

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**IASA – I**

**UTILIZACIÓN DE TRES NIVELES DE Stevia rebaudiana EN ALIMENTACIÓN  
DE BROILERS Y SU INFLUENCIA EN FLORA Y DESARROLLO INTESTINAL**

**JOSÉ LUIS QUEZADA FIGUEROA**

**INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO  
AGROPECUARIO**

**SANGOLQUI – ECUADOR**

**2011**

## EXTRACTO

El proyecto de investigación “Utilización de Tres Niveles de *Stevia rebaudiana* en Alimentación de Broilers y su Influencia en Flora y Desarrollo Intestinal” fue realizado en las instalaciones de la hacienda El Prado (IASA – I), ubicado en la provincia de Pichincha, en el cantón Rumiñahui, cuyas condiciones climáticas son las siguientes: altitud 2748 m, temperatura promedio 16.35°C, precipitación 1270 mm, humedad relativa 69.03 %, concentración de oxígeno 8 ppm y luminosidad 12 h/luz.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto probiótico de la *Stevia rebaudiana* incluida en el alimento balanceado durante los primeros 21 días de edad de las aves, sobre los parámetros zootécnicos y desarrollo gastrointestinal analizado en laboratorio a los 49 días. Además, de determinar el tratamiento económicamente más rentable y viable.

Para el estudio se emplearon 1000 pollos, en un total de 4 tratamientos (T1 0.5 % *Stevia*, T2 1.0 % *Stevia*, T3 1.5 % *Stevia*, T4 Testigo), cada uno con 3 repeticiones en un diseño completamente al azar y en un periodo de 49 días.

Al realizar el análisis para la mortalidad se encontraron diferencias significativas al 5 % entre los tratamientos, se pudo apreciar la eficacia de la *Stevia*, pues al aplicar la misma se redujo la mortalidad, el mayor porcentaje (6.83 %) presentó el tratamiento T4

y el menor (4.02 %) presentó el tratamiento T2. La viabilidad presentó diferencias estadísticas entre tratamientos al 1 %, el tratamiento T2 presentó el mejor promedio (95.98 %).

El consumo de alimento presentó diferencias estadísticas entre tratamientos al 1 %. En términos generales la adición de *Stevia* incrementó levemente el consumo de alimento, el menor consumo (146.04 g/día) presentó el tratamiento T4 y el mayor (150.59 g/día) presentó el tratamiento T2. La conversión alimenticia presentó diferencias estadísticas entre tratamientos al 1 %, el tratamiento T2 presentó el mejor resultado (2.163). Se encontró un efecto positivo sobre la ganancia semanal de peso en los tratamientos T2 y T3, cuyos promedios alcanzaron 69.62 g/día y 69.04 g/día, respectivamente.

El FEA presentó diferencias estadísticas entre tratamientos al 1 % y 5 %, se obtuvo el mejor índice (155.93) para el tratamiento T3 (1.5 % *Stevia*).

El análisis de laboratorio realizado para evaluar el tamaño de microvellosidades a nivel de dos porciones del asa duodenal, presentó el mejor resultado (1.49 mm) para el tratamiento T2 (1.0 % *Stevia*).

Al realizar el análisis económico se determinó que el tratamiento T2 es la mejor alternativa económica puesto que presentó un mejor beneficio neto y una mejor tasa interna de retorno marginal.

## ABSTRACT

The research project "Use of Three Levels of *Stevia rebaudiana* in Broilers Feeding and its Influence on Intestinal Flora and Development" was held in the facilities of the El Prado (IASA - I), located in the province of Pichincha, in the Rumiñahui Canton, where climatic conditions are: 2748 m altitude, average temperature 16.35°C, 1270 mm rainfall, relative humidity 69.03 %, oxygen concentration 8 ppm and 12 h/ light.

The objective of this study was to evaluate the probiotic effect of *Stevia rebaudiana* included in the feed during the first 21 days of age of birds, husbandry and development parameters analyzed in the laboratory gastrointestinal at 49 days. Moreover, in determining treatment more profitable and viable.

For the 1000 study used chickens, for a total of 4 treatments (T1 0.5% *Stevia*, T2 1.0 % *Stevia*, T3 1.5% *Stevia*, T4 control), each with 3 replications in a completely randomized design in a period of 49 days.

In conducting the analysis for mortality differences were significant at the 5 % between treatments, we could assess the effectiveness of *Stevia*, then applying the same mortality was reduced, the highest percentage (6.83 %) presented with T4 and lower (4.02 %) had T2 treatment.

The feasibility present statistical differences between treatments at 1 %, T2 treatment had the best average (95.98 %).

Food consumption showed statistical differences between treatments at 1 %. In general the addition of Stevia slightly increased food consumption, lower consumption (146.04 g/day) and T4 treatment presented the highest (150.59 g/day) had T2 treatment.

Feed conversion showed statistical differences between treatments at 1 %, T2 presented the best result (2.163). We found a positive effect on weight gain weekly treatments T2 and T3, whose averages reached 69.62 g/day and 69.04 g/day, respectively.

The FEA showed statistical differences between treatments 1 % and 5 %, we obtained the best index (155.93) for the treatment T3 (1.5 % *Stevia*).

Laboratory analysis conducted to assess the size of microvillus at the two portions of the duodenal loop, presented the best result (1.49 mm) for the treatment T2 (1.0 % *Stevia*).

In conducting the economic analysis determined that treatment T2 is the best economic alternative since it has a better net profit and a better rate of return marginal.

**CERTIFICACION**

Ing. Juan Tigrero

Ing. Mario Ortiz

**Certifican:**

Que el trabajo titulado “UTILIZACIÓN DE TRES NIVELES DE *Stevia rebaudiana* EN ALIMENTACIÓN DE BROILERS Y SU INFLUENCIA EN FLORA Y DESARROLLO INTESTINAL”, realizado por QUEZADA FIGUEROA JOSÉ LUIS, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a la importancia del tema para los avicultores de la sierra ecuatoriana se recomienda su publicación.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan a QUEZADA FIGUEROA JOSÉ LUIS que lo entregue a la Ing. PATRICIA FALCONÍ, en su calidad de Coordinadora de la Carrera.

El Prado, 27 de Octubre del 2011

---

**Ing. JUAN TIGRERO****DIRECTOR**

---

**Ing. Zoo. MARIO ORTIZ****CODIRECTOR**

## **DECLARACION DE RESPONSABILIDAD**

JOSÉ LUIS QUEZADA FIGUEROA

**Declaro que:**

El proyecto de grado denominado “UTILIZACIÓN DE TRES NIVELES DE *Stevia rebaudiana* EN ALIMENTACIÓN DE BROILERS Y SU INFLUENCIA EN FLORA Y DESARROLLO INTESTINAL”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mí autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

El Prado, 27 de Octubre del 2011

---

**JOSÉ LUIS QUEZADA FIGUEROA**

## **AUTORIZACIÓN**

Yo, JOSÉ LUIS QUEZADA FIGUEROA

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “UTILIZACIÓN DE TRES NIVELES DE *Stevia rebaudiana* EN ALIMENTACIÓN DE BROILERS Y SU INFLUENCIA EN FLORA Y DESARROLLO INTESTINAL”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

El Prado, 27 de Octubre del 2011

---

**JOSÉ LUIS QUEZADA FIGUEROA**

## **DEDICATORIA**

A MIS CINCO PILARES  
DE ALMA DE HIERRO Y CORAZÓN DE LEÓN  
EN DONDE SE EDIFICA  
MI VIDA...

A MI NANA JOSEFINA  
A MI ABUELITA MARTHITA ANDRADE  
A MI TÍA MARÍA ELENA FIGUEROA  
A MI ABUELITO JOSÉ ANACLETO QUEZADA  
Y A MI MAMI LA Lic. MARTHA ALICIA FIGUEROA

**José Quezada**

## **AGRADECIMIENTO**

Primero a mi Dios por todas sus bendiciones, a mi familia, a la ESPE – IASA I por ser mi segunda casa, al personal docente – administrativo – trabajadores en especial al Ing. Juan Tigrero, al Ing. Mario Ortiz y al Sr. Nelson Oña, a mi novia Lorena por su amor, paciencia y visitas conyugales en el internado y por último, aunque los últimos siempre seremos los primeros, a mis amigos gracias por tolerarme más de 5 años de estudio y convivencias de toda índole...

Porque gracias a su cariño, guía y apoyo he llegado a conquistar uno de mis anhelos más grandes de mi vida, fruto del inmenso amor, trabajo y confianza que en mi se depositó y con los cuales he logrado terminar mis estudios profesionales que constituyen el legado más grande que pudiera recibir y por lo cual les viviré eternamente agradecido...

Con cariño y respeto...

Att. "Quezo"

**José Quezada**

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

**ELABORADO POR**

---

JOSÉ LUIS QUEZADA FIGUEROA

**DIRECTORA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN  
CIENCIAS AGROPECUARIAS**

---

Ing. PATRICIA FALCONÍ

**DELEGADO UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO**

---

Abg. CARLOS OROZCO B.

El Prado, 27 de Octubre del 2011

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág.
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 SECTOR AVÍCOLA EN EL ECUADOR.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 STEVIA REBAUDIANA .....</b>	<b>5</b>
2.2.1 Ingrediente Activo de Stevia.....	6
2.2.2 Ruta Metabólica .....	7
<b>2.3 SISTEMA DIGESTIVO .....</b>	<b>8</b>
2.3.1 Pico.....	8
2.3.2 Cavidad Bucal .....	8
2.3.3 Lengua.....	9
2.3.4 Esófago.....	9
2.3.5 Buche.....	9
2.3.6 Estómago.....	10
2.3.7 Intestino Delgado .....	10
2.3.8 Órganos Accesorios .....	21
2.3.9 Intestino Grueso .....	22

<b>2.4</b>	<b>FLORA INTESTINAL DE LAS AVES .....</b>	<b>24</b>
<b>2.5</b>	<b>DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES.....</b>	<b>25</b>
<b>2.6</b>	<b>NUTRICIÓN POST NACIMIENTO Y ESTATUS FISIOLÓGICO DEL TRACTO GASTROINTESTINAL (TGI) .....</b>	<b>29</b>
<b>2.7</b>	<b>FISIOLOGÍA DE LA DIGESTIÓN.....</b>	<b>30</b>
2.7.1	La Digestión del Intestino .....	30
2.7.2	Secreción y Composición del Jugo Pancreático .....	31
2.7.3	Secreción y Composición de la Bilis .....	32
2.7.4	Digestión del Intestino Delgado.....	32
2.7.5	Digestión en el Ciego .....	33
<b>2.8</b>	<b>ABSORCIÓN DE NUTRIENTES .....</b>	<b>34</b>
2.8.1	Influencia Sobre el Sistema Inmune .....	35
<b>2.9</b>	<b>SISTEMA INMUNE .....</b>	<b>37</b>
2.9.1	Órganos Linfoides de las Aves .....	37
<b>2.10</b>	<b>INFECCIONES SECUNDARIAS POR EL USO DE ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DEL CRECIMIENTO (APC) .....</b>	<b>39</b>
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>40</b>
<b>3.1</b>	<b>UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>40</b>
3.1.1	Ubicación Política .....	40
3.1.2	Ubicación Geográfica.....	41

3.1.3	Ubicación Ecológica .....	42
<b>3.2</b>	<b>MATERIALES .....</b>	<b>42</b>
3.2.1	Campo .....	42
3.2.2	Laboratorio .....	44
3.2.3	Reactivos .....	44
<b>3.3</b>	<b>MÉTODOS.....</b>	<b>45</b>
3.3.1	Limpieza del Galpón .....	45
3.3.2	Limpieza de Materiales y Sistema de Bebederos.....	45
3.3.3	Desinfección del Galpón .....	46
3.3.4	Desinfección de la Cama.....	46
3.3.5	Limpieza del Área Externa y Control de Plagas .....	46
3.3.6	Almacenamiento del Alimento Comercial.....	47
3.3.7	Preparación de la <i>Stevia rebaudiana</i> .....	47
3.3.8	Suministración de <i>Stevia rebaudiana</i> molida .....	47
3.3.9	Armado de Boxes y Sistema de Calefacción .....	48
3.3.10	Manejo del Pollito BB.....	48
3.3.11	Temperatura y Humedad.....	51
3.3.12	Programa Sanitario.....	51
3.3.13	Análisis Histológico .....	52
3.3.14	Variables a Medir .....	59

<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>61</b>
4.1	MORTALIDAD.....	61
4.2	VIABILIDAD.....	63
4.3	CONSUMO DE ALIMENTO .....	65
4.4	CONVERSIÓN ALIMENTICIA .....	67
4.5	GANANCIA SEMANAL DE PESO .....	69
4.6	FACTOR DE EFICIENCIA AMERICANO .....	71
4.7	TAMAÑO DE MICROVELLOSIDADES.....	73
4.8	ANÁLISIS ECONÓMICO .....	74
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>78</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>80</b>
<b>VII.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>81</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°	Pág.
<b>Tabla 3.1:</b> Coordenadas geográficas del módulo de avicultura IASA – I. ....	41
<b>Tabla 3.2:</b> Valores de la Temperatura semanal del galpón. ....	51
<b>Tabla 3.3:</b> Programa sanitario. ....	52
<b>Tabla 4.1:</b> Análisis de variancia para la mortalidad de pollos broiler bajo el efecto de dosis de <i>Stevia</i> . IASA, Rumiñahui, Pichincha 2011. ....	62
<b>Tabla 4.2:</b> Efecto de las dosificaciones de <i>Stevia</i> sobre la mortalidad total. ....	62
<b>Tabla 4.3:</b> Análisis de variancia para la viabilidad de pollos broiler bajo el efecto de dosis de <i>Stevia</i> . IASA, Rumiñahui, Pichincha 2011. ....	64
<b>Tabla 4.4:</b> Efecto de las dosificaciones de <i>Stevia</i> sobre la viabilidad total. ....	64
<b>Tabla 4.5:</b> Análisis de variancia para el consumo de alimento de pollos broiler bajo el efecto de dosis de <i>Stevia</i> . IASA, Rumiñahui, Pichincha 2011. ....	66
<b>Tabla 4.6:</b> Efecto de las dosificaciones de <i>Stevia</i> sobre el consumo de alimento total. ....	66
<b>Tabla 4.7:</b> Análisis de variancia para la conversión alimenticia de pollos broiler bajo el efecto de dosis de <i>Stevia</i> . IASA, Rumiñahui, Pichincha 2011. ....	68
<b>Tabla 4.8:</b> Efecto de las dosificaciones de <i>Stevia rebaudiana</i> sobre la conversión alimenticia total. ....	68

<b>Tabla 4.9:</b> Análisis de variancia para la ganancia semanal de peso de pollos broiler bajo el efecto de dosis de <i>Stevia</i> . IASA, Rumiñahui, Pichincha 2011.....	70
<b>Tabla 4.10:</b> Efecto de las dosificaciones de <i>Stevia</i> sobre la ganancia semanal de peso total.....	70
<b>Tabla 4.11:</b> Análisis de variancia para el factor de eficiencia americano de pollos broiler bajo el efecto de dosis de <i>Stevia</i> . IASA, Rumiñahui, Pichincha 2011.....	72
<b>Tabla 4.12:</b> Efecto de las dosificaciones de <i>Stevia</i> sobre el factor de eficiencia americano total.....	72
<b>Tabla 4.13:</b> Beneficio bruto, costos variables y beneficio neto de los tratamientos en estudio. ....	75
<b>Tabla 4.14:</b> Análisis de dominancia de los tratamientos en estudio en orden decreciente.....	76
<b>Tabla 4.15:</b> Análisis marginal de los tratamientos no dominados. ....	76
<b>Tabla 4.16:</b> Resumen de resultados obtenidos del efecto de las dosificaciones de <i>Stevia rebaudiana</i> en el alimento de pollos broiler. ....	77

**ÍNDICE DE CUADROS**

<b>CUADRO N°</b>	<b>Pág.</b>
<b>Cuadro 4.1:</b> Porcentaje de mortalidad de los pollos broiler durante las 7 semanas. ....	63
<b>Cuadro 4.2:</b> Porcentaje de viabilidad de los pollos broiler durante las 7 semanas.....	65
<b>Cuadro 4.3:</b> Consumo de alimento de los pollos broiler durante las 7 semanas. ....	67
<b>Cuadro 4.4:</b> Conversión alimenticia de los pollos broiler durante las 7 semanas. ....	69
<b>Cuadro 4.5:</b> Ganancia semanal de peso de los pollos broiler durante las 7 semanas. ....	71
<b>Cuadro 4.6:</b> Factor de eficiencia americano durante las 7 semanas. ....	73

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>FIGURA N°</b>	<b>Pág.</b>
<b>Figura 2.1:</b> Intestino delgado en corte transversal. ....	12
<b>Figura 2.2:</b> Yeyuno y Válvulas de Kerckring. ....	13
<b>Figura 2.3:</b> Vellosidades Intestinales. ....	15
<b>Figura 2.4:</b> Microvellosidades Intestinales. ....	16
<b>Figura 2.5:</b> Criptas o Glándulas de Lieberkühn. ....	17
<b>Figura 2.6:</b> Mucosa del Intestino Delgado y Glándulas de Lieberkühn. ....	31
<b>Figura 2.7:</b> Vellosidades Intestinales e Influencia Sobre el Sistema Inmune. ....	37
<b>Figura 3.1:</b> Foto satelital del módulo de avicultura. ....	41

## I. INTRODUCCIÓN

Una alternativa a la prohibición de antibióticos promotores de crecimiento (APC) en la avicultura es el uso de extractos vegetales como aditivos en la alimentación de pollos de carne, cuyos efectos son: estimular el sistema digestivo, antiséptico, fungicida y bactericida para mejorar sus rendimientos. El riesgo potencial de contaminación de la carne de aves o de los huevos por patógenos continúa siendo un importante problema de salud pública (Garcés 2006).

