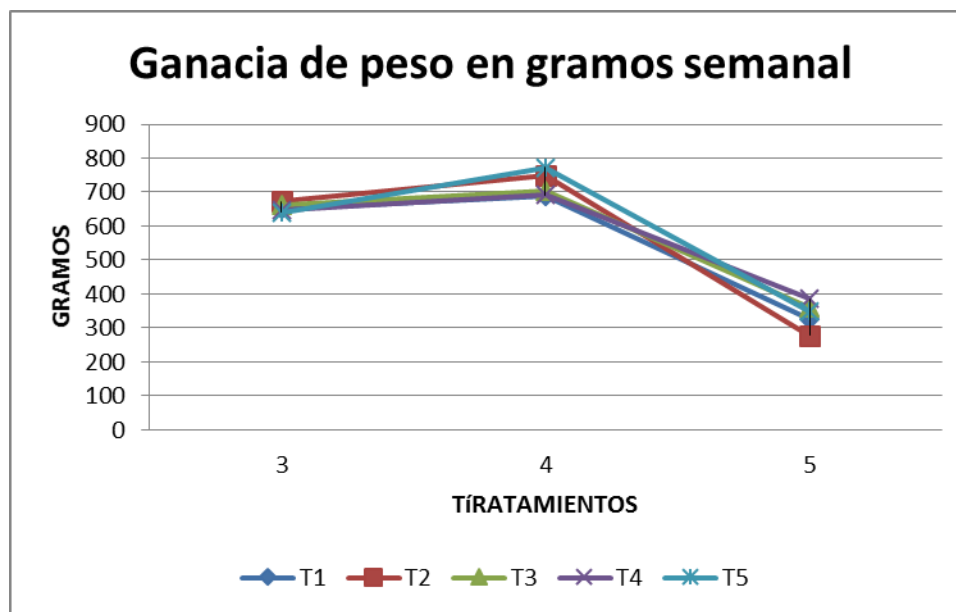
Los valores de ganancia de peso en la etapa de los 23 a los 43 días se presentan en la tabla 14 y gráfica 1.

**Tabla 14 . Ganancia de peso durante el periodo de 23 a 43 días (g)**

Semana	T1	T2	T3	T4	T5
3	651	672	662	648	641
4	690	748	702	694	773
5	325	278	360	385	350

Fuente: autor 2014

Ganancia de peso en gramos, semana 3 a semana 5.



**Gráfica 1 . Curva de Ganancia de peso por tratamiento.**

Fuente: Autor (2014)

A partir de la semana 4 el peso, va disminuyendo posiblemente por el comportamiento de la línea genética Cobb que tiene su pico de productividad más alto en esta semana, ya que todos los animales estaban bajo las mismas condiciones y también es necesario tener en cuenta que en la última semana solo permanecieron 4 días por razones de comercialización.

Aunque no se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ) se observó que en la semana tres la ganancia de peso mayor fue la de T2 (Tratamiento con 1ml de extracto vegetal) con 672 gramos y la más baja fue la T5 (Tratamiento con 7ml de extracto vegetal) con 641 gramos. En orden descendente  $T2 > T3 > T4 > T1 > T5$  con diferencias de 10, 11, 3, 7, gramos respectivamente. Lo reportado por la línea Cobb es de 531 gramos (Manual Cobb, 2009)

y todos los tratamientos superaron esta ganancia lo que nos permite inferir que el producto tuvo un efecto benéfico sobre la variable peso de los pollos.

En la semana cuatro el tratamiento que obtuvo mayor ganancia fue el T5 (suplementado con 7ml de extracto vegetal) con 773 gramos y el de menor ganancia fue el T1 (tratamiento control) con 690 gramos. En esta semana todos los tratamientos estuvieron por encima del reporte de la línea Cobb que es de 617 gramos (Manual Cobb, 2009). En orden descendente  $T5 > T2 > T3 > T4 > T1$ , con diferencias de 25, 46, 8, y 4 gramos.

En la semana cinco el tratamiento que obtuvo mayor ganancia de peso fue el T4 (suplemento con 5ml de extracto vegetal) con 385 gramos seguido del T3 (suplemento con 3ml de extracto vegetal) con 360 gramos. Ningún tratamiento supero el reporte de la línea con 642 gramos, debido a que en esta semana los pollos solo reportaron datos de 4 días por motivos de comercialización.

En orden descendente  $T4 > T3 > T5 > T1 > T2$ , con diferencias de 25, 10, 25, y 47 gramos respectivamente.

Los valores obtenidos al realizar el análisis de los coeficientes de variación para ganancia de peso se observa en la tabla 15.

