

**ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS - IASA  
“GRAD. CARLOMAGNO ANDRADE PAREDES”**

**EVALUACIÓN DE NIVELES DE INCLUSIÓN DE SACCHARINA PROTEICA  
EN DIETAS PRACTICAS EN POLLOS DE ENGORDE**

**LOZA HERRERA ANDREA SOLEDAD**

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

**SANGOLQUÍ – ECUADOR**

**2005**

**EVALUACIÓN DE NIVELES DE INCLUSIÓN DE SACCHARINA PROTEICA  
EN DIETAS PRACTICAS EN POLLOS DE ENGORDE**

ANDREA SOLEDAD LOZA HERRERA

REVISADO Y APROBADO:

CRNL. ESP. Dr. GIOVANNI GRANDA

DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS-IASA

Ing. Zoot. Mario Ortiz  
DIRECTOR INVESTIGACIÓN

Ing. Zoot. Diego Vela  
COORDIRECTOR INVESTIGACIÓN

Ing. Agr. M.Sc. Gabriel Suárez  
BIOMETRISTA

CERTIFICO QUE ESE TRABAJO FUE PRESENTADO EN ORIGINAL  
(ELECTROMAGNETICAMENTE) E IMPRESO EN DOS EJEMPLARES

Dr. Marco Peñaherrera  
SECRETARIO ACADÉMICO

**EVALUACIÓN DE NIVELES DE INCLUSIÓN DE SACCHARINA PROTEICA EN  
DIETAS PRACTICAS EN POLLOS DE ENGORDE**

ANDREA SOLEDAD LOZA HERRERA

APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN  
DEL INFORME TÉCNICO

CALIFICACIÓN

FECHA

Ing. Zoot. Mario Ortiz  
DIRECTOR INVESTIGACIÓN

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ing. Zoot. Diego Vela  
CODIRECTOR INVESTIGACIÓN

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN  
SECRETARIA

Dr. Marco Peñaherrera  
SECRETARIO ACADÉMICO

**DEDICATORIA.**

A mis queridos padres.

A mi novio Miguel Suárez.

A mis apreciados familiares.

A mis estimados amigos.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres por todo su amor, cariño y las incontables horas que dedicaron hacerme una persona de bien.

A la ESPE, su Facultad de Ciencias Agropecuarias y su personal Docente, por los valiosos conocimientos impartidos.

Al Ing. Mario Ortiz, Ing. Diego Vela y al Ing. Gabriel Suárez, por la colaboración brindada durante esta investigación.

A Miguel Suárez, por toda su colaboración brindada, y por ser esa persona especial en mi vida.

A la Finca Ñucanchi Ashpa, sus dueños Ing. Pedro Klaic y la Sra. Verónica López de Klaic, por haberme brindado todas las facilidades y el apoyo en todo momento para terminar con éxito esta investigación, y a mi coordinador Ing. Freddy López.

A todas las personas que de una u otra manera han colaborado para llevar a un feliz término.

## CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
A. EL POLLO DE ENGORDE	4
1. <u>Producción Mundial de carne de pollo</u>	5
2. <u>Producción Nacional de carne de pollo</u>	6
3. <u>Anatomofisiología del aparato digestivo de las Aves</u>	8
a. Funciones de los órganos digestivos.	8
1. Boca	8
2. Lengua	9
3. Esófago	9
4. Bucho o Estómago Almacenador	10
5. Proventrículo o Estómago Glandular	10
6. Molleja o Estómago Muscular	10
7. Intestino Delgado	11
8. Páncreas	12
9. Hígado	13
10. Vesícula Biliar	13
11. Intestino Grueso	14
12. Cloaca	14
b. Digestibilidad de los nutrientes en el pollo d engorde	15
1. Composición y Digestión de la Fibra en el Ave	19
c. Cambios en el Aparato Digestivo de Pollo de Engorda durante la Primera Semana de Edad al consumir Alimento Preinicial	26
B. NUTRICION EN EL POLLO DE ENGORDE	29
1. <u>Requerimientos nutricionales en Pollos de Engorde</u>	29
2. <u>Efecto del uso de enzimas digestivas en la Alimentación de Aves</u>	29
a. Suplemento Enzimático Hydroenzima XP	32
3. <u>Subproductos fibrosos tropicales en la alimentación de pollos</u>	33
a. Saccharina	38
III. MATERIALES Y METODOS	48
A. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ENSAYO	48
B. MATERIALES	48
1. <u>Animales</u>	48
2. <u>Alimento</u>	49
3. <u>Medicinas y Biológicos</u>	49
4. <u>Materiales de Crianza</u>	49