En los países desarrollados y subdesarrollados, las enfermedades ligadas a los alimentos causan sufrimiento a las personas e importantes pérdidas productivas, añadiendo un coste adicional importante a los de producción de alimentos y a los sanitarios. También es una causa de mortalidad, especialmente en los países en desarrollo, donde las condiciones sanitarias de muchas personas son bajas (Garcés 2006).

Por lo que respecta a los huevos y los productos derivados de los mismos, la principal causa de preocupación es *Salmonella*, que parece tener una especial predilección por el tracto reproductivo de las gallinas, y que lleva estando asociada a problemas de *Salmonellosis* en personas desde los años 80. La situación es diferente en

la carne de ave, donde el principal problema lo constituyen *Salmonella sp.*, *E. coli* y *Coccidia* (Garcés 2006).

Actualmente está muy extendido el uso de extractos vegetales en aves de cría intensiva, ya que se evita los problemas derivados del consumo de APC y otros quimioterápicos que se suministran a estos animales para prevenir infecciones y parasitosis (Díaz 2008).

La *Stevia rebaudiana* se comercializa en forma de líquido concentrado, hojas pulverizadas o polvo blanco concentrado. El suministro de *Stevia* en el sector avícola incrementa el apetito y aumenta la ganancia de peso en los pollos, tiene una actividad bactericida contra bacterias patógenas, mejora la digestión de los alimentos, incrementa la postura de los huevos, promueve el metabolismo del calcio, reduce olores, incrementa los aminoácidos en la carne y la obtención de huevos con bajo nivel de colesterol (Díaz 2008).

En pollos broilers se ha suministrado *Stevia* mezclada con el balanceado y a los 43 días, en el momento del faenamiento de los pollos se vió que aquellos que la consumieron pesaron en promedio 150 gramos más que aquellos que no lo hicieron. También se disminuyó la mortandad en gallinas, al incluir en el balanceado 2 % de hojas molidas de *Stevia* y en agua 10 ml en 5 litros de agua diariamente (Díaz 2008).

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el efecto del suministro de *Stevia rebaudiana* en la alimentación de pollos broilers sobre parámetros zootécnicos, crecimiento y desarrollo de microvellosidades duodenales.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los niveles de inclusión de *Stevia rebaudiana* (0.5 %, 1.0 %, 1.5 %) suministrados en el alimento sobre el crecimiento y desarrollo de microvellosidades duodenales.
- Evaluar los parámetros zootécnicos.
- Medir el tamaño de microvellosidades duodenales.
- Analizar económicamente el mejor nivel de inclusión de *Stevia* en el balanceado.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 SECTOR AVÍCOLA EN EL ECUADOR**

De acuerdo a cifras otorgadas por la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador, desde el segundo semestre de 2010 y durante el primer trimestre de 2011, se registran excedentes semanales de alrededor de 500 mil pollos y de 10 millones de huevos (CONAVE 2011).

Se indica que el consumo normal semanal es de 4.1 millones de aves, pero se produce en promedio 4.6 millones. En el caso de los huevos, en cambio, el consumo normal es de 36 millones de unidades, pero se generan alrededor de 46 millones (CONAVE 2011).

En lo referente a la producción de aves, ésta creció de 50 millones en 1990 a 215 millones en 2010, la cual casi se ha cuadruplicado. En el consumo esto ha significado un incremento de 8 a 32 kilos por persona cada año (CONAVE 2011).

El sector avícola alcanza alrededor de 25 mil empleos directos y se calcula que genera 500 mil plazas si se toma en cuenta toda la cadena productiva. Además, el sector suministra el 100 % de la demanda de carne de pollo y de huevos del mercado nacional, razón por la cual el país no importa esos productos (CONAVE 2010).

La avicultura ecuatoriana contribuye con el 13 % del Producto Interno Bruto (PIB) Agropecuario por la producción de pollos de engorde y con el 3.5 % por concepto de gallinas de postura según datos de la corporación de Incubadores y Reproductores de Aves (IRA 2010).

## 2.2 STEVIA REBAUDIANA

Es una planta originaria del Paraguay conocida como un edulcorante natural, actualmente se la utiliza como reemplazo de los edulcorantes artificiales. Se ha realizado varios estudios para evaluar los efectos positivos al incorporar *Stevia* al balanceado de pollos broilers, con el fin de mejorar el consumo y la conversión alimenticia, reduciendo la incidencia de enfermedades y mortandad (Torres 2004).

Se ha comprobado que la *Stevia* incrementa el apetito de los animales por su sabor dulce, aumentando el consumo de balanceado en un 5 a 10 %, este efecto se ve en todas las categorías de los animales (lactancia, destete, crecimiento, engorde) (Torres 2004).

La planta entera de *Stevia* reduce los contaminantes naturales *Salmonella*, *E. coli* y *Staphylococcus aureus* ya que presenta antibióticos naturales como *Glycimna* y *Rebaudiana*, y a la vez aumenta la multiplicación de microorganismos benéficos como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* disminuyendo el uso de los APC en un 50 a 70 %, por

lo que dentro de las propiedades que caracteriza a *Stevia rebaudiana* es su poder probiótico (Torres 2004).

La carne de pollo alimentados con *Stevia*, presentan mejores características, ya que se ha disminuido notablemente el olor sui generis durante la cocción y dá a la carne mejores propiedades de sabor, debido al incremento de aminoácidos (Torres 2004).

Algunos ensayos demuestran que utilizando hojas molidas en niveles del 1 y 1.5 % en las raciones de pollos broilers, estimula el crecimiento aumentando la ganancia diaria de peso (Torres 2004).

En pollos broilers se ha suministrado *Stevia* mezclada con el balanceado y a los 43 días, en el momento del faenamamiento de los pollos se vió que aquellos que la consumieron pesaron en promedio 150 gramos más que aquellos que no lo hicieron. También se disminuyó la mortandad en gallinas, al incluir en el balanceado 2 % de hojas molidas de *Stevia* y en agua 10 ml en 5 litros de agua diariamente (Díaz 2008).

### **2.2.1 Ingrediente Activo de Stevia**

El esteviósido de 85 – 95 % de pureza, es una mezcla de 8 glicósidos diterpénicos, entre los que predomina el esteviósido (50 %) y el rebaudiósido A (30 %). Los otros glicósidos (rebaudiósido B, dulcósido A, esteviósidos, esteviol e isoesteviol) están presentes en cantidades no detectables (Jama *et al.*, 2009).

## **2.2.2 Ruta Metabólica**

### **2.2.2.1 Metabolismo de esteviósidos**

No se metaboliza en el organismo, por lo tanto es acalórico (Jama *et al.*, 2009).

### **2.2.2.2 Síntesis de esteviósidos**

Todos los terpenos naturales proceden de unidades de acetato activo (Acetil CoA), que se condensan y transforman para originar ácido mevalónico (AMV), unidad de cinco átomos de carbono, específica de la biosíntesis de terpenos.

En la primera etapa de esta ruta sintética, por acción de una tiolasa y la hidroximetil glutaril CoA sintetasa, se condensan tres unidades de acetil CoA y forman 3-hidroxi-3-metil glutaril CoA (HMG-CoA), compuesto que experimenta una reducción dependiente de NADPH.H<sup>+</sup>, transformándose en AMV por la acción de la HMG-CoA reductasa ubicada en la membrana del retículo endoplasmático (RE). El AMV es activado, formándose isopentenil pirofosfato (IPP).

En las reacciones de alargamiento de la cadena terpénica, IPP y dimetilalil pirofosfato (DMAPP) se condensan de cabeza a cola; el DMAPP aporta el resto isoprenoide  $\alpha$ , o inicial, formándose geranil pirofosfato GPP (C<sub>10</sub>). La adición sucesiva cabeza a cola de otras unidades IPP conduce a la síntesis de farnesil pirofosfato FPP

(C15), geranil geranil pirofosfato GGPP (C20), que dará origen al diterpeno tetracíclico ent-kaureno en una reacción catalizada por la enzima kaureno sintetasa (KS) (Jama *et al.*, 2009).

## **2.3 SISTEMA DIGESTIVO**

### **2.3.1 Pico**

Es la principal estructura prensil, el alimento se retiene en la boca sólo por corto tiempo, su fundamento es óseo y está revestido por una vaina córnea de dureza variable, está provista de numerosas terminaciones sensitivas del trigémino, que la convierten en un órgano táctil.

### **2.3.2 Cavidad Bucal**

No existe separación neta entre la boca y la faringe. En las paredes de la cavidad bucal se hallan numerosas glándulas salivares. El color de la saliva es gris lechoso a claro, el olor algo pútrido. La reacción es casi siempre ácida, siendo el promedio del pH 6.75.

### **2.3.3 Lengua**

Su forma es estrecha y puntiaguda, está suspendida del hioides, formando con él un conjunto móvil. Está revestida por una mucosa tegumentaria, recia, muy cornificada sobre todo en la punta y en el dorso. La actividad funcional de la lengua consiste en la prensión, selección y deglución de los alimentos.

### **2.3.4 Esófago**

Está situado a lo largo del lado inferior del cuello, sobre la tráquea, pero se dirige ya hacia el lado derecho en el tercio superior de este. Es algo amplio y dilatado, sirviendo así para acomodar los voluminosos alimentos sin masticar.

### **2.3.5 Buche**

Es un ensanchamiento estructural diversificado que cumple fundamentalmente dos funciones: almacenamiento de alimento para el remojo, humectación y maceración de los alimentos y regulación de la repleción gástrica. Colabora al reblandecimiento e inhibición del alimento junto a la saliva y secreción esofágica, gracias a la secreción de moco. La reacción del contenido es siempre ácida de un pH 5.

### **2.3.6 Estómago**

Consta de dos cavidades que son: el estómago glandular y el estómago muscular.

#### **2.3.6.1 Estómago glandular**

Constituye un conducto de tránsito para los alimentos que proceden del buche y que se dirigen hacia la molleja. Está recubierto externamente por el peritoneo. Le sigue la túnica muscular, compuesta de una capa externa, muy fina, de fibras longitudinales y de otra interna, de fibras circulares.

#### **2.3.6.2 Estómago muscular**

Denominada molleja, la función principal consiste en el aplastamiento y pulverización de granos, cedidos por el buche y su eficacia se incrementa por la presencia en su interior de pequeños guijarros que ingiere el animal y que pueden ser considerados como sustitutivos de los dientes.

### **2.3.7 Intestino Delgado**

Vinueza, citado por Vega (1990), el intestino delgado se extiende desde la molleja al origen de los ciegos, es largo y no se observan áreas de delimitación entre duodeno, yeyuno e íleon.

En el intestino delgado tienen lugar dos importantes funciones: la secreción del jugo intestinal y la absorción de los principios nutritivos a través de sus paredes hacia el torrente circulatorio, además se encarga de la recepción de secreciones digestivas del páncreas y el hígado.

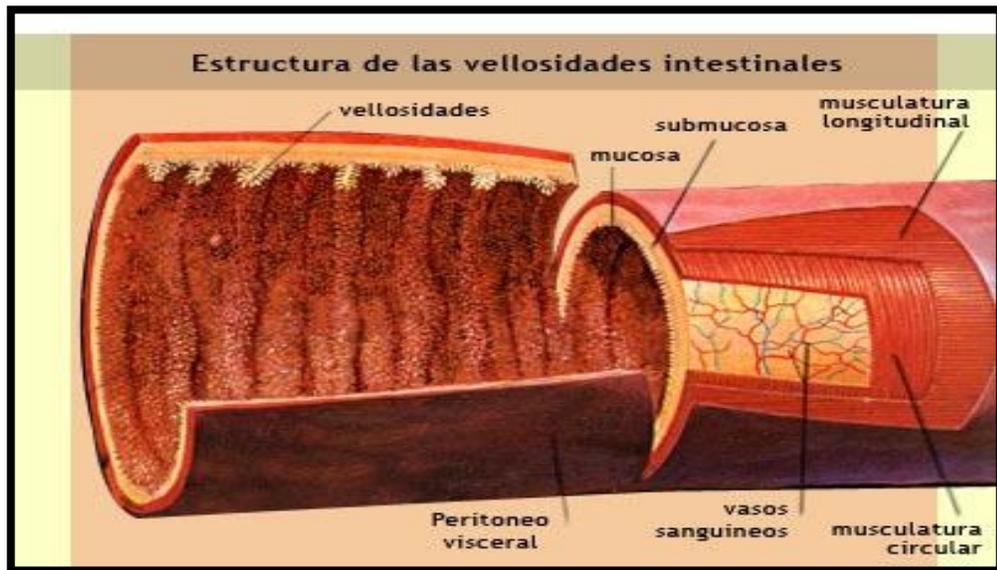
El jugo intestinal es segregado por las glándulas de Lieberkühm, y contienen fermentos que terminan el desdoblamiento de los alimentos a fin de que puedan ser absorbidos.

La mucosa intestinal está formada por un epitelio cilíndrico y presenta numerosas vellosidades que incrementan la superficie de absorción. La mucosa se encuentra cubierta por una gruesa capa de mucus que ejerce efecto protector al quimo ácido que llega al duodeno.

La mucosa del intestino delgado ofrece las siguientes formaciones: las válvulas conniventes o válvulas de Kerckring, las vellosidades, las microvellosidades de las células epiteliales, las glándulas, las formaciones linfoides y los plexos nerviosos. (Vinuesa, citado por Vega 1990).

La cuantía de la absorción de sustancias de la luz intestinal depende de varios factores, entre los que cabe mencionar como más importante la magnitud de la superficie de absorción. En el intestino delgado contribuyen las siguientes particularidades a aumentar dicha superficie:

- La composición del intestino en circunvoluciones (asas) y la formación de pliegues.
- La existencia de vellosidades con repliegues (lo que aumenta en unas ocho veces la superficie de absorción).
- La existencia del espacio piloso (microvilli) en el polo de las células epiteliales que da a la luz intestinal (aumento de unas 14 a 30 veces de la superficie de absorción) (Vinueza, citado por Kolb 1996).