**Tabla 15 . Análisis de los coeficientes de variación ganancia de peso**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	%CV
T1	3	272.5	90.83333333	11.76333333	3.78
T2	3	272.3	90.76666667	5.583333333	2.60
T3	3	284.6	94.86666667	23.60333333	5.12
T4	3	287.6	95.86666667	20.92333333	4.77
T5	3	289.3	96.43333333	16.82333333	4.25
	X	281.26			
	promedio				

Fuente: Autor (2014)

De acuerdo al resultado de coeficiente de variación con respecto a la ganancia de peso podemos afirmar que los datos analizados son homogéneos tienen poca dispersión y alta confiabilidad.

Además se interpreta, que al suministrar extracto vegetal en el agua de bebida se presentó una mayor ganancia de peso, Bernardino M et al, (2001) en un estudio que tuvo por objeto evaluar el efecto de la adición de un promotor de crecimiento a base de extractos vegetales de Alcachofa (*Cynara scolymus*), Cardo Mariano (*Silybum marianum*) y Capisco (*Capsicum annum l*) reportó que la inclusión del promotor de crecimiento en la dieta mejora la conversión y en la ganancia de peso. Al igual que Jiménez et al, (2011) al evaluar el efecto de la adición de hojas frescas de orégano (*O. Vulgare*) en la ganancia de peso, eficiencia y conversión alimenticia.

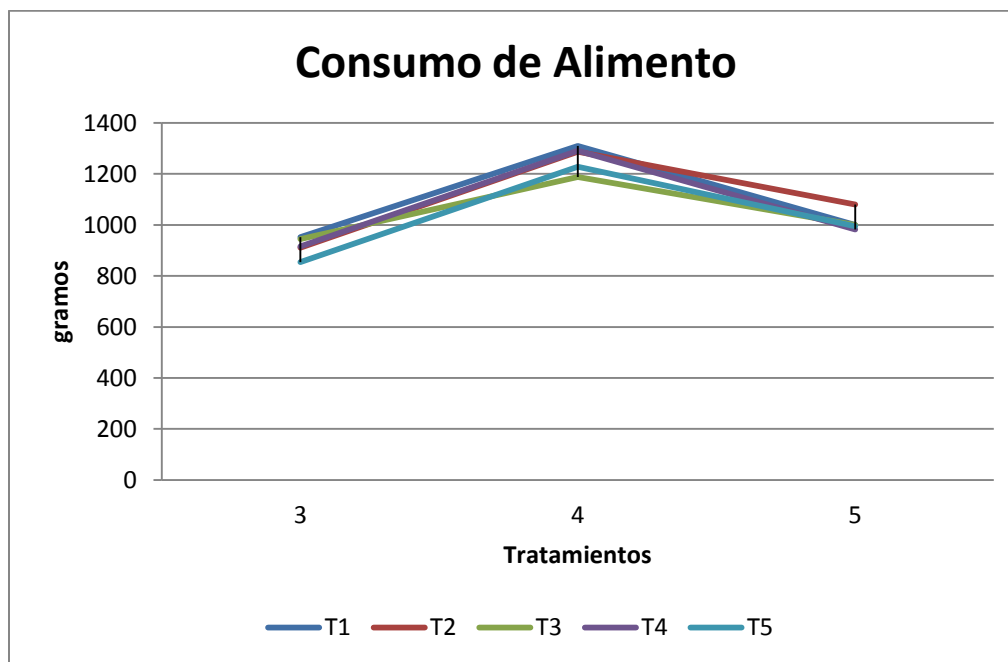
### 3.2.2 Consumo de Alimento semana/ave

Los resultados de la variable consumo de alimento se presentan en la tabla 16.

**Tabla 16 . Consumo de Alimento entre la semana 3 y la semana 5 /ave**

Semana	T1	T2	T3	T4	T5
3	952	910	944	916	854
4	1309	1287	1188	1291	1228
5	1000	1080	1000	982	995

Fuente: Autor (2014)

**Gráfica 2 . Curva de Consumo de alimento semanal.**

Fuente: Autor (2014)

El comportamiento del consumo de alimento, aunque no presento diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en la semana tres se puede observar una tendencia a presentar un mayor consumo de alimento en el (Tratamiento control) con 952 gramos. El tratamiento de menor consumo de alimento fue el T5 (suplementado con 7ml de extracto vegetal) con 854 gramos. En orden descendente  $T1 > T3 > T4$  y  $T2 > T5$  con diferencias de 8, 28, 6 y 56 gramos.

En la semana cuatro se puede observar que el tratamiento que tuvo mayor consumo de alimento fue el T1 (tratamiento control sin de extracto vegetal) con 1309 gramos.

El tratamiento de menor consumo de alimento fue el T3 (suplemento con 3ml de extracto vegetal) con 1188 gramos.

En orden descendente  $T1 > T4 > T2 > T5 > T3$  con diferencias de 18, 4, 59, y 40 gramos.

En la semana cinco se puede observar que el tratamiento que tuvo mayor consumo de alimento fue el T2 (Suplementado con 1ml de extracto vegetal) con 1080 gramos.

El tratamiento de menor consumo de alimento fue el T4 (suplementado con 5ml de extracto vegetal) con 982 gramos.