C.	METODOS	51
1.	<u>Factores en estudio</u>	51
2.	<u>Tratamientos</u>	51
3.	<u>Procedimientos</u>	52
a.	Diseño experimental	52
1.	Tipo de diseño	52
2.	Número de repeticiones	52
b.	Características de las unidades experimentales	52
c.	Análisis estadístico	52
1.	Esquema del análisis de varianza.	52
2.	Coefficiente de variación	52
3.	Análisis funcional	53
d.	Análisis económico	53
e.	Datos a tomar y métodos de evaluación	53
f.	Métodos específicos de manejo del experimento	54
1.	Obtención y Procesamiento de la caña de azúcar.	54
a)	Insumos que se requieren	55
b)	Herramientas y equipos	55
c)	Pasos para la elaboración de la saccharina proteica	56
2.	Dietas Alimenticias	58
3.	Manejo del Experimento	64
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	70
A.	CONSUMO DE ALIMENTO	70
B.	PESO SEMANAL	72
C.	CONVERSIÓN ALIMENTICIA	74
D.	MORTALIDAD	76
E.	VIABILIDAD	79
F.	PESO A LA CANAL	80
G.	GANANCIA DIARIA DE PESO	81
H.	ANÁLISIS DE CORRELACION Y REGRESIÓN	83
I.	ANÁLISIS ECONOMICO	86
J.	FACTOR DE EFICIENCIA EUROPEO	88
K.	COMPARACION DE CONSUMO DE ALIMENTO, PESO FINAL PROMEDIO Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA PROMEDIO DE LOS TRATAMIENTOS INVESTIGADOS FRENTE A LOS ESTÁNDARES DE PRODUCCIÓN DE LA LINEA ROSS A LA SEXTA SEMANA DE EDAD.	89
V.	CONCLUSIONES	91
VI.	RECOMENDACIONES	97
VII.	RESUMEN	98
VIII.	SUMMARY	100
IX.	BIBLIOGRAFÍA	102
X.	ANEXOS	106

## INDICE CUADROS

	Pág.
CUADRO 1. Dieta alimenticia del Tratamiento Testigo (T0) sin saccharina proteica	60
CUADRO 2. Análisis nutricional calculado (en base húmeda) de la dieta alimenticia del Tratamiento Testigo (T0) sin saccharina proteica.	60
CUADRO 3. Dieta alimenticia del Tratamiento 1 (T1) sustituyendo 5 % saccharina proteica.	61
CUADRO 4. Análisis nutricional calculado (en base húmeda) de la dieta alimenticia del Tratamiento 1 (T1) sustituyendo 5% saccharina proteica.	61
CUADRO 5. Dieta alimenticia del Tratamiento 2 (T2) sustituyendo 10 % saccharina proteica.	62
CUADRO 6. Análisis nutricional calculado (en base húmeda) de la dieta alimenticia del Tratamiento 2 (T2) sustituyendo 10% saccharina proteica.	62
CUADRO 7. Dieta alimenticia del Tratamiento 3 (T3) sustituyendo 15% saccharina proteica.	63
CUADRO 8. Análisis nutricional calculado ( en base húmeda) de la dieta alimenticia del Tratamiento 3(T3) sustituyendo 15% saccharina proteica.	63
CUADRO 9. Análisis de variancias del consumo de alimento de pollos broilers en kg bajo el efecto de niveles de sustitución de saccharina en seis semanas de evaluación, Ñucanchi Ashpa, Gualea, Quito, Pichincha 2005.	70
CUADRO 10. Promedios del consumo de alimento semanal de los pollos broilers en kg bajo los niveles de sustitución de saccharina. Duncan 5%.	72
CUADRO 11. Análisis de variancias de los pesos de pollos broilers en kg bajo el efecto de niveles de sustitución de saccharina en seis semanas de evaluación, Ñucanchi Ashpa, Gualea, Quito, Pichincha 2005.	72
CUADRO 12. Promedios de los pesos semanales de los pollos broilers en kg bajo los niveles de sustitución de saccharina. Duncan 5%.	71
CUADRO 13. Análisis de variancias de las conversiones alimenticias de pollos broilers bajo el efecto de niveles de sustitución de saccharina en seis semanas de evaluación, Ñucanchi Ashpa, Gualea, Quito, Pichincha 2005.	74
CUADRO 14. Promedios de las conversiones alimenticias semanales de los pollos broilers bajo los niveles de sustitución de saccharina. Duncan 5%.	75
CUADRO 15. Análisis de variancias de las mortalidades de pollos broilers bajo el efecto de niveles de sustitución de saccharina en seis semanas de evaluación, Ñucanchi Ashpa, Gualea, Quito, Pichincha 2005.	76
CUADRO 16. Porcentajes de mortalidad semanal de los pollos broilers bajo los niveles de sustitución de saccharina. Duncan 5%.	77