Fuente: Wikipedia – artículos en línea

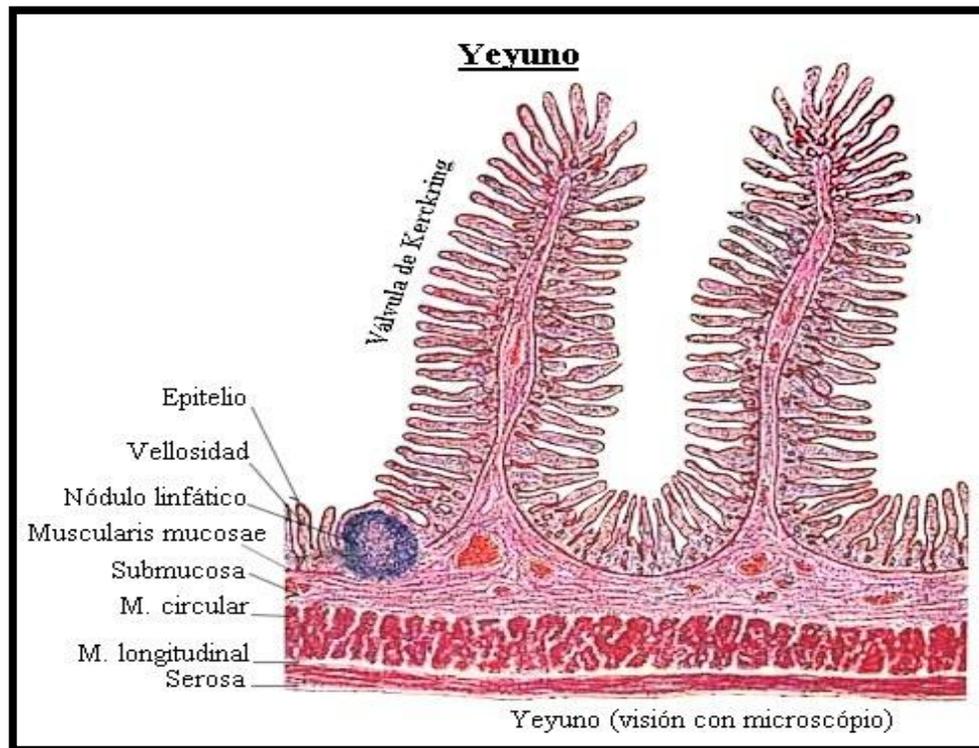
**Figura 2.1: Intestino delgado en corte transversal.**

### 2.3.7.1 Válvulas de Kerckring

Son una serie de pliegues permanentes de la mucosa, los cuales forman prominencias en la luz intestinal. Estos pliegues comienzan a unos 3 cm del píloro,

alcanzan su máximo desarrollo en la mitad distal del duodeno y en la parte proximal del yeyuno. En el íleon disminuyen en número y altura, al final de este segmento desaparecen. Estas eminencias, que toman forma circular o espiralada, se proyectan en la luz intestinal interesando la mitad o dos tercios de la misma (Vinuela, citado por Kolb 1996).

La estructura de una válvula responde a una elevación de la mucosa con arrastre de la musculares mucosae y la submucosa. La consecuencia de estas proyecciones de la mucosa intestinal es un considerable aumento de la superficie funcional del intestino.



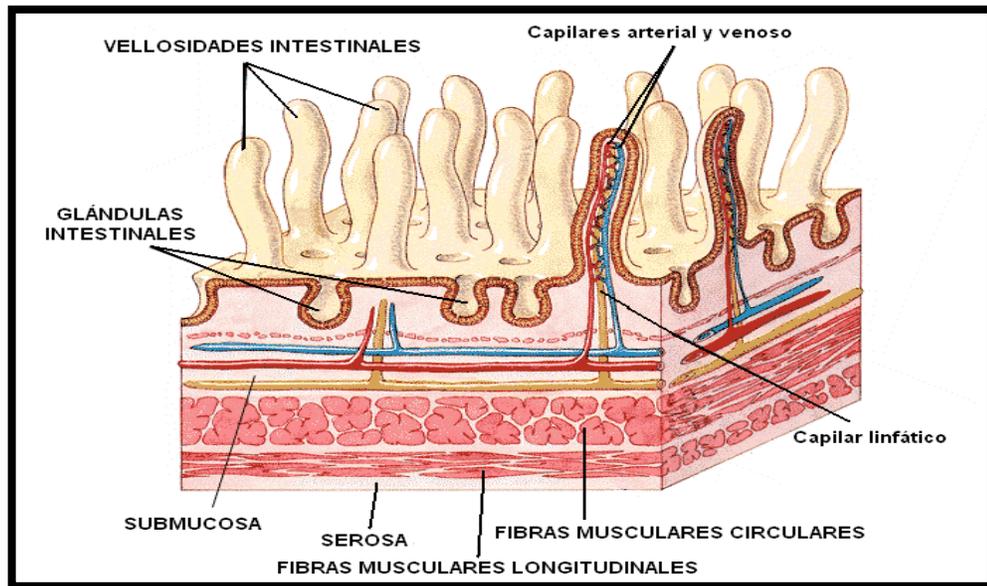
Fuente: Wikipedia – artículos en línea

**Figura 2.2: Yeyuno y Válvulas de Kerckring.**

### **2.3.7.2 Vellosidades intestinales**

Son pequeñas eminencias de la mucosa que se observan en casi toda la extensión del intestino delgado, inclusive bordean a las válvulas conniventes. Tienen de 0,5 a 1,5 mm de altura. A nivel del duodeno se notan foliadas; en el yeyuno son cónicas; y en el íleon se notan filiformes. Son más numerosas en el duodeno y en el yeyuno, pues en la parte baja del íleon no se presentan. Por lo general las vellosidades son tan próximas unas a otras que dejan muy poco espacio entre ellas, dándole un aspecto aterciopelado.

En el espacio entre las bases de las vellosidades, se observan los orificios de las glándulas o criptas de Lieberkühn. La vellosidad tiene un eje de tejido conjuntivo dependiente de la lámina propia, en cuya trama se notan: abundantes fibras y células reticulares; macrófagos; células plasmáticas; linfocitos; eosinófilos y fibras musculares lisas. Una red de vasos linfáticos forma uno o dos conductos mayores, llamados quilíferos centrales. La abundancia de vellosidades sobresale en las criptas, existiendo una proporción de 3:1 entre la longitud de las vellosidades y la profundidad de aquéllas (Vinuesa, citado por Kolb 1996).



Fuente: Wikipedia – artículos en línea

**Figura 2.3: Vellosidades Intestinales.**

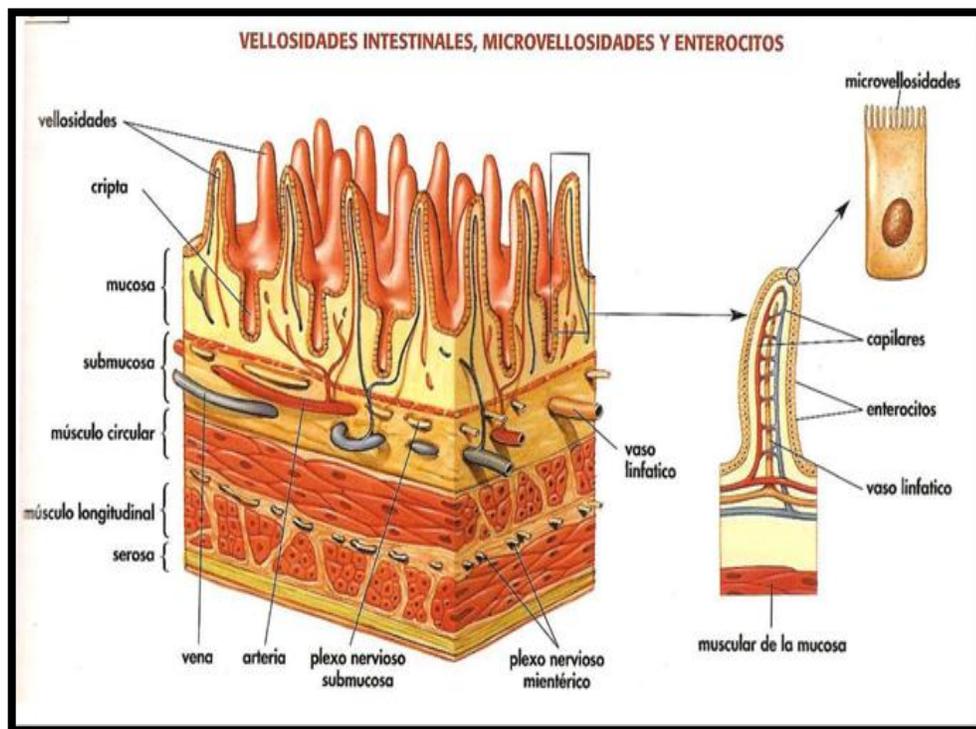
### **2.3.7.3 Epitelio y microvellosidades**

El epitelio intestinal, sufre un proceso de regeneración continua, aproximadamente cada 48 horas, por lo que se aportan cantidades de nitrógeno y enzimas endógenas al contenido intestinal. Las células cilíndricas del epitelio, de la mucosa que reviste a las vellosidades, tienen una altura de 22-26  $\mu$  y un borde estriado libre.

Sus bordes laterales son anfractuosos. El borde estriado, es conformado por digitaciones citoplasmáticas revestidas por la membrana celular. Estas digitaciones son microvellosidades bien reguladas, con una altura de 0,5 a 0,8  $\mu$ , y un ancho de 0,09  $\mu$ .

Estas formaciones aumentan aún más la superficie de absorción de dicho epitelio, entre los espacios intervillosos se observa un material homogéneo rico en polisacáridos.

Por debajo de las bases de las microvellosidades, en el citoplasma, se nota una zona recorrida por finos filamentos paralelos a la superficie libre, que recibe el nombre de retículo o velo terminal. Estos filamentos convergen hacia los bordes laterales de las células donde se establece la banda de cierre o banda terminal. Por debajo de esta zona filamentosa se observan mitocondrias y un complejo de Golgi supra nuclear. El núcleo ocupa una posición basal (Vinueza, citado por Cunningham 1997).



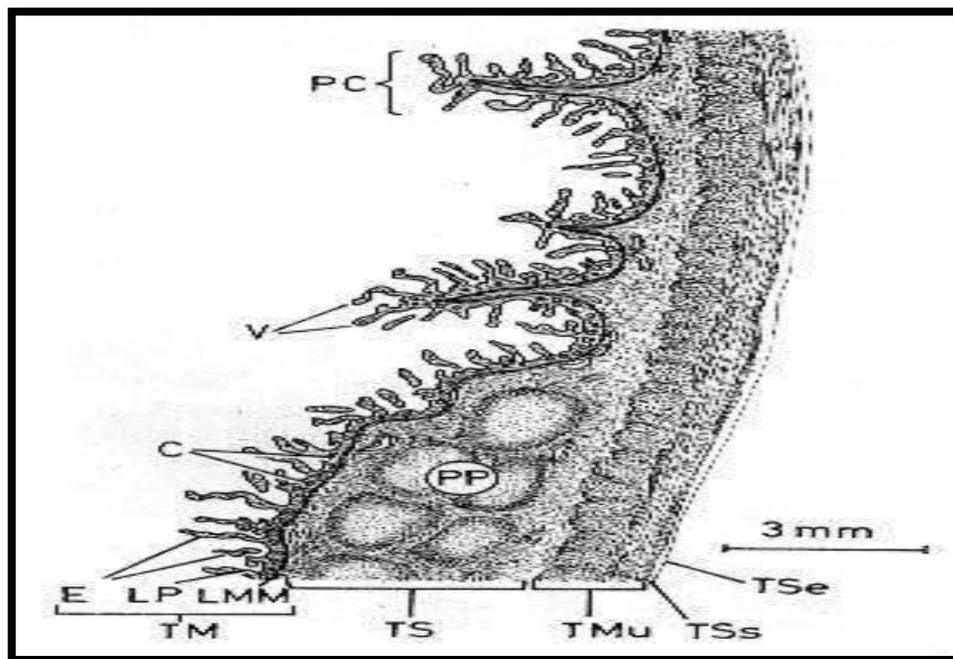
Fuente: Wikipedia – artículos en línea

**Figura 2.4: Microvellosidades Intestinales.**

#### 2.3.7.4 Criptas o glándulas de Lieberkühn

Estas formaciones son producto de la invaginación del epitelio intestinal en la lámina propia, las cuales terminan en pequeños fondos de sacos glandulares. Este conjunto de cripta y fondo de saco conforma la llamada glándula Lieberkühn.

A partir de la cripta hacia el fondo de saco glandular, esta formación tiene una extensión de 0,3 a 0,5 mm. La pared de la cripta está constituida por células cilíndricas bajas, dispuestas en una sola hilera. Desde la parte superior de la cripta hasta el fondo se observan cuatro tipos de células: germinativas, caliciformes, de Paneth y argirófilas (Vinueza, citado por Herbert 1990).



Fuente: Wikipedia – artículos en línea

**Figura 2.5: Criptas o Glándulas de Lieberkühn.**

- **Células Germinativas**

Son cilíndricas, no muy diferenciadas, inmaduras, y en general carecen de microvellosidades, aunque algunas pueden presentar estas formaciones pero en tal caso son escasas, gruesas y cortas. Poseen gran cantidad de ribosomas y un retículo endoplásmico no granuloso.

A nivel de la cripta están en constante mitosis para reemplazar a las superiores que revisten a las vellosidades. Algunas se convierten en células caliciformes. Esa continua fase de división celular se debe a que existe una extrusión regular y normal de células epiteliales de la mucosa intestinal, y es necesario el reemplazo de éstas para mantener la integridad orgánica.

- **Célula Caliciforme**

Es un elemento productor de mucina. Es una célula en forma de cáliz o copa, con una región supra nuclear amplia y una base estrecha y alargada. El núcleo se aloja en la parte más angosta y se presenta alargado. Esta célula, según algunos, tiene propiedad revestible, ya que una vez que expulsa su contenido en mucina adopta la forma de un elemento epitelial ordinario (Vinueza, citado por Cunningham 1997).

- **Célula de Paneth**

Esta célula se observa en el fondo de la glándula de Lieberkühn, a veces aislada y en ocasiones agrupada; tiene forma más o menos piramidal, su protoplasma muestra fina reticulación y está tachonado de gránulos gruesos.

Estas células son todavía objeto de gran atención investigativa, aun cuando se acepta que son elementos elaboradores de enzimas no digestivos, pero que lisan y desintegran materias nocivas a nivel intestinal.

Las células de Paneth de la mucosa intestinal secretan enzimas proteolíticas (lisozima) que protegen la mucosa de la invasión por patógenos (Vinueza, citado por Yagüe 2006).

- **Células Argirófilas**

Estas células reciben también el nombre de células cromafines, por la gran afinidad que tienen por las sales de cromo. Son elementos pequeños, piramidales, que se sitúan entre las demás células del fondo de la glándula de Lieberkühn. Tienen numerosos gránulos que elaboran serotonina, la cual es un derivado del triptófano.

Éstas células parecen tener una función endócrina su función normal no es bien conocida, no obstante su acción vasoconstrictora, y se admite que elaboran una sustancia

que estimula al sistema neuromuscular del intestino favoreciendo al movimiento peristáltico (Vinueza, citado por Herbert 1990).

#### **2.3.7.5 Duodeno**

Tiene la forma de un asa intestinal, la llamada asa duodenal, en forma de "U", cuyas dos ramas están unidas por restos de mesenterio. Entre ambos tramos de dicha asa se encuentra un órgano alargado, el páncreas o glándula salivar abdominal, que consta de tres largos lóbulos.

La reacción del contenido del duodeno es casi siempre ácida, presentando un pH de 6.31, por lo que posiblemente el jugo gástrico ejerce aquí la mayor parte de su acción.

En el duodeno se verifica la digestión gástrica como la pancreática.

#### **2.3.7.6 Yeyuno**

Empieza donde una de las ramas de la U del duodeno se aparta de la otra. El yeyuno consta de unas diez asas pequeñas, dispuestas como una guirnalda y suspendidas de una parte del mesenterio. Presenta un pH de 7.04 (Vinueza, citado por Yoxall 1998).

### **2.3.7.7 Íleon**

Cumple la función de absorber los nutrientes digeridos. Su estructura es estirada y se encuentra en el centro de la cavidad abdominal. El pH que se encuentra acá es de 7.59 (Vinueza, citado por Burke 1994).

## **2.3.8 Órganos Accesorios**

### **2.3.8.1 Páncreas**

El páncreas o glándula salivar abdominal se encuentra entre ambos tramos del asa intestinal, es un órgano alargado, que consta de tres largos lóbulos, y genera el jugo pancreático, que ayuda a la digestión en el intestino delgado (Vinueza, citado por Cunningham 1997).

### **2.3.8.2 Hígado**

El hígado constituye la mayor estación distribuidora de los nutrientes sus células no solo regulan la clase de nutrientes que deben mandar a los tejidos, si no también su cantidad, las células del hígado llevan a cabo numerosas transformaciones químicas de las sustancias que llegan a ellas y pueden servir de depósito o almacén.

El hígado recoge la mayor parte de los nutrientes absorbidos del tubo digestivo y lo entrega a las células de acuerdo a las necesidades de cada tejido, de ahí que el metabolismo de los vertebrados se conserva a un nivel más o menos constante gracias a la actividad estabilizadora del hígado (Vinueza, citado por Cunningham 1997).