En orden descendente  $T2 > T1$  y  $T3 > T5 > T4$  con diferencias de 80, 0, 5, y 13 gramos. El consumo promedio de alimento en comparación con lo indicado para los animales utilizados en el experimento (Manual Cobb 2009) permite afirmar que se encuentra dentro de los valores normales de 987, 1288, 1421 para las semanas 3,4y 5 respectivamente (Manual Cobb 2009).

Al comparar los valores con lo reportado por la línea cobb los tratamientos T5, T4, T3, T2 y T1 estuvieron por debajo hasta la semana cuatro, de aquí en adelante se presentaron cambios debido a que en la semana cinco los animales solo estuvieron 4 días en la granja.

De acuerdo al resultado de coeficiente de variación (Tabla 18), con respecto al consumo de alimento podemos afirmar que los datos analizados son homogéneos tiene poca dispersión y alta confiabilidad

**Tabla 17 . Análisis de los coeficientes de variación consumo de alimento.**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	%CV
T1	3	544.1	181.36667	67.80333	4.54
T2	3	547.8	182.6	25.48	2.76
T3	3	521.8	173.93333	0.333333	0.33
T4	3	549.3	183.1	121.71	6.03
T5	3	529.5	176.5	145.21	6.83
	PROMEDIO	538.4833			

Fuente: Autor (2014)

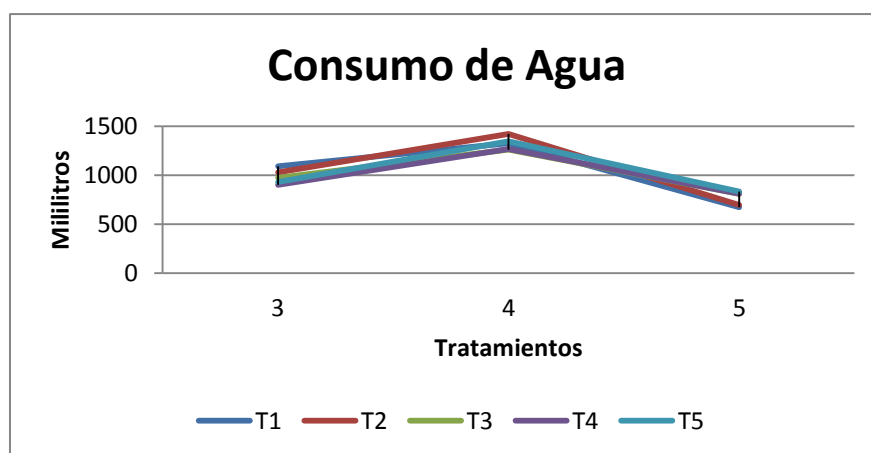
### 3.2.3 Consumo de agua Semana /ave

Los resultados para el consumo de agua por semana por ave se presentan en la tabla 18 y la gráfica 3.

**Tabla 18 . Datos consumo de agua semana/ave**

Semana	T1	T2	T3	T4	T5
3	1092	1029	973	903	931
4	1323	1421	1343	1267	1344
5	672	696	812	812	832

Fuente: Autor (2014)

**Gráfica 3. Curva de consumo de agua semana/ave.**

Fuente: Autor (2014)

Como se observa en la tabla 19 y la gráfica 3, considerando que no se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ), en la semana tres se aprecia que el consumo de agua mayor fue T1 (Tratamiento Control) con 1092 mL y el más bajo fue la T4 (Suplemento con 5mL de extracto vegetal) con 903ml.

En orden descendente  $T1 > T2 > T3 > T5 > T4$  con diferencias de 63, 56, 42 y 28, ml respectivamente.

Lo reportado por la línea Cobb está en 1302 ml y todos los tratamientos superaron este consumo lo que nos permite atribuir el resultado a las condiciones climáticas propias de la región de Villavicencio.

En la semana Cuatro se aprecia que el consumo de agua mayor fue T2 (Suplemento con 1ml de extracto vegetal) con 1421 ml y el más bajo fue la T4 (Suplemento con 3mL de extracto vegetal) con 1267mL.

En orden descendente  $T2 > T5 > T3 > T1 > T4$  con diferencias de 77, 1, 20 y 56, ml respectivamente.

En la semana Cinco se aprecia que el consumo de agua mayor fue T5 (Suplemento con 7ml de extracto vegetal) con 832 ml y el más bajo fue la T1 (Tratamiento control) con 672 ml.

En orden descendente  $T5 > T3$  y  $T4 > T2 > T1$  con diferencias de 20, 0, 116 y 24, ml respectivamente, importante resaltar que en esta semana los animales solo permanecieron 4 días en la granja

En la curva se puede apreciar, que en la semana tres, cuatro y cinco el consumo de agua fue superior al reportado por Cobb de 1302,1722, 2065 ml. Para las semanas 3, 4, y 5 respectivamente. Atribuyéndose a las condiciones climáticas propias de la región.