### **2.3.8.3 Vesícula biliar**

Este órgano puede identificarse fácilmente, por su color verde. Se encuentra entre los dobleces del hígado; es una glándula que sirve para almacenar la bilis que produce el hígado; está conectada al duodeno.

La bilis y el jugo pancreático en el duodeno actúan como antisépticos impidiendo la putrefacción de los alimentos. Ambos intervienen en la emulsión de las grasas y ayudan haciéndolas digestibles.

### **2.3.9 Intestino Grueso**

Señala que los microorganismos protectores incluyen un gran número de anaerobios facultativos y anaerobios representados principalmente con los géneros: *Lactobacillus*, *Pediococcus* y *Streptococcus* (Vinueza, citado por WU, J.F 1997).

Datos recientes obtenidos en laboratorio medidos por cultivo independiente de flujo citometrial muestra que sólo un día después del nacimiento la densidad de bacterias

en el íleon y ciego de los pollos alcanza valores de 108 y 1010 por gramo de digesta, respectivamente.

El número de microorganismos sobrepasa a 1011 por gramo de contenido cecal y 109 por gramo de contenido ileal durante los tres primeros días después del nacimiento y permanece relativamente estable durante los siguientes 30 días (Vinueza, citado por Rautonen *et al.*, presentado a publicación, Mead and Adams 1975).

El mantenimiento de tal población en condiciones anaeróbicas requiere una cantidad significativa de sustrato: alrededor de un 10 – 20 % de los carbohidratos y proteína del alimento. La mayor parte de las bacterias se encuentran del íleon en adelante, lo que significa que los nutrientes que permiten su crecimiento deben escapar a la digestión intestinal del huésped (Vinueza, citado por Apajalahti & Kettunen 2006).

### **2.3.9.1 Ciego**

Los ciegos son dos tubos con extremidades ciegas, y la porción terminal es mucho más ancha que la porción inicial. Las aves poseen dos ciegos, que se originan en la unión del intestino delgado y el recto.

En los ciegos se acumulan materias fecales de naturaleza fibrosa que sufren una especie de digestión con el auxilio de bacterias celulolíticas, y se absorben los azúcares

simples en los que se ha transformado la celulosa (Vinueza, citado por Rucke Busch 1994).

Se produce la síntesis de vitaminas del complejo B y la absorción del agua. El pH del ciego derecho es de 7.08; mientras que el pH del ciego izquierdo es de 7.12.

Estudios basados en secuenciación ADNr 16S reflejan que los principales géneros de bacterias en los ciegos de pollos son: *Lactobacillus* 17 %, *Bifidobacterium* 10 %, *Bacteroides* 11 %, *Fusobacterium* 5 %, *Strepto enterococcus* 5 %, *Clostridium* 18 % y *Others* 34 % (Vinueza, citado por Apajalahti & Kettunen 2006).

### **2.3.9.2    Colon recto**

Es donde se realiza la absorción de agua y las proteínas de los alimentos que allí llegan. Encontramos que tiene un pH de 7.38. Siendo las dos últimas porciones del intestino grueso el segmento final.

## **2.4            FLORA INTESTINAL DE LAS AVES**

En condiciones de normalidad toda la flora intestinal permanece en un estado de equilibrio dinámico, es decir, que aunque esté sometida a constantes cambios se reequilibra finalmente, siempre y cuando no se den situaciones muy estresantes.

El estrés puede provocar cambios que llegan a persistir hasta 2 o 3 semanas después de haber finalizado la causa que los produjo. Estudios realizados en gallinas mostraron que aquellos ejemplares mantenidos a 23°C no experimentaron cambios en la cantidad de *Lactobacillus* presentes en su intestino. Sin embargo, aquellas aves sometidas a temperaturas tan altas como 43°C manifestaban modificaciones en su flora digestiva (Torres 2004).

## **2.5 DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES**

Vinueza, citado por Romero (2002), indica que la mayoría de los componentes orgánicos de los alimentos se encuentran en forma de grandes moléculas insolubles, que han de degradarse hasta compuestos más sencillos para poder atravesar la membrana mucosa del tracto digestivo y llegar a la sangre y a la linfa. El proceso de degradación recibe el nombre de digestión; en tanto que el paso de nutrientes digeridos a través de la membrana mucosa, se denomina absorción; luego de lo cual empieza el Metabolismo de los nutrientes, por lo tanto el punto de partida del metabolismo, lo constituyen las sustancias producidas en la digestión de los alimentos.

Por otro lado los procesos esenciales de la digestión pueden agruparse en mecánicos, químicos y microbianos. La actividad mecánica de las aves corresponde a las contracciones musculares del tracto digestivo; las acciones químicas se debe a las enzimas segregadas en los diferentes jugos gástricos y en menor cuantía por las existentes en los alimentos para aumentar su digestibilidad; y la digestión microbiana de

los alimentos también enzimática, se lleva a cabo por las enzimas de las bacterias y protozoos que se encuentran en el intestino grueso y el buche de las aves, pero su actividad es ligera.

Las enzimas que se encuentran en las secreciones digestivas de las aves son semejantes a las de los mamíferos, aunque no se ha detectado la lactosa. Debido a la falta de dientes, el alimento penetra inalterado en el buche. La saliva (segregada en la boca) de las aves es ligeramente ácida, contiene Amilasa, enzima cuya actividad sobre el almidón continúa en el buche. El medio ambiente del buche ofrece condiciones favorables para la actividad de las enzimas vegetales (Amilasas) que inician junto a la Amilasa de la saliva la degradación de los carbohidratos (Vinueza, citado por Romero 2002).

Además tiene lugar cierta actividad microbiana durante la permanencia de los alimentos en este lugar. Predominan los Lactobacilos que se encuentran adheridos a la pared del buche. Los principales productos de la fermentación son ácidos acético y láctico. Se ha demostrado absorción del buche de productos digeridos, no obstante, por su cuantía, esta absorción es de importancia secundaria.

En el proventrículo, se segrega ácido clorhídrico y pepsinógeno que se mezclan en el bolo alimenticio, pero por su pequeño tamaño el alimento no permanece mucho tiempo aquí. Cuando el alimento mezclado con agua, llega a la molleja es triturado hasta formar una pasta homogénea, dada la gestión llegan al intestino delgado cuando su

tamaño se ha reducido suficientemente, pudiendo tener lugar el reflujó de dichos productos hasta la molleja. En la molleja se produce fraccionamiento parcial de las partículas de proteínas.

En la primera absorción del duodeno no tiene lugar secreción del jugo digestivo, lo que permite que el contenido intestinal permanezca ácido a lo largo de esta porción anterior del duodeno y hace que la actividad de la pepsina prosiga para hidrolizar a las proteínas hasta pectonas y polipéptidos (Vinúeza, citado por Romero 2002).

En las aves por tanto la mayor parte de la digestión y absorción comienza a partir de la porción final del duodeno donde se produce la mezcla del bolo alimenticio con las secreciones biliares y pancreáticas.

El hígado secreta bilis que alcanza el duodeno a través del conducto biliar. Contiene sales sódicas y potásicas de los ácidos biliares, la bilis se acumula en la vesícula biliar hasta el momento que es necesaria. Las sales biliares realizan una importante función en la digestión activando la lipasa pancreática y emulsionando las grasas.

El páncreas es una glándula situada en el asa duodenal que tiene dos funciones secretoras: una función endocrina para la producción de insulina y una función exocrina que es para la producción de enzimas digestivas, agua y electrólitos que juntas forman el jugo pancreático, que se segrega en el duodeno a través del conducto pancreático. Las

proporciones relativas de las distintas enzimas varían como respuesta a las características de la ración (Vinuela, citado por Romero 2002).

El jugo pancreático está compuesto de enzimas como la tripsina, amilasa, lipasa; Estas enzimas tienen un pH óptimo comprendido entre 7 y 9 (alcalino). La tripsina es muy específica y solo actúa sobre los enlaces peptídicos en que se desdoblan las proteínas hasta péptidos más simples y aminoácidos.

La función de la alfa-amilasa pancreática es semejante a la de la amilasa salival, atacando los enlaces alfa (1 – 4) – glucano del almidón y el glucógeno.

La degradación de la grasa se realiza por la lipasa pancreática, y también por las sales minerales que emulsionan las grasas dando monoglicéridos y ácidos grasos.

Las moléculas de lípidos producidos en la digestión (ácidos grasos y monoglicéridos) se transportan hasta las células de la mucosa del intestino delgado, donde son posteriormente absorbidas por la sangre (Vinuela, citado por Romero 2002).

La mayor parte de la hidrólisis de los oligosacáridos, así como los de los pequeños péptidos hasta aminoácidos, se lleva a cabo por enzimas que se encuentran en las vellosidades intestinales. La hidrólisis mayor tiene lugar en la superficie externa de las células epiteliales, aunque algunos péptidos se absorben por las células para ser degradados por las enzimas presentes en el citoplasma.

Las enzimas producidas por las vellosidades son: sacarasa que convierte la sacarosa en glucosa y fructosa, maltasa que escinde la maltosa en dos moléculas de alfa (1-6) de las dextrinas límites. Las aminopeptidasas actúan sobre el enlace peptídico adyacente al grupo amino libre de péptidos sencillos y las peptidasas completan la degradación de los dipéptidos hasta aminoácidos (Vinuesa, citado por Romero 2002).

La absorción de los nutrientes tiene lugar principalmente en el intestino delgado. Las raciones normales contienen siempre cierta cantidad de materiales resistentes a las enzimas segregadas en el tracto digestivo. El intestino grueso tiene una importante función de recuperación de nutrientes, electrolitos y agua de los productos de la digestión, a través de las bacterias adosadas a la superficie mucosa de los ciegos, cuya actividad peristáltica hace que se mezclen con los productos de la digestión del ave, lo que determina su fermentación, con producción de ácidos grasos volátiles.

Los procesos digestivos en las aves transcurren aproximadamente una hora y media a dos horas desde que el alimento abandona el buche y pueden producirse ya algunas deyecciones (Vinuesa, citado por Romero 2002).

## **2.6 NUTRICIÓN POST NACIMIENTO Y ESTATUS FISIOLÓGICO DEL TRACTO GASTROINTESTINAL (TGI)**

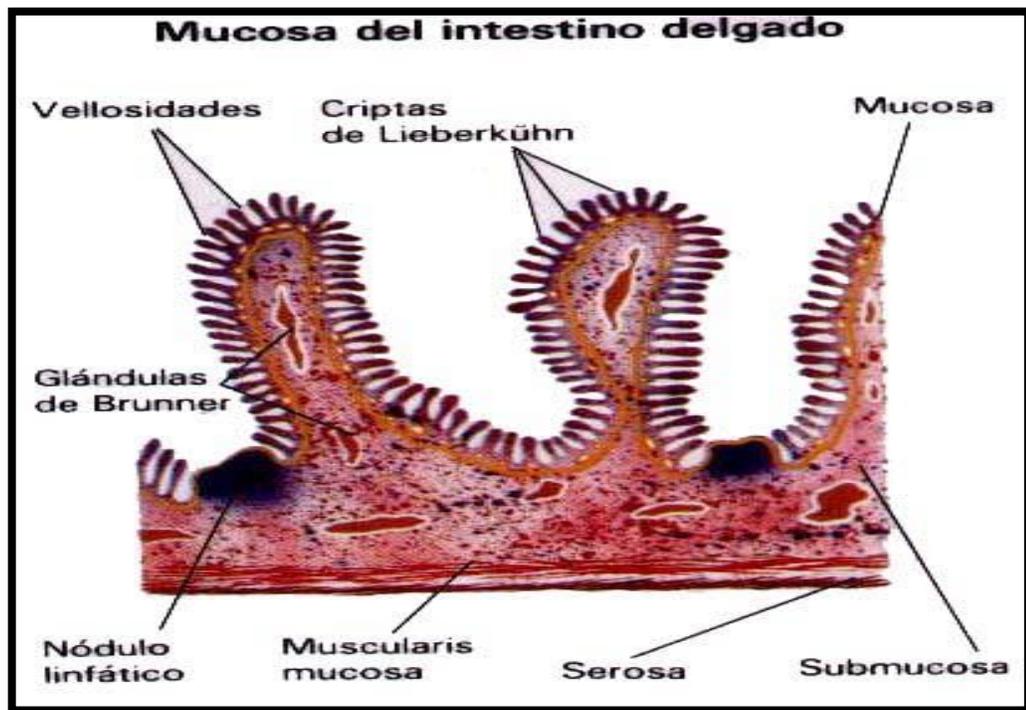
Estudios fisiológicos han mostrado que las aves adaptan el funcionamiento del Tracto Gastrointestinal (TGI) a las características del contenido digestivo y por tanto a la

composición del alimento. Las aves ajustan la liberación de enzimas y modifican la velocidad de tránsito del contenido digestivo a fin de maximizar la digestión de los alimentos y la absorción de los nutrientes. Diversos trabajos indican que la respuesta funcional viene modulada por el estado sanitario del tracto intestinal. Cuando la capacidad del sistema es insuficiente, las respuestas fisiológicas, hormonales e inmunológicas conducen a una disminución del apetito y a diarreas mecánicas con la finalidad de reducir o en su caso eliminar la causa del problema (Mateos 2002).

## **2.7 FISIOLÓGÍA DE LA DIGESTIÓN**

### **2.7.1 La Digestión del Intestino**

En la mucosa intestinal solo puede hallarse glándulas de Lieberkühn, careciendo de glándulas duodenales. En el punto de transición del intestino delgado al grueso desembocan dos ciegos y que en las gallinas están bien desarrollados y poseen abundante tejido linfoepitelial. El intestino grueso está representado solo por el recto que conduce a la cloaca (Vinueza, citado por Kolb 1996).



Fuente: Wikipedia – artículos en línea

**Figura 2.6: Mucosa del Intestino Delgado y Glándulas de Lieberkühn.**

### **2.7.2 Secreción y Composición del Jugo Pancreático**

El páncreas se encuentra en las aves en estado de secreción permanente. La ingestión de pienso y el transporte del contenido del estómago muscular al intestino delgado estimulan la secreción.

En la glándula sobrepasa la actividad de la quimiotripsina a la de la tripsina unas tres veces en la gallina. La quimiotripsina desarrolla además de la actividad proteásica una ostensible acción esterásica.

La amilasa pancreática desarrolla su acción óptima con pH 7.0. Las condiciones prevalentes en el contenido del intestino constituyen por eso un medio óptimo para la acción del enzima (Vinueza, citado por Kolb 1996).

### **2.7.3 Secreción y Composición de la Bilis**

La composición de la bilis de las aves corresponde a la de los mamíferos. A diferencia de lo que sucede en estos últimos, existe una actividad amilolítica, cuya importancia para la degradación del almidón es sin embargo inferior que la del jugo pancreático.

La acción de la bilis aviar, débilmente ácida, en el desdoblamiento de la grasa y absorción de ésta, se corresponde en buena parte con la de la bilis de los mamíferos (Vinueza, citado por Kolb 1996).

### **2.7.4 Digestión del Intestino Delgado**

El intestino delgado es el punto principal del desdoblamiento de los nutrientes. La hidrólisis del almidón se verifica en el intestino delgado por la amilasa del jugo pancreático. También en la gallina participa el enzima correspondiente de la bilis. Los gránulos de almidón de origen diverso exhiben también distinta resistencia frente a la acción de la amilasa.

El almidón de los cereales es principalmente degradado en el intestino delgado, pero el de las *solanaceas* lo es en el ciego. La actividad de la maltasa está también localizada en las gallinas en la mucosa. Las máximas actividades se detectaron en pollitos de un día de edad, y estaban muy próximas a las de los animales adultos.

La zona pilosa (microvilli) de las células del epitelio del intestino delgado carece de lactasa, por lo que no puede desdoblarse la lactosa. Fracciones superiores al 10% de galactosa en el pienso son tóxicas para la gallina. En cambio, las grasas son digeridas prácticamente sin límite.

#### **2.7.5 Digestión en el Ciego**

En el ciego continúa hasta su conclusión la degradación de los alimentos, merced a la actividad de las bacterias y, según observaciones hechas en gallinas, la celulosa contenida en el pienso puede ser también parcialmente degradada por efecto bacteriano, pero puesto que solo una parte de los alimentos penetra en el ciego, la capacidad de las aves para la digestión de la fibra bruta es bastante precaria. Los coeficientes digestivos para la fibra bruta varían con la especie del animal y dependen de los diversos tipos de grano empleado en la alimentación.