De acuerdo al resultado de coeficiente de variación con respecto a el consumo de agua (Tabla 20). Podemos afirmar que los datos analizados son homogéneos tiene poca dispersión y alta confiabilidad.

**Tabla 19 . Análisis de los coeficientes de variación consumo de agua**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	%CV
T1	3	223	74.196667	0.7724333	1.185
T2	3	227	75.803333	2.9016333	2.247
T3	3	226	75.183333	2.5685333	2.132
T4	3	215	71.726667	13.465633	5.116
T5	3	225	74.893333	39.690533	8.412
	PROMEDIO	223			

Fuente: Autor (2014)

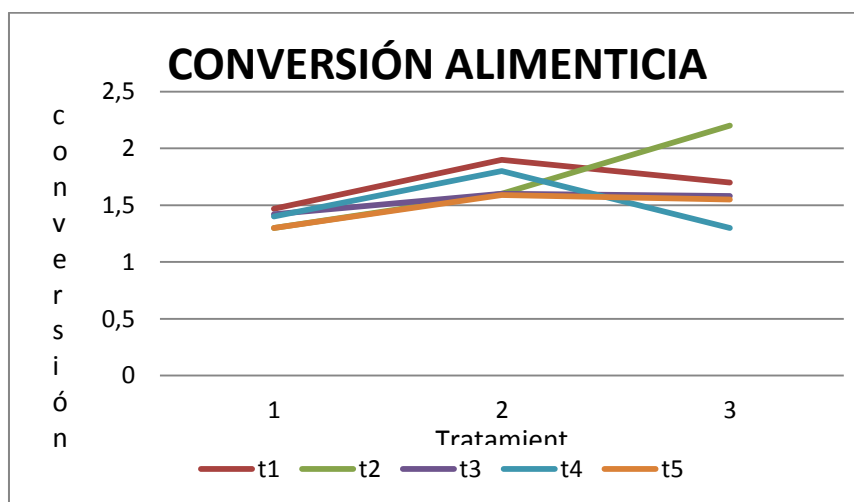
### 3.2.4 Conversión alimenticia

Los resultados para la conversión alimenticia se presentan en la tabla 21 y la gráfica 4.

**Tabla 20 . Conversión Alimenticia**

Semana	T1	T2	T3	T4	T5
3	1.47	1.3	1.42	1.4	1.3
4	1.9	1.6	1.6	1.8	1.59
5	1.7	2.2	1.58	1.3	1.55

Fuente: Autor (2014)

**Gráfica 4 . Curva de conversión Alimenticia.**

Fuente: Autor (2014)

En la semana tres se aprecia que el tratamiento que obtuvo una tendencia a una mejor conversión fue el T2 y T5 (suplementada con 1 ml y 7ml de extracto vegetal) con 1.3, y el de mayor conversión alimenticia fue el T1 (tratamiento control) con 1.47.

En orden ascendente la conversión se presenta como T2, T5 < T4 < T3 < T1 con diferencias de 0.0, 0.1, 0.12, 0.05.

En la semana cuatro se puede observar que el tratamiento con una tendencia a la mejor conversión fue el T5 (suplementada con 7ml de extracto vegetal), con 1.59 y el de mayor conversión alimenticia fue T1 (tratamiento control) con 1.9.

En orden ascendente la conversión se presenta como  $T5 < T3, T2 < T4 < T1$  con diferencias de 0.01, 0, 0.2, 0.1

En la semana cinco se puede verificar que el tratamiento que obtuvo una tendencia a presentar una mejor conversión alimenticia fue el T4 (suplementado con 5ml de extracto vegetal) con 1.3 seguido del T5 (suplementado con 7 ml de extracto vegetal) con 1.55. Estos valores son mejores que los que reporta la línea Cobb, en la semana tres 1.4, semana 4 1.84 y en la cinco 2.03; en comparación con lo reportado para los animales en el experimento de 1.3, 1.69 y 1.66 para las semanas 3, 4 y 5 respectivamente esto nos permite afirmar que los valores obtenidos en la investigación muestran una tendencia a mejorar la conversión alimenticia.

De acuerdo al resultado de coeficiente de variación con respecto a la conversión alimenticia (Tabla 22,) podemos afirmar que los datos analizados son homogéneos tienen poca dispersión y alta confiabilidad.

**Tabla 21 . Análisis de los coeficientes de variación conversión alimenticia**

<b>RESUMEN</b>					
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>	<i>% CV</i>
<b>T1</b>	3	4,79	1,59666667	0,003633333	3,77518608
<b>T2</b>	3	4,7	1,56666667	3,33333E-05	0,36852145
<b>T3</b>	3	4,45	1,48333333	0,000833333	1,9461245
<b>T4</b>	3	4,62	1,54	0,0016	2,5974026
<b>T5</b>	3	4,49	1,49666667	0,008633333	6,20817811
		<b>PROMEDIO</b>	1,53666667		

Fuente: Autor (2014)

### 3.3 Mortalidad



**Figura 11 . Mortalidad en tratamiento 4 y 5.**

Fuente: Autor (2013)

La mortalidad dentro del periodo de estudio fue del 1,66%, correspondiente a 2 pollos uno del tratamiento T4 y otro del T5 en la cuarta semana de vida, atribuido al exceso de calor que durante este periodo se incrementó por encima de los 30 grados centígrados ocasionadores de estrés calórico y por ende la muerte súbita o infarto.

#### 3.3.1 PH de la cama

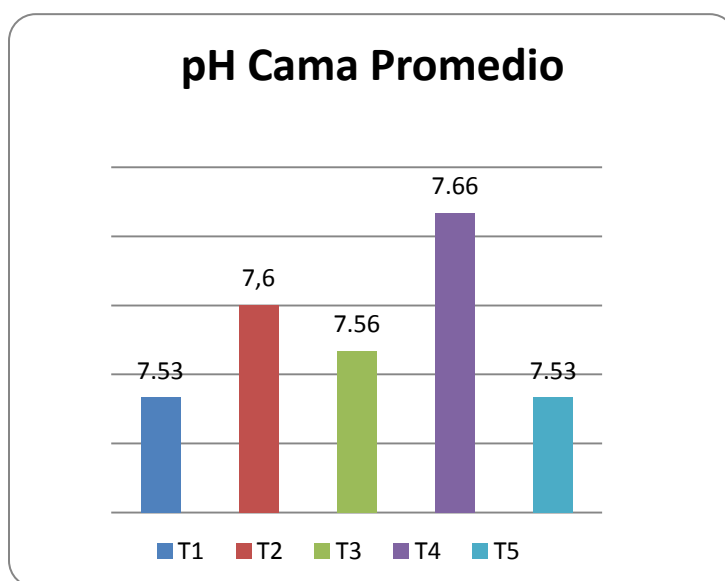
Los datos de pH se presentan en la tabla 24.

**Tabla 222 . Datos pH de la cama**

MEDICION	T1	T2	T3	T4	T5	PROMEDIO
R1	7.5	7.7	7.6	7.7	7.5	7.6
R2	7.6	7.5	7.6	7.6	7.5	7.5
R3	7.5	7.6	7.5	7.7	7.6	7.6
PROMEDIO	7.53	7.6	7.56	7.66	7.53	

Fuente: Autor (2014)

Teniendo en cuenta que no se presentaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), el tratamiento 2 y 4 (suplemento de 1ml y 7 ml de extracto vegetal), presentaron un valor de pH de 7.6 por encima de la neutralidad y los tratamientos T1, T3, T5 presentaron un pH de 7.5 igualmente por encima todos muy cercanos a la neutralidad lo que nos indica que no hubo variaciones significativas en la calidad de la cama.



**Gráfica 5. PH de la cama.**

Fuente: Autor (2014)

De acuerdo al resultado de coeficiente de variación con respecto al pH (Tabla 25) de la cama podemos afirmar que los datos analizados son homogéneos tienen poca dispersión y alta confiabilidad.

**Tabla 233. Análisis de los coeficientes de variación pH de la cama**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	%CV
T1	3	22.6	7.533333333	0.003333333	1.35839828
T2	3	22.8	7.6	0.01	2.33217612
T3	3	22.7	7.566666667	0.003333333	1.35241415
T4	3	23	7.666666667	0.003333333	1.33477397
T5	3	22.6	7.533333333	0.003333333	1.35839828
XPROMEDIO			7.577777778		

Fuente: Autor (2014)

### 3.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

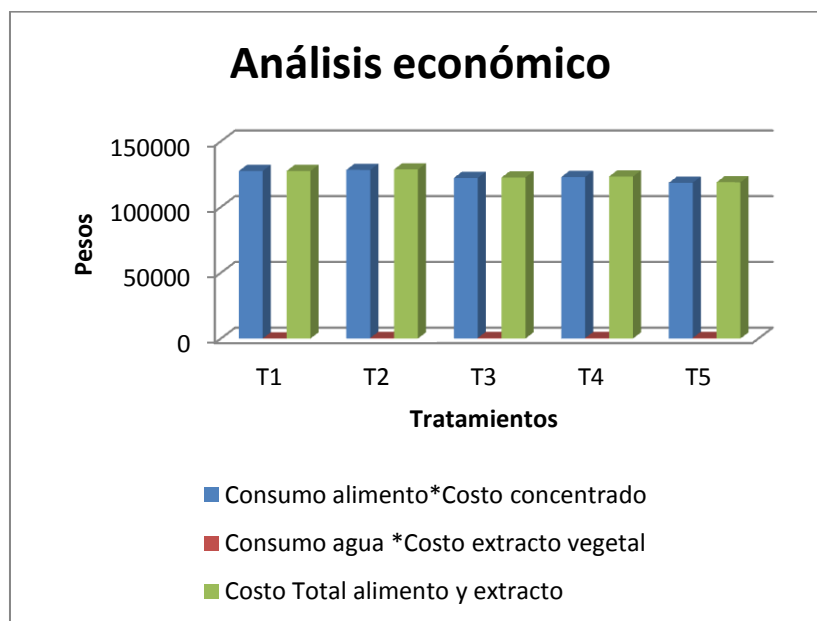
En la producción pecuaria el rubro de mayor relevancia es el concerniente a la alimentación que oscila aproximadamente entre el 70 y 80 por ciento de los costos totales, debido al alto costo de los insumos para la elaboración del producto como tal, alimento concentrado comercial, el subsector avícola no es ajeno a este proceso.