Como productos finales del proceso microbiano de degradación resultan ácidos grasos volátiles bajos, que son absorbidos. Su contenido, de acuerdo con los estudios de Vinuesa, citado por Annison *et al.*, es máximo en el intestino ciego, hallándose en

concentraciones decrecientes los ácidos acético, propiónico y butírico. En la sangre de la porta pueden evidenciarse todos los ácidos grasos presentes en el contenido intestinal, mientras que la sangre periférica sólo contiene ácido acético y ácido fórmico.

La presencia de concentraciones coincidentes de acetato en la sangre periférica en animales criados de forma convencional y criados exentos de gérmenes, indica el acetato circulante es preferentemente de origen endógeno.

## **2.8 ABSORCIÓN DE NUTRIENTES**

El mantenimiento de la integridad de la mucosa intestinal es fundamental para favorecer una buena absorción de nutrientes. El tamaño, la forma y la disposición de las vellosidades intestinales determinan la superficie de absorción de nutrientes y también influye en el flujo de la digesta. Una menor superficie de absorción de nutrientes repercute negativamente en el aprovechamiento de éstos. Así mismo, un flujo de digesta más lento supone mayor tiempo de contacto con el epitelio y por lo tanto, una mejor absorción de nutrientes (Garcés 2006).

Para conseguir resultados positivos en la búsqueda de una mejor digestibilidad puede recurrirse al empleo de diferentes alternativas:

- Uso de enzimas, mejoran la digestión de los polisacáridos no amiláceos.

- Uso de probióticos, microorganismos que compiten con microorganismos patógenos del aparato digestivo.
- Uso de prebióticos, suponen una protección del epitelio intestinal, mejoran la viscosidad de la digesta e impiden la proliferación de microorganismos patógenos.
- Uso de extractos vegetales, productos naturales con cierta capacidad antibacteriana totalmente compatibles con los antibióticos utilizados en la salud humana.

### **2.8.1 Influencia Sobre el Sistema Inmune**

Al nacer, el sistema inmune de las aves es inmaduro por lo que son muy susceptibles a ciertos procesos digestivos asociados con la exposición a patógenos. Un retraso en el acceso a pienso y agua resulta en una menor absorción de aminoácidos y otros nutrientes en el intestino delgado, lo que reduce la capacidad de producir anticuerpos contra diversas enfermedades (Mateos 2002).

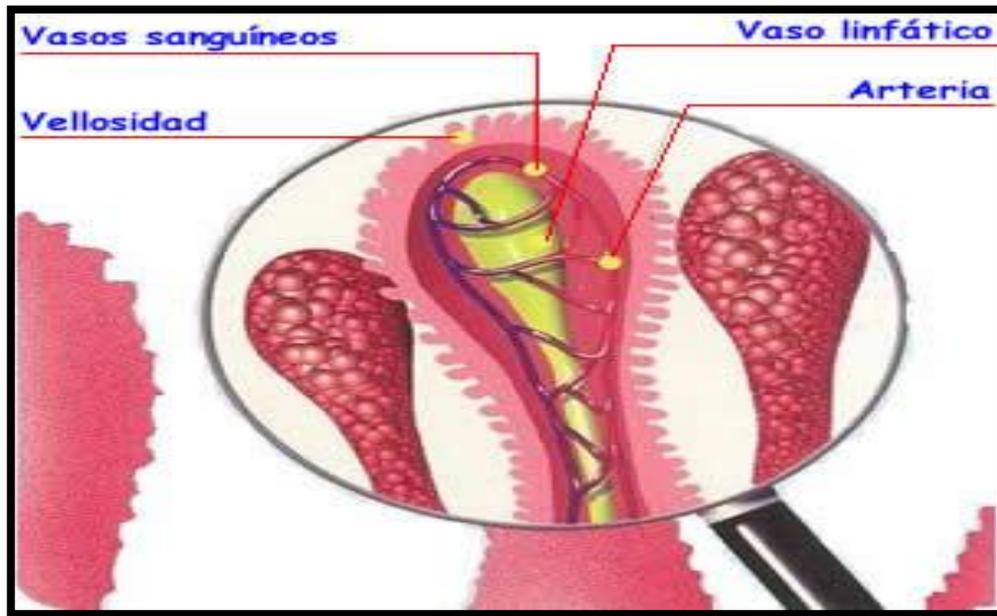
El Tracto Gastrointestinal (TGI) actúa como barrera entre el exterior y el interior del organismo y que la concentración de IgA en la mucosa intestinal de las aves era muy baja a 1 día de edad aumentando lentamente hasta los 9 días. También la ausencia de IgA al nacimiento e indican que el acceso temprano al pienso favorece la aparición de IgA biliares y mejora la capacidad del pollito para aumentar la respuesta inmunitaria en relación con los programas de vacunación (Mateos 2002).

El consumo inmediato de pienso está asociado con un mayor tamaño de la Bolsa de Fabricio y una mayor proliferación de linfocitos. Se encontró que en broilers el TGI es el órgano que necesita mayor aporte de nutrientes y recibe entre un 23 y un 36 % del total de energía y entre el 23 y el 38 % de toda la proteína absorbida por el organismo.

Cambios en las condiciones del TGI debido a presencia de enfermedades, tienen un impacto muy importante sobre la eficacia y las necesidades en energía y proteína del pollito. Cualquier ataque bacteriano al TGI va acompañado de un proceso inflamatorio, lo que conlleva un alto coste de nutrientes.

Los desajustes metabólicos que acompañan a un ataque bacteriano redirigen los nutrientes desde procesos fisiológicos importantes para el crecimiento hacia mecanismos de defensa contra el ataque bacteriano (Mateos 2002).

El efecto de los aceites esenciales como estimuladores de la inmunidad mejorando la eficacia de las diferentes células que participan en la respuesta inmune, lo que es interesante para situaciones de estrés entérico, como en el caso de los coccidios. Se pudo demostrar que el orégano, carvacol, añadido a la dieta puede ejercer un efecto antioxidante en la carne (Zekaria 2009).



Fuente: Wikipedia – artículos en línea

**Figura 2.7: Vellosidades Intestinales e Influencia Sobre el Sistema Inmune.**

## 2.9 SISTEMA INMUNE

La efectividad de este complejo sistema en el reconocimiento y eliminación de agentes extraños, depende de innumerables interacciones entre las partes que lo componen. Para realizar sus funciones de forma óptima las células responsables de la respuesta inmune deben actuar en perfecta sintonía.

### 2.9.1 Órganos Linfoides de las Aves

Todas las especies aviares presentan tres órganos primarios donde tiene lugar la maduración linfocitaria independiente de antígenos:

### **2.9.1.1   La médula ósea**

La médula ósea es un órgano hematopoyético que produce todas las células sanguíneas, incluyendo los linfocitos. También actúa como órgano linfoide primario donde las poblaciones de linfocitos pueden madurar.

Si bien su naturaleza dispersa hace difícil medirla, la médula ósea constituye la mayor masa de tejido linfoide primario presente en el animal. La médula ósea tiene dos compartimentos: uno hematopoyético y otro vascular. Ambos se alternan en capas, en zonas en forma de cuña dentro de los huesos largos.

Las zonas hematopoyéticas de la médula ósea contienen precursores de todas las células sanguíneas, así como macrófagos y linfocitos. El compartimento vascular tiene sinusoides sanguíneas que aparecen revestidos por células endoteliales y atravesados por células reticulares y macrófagos.

### **2.9.1.2   La bolsa de Fabricio**

En las aves, los linfocitos B se diferencian o maduran, en la bolsa de Fabricio. Este órgano es una sección modificada de la pared dorsal de la cloaca. Se trata de un órgano linfo epitelial que presenta una estructura redonda en forma de saco. En el interior de este saco, se extienden grandes pliegues de epitelio y, entre estos pliegues, se encuentran dispersos los folículos linfoides.

### **2.9.1.3 El timo**

El timo es un órgano linfoide primario, necesario para el desarrollo de la respuesta inmune celular. Se trata de un órgano glandular localizado en los dos canales de la región cervical y lo componen de cuatro a cinco lóbulos. Los lóbulos contienen células epiteliales, agrupadas en forma laxa y, cada uno de dichos lóbulos, se encuentra cubierto por una cápsula de tejido conectivo.

La parte externa de cada lóbulo, llamada corteza aparece densamente infiltrada de linfocitos. En cambio la parte interna, llamada médula, contiene menos linfocitos y las células epiteliales se observan con claridad. Los linfocitos T se originan en la médula ósea, pero se transforman dentro del timo después de unirse a los receptores en la pared de los capilares tímicos.

## **2.10 INFECCIONES SECUNDARIAS POR EL USO DE ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DEL CRECIMIENTO (APC)**

Se ha determinado que las aves al recibir antibióticos como las tetraciclinas desarrollan infecciones secundarias por hongos (micosis); debido a que las tetraciclinas destruyen las bacterias antagonistas en poblaciones de hongos. Se ha realizado varios estudios que han demostrado que las bacterias probióticas como los *Lactobacillus* transforman la lactosa en ácido láctico, produciendo de esta manera acidez en el tubo digestivo de las aves medio en el cual resulta letal para las bacterias patógenas

existentes, también elaboran vitaminas beneficiosas y necesarias para el ave, producen sustancias como las acidolinas que atacan a las bacterias patógenas y fabrican enzimas que ayudan a mejorar su digestión (Torres 2004).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN**

La fase experimental de esta investigación se realizó en el Proyecto Avícola de la Carrera de Ciencias Agropecuarias IASA – I, ubicado en la hacienda El Prado, provincia de Pichincha.

##### **3.1.1 Ubicación Política**

- Provincia: Pichincha
- Cantón: Rumiñahui
- Parroquia: Loreto
- Ubicación: Proyecto Avícola IASA – I

### 3.1.2 Ubicación Geográfica

La presente investigación se realizó en el Proyecto Avícola del Instituto Agropecuario Superior Andino, Pichincha (IASA I), cuyas coordenadas geográficas tomadas para la investigación son las siguientes:

**Tabla 3.1: Coordenadas geográficas del módulo de avicultura IASA – I.**

PUNTO	LATITUD	LONGITUD
1	0 <sup>0</sup> 22' 42,76'' S	78 <sup>0</sup> 24' 58,93'' O
2	0 <sup>0</sup> 22' 42,46'' S	78 <sup>0</sup> 24' 57,69'' O
3	0 <sup>0</sup> 22' 41,36'' S	78 <sup>0</sup> 24' 58,02'' O
4	0 <sup>0</sup> 22' 41,61'' S	78 <sup>0</sup> 24' 59,17'' O



**Fuente:** Google Maps (2009)

**Figura 3.1: Foto satelital del módulo de avicultura.**

### 3.1.3 Ubicación Ecológica

- Zona de vida: Bosque húmedo pre-montano bajo
- Altitud: 2748 m
- Temperatura media: 16.35 °C
- Precipitación: 1270 mm/año
- Textura del Suelo: Franco Arcilloso
- pH del Suelo: 8.3
- Vegetación: Bosque primario andino
- Humedad relativa: 69.03 %
- Temperatura promedio del agua: 12 – 13 °C
- Concentración de oxígeno: 8 ppm
- Luminosidad: 12 h/luz

## 3.2 MATERIALES

### 3.2.1 Campo

- 1000 Pollitos broilers BB
- *Stevia rebaudiana* molida
- Vacunas stock
- Electrolitos y vitaminas stock
- Antibióticos stock

- Viruta de madera
- Alimento balanceado stock
- Desinfectantes stock
- Bandejas de recepción
- Comederos de tolva
- Criadoras a gas
- Bebederos tipo campana
- Sistema de bebederos automáticos
- Herramientas stock
- Cilindros de gas
- Balanza
- Boxes de malla
- Cámara de fotos digital
- Libreta de registros
- Probetas
- Dosificador de líquidos DOSATRON
- Termómetros
- Computadora
- Equipo de disección
- Alcohol
- Algodón
- Guantes de látex

### 3.2.2 Laboratorio

- Cuchillos para micrótopo
- Estufa
- Microscopio
- Placas porta y cubre objetos
- Micrótopos
- Gasas
- Pinzas
- Vasos de precipitación
- Guantes de látex

### 3.2.3 Reactivos

- Toluol
- Alcohol (metanol 100<sup>0</sup>)
- Acetona 100 %
- Parafina purificada 56<sup>0</sup>
- Bálsamo de Canadá sintético
- Eosina
- Hematoxilina
- Formol al 10 %

### **3.3 MÉTODOS**

Para la ejecución del presente trabajo, se procedió a realizar actividades previas a la llegada de los pollitos BB:

#### **3.3.1 Limpieza del Galpón**

Se remojó el techo, paredes, cortinas y piso con agua a presión, luego se añadió un detergente al agua y se procedió a lavar primero el techo, paredes y cortinas (internas y externas), y por último el piso, los cuales se fregaron con cepillos y escobas.

#### **3.3.2 Limpieza de Materiales y Sistema de Bebederos**

Se remojó en agua con detergente los bebederos, bandejas y comederos, y luego se los lavó, enjuagó y remojó para eliminar cualquier residuo de detergente. Los materiales se los dejó secar dentro del galpón.

Se lavó el tanque aéreo de agua, el filtro de anillos y el sistema de bebederos automáticos. Una hora antes de la llegada de los pollitos BB, se drenó el agua de los bebederos automáticos, se colocó bebederos de campana adicionales y se dosificó con el DOSATRON vitaminas en el agua: 1 g por 2 L de agua.

### **3.3.3 Desinfección del Galpón**

Se cerró y aseguró las cortinas internas y externas, tanto de la parte superior como inferior. Para la desinfección de paredes y pisos se utilizó cal agrícola, a la cual se añadió agua para luego esparcirla con una escoba a 1 m de altura en las paredes y en toda la superficie del piso del galpón.

### **3.3.4 Desinfección de la Cama**

Se formó una cama de 8 a 10 cm de altura con viruta de madera; luego se preparó una solución de 0,5 Kg de sulfato de cobre más 0,5 L de formol en 20 L de agua y se fumigó con una bomba manual, se realizó 3 aplicaciones de la misma solución en toda la superficie de la cama.

### **3.3.5 Limpieza del Área Externa y Control de Plagas**

Se eliminaron las malezas a 2 m de distancia alrededor del galpón y la bodega, luego se limpió las canaletas de drenaje de agua y se procedió a realizar un control de roedores alrededor de la bodega y del galpón, para lo cual se distribuyeron trampas con una mezcla de balanceado más un raticida, KILLER. Este control se repitió cada 15 días.

### **3.3.6 Almacenamiento del Alimento Comercial**

El alimento comercial utilizado en la presente investigación fue de la empresa AVIMENTOS, el suministro de este alimento estuvo en función a las formulaciones y recomendaciones de uso por parte de la empresa fabricante:

- Pre – inicial: día 1 al 7
- Inicial: día 8 al 21
- Crecimiento: día 21 al 35
- Engorde: día 35 hasta 1 semana antes de la fecha de saque
- Final: 1 semana antes de la fecha de saque

### **3.3.7 Preparación de la *Stevia rebaudiana***

Las hojas de *Stevia rebaudiana* fueron colocadas en bandejas para luego ser secadas a temperatura ambiente durante 20 días. Las hojas secas fueron molidas en las instalaciones de producción de balanceados del IASA – I. La *Stevia* molida que se obtuvo se tamizó para excluir los restos de ramillas y residuos.

### **3.3.8 Suministración de *Stevia rebaudiana* molida**

La *Stevia* molida se incluyó en el alimento de acuerdo a los tratamientos T1, T2 y T3, en cantidades de 0.5 %, 1 % y 1.5 % respectivamente, en relación al número de aves

y peso del alimento a suministrarse cada día de acuerdo a la tabla de restricción de alimento para la zona. El alimento inicial se colocó en las bandejas y se las distribuyó cerca de los bebederos durante los primeros 8 días.

### **3.3.9 Armado de Boxes y Sistema de Calefacción**

Se armó 12 boxes de malla con un área de acuerdo a la densidad (54 pollos/m<sup>2</sup>) dejando en la mitad un camino de acceso, cada box contuvo 83 pollitos a ser evaluados.

Se colocó 5 criadoras a gas a 1 m de altura distribuidas 2 en la parte de en frente, 2 en la parte posterior y 1 en el medio para calentar el galpón en forma homogénea, además se colocó 2 cortinas (faldones) en la parte posterior para delimitar el área de recepción y para mejorar el calentamiento del galpón. Se encendieron las criadoras 10 horas antes de la llegada de los pollitos BB, para tener una temperatura uniforme de 32<sup>0</sup>C.