El análisis de costos para cada tratamiento se determinó con base en el concentrado más el extracto vegetal suplementado en el agua de bebida.

**Tabla 24. Costos de los insumos utilizados en la alimentación de los diferentes tratamientos**

Tratamientos	Nivel		Consumo alimento*Costo concentrado	Consumo agua *Costo extracto vegetal	Costo alimento extracto	Total y
<b>T1</b>	control		127400	0	127400	
<b>T2</b>	1ml/l extracto v	de	128212	394.16	128606	
<b>T3</b>	3ml/l extracto v	de	122119	390.93	122509	
<b>T4</b>	5ml/l extracto v	de	122850	372.94	123222	
<b>T5</b>	7ml/l extracto v	de	118462	389.42	118851	

- Valor galón extracto vegetal \$ 20.000/ 3785 = \$5,2 cc
- Valor bulto concentrado engorde peletizado \$65.000/40 = \$1625 kg.



**Gráfica 6. Análisis económico comparación de tratamientos.**

Fuente autor (2014)

Como podemos observar en la gráfica el tratamiento T5 (Suplemento de 7ml de extracto vegetal) presentó el menor costo total \$118851 frente al tratamiento T2 (suplemento de 1 ml de extracto vegetal) que arrojó mayor costo total \$128606, es importante mencionar que el consumo de agua más extracto vegetal en todos los tratamientos fue el de menor valor.

Igualmente se puede corroborar que el T5 fue el que menor consumo de alimento tuvo reflejándose de igual manera una menor conversión, es decir mejor desempeño productivo.

#### 4. CONCLUSIONES

Al emplear extractos vegetales en el agua de bebida de pollos de engorde de acuerdo a lo planteado en esta investigación, no se afectaron los parámetros de comportamiento productivo ( $P>0.05$ ).

Un nivel de 7mL/lit de extracto vegetal en el agua de bebida muestra una tendencia a un mayor aumento de peso en la fase de acabado o engorde de pollo, sobre los demás tratamientos. Sin presentar diferencias significativas entre tratamientos ( $P>0.05$ )

El mayor consumo de alimento sobre los demás tratamientos se presentó en el tratamiento T2 (suplemento de 1 ml extracto vegetal) con 78.9 por tratamiento. Sin presentar diferencias significativas entre tratamientos ( $P>0.05$ )

El máximo consumo de agua se presentó en el tratamiento T2 (suplemento de 1 ml extracto vegetal) con 75.8ml por tratamiento. Sin presentar diferencias significativas entre tratamientos ( $P>0.05$ )

La tendencia a una mejor conversión alimenticia se presentó en el tratamiento T5 (Suplemento de 7 ml de extracto vegetal), con 1.44 sobre los demás tratamientos.

La mortalidad dentro del periodo de estudio fue del 1,66%, la cual está dentro de los parámetros normales para esta fase de producción de los pollos. Sin presentar diferencias significativas entre tratamientos ( $P>0.05$ )

El tratamiento 2 y 4 (suplemento de 1ml y 5 ml de extracto vegetal), presentaron un valor de pH de 7.6 por encima de la neutralidad y los tratamiento T1,T3,T5 presentaron un pH de 7.5 igualmente por encima todos muy cercanos a la neutralidad. Sin presentar diferencias significativas entre tratamientos ( $P>0.05$ )

El tratamiento T5 (Suplemento de 7ml de extracto vegetal) presento el menor costo total \$118851

## RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo:

- Se recomiendan niveles de suplementación de 7mL de extracto vegetal en el de agua de bebida en la fase de engorde del pollo, para obtener mejoras en los parámetros productivos.
- Se recomienda al utilizar el extracto vegetal utilizar otras dosis en razón a que los resultados no tienen diferencias estadísticas significativas y así poder establecer que cantidad de extracto vegetal es la que da mejores resultados en las aves, ya que es posible que estos extractos se volatilicen o cambien su composición química por el tiempo que permanecen en el agua sin ser consumidos.
- Después de finalizada la investigación se observó que las canales tuvieron buena pigmentación, lo que invita a que en futuras investigaciones se contemplen aspectos de valoración de la calidad de las canales.
- Se recomienda hacer una investigación más profunda en referencia al depósito de grasas en la cavidad abdominal ya que con la utilización de este extracto vegetal se disminuye notablemente.

## BIBLIOGRAFÍA

Ávalos-García, A. y E. Pérez-Urria Carril. (2009). Metabolismo secundario de plantas. La Reduca (Biología). Serie Fisiología Vegetal, 2, 119-145.

Azcón-Bieto, J. y M. Talón. (2008). Fundamentos de fisiología vegetal (2ª ed.). España: McGraw Hill-Interamericana, U. Madrid

Barakat, T., A. H. Jackson, M. I. Abdullah (1977). Further studies of Erythrina alkaloids. Lloydia 40, 471.

Bernardino, M. 2011. Evaluación de promotor de crecimiento a base de extractos vegetales en la alimentación de aves Trabajo Final de graduación Ingeniería en producción agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Católica Argentina.

Buchanan, B. B., W. Gruissem, R. L. Jones (2000). Biochemistry and molecular biology of plants. Maryland: American Society of Plant Physiologists, pp. 1281-1292.

Cano A. (1998). Producción Avícola UNAD Bogotá Colombia p 90 – 91.

Cortes G., Paez L. (2006) Respuesta Productiva y Pigmentativa de Fuentes Carotenoides Naturales y Sintéticas en Pollo de Engorde Trabajo final de grado como zootecnista. Facultad de ciencias agropecuarias y de medio ambiente UNAD Bogotá.

Coscojuela y col. 2011. Evaluation of the activity of two garlic compounds (pts and ptso) and its commercial preparation against Salmonella enteric in laying hens. XV Congress European Society Veterinary and Comparative Nutrition. Zaragoza

Cseke, L. J., Kirakosyan, A., Kaufman, P. B., Warber, S., Duke, J. A., Brielman, H. L. (2006). Natural products from plants (2nd ed.). Boca Raton FL: CRC Press.

Carlson et al, (2001). A comparison between feeding either peptide or plasma proteomas with or without a feed grade antibiotic on pig growth performance and intestinal health. (p 28).

Cuca G. M., E. Avila Y A. Pro M. 1996. Alimentación de las aves. UACH. Chapingo, México. 104 p

Dinan, L. (2001). Phytoecdysteroids: biological aspects. *Phytochemistry*, 57, 325-339.

Chife, C. (2005). Garantía y control de calidad de materias primas vegetales para fines farmacéuticos. Rev. Lab Ciencia 6-8, 24-26.

García, D. E. (2004). Los metabolitos secundarios de las especies vegetales. Pastos y Forrajes, 27, 1-12.

Goodwin TW. 1971. Aspects of terpenoid chemistry and biochemistry. Academic Press, Londres.

Harborne, J. B. (1989). Recent advances in chemical ecology. Nat. Prod. Rep., 6, 85-108.

Jimenez-Marti E, et al. (2011) Towards an understanding of the adaptation of wine yeasts to must: relevance of the osmotic stress response Appl Microbiol Biotechnol 89(5):1551-61

Karl Thomas, K. (1909). Arch. Anat. Physiol., Lpz. Physiof. Abt. p. 219.

Kulkarni, A. D et al, (1983). Expression of immune cell surface makers In Vivo and immune competence in mice by, nucleotides. (p 52)

Landry, L. G., Chapple, C. C. S., y Last, R. L. (1995). Arabidopsis mutants lacking phenolic sunscreens exhibit enhanced ultraviolet-B injury and oxidative damage. Plant Physiol, 109, 1159-1166.

Lees, G. L., Suttill, N. H., Gruber, V. (1993). Condensed tannins in sainfoin. I. A histological and cytological survey of plant tissue. *Can. J. Bot.* 71, 1147.

Levin, DA. 1976. "The chemical defenses of plants to pathogens and herbivores". *Ann Rev. Ecol. Syst.* 7: 121-159.

Lloyd, I.E., MCDONALD, B.E. CRAMPTON, E.W. Fundamentos de nutrición. Ed. Acribia. 2<sup>a</sup> Edición: Zaragoza España 1982. pp. 31-256.

Maldonado, R. (1985). Los productos en las plantas. Vol. I. Coahuila: Centro de Investigación en Química Aplicada.

Mateo, C. D, et al, (2004). Nucleotides in sow colostrum and milk at diff stages of lactation. (p 28)

Mitchel M A And Moreno Absorptive function of the small intestine adaptations meeting demand a avian cab international Washington dc USA.

Mora B (2007). Nutrition animal, Universidad Estatal a distancia San Jose de Costa Rica (p 15)

Mosquera L (2010) Efecto de una fuente de nucleotidos e inositol (NUPRO) sobre parámetros productivos en dietas para la alimentacion de pollos broiler. Universidad tecnica del norte facultad de ingenieria en ciencias agropecuarias y ambientales. Ibarra Ecuador

Nivia A (2013). Línea de profundización en sistemas de producción avícola, Universidad nacional abierta y a distancia UNAD Bogotá (p 47 y 70)

Nuflez, M. C, et el, (1990). Effect of di, nucleotides on intestinal repair in rats with experimental chronic diarrhea. (p 57)

Padilla A (2009) Efecto de la inclusión de aceites esenciales de orégano en la dieta de pollos de engorde sobre la digestibilidad y parámetros productivos. Trabajo de grado para optar el título de zootecnista, Universidad de la Salle Bogotá.