### **3.3.10 Manejo del Pollito BB**

Se utilizó pollitos BB de la línea COBB 500, con un peso inicial de 40.85 g. Los pollitos BB fueron colocados al azar en el galpón entre 6 – 12 horas de nacidos.

Día 5: se reemplazó las bandejas por platos, se subió la altura de los bebederos automáticos, se amplió los boxes para la densidad de 40 pollos/m<sup>2</sup> y se cogió agua para la vacunación.

Día 7: se reemplazó totalmente las bandejas por platos, se llenó el tanque aéreo de agua sin cloro y se tomó pesos de 50 pollos por repetición de cada tratamiento.

Día 8: se realizó el protocolo de vacunación de New Castle, Bronquitis y Gumboro y se dio agua sin cloro en el sistema de bebederos automáticos.

Día 12: se amplió los boxes para la densidad de 33 pollos/m<sup>2</sup>, se armó e ingresó más comederos y se cogió agua para la vacunación.

Día 14: se llenó el tanque aéreo de agua sin cloro, se subió la altura de las criadoras a 1,20 m y se tomó pesos.

Día 15: se realizó el protocolo de vacunación de Gumboro, se dio agua sin cloro en el sistema de bebederos automáticos y se bajó las cortinas en forma paulatina por las noches.

Día 19: se amplió los boxes para la densidad de 20 pollos/m<sup>2</sup>, se armó e ingresó más comederos y se cogió agua para la vacunación.

Día 21: se manejó cortinas internas y externas para mejorar la ventilación del galpón, se llenó el tanque aéreo de agua sin cloro, se subió la altura de las criadoras a 1,50 m y se tomó pesos.

Día 22: se realizó el protocolo de vacunación de New Castle y Bronquitis, se dio agua sin cloro en el sistema de bebederos automáticos y se bajó las cortinas en forma paulatina por las noches.

Día 25: se amplió los boxes para la densidad de 16 pollos/m<sup>2</sup>, se armó e ingresó más comederos y se retiró la cortina posterior o faldón.

Día 28: se continuó bajando la cortina interna de los extremos hasta los 35 días, se ingresó más comederos y se tomó pesos.

Día 32: se amplió los boxes para la densidad de 12 pollos/m<sup>2</sup>, se armó e ingresó más comederos y se bajó las cortinas en forma paulatina por las noches.

Día 35: se bajó toda la cortina interna, se quitó todas las criadoras y se tomó pesos.

Día 42: se continuó bajando la cortina externa hasta los 49 días y se tomó pesos.

Día 49: se tomó pesos y se vendió los pollos.

### 3.3.11 Temperatura y Humedad

El manejo de la temperatura durante todo el ciclo de producción se basó en la siguiente tabla:

**Tabla 3.2: Valores de la Temperatura semanal del galpón.**

SEMANAS	TEMPERATURA °C
Primera	32 – 33
Segunda	30
Tercera	28
Cuarta	26
Quinta en adelante	15 – 22

### 3.3.12 Programa Sanitario

El programa sanitario que se manejó durante todo el ciclo de producción se especifica en la siguiente tabla:

**Tabla 3.3: Programa sanitario.**

<b>EDAD (días)</b>	<b>VACUNA</b>	<b>CEPA</b>	<b>VÍA DE SUMINISTRO</b>
7	New Castle Gumboro Bronquitis	La Sota Clon 30 H120	Agua de bebida
14	Gumboro	Clon 30	Agua de bebida
21	New Castle Bronquitis	La Sota H120	Agua de bebida

### **3.3.13 Análisis Histológico**

Se realizó un estudio cualitativo en el laboratorio del IASA I, evaluando las condiciones en las que se encontraban las vellosidades intestinales a nivel de duodeno. Este análisis se realizó, con el fin de evaluar si la *Stevia* con propiedades probióticas han tenido un efecto en el crecimiento y desarrollo del tracto gastrointestinal.

El examen al microscopio se hace generalmente por luz transmitida, lo que significa que la luz debe atravesar el objeto a examinar para llegar, después de haber pasado por las distintas lentes del aparato, a impresionar a nuestro órgano visual. Por esa causa, debe ser reducido a láminas muy delgadas y transparentes (Aimale & Gatti 2011).

### **3.3.13.1 Obtención de la pieza**

El material utilizado son muestras recolectadas de dos porciones del asa duodenal del intestino delgado del ave a los 49 días de edad, por cada tratamiento y repetición. Las fases en la obtención de material animal fueron:

- **Muerte del animal:** se utilizó la técnica de dislocación cervical.
- **Extracción de los órganos:** mediante la práctica de una necropsia se obtuvo muestras del asa duodenal.
- **Reducción a piezas:** teniendo en cuenta que para el tamaño de las piezas debemos considerar muy especialmente las cualidades del fijador a usar.

### **3.3.13.2 Fijación**

La fijación tiene por objeto matar las células y conservarlas hasta donde sea posible, en el estado en que se encontraban durante la vida. Por lo tanto es un método histológico destinado a obtener preparados duraderos, que conservan la estructura morfológica y química de las células y tejidos al estado vivo y que permite realizar, posteriormente, los procedimientos de coloración o de identificación que facilitan el completo conocimiento de su constitución íntima.

### **3.3.13.3 Deshidratación e inclusión en parafina**

- **Deshidratación**

Las piezas después de ser retiradas del fijador, están embebidas en agua; impidiendo que sean penetradas por la parafina. Por lo tanto, deshidratamos los tejidos sumergiéndolos en líquidos anhidros, ávidos de agua. Para evitar alteraciones provocadas por una deshidratación brusca, se aconseja proceder escalonadamente utilizando, preferentemente, alcohol etílico de graduación creciente.

- **Impregnación por un disolvente de la parafina (aclaración)**

Las piezas perfectamente deshidratadas se sumergieron en el disolvente xilol o toluol. Al agregar el toluol, no debe aparecer ninguna turbidez. Si se pone blanco – lechoso es que la deshidratación no ha sido bien lograda y debemos repetir el baño de alcohol absoluto cerciorándonos que realmente lo sea: una gota de alcohol agregada a unos ml de toluol no debe enturbiarlo.

- **Penetración de la parafina**

Se sumergieron las piezas en parafina (56 – 58° de punto de fusión), mantenida líquida en la estufa a no más de 62 °C. Después de 1 a 2 horas se renueva la parafina.

- **Formación del bloque**

En moldes de cartulina se vertieron la parafina fundida, del mismo punto de fusión de la que ha servido para la penetración, y las piezas orientadas en forma vertical. Luego se pusieron los moldes en la heladera, y a los 15 – 30 minutos la parafina se solidificó completamente para realizar los cortes con el micrótopo.

#### **3.3.13.4 Obtención de cortes**

Los micrótopos son instrumentos de gran precisión que nos proporcionan cortes delgados parejos y de espesor graduable. Los cortes más corrientes son los de 4 – 6 micrones.

#### **3.3.13.5 Coloración**

Luego de realizado el corte, se procedió a rehidratarlo para permitir su coloración.

- **Colorantes**

Reciben esta denominación las sustancias que pueden conferir color a otros cuerpos.

- **Coloración**

Es el proceso mediante el cual un cuerpo es teñido por una sustancia colorante, sin perder el color cuando es lavado con el disolvente utilizado al preparar la solución colorante.

### **3.3.13.6 Montaje**

Luego de la coloración, se deshidrató el corte y se procedió a la aclaración y montaje definitivo, dado que nos hemos propuesto hacer un preparado en condiciones de ser observado y protegido del ambiente para evitar su deterioro. La deshidratación se realizó con alcoholes de graduaciones crecientes.

La aclaración se realizó con xilol o carboxilol. El objetivo de este paso es impregnar el corte con un disolvente del Bálsamo de Canadá, que al mismo tiempo le confiere un índice de refracción semejante al del vidrio.

Para el montaje se limpió el portaobjeto alrededor del corte y se depositó sobre el mismo una gota de Bálsamo de Canadá disuelto en xilol y se cubrió con un cubreobjeto. Se dejó secar unas horas antes de su observación al microscopio.

### **3.3.13.7 Protocolo general**

- **Fijación**

En formol al 10 % (1 parte de formol y 9 partes de agua destilada) por lo menos durante 6 horas.

- **Corte**

Se le da el tamaño deseado a la pieza y se la coloca en una bolsa de gasa, con el fin de enjuagarla en agua corriente durante, por lo menos, 15'.

- **Deshidratación**

1. Alcohol 70°, 1h30'.
2. Alcohol 96°, 1h30'.
3. Alcohol 100° (I), 1h30'.
4. Alcohol 100° (II), 1h30'.
5. Toluol, entre 1h30' y 3hs.

- **Inclusión**

1. Secado de la muestra con gasa.

2. Parafina 56° (I), 1h30'.
3. Parafina 56° (II), 1h30'.
4. Formación de la barra.
5. 30' de freezer.
6. Fractura del taco

- **Corte y Coloración**

1. Secado de los cortes en estufa a 58°C, 15'.
2. Xilol o toluol (I), 15' en estufa.
3. Xilol o toluol (II), 2'.
4. Alcohol 100°, 30".
5. Alcohol 96°, 30".
6. Alcohol 70°, 30".
7. Alcohol 50°, 30".
8. Agua destilada, 30".
9. Hematoxilina, 1'30".
10. Agua corriente, 2'.
11. Alcohol 50°, 15".
12. Eosina, 30".
13. Alcohol 96°, 10".
14. Alcohol 100°, 10".
15. Xilol, 1' por lo menos.

## 16. Montaje con Bálsamo de Canadá sintético.

### 3.3.14 Variables a Medir

#### 3.3.14.1 % Mortalidad

Del registro diario de todas las aves muertas por cada tratamiento y repetición, se calculó el porcentaje de mortalidad semanal y una total al final del proyecto.

#### 3.3.14.2 % Viabilidad

Se cuantificó las aves vivas después del tratamiento. Se contaron las aves vivas al final del ciclo de producción por cada tratamiento.

#### 3.3.14.3 Consumo de alimento

Se suministró alimento pesado a cada tratamiento en base a la tabla de restricción de alimento para la zona, y se ajustó el consumo de acuerdo a las necesidades de todas las aves sin distinción de tratamiento. Para el ajuste de este parámetro, se restó el peso del alimento sobrante del siguiente día.

#### **3.3.14.4 Conversión alimenticia**

En base a los registros de consumo de alimento y ganancia de peso semanal, se procedió a obtener este índice que indica la cantidad de alimento consumido, por cada unidad de peso producida de carne, bajo la siguiente fórmula:

$$CA = (\text{Consumo de alimento, kg.}) \times (\text{Incremento de peso, kg.})^{-1}$$

#### **3.3.14.5 Ganancia semanal de peso**

Esta variable se estableció tomando en cuenta la diferencia de pesos totales en cada semana para cada tratamiento, bajo la siguiente fórmula:

$$\text{Ganancia de peso} = \text{peso final} - \text{peso inicial}$$

$$Gp = Pf - Pi$$

#### **3.3.14.6 Factor de eficiencia americano**

Para determinar el comportamiento técnico económico de los tratamientos se evaluó este índice al final del proyecto, bajo la siguiente fórmula:

$$\text{Factor - eficiencia - americano} = \frac{\text{Peso - promedio}}{\text{Conversión - a lim enticia}} * 100$$

### **3.3.14.7 Tamaño de microvellosidades**

Se evaluó en el laboratorio las condiciones en las que se encontró las vellosidades intestinales a nivel de dos porciones del asa duodenal.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 MORTALIDAD**

En la tabla 4.1, al establecer el análisis de variancia, para la mortalidad de pollos broiler bajo el suministro de *Stevia rebaudiana*, se encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, en las semanas S5, S6 y S7 a nivel del 5 %.

El promedio general de la mortalidad de los pollos broiler fue de 5.1 %, mortalidad adecuada para este tipo de investigación; con un coeficiente de variación de 13.58 %, lo que indica que esta mortalidad no tuvo que ver nada por efecto de los tratamientos y se dio al azar dentro de las diferentes unidades experimentales.

**Tabla 4.1: Análisis de variancia para la mortalidad de pollos broiler bajo el efecto de dosis de *Stevia*. IASA, Rumiñahui, Pichincha 2011.**

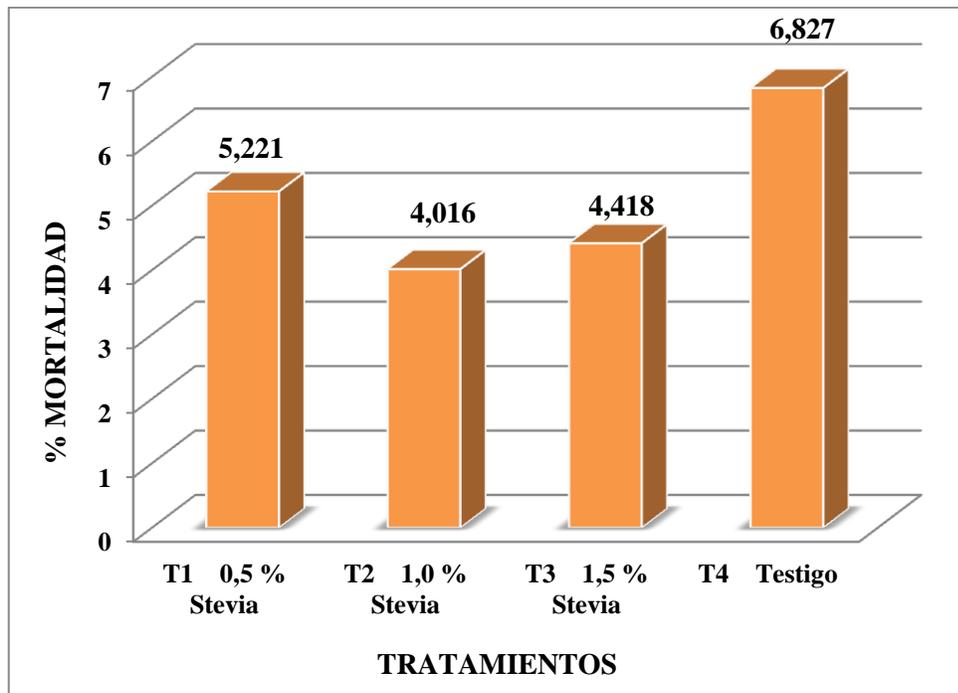
FUENTES DE VARIACIÓN	GL	% MORTALIDAD						
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>							
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>3</b>	0.11 <sup>ns</sup>	0.67 <sup>ns</sup>	0.53 <sup>ns</sup>	1.19 <sup>ns</sup>	3.19*	3.19*	3.19*
<b>ERROR</b>	<b>8</b>	0.33 <sup>ns</sup>	0.33 <sup>ns</sup>	0.42 <sup>ns</sup>	0.33 <sup>ns</sup>	0.33*	0.33*	0.33*
$\bar{x}$		1.50	2.67	3.42	3.75	4.25	4.25	4.25
<b>CV (%)</b>		38.49	21.65	18.89	15.40	13.58	13.58	13.58

(Valores de P: \* 5 %)

Bajo los tratamientos T1 (0.5 % *Stevia*) y T4 (Testigo), se obtuvieron los mayores porcentajes de 5.221 % y 6.827 % respectivamente, mortalidad aun aceptable, mientras que los menores porcentajes se presentaron bajo la utilización de 1.0 % y 1.5 % de *Stevia* en los tratamientos T2 y T3 respectivamente (Tabla 4.2 y cuadro 4.1).

**Tabla 4.2: Efecto de las dosificaciones de *Stevia* sobre la mortalidad total.**

TRATAMIENTOS	% MORTALIDAD
<b>T1 0.5 % <i>Stevia</i></b>	5.221
<b>T2 1.0 % <i>Stevia</i></b>	4.016
<b>T3 1.5 % <i>Stevia</i></b>	4.418
<b>T4 Testigo</b>	6.827



**Cuadro 4.1: Porcentaje de mortalidad de los pollos broiler durante las 7 semanas.**

## 4.2 VIABILIDAD

En la tabla 4.3, al establecer el análisis de variancia, para la viabilidad de pollos broiler bajo el suministro de *Stevia rebaudiana*, se encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, en las semanas S5, S6 y S7 a nivel del 5 % de la prueba de Duncan.

El promedio general de la viabilidad de los pollos broiler fue de 94.9 %, con un coeficiente de variación de 0.73 %.