Qureshi, M. A. (2002). Differential expression of inducible nitric oxide synthases is associated differentia. (p 32)

RAY, A, et al, (2004). Distribution acids ribonucleiques dans le myocarde, rat. (p 22-23)

Ringulet J. y Viña S., Productos Naturales Vegetales, Universidad Nacional de la Plata editorial de la Universidad de la Plata Primera Edición Buenos Aires Argentina 2013, pág. 11-16

Swain, T (editor). 1973. Chemistry in evolution and systematics. Butterworth, Londres.

Silvera M, Koga Y, Alvarado A. 2013 Aplicaciones de la biotecnología en la nutrición el metabolismo y la fisiología celular del ave principios activos funcionales de extractos vegetales (parte1).Actualidad Avípecuaria Lima Peru.

Tsujinaka, T. (1993). Role of nucleosides and nucleotide mixture in intestinal mucosal growth under total potential nutrition. (p 78)

Pérez-Rivero, J., Aguilar, A., Martínez, J., Pérez, M., Serrano, H. (2007). Los fitoestrógenos y el efecto de su consumo en diferentes órganos y sistemas de animales domésticos. Agricultura Tecnológica, 67, 325-331.

Rostagno H. (2011) Tablas Brasileñas para aves y cerdos Composición de alimentos y requerimientos nutricionales 3ra Ed. Universidad Federal de Vicosa Brasil

Serrano, H., Pérez-Rivero, J. J., Martínez Maya, Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la uacj. Volumen xii, número 3, 2014. J. J., Aguilar Setién, A., Pérez Martínez, M., García-Suárez, M. D. (2007). Fluorescence and immunohistological detection of estrogen receptors in dog testis and epididymis after oral coumestrol administration. Neuroendo-crinol., Lett. 29, 977-980. 91

Taiz, L. y Zeiger, E. (2006). Secondary metabo–lites and plant defense. En Plant physiology (4th ed). Sinauer Associates, Inc.

Treybal, R. E (1986). Operaciones con Transferencia de masa. Ed. Revolucionaria, La Habana, Cuba.

### **Cibergrafia**

<https://www.google.com.co/#q=mapa+villavicencio+meta>

## ANEXOS

## Anexo 1. Análisis de Varianza Variable Ganancia de Peso

FV	SC	GL	CM	FC	PR	FT(0,05)	COEFICIENTE DE ANAVA
entre grupos	91.004	4	22.751	1.445487	0.2892432	3.4780497	1.4105393
EE (replicas)	157.39333	10	15.739333				
Total	248.39733	14					

Fuente: Autor (2014)

## Anexo 2. Análisis de varianza variable consumo de alimento

FV	SC	GL	CM	FC	PR	FT(0,05)	COEFICIENTE DE ANAVA
Entre grupos	198.129444	5	39.625889	0.628982	0.6814403	3.1058752	1.47400178
EE (replicas)		756	12	63			
Total	954.129444	17					

Fuente: Autor (2014)

### Anexo 3. Análisis de varianza variable consumo de agua

ANÁLISIS DE VARIANZA								
FV	SC	GL	CM	FC	Pr	Ft (0,05)	COEFICIENTE DE ANAVA	
Tratamientos	30.02	5	6.004	0.583014	0.712975	3.1058752	1.4385348	NS (P>0,7129)
EE (Réplicas)	123.5786	12	10.29822					
Total	153.5986	17						

Fuente: Autor (2014)

### Anexo 4. Análisis de varianza variable conversión alimenticia

FV	SC	GL	CM	FC	PR	FT	COEFICIENTE DE ANAVA	
Entre grupos	0,02686667	4	0,00671667	2,279411765	0,132537	3,47804969	3,532531792	
EE REPLICAS	0,02946667	10	0,00294667					
Total	0,05633333	14						

Fuente: Autor (2014)

### Anexo 5. Análisis de varianza variable pH de la cama

FV	SC	GL	CM	FC	PR	FT(0,05)	COEFICIE NTE DE ANAVA
<b>Entre grupos</b>	0.0377777	5	0.0075555	1.7	0.2090784	3.105875	1.55934356
	8		6		2	24	
<b>EE(REPLICA S)</b>	0.0533333	12	0.0044444				
	3		4				
<b>Total</b>	0.0911111	17					
	1						

**Fuente:** Autor (2014)

### Anexo 6. Fotográfico. Resultados visuales de las canales de cada tratamiento.



**Resultados visuales del contenido abdominal de grasa al momento del sacrificio.**