**Tabla 4.3: Análisis de variancia para la viabilidad de pollos broiler bajo el efecto de dosis de *Stevia*. IASA, Rumiñahui, Pichincha 2011.**

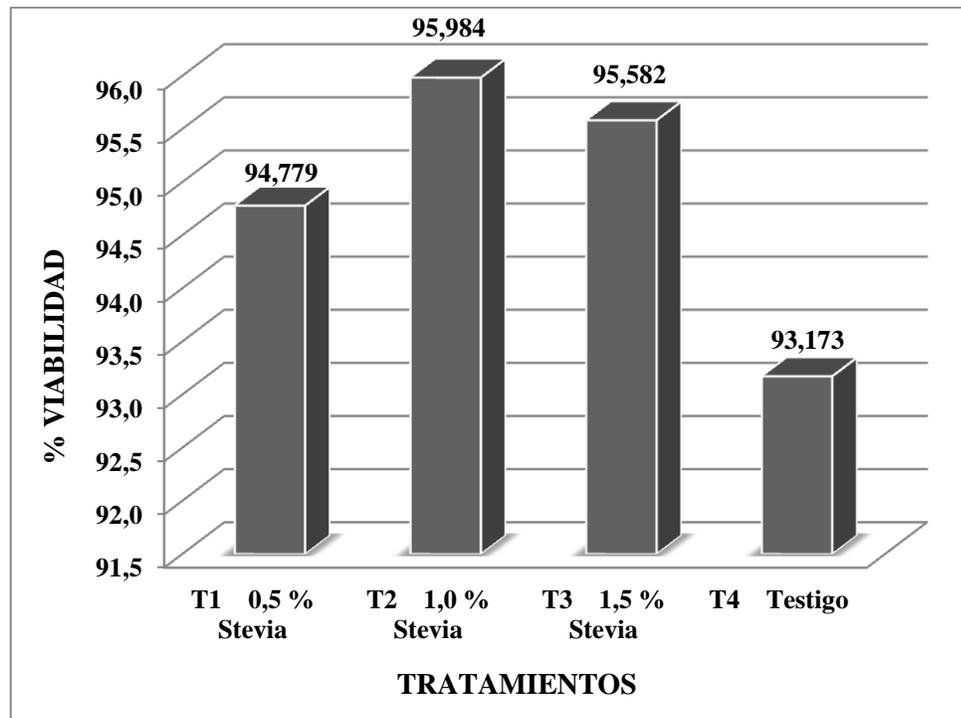
FUENTES DE VARIACIÓN	GL	% VIABILIDAD						
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>							
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>3</b>	0.11 <sup>ns</sup>	0.67 <sup>ns</sup>	0.53 <sup>ns</sup>	1.19 <sup>ns</sup>	3.19**	3.19**	3.19**
<b>ERROR</b>	<b>8</b>	0.33 <sup>ns</sup>	0.33 <sup>ns</sup>	0.42 <sup>ns</sup>	0.33 <sup>ns</sup>	0.33**	0.33**	0.33**
$\bar{x}$		98.19	96.79	95.88	95.48	94.88	94.88	94.88
<b>CV (%)</b>		0.71	0.72	0.81	0.73	0.73	0.73	0.73

(Valores de P: \*\* 1 %)

Bajo los tratamientos T2 (1.0 % *Stevia*) y T3 (1.5 % *Stevia*), se obtuvieron los mayores porcentajes de 95.984 % y 95.582 % respectivamente, mientras que los menores porcentajes se presentaron bajo la utilización de 0.5 % *Stevia* y el Testigo en los tratamientos T1 y T4 respectivamente (Tabla 4.4 y cuadro 4.2).

**Tabla 4.4: Efecto de las dosificaciones de *Stevia* sobre la viabilidad total.**

TRATAMIENTOS	% VIABILIDAD
<b>T1 0.5 % <i>Stevia</i></b>	94.779
<b>T2 1.0 % <i>Stevia</i></b>	95.984
<b>T3 1.5 % <i>Stevia</i></b>	95.582
<b>T4 Testigo</b>	93.173



**Cuadro 4.2: Porcentaje de viabilidad de los pollos broiler durante las 7 semanas.**

### 4.3 CONSUMO DE ALIMENTO

En la tabla 4.5, al establecer el análisis de variancia, para el consumo de alimento de pollos broiler bajo el suministro de *Stevia rebaudiana*, se encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, en las semanas S1, S2, S3, S5, S6 y S7 a nivel del 5% de la prueba de Duncan.

El promedio general del alimento de alimento de los pollos broiler fue de 603.292 Kg, con un coeficiente de variación de 0.86 %.

**Tabla 4.5: Análisis de variancia para el consumo de alimento de pollos broiler bajo el efecto de dosis de *Stevia*. IASA, Rumiñahui, Pichincha 2011.**

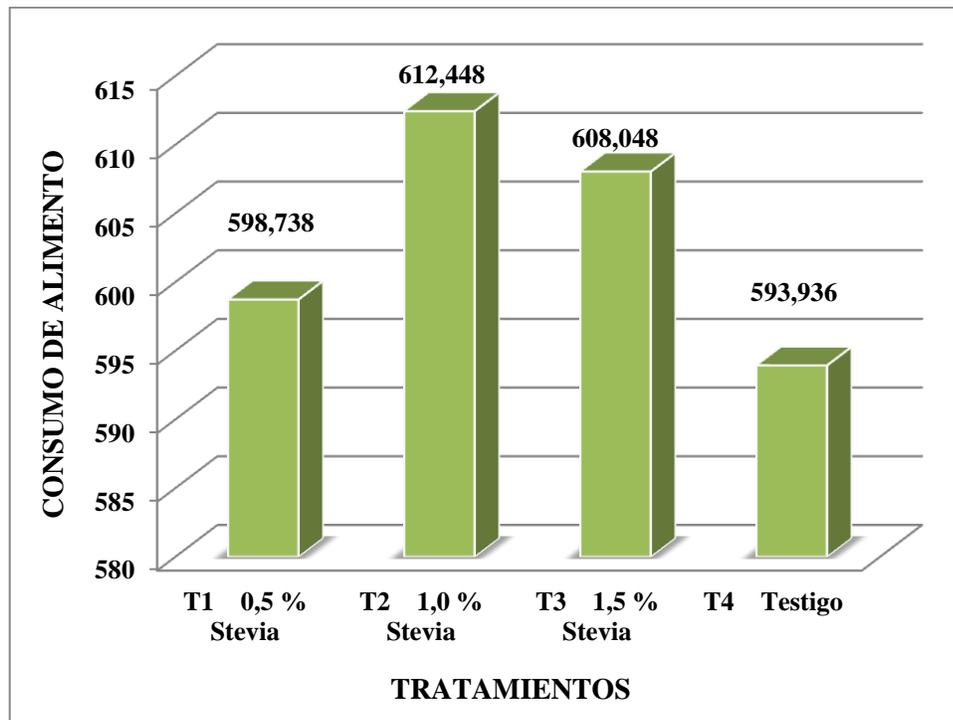
FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CONSUMO DE ALIMENTO						
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>							
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>3</b>	0.01**	2.58**	11.84**	0.99 <sup>ns</sup>	65.22**	211**	214**
<b>ERROR</b>	<b>8</b>	0.0**	0.17**	0.69**	1.99 <sup>ns</sup>	7.38**	27.16**	27.22**
$\bar{x}$		11.93	49.87	101.09	178.96	341.99	486.04	603.29
<b>CV (%)</b>		0.35	0.82	0.82	0.79	0.79	1.07	0.86

(Valores de P: \*\* 1 %)

Bajo los tratamientos T2 (1.0 % *Stevia*) y T3 (1.5 % *Stevia*), se obtuvieron los mayores promedios de 612.448 y 608.048 Kg respectivamente, mientras que los menores promedios se presentaron bajo la utilización de 0.5 % y Testigo en los tratamientos T1 y T4 respectivamente (Tabla 4.6 y cuadro 4.3).

**Tabla 4.6: Efecto de las dosificaciones de *Stevia* sobre el consumo de alimento total.**

TRATAMIENTOS	CONSUMO DE ALIMENTO
<b>T1 0.5 % <i>Stevia</i></b>	598.738
<b>T2 1.0 % <i>Stevia</i></b>	612.448
<b>T3 1.5 % <i>Stevia</i></b>	608.048
<b>T4 Testigo</b>	593.936



**Cuadro 4.3: Consumo de alimento de los pollos broiler durante las 7 semanas.**

#### 4.4 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

En la tabla 4.7, al establecer el análisis de variancia para la conversión alimenticia de pollos broiler bajo el suministro de *Stevia*, se encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, en las semanas S1, S2, S3, S4, S6, y S7 a nivel del 5% de la prueba de Duncan.

El promedio general de la conversión alimenticia de los pollos broiler fue de 2.167, con un coeficiente de variación de 0.07 %.

**Tabla 4.7: Análisis de variancia para la conversión alimenticia de pollos broiler bajo el efecto de dosis de *Stevia*. IASA, Rumiñahui, Pichincha 2011.**

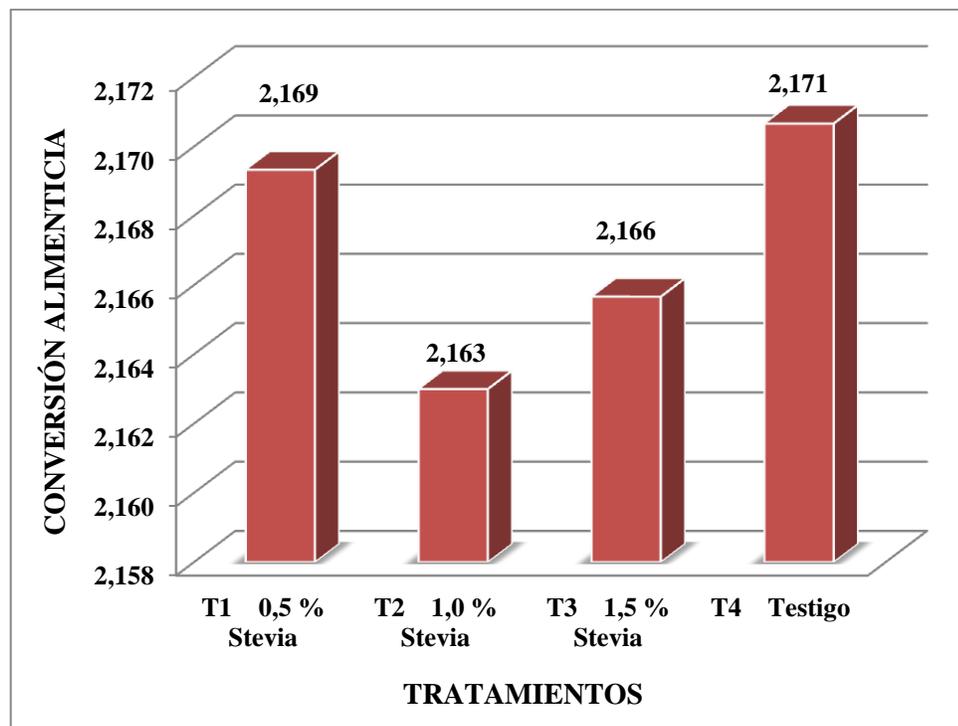
FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CONVERSIÓN ALIMENTICIA (Kg)						
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>							
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>3</b>	0.0**	0.0**	0.0**	0.0**	0.0 <sup>ns</sup>	0.0**	0.0**
<b>ERROR</b>	<b>8</b>	0.0**	0.0**	0.0**	0.0**	0.0 <sup>ns</sup>	0.0**	0.0**
$\bar{x}$		0.847	1.527	1.747	1.971	2.148	2.271	2.167
<b>CV (%)</b>		0.20	0.11	0.10	0.70	0.35	0.58	0.07

(Valores de P: \*\* 1 %)

Bajo los tratamientos T1 (0.5 % *Stevia*) y T4 (Testigo), se obtuvieron los mayores promedios de 2.169 y 2.171 respectivamente, mientras que los menores promedios se presentaron bajo la utilización de 1.0 % y 1.5 % de *Stevia* en los tratamientos T2 y T3 respectivamente (Tabla 4.8 y cuadro 4.4).

**Tabla 4.8: Efecto de las dosificaciones de *Stevia rebaudiana* sobre la conversión alimenticia total.**

TRATAMIENTOS	CONVERSIÓN ALIMENTICIA
<b>T1 0.5 % <i>Stevia</i></b>	2.169
<b>T2 1.0 % <i>Stevia</i></b>	2.163
<b>T3 1.5 % <i>Stevia</i></b>	2.166
<b>T4 Testigo</b>	2.171



**Cuadro 4.4: Conversión alimenticia de los pollos broiler durante las 7 semanas.**

#### 4.5 GANANCIA SEMANAL DE PESO

En la tabla 4.9, al establecer el análisis de variancia, para la ganancia semanal de peso de pollos broiler bajo el suministro de *Stevia rebaudiana*, se encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en todas las semanas, a nivel del 5 % de la prueba de Duncan.

El promedio general de la ganancia semanal de peso de los pollos broiler fue de 278.384 Kg, con un coeficiente de variación de 0.86 %.

**Tabla 4.9: Análisis de variancia para la ganancia semanal de peso de pollos broiler bajo el efecto de dosis de *Stevia*. IASA, Rumiñahui, Pichincha 2011.**

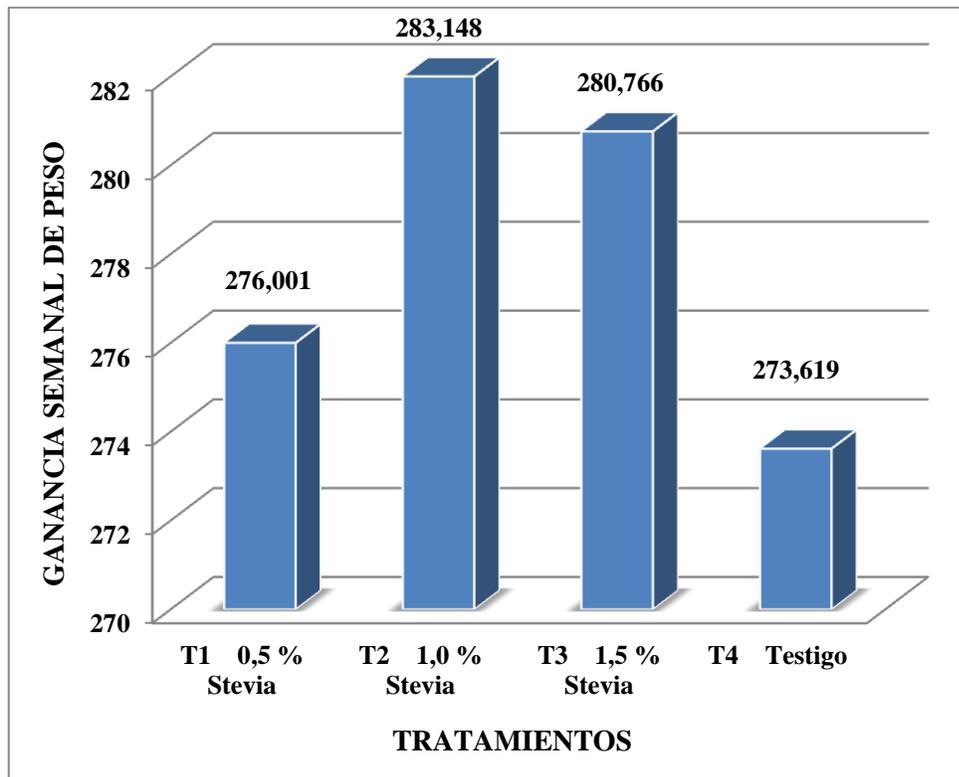
FUENTES DE VARIACIÓN	GL	GANANCIA SEMANAL DE PESO (Kg)						
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>							
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>3</b>	0.05**	1.33**	4.61**	5.31**	14.77**	109**	56.75**
<b>ERROR</b>	<b>8</b>	0 **	0.08**	0.23**	0,23**	0.84**	7.57**	5.67**
$\bar{x}$		14.08	32,66	57.86	90.82	159.18	214.05	278.38
<b>CV (%)</b>		0.39	0.84	0.82	0.52	0.58	1.29	0.86

(Valores de P: \*\* 1 %)

Bajo los tratamientos T1 (0.5 % *Stevia*) y T4 (Testigo), se obtuvieron los menores promedios de 276.001 y 273.619 Kg respectivamente, mientras que los mayores promedios se presentaron bajo la utilización de 1.0 % y 1.5 % de *Stevia* en los tratamientos T2 y T3 respectivamente (Tabla 4.10 y cuadro 4.5).

**Tabla 4.10: Efecto de las dosificaciones de *Stevia* sobre la ganancia semanal de peso total.**

TRATAMIENTOS	GANANCIA SEMANAL DE PESO
<b>T1</b> 0.5 % <i>Stevia</i>	276.001
<b>T2</b> 1.0 % <i>Stevia</i>	283.148
<b>T3</b> 1.5 % <i>Stevia</i>	280.766
<b>T4</b> Testigo	273.619



**Cuadro 4.5:** Ganancia semanal de peso de los pollos broiler durante las 7 semanas.

#### 4.6 FACTOR DE EFICIENCIA AMERICANO

En la tabla 4.11, al establecer el análisis de variancia, para el factor de eficiencia americano de pollos broiler bajo el suministro de *Stevia rebaudiana*, se encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, en las semanas S1, S2, S3, S5, S6 y S7 a nivel del 5 % de la prueba de Duncan.

El promedio general del factor de eficiencia americano de los pollos broiler fue de 154.101 %, con un coeficiente de variación de 0.84 %.

**Tabla 4.11: Análisis de variancia para el factor de eficiencia americano de pollos broiler bajo el efecto de dosis de *Stevia*. IASA, Rumiñahui, Pichincha 2011.**

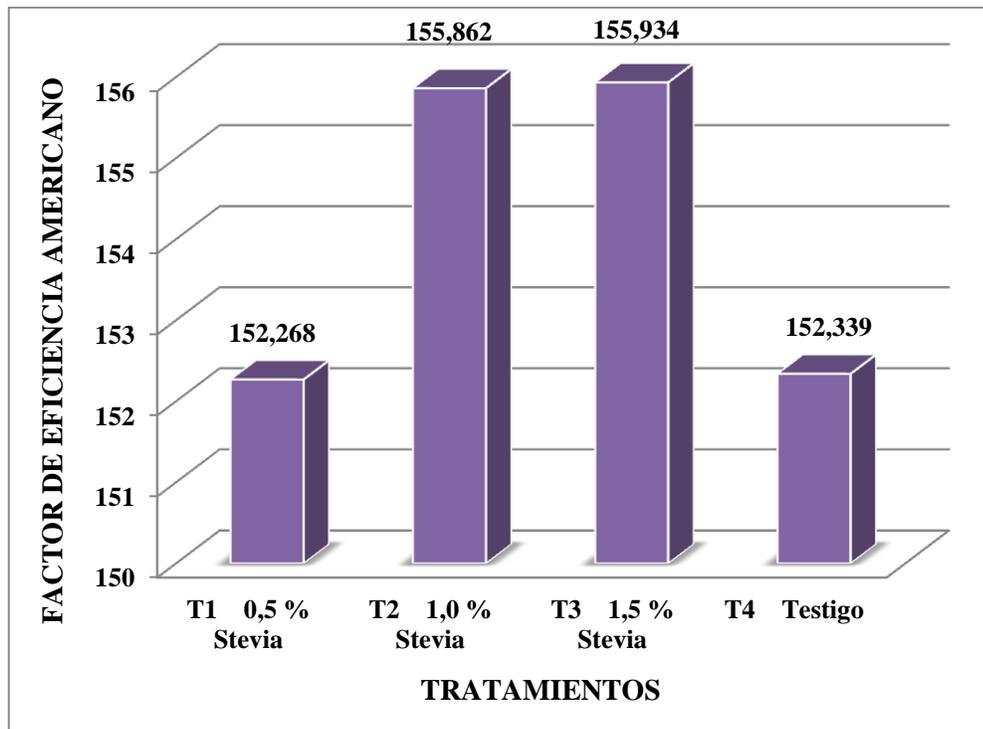
FUENTES DE VARIACIÓN	GL	FACTOR DE EFICIENCIA AMERICANO						
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>							
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>3</b>	0.04*	0.69**	1.84**	0.09 <sup>ns</sup>	4.45**	12.57*	12.92**
<b>ERROR</b>	<b>12</b>	0.01*	0.05**	0.10**	0.30 <sup>ns</sup>	0.19**	2.42*	1.68**
$\bar{x}$		20.02	25.77	39.89	55.52	89.26	113.5	154.1
<b>CV (%)</b>		0.43	0.88	0.81	0.99	0.49	1.37	0.84

(Valores de P: \*\* 1 %, \* 5 %)

Bajo los tratamientos T1 (0.5 % *Stevia*) y T4 (Testigo), se obtuvieron los menores promedios de 152.268 y 152.339 respectivamente, mientras que los mayores promedios se presentaron bajo la utilización de 1.0 % y 1.5 % de *Stevia* en los tratamientos T2 y T3 respectivamente (Tabla 4.12 y cuadro 4.6).

**Tabla 4.12: Efecto de las dosificaciones de *Stevia* sobre el factor de eficiencia americano total.**

TRATAMIENTOS	FACTOR DE EFICIENCIA AMERICANO
<b>T1 0,5 % <i>Stevia</i></b>	152.268
<b>T2 1,0 % <i>Stevia</i></b>	155.862
<b>T3 1,5 % <i>Stevia</i></b>	155.934
<b>T4 Testigo</b>	152.339



**Cuadro 4.6: Factor de eficiencia americano durante las 7 semanas.**

#### 4.7 TAMAÑO DE MICROVELLOSIDADES

- **Tratamiento 1 Stevia 0,5 %.** La estructura de algunas vellosidades están alteradas con discreta edematización y presencia de algunos quistes encapsulados entre las criptas. Las criptas y las vellosidades se encuentran ligeramente disminuidas en su tamaño y estructura, con un tamaño de 1.43 mm.
- **Tratamiento 2 Stevia 1,0 %.** Las estructuras y tamaños de las criptas y vellosidades son óptimas, lo que evidencia una calidad en la absorción epitelial, con un tamaño de 1.49 mm.

- **Tratamiento 3 *Stevia* 1,5 %.** Es evidente la nitidez arquitectónica de las vellosidades aunque en algunos existe una discreta infiltración linfoidea. La estructura de la vellosidad es normal, con una disposición de las enterófilos adecuados, con un tamaño de 1.47 mm.
- **Tratamiento 4 Testigo.** La estructura de algunas vellosidades están alteradas con discreta edematización y presencia de algunos quistes encapsulados entre las criptas. Las criptas y las vellosidades se encuentran ligeramente disminuidas en su tamaño y estructura, con un tamaño de 1.41 mm.

#### 4.8 ANÁLISIS ECONÓMICO

Siguiendo la metodología de presupuesto parcial según Perrin *et al* 1976, se procedió a obtener el beneficio bruto que corresponde al peso al saque por el valor en el mercado, por otro lado se procedió a obtener los costos variables que corresponden al valor de los costos de producción más la *Stevia* molida.

De la diferencia entre los beneficios brutos menos los costos variables, se obtuvo el beneficio neto para cada uno de los tratamientos (Tabla 4.13).

**Tabla 4.13: Beneficio bruto, costos variables y beneficio neto de los tratamientos en estudio.**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>BENEFICIO BRUTO</b>	<b>COSTO VARIABLE</b>	<b>BENEFICIO NETO</b>
<b>T1 0.5% <i>Stevia</i></b>	1548.37	917.00	631.36
<b>T2 1.0% <i>Stevia</i></b>	1588.46	922.60	665.86
<b>T3 1.5% <i>Stevia</i></b>	1575.10	927.97	647.13
<b>T4 Testigo</b>	1535.00	911.79	623.21

Colocando los beneficios netos en orden decreciente, acompañado de sus costos variables, se procedió a realizar el análisis de dominancia donde el tratamiento dominado es aquel que a igual o menor beneficio neto presenta un mayor costo variable.

De este análisis se determinó que los tratamientos no dominados fueron el uno T2 (1.0% *Stevia*), T1 (0.5% *Stevia*) y T4 (Testigo), presentes en la Tabla 4.14.

**Tabla 4.14: Análisis de dominancia de los tratamientos en estudio en orden decreciente.**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>BENEFICIO NETO</b>	<b>COSTO VARIABLE</b>
<b>T2 1.0 % <i>Stevia</i></b>	665.86	922.60
<b>T3 1.5 % <i>Stevia</i></b>	647.13	927.97
<b>T1 0.5 % <i>Stevia</i></b>	631.36	917.00
<b>T4 Testigo</b>	623.21	911.79

Con los tratamientos no dominados se procedió a realizar el análisis marginal, determinando que la mejor alternativa económica constituye el T2 (1.0 % *Stevia*) por presentar una tasa interna de retorno marginal (TIRM) adecuada de 6.17, que nos indica: por cada dólar (\$) invertido, tenemos \$ 6.17 dólares de ganancia (Tabla 4.15).

**Tabla 4.15: Análisis marginal de los tratamientos no dominados.**

	<b>BN</b>	<b>CV</b>	<b><math>\Delta</math>BN</b>	<b><math>\Delta</math>CV</b>	<b>TIRM</b>
<b>T2 (1.0 % <i>Stevia</i>)</b>	665.86	922.60	34.50	5.59	6.17
<b>T1 (0.5 % <i>Stevia</i>)</b>	631.36	917.00	8.15	5.21	1.56
<b>T4 TESTIGO</b>	623.21	911.79			

**Tabla 4.16: Resumen de resultados obtenidos del efecto de las dosificaciones de *Stevia rebaudiana* en el alimento de pollos broiler.**

<b>RESUMEN DE RESULTADOS</b>				
<b>VARIABLES</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<b>MORTALIDAD ( % )</b>	5.22	4.02	4.42	6.83
<b>VIABILIDAD ( % )</b>	94.78	95.98	95.58	93.17
<b>CONSUMO DE ALIMENTO ( Kg )</b>	598.74	612.45	608.05	593.94
<b>CONVERSIÓN ALIMENTICIA</b>	2.169	2.163	2.166	2.171
<b>GANANCIA SEMANAL PESO ( Kg )</b>	276.00	283.15	280.77	273.62
<b>FACTOR EFICIENCIA AMERICANO</b>	152.27	155.86	155.93	152.34
<b>TAMAÑO MICROVELLOSIDADES ( mm )</b>	1.43	1.49	1.47	1.41

## V. CONCLUSIONES

- Un menor porcentaje de mortalidad se presentó en los tratamientos T2 (1.0 % *Stevia*) y T3 (1.5 % *Stevia*), donde los porcentajes promedios fueron de 4.02 y 4.42 respectivamente, siendo un porcentaje de mortalidad aceptable para la investigación.
- Un mayor porcentaje de viabilidad se obtuvo en los tratamientos T2 (1.0 % *Stevia*) y T3 (1.5 % *Stevia*), donde los porcentajes promedios fueron 95.98 y 95.58 respectivamente, debido a un buen manejo del programa de bioseguridad y sanitario.
- El menor consumo de alimento se presentó en el tratamiento T4 (Testigo) con un promedio de 593.94 Kg y el mayor consumo se presentó en el tratamiento T2 (1.0 % *Stevia*) con un promedio de 612.45 Kg, ratificando la característica de edulcorante natural mejorando la palatabilidad del pienso.
- Al incluir 1.0 % *Stevia* del tratamiento T2, durante los primeros 21 días de edad de los pollos broiler en el alimento balanceado, se obtuvo una mejor conversión alimenticia de 2.163 debido a un buen desarrollo gastrointestinal, en relación al tratamiento Testigo que tuvo una conversión alimenticia de 2.171.

- Los mayores promedios de ganancia semanal de peso fueron de los tratamientos T2 (1.0 % *Stevia*) y T3 (1.5 % *Stevia*) con valores de 238.15 y 280.77 respectivamente, debido a un alto porcentaje de viabilidad en los tratamientos y a un buen desarrollo gastrointestinal de las aves.
- El mayor factor de eficiencia americano se presentó cuando se incluyó 1.5 % *Stevia* en el tratamiento T3, con un porcentaje promedio de 155.93.
- Al incluir 1.0 % *Stevia* del tratamiento T2 y 1,5 % *Stevia* del tratamiento T3, se obtuvieron los mejores tamaños de microvellosidades de las porciones del asa duodenal evaluadas en laboratorio, con valores promedios de 1.49 y 1.47 mm respectivamente, confirmando los mejores resultados obtenidos en la conversión alimenticia y ganancia semanal de peso.
- Las mejores alternativas económicas para esta investigación, constituyen el T2 (1.0 % *Stevia*) por presentar una tasa interna de retorno marginal (TIRM) adecuada de 6.17, que nos indica: por cada dólar (\$) invertido tenemos \$ 6.17 dólares de ganancia.

## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar alimento balanceado más Stevia rebaudiana 1.0 % durante los primeros 21 días de edad de los pollos broiler, debido a que presentaron una disminución en el % de mortalidad, una notable mejoría en el desempeño productivo, además de constituirse en la mejor alternativa económica y presentar las mejores condiciones de estructura y tamaño de microvellosidades.
- Replicar este trabajo en diferentes pisos altitudinales, periodos de suministración, diferentes dosis de Stevia rebaudiana, etapa fisiológica de la planta, líneas genéticas y diferentes dietas alimenticias.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

Artículos en línea. 2010. Aproximación a la inmunología. (On-line), Consultado el 6 de octubre de 2010. Disponible en <http://www.hqlofts.com/Articulos/articulo11.pdf>

CONAVE (Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador). 2010 Informe CONAVE (en línea). Consultado el 7 julio 2011. Disponible en <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/la-produccion-avicola-alimenta-a-todo-el-ecuador-351678.html>

CONAVE (Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador). 2011 Informe CONAVE (en línea). Consultado el 8 agosto 2011. Disponible en [http://www.wattagnet.com/IA/P%C3%A9rdidas\\_en\\_el\\_sector\\_av%C3%ADcola\\_ecuatoriano.html](http://www.wattagnet.com/IA/P%C3%A9rdidas_en_el_sector_av%C3%ADcola_ecuatoriano.html)

Díaz, M. 2008. Aspectos biotecnológicos de la *Stevia rebaudiana*. (On-line). Disponible en <http://www.uteq.edu.ec/u-investigacion/uict/seminarios-uict-2008.pdf>

Garcés, C. 2006. Ejercen los extractos vegetales un efecto positivo sobre broilers enfermos. (On-line), Consultado el 8 de septiembre de 2010. Disponible en <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/8911/ART%C3%8DCULOS-NUTRICI%C3%93N/ejercen-extractos-vegetales-efecto-positivo-sobre-broilers-enfermos.html>

IRA (Incubadores y Reproductores de Aves). 2010 Informe IRA (en línea). Consultado el 7 julio 2011. Disponible en <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/la-produccion-avicola-alimenta-a-todo-el-ecuador-351678.html>

Jama, A., M.Sc; Espitia, M., Ph.D.; Fischer, G., Ph.D., 2009. Síntesis de esteviósidos en estevia. (On-line), Consultado el 12 de septiembre de 2010. Disponible en <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/13941/14663>

Mateos, G. 2002. Modificaciones nutricionales y problemática digestiva en aves. (On-line), Consultado el 30 de septiembre de 2010. Disponible en [http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/2002CAP\\_II.pdf](http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/2002CAP_II.pdf)

Monografías. Trabajos en línea. 2010. Sistema digestivo de las aves. (On-line), Consultado el 6 de octubre de 2010. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos10/ruav/ruav.shtml>

Perrín, *et ál.* 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Manual metodológico de evaluación económica. Boletín técnico N° 27. México, DF, CJMMYT. 36p.

Torres, S. 2004. Análisis organolépticos. (On-line), Consultado el 30 de septiembre de 2010. Disponible en <http://atenea.udistrial.edu.co/grupos/fluorecencia/capitulosfluorecencia/cap4-pdf>

Vinueza, G. 2006. Evaluación del crecimiento y desarrollo del tracto gastrointestinal de pollos de engorde con o sin adición de dos complejos enzima-probiótico en el agua de bebida. Escuela Politécnica del Ejército. Facultad de Ciencias Agropecuarias IASA – I. Quito, Ec. 130p.

Zekaria, D. 2009. Los aceites esenciales una alternativa a los antimicrobianos. (On-line), Consultado el 2 de octubre de 2010. Disponible en [http://www.calier.es/pdf/Microsoft\\_Word\\_-\\_Aceites\\_esen\\_como\\_promotores.pdf](http://www.calier.es/pdf/Microsoft_Word_-_Aceites_esen_como_promotores.pdf)