CUADRO 17.	Resultados de Mortalidad en los grupos investigados de los pollos broilers bajo los niveles de sustitución de saccharina en porcentaje.	78
CUADRO 18.	Resultados de Viabilidad en los grupos investigados de los pollos broilers bajo los niveles de sustitución de saccharina en porcentaje.	79
CUADRO 19.	Análisis de variancias de los pesos promedios a la canal de los pollos broilers en kg. bajo el efecto de niveles de sustitución de saccharina en seis semanas de evaluación, Ñucanchi Ashpa, Gualea, Quito, Pichincha 2005.	80
CUADRO 20.	Promedios de los pesos a la canal en la sexta semana de los pollos broilers en kg bajo los niveles de sustitución de saccharina. Duncan 5%.	81
CUADRO 21.	Análisis de variancias de ganancia diaria de peso por ave en kg bajo el efecto de niveles de sustitución de saccharina en seis semanas de evaluación, Ñucanchi Ashpa, Gualea, Quito, Pichincha 2005	81
CUADRO 22.	Ganancia Diaria de Peso por Ave en kg bajo los niveles de sustitución de saccharina. Duncan 5%.	83
CUADRO 23.	Análisis de Correlación y Regresión del peso a la sexta semana de los pollos broilers en kg bajo los niveles de sustitución de Saccharina Proteica, Ñucanchi Ashpa, Gualea, Quito, Pichincha 2005	83
CUADRO 24.	Análisis de variancia de la Regresión de los pesos a la sexta semana de los pollos broilers en kg bajo el efecto de niveles de sustitución de saccharina, Ñucanchi Ashpa, Gualea, Quito, Pichincha 2005.	84
CUADRO 25.	Análisis de Correlación y Regresión del peso promedio a la canal de la unidad experimental en kg. bajo los niveles de sustitución de saccharina en seis semanas de evaluación, Ñucanchi Ashpa, Gualea, Quito, Pichincha 2005.	85
CUADRO 26.	Análisis de variancia de la Regresión de los pesos promedios a la canal de cada unidad experimental en kg bajo el efecto de niveles de sustitución de saccharina proteica, Ñucanchi Ashpa, Gualea, Quito, Pichincha 2005.	86
CUADRO 27.	Beneficio Bruto, Costos Variables y Beneficio Bruto de cada uno de los tratamientos en estudio.	87
CUADRO 28.	Análisis Marginal de los tratamientos No Dominados.	87
CUADRO 29.	Beneficio Bruto, Costos Variables y Beneficio Neto de un pollo de los tratamientos en estudio.	88
CUADRO 30.	Análisis del Factor de Eficiencia Europeo (F.E.E.) bajo el efecto de niveles de sustitución de saccharina proteica, Ñucanchi Ashpa, Gualea, Quito, Pichincha 2005.	89
CUADRO 31.	Comparación de Alimento acumulado, peso final promedio y Conversión alimenticia promedio en kg de los tratamientos investigados frente a los estándares de producción de la Línea Ross*.	90

## INDICE TABLAS

	Pág.
TABLA 1. Consumo Per cápita de Carne de Pollo (Tm)	5
TABLA 2. Avances en el Crecimiento del Pollo de Carne	6
TABLA 3. Producción Nacional Avícola 2000- 2003	7
TABLA 4. Digestión de los principios nutritivos orgánicos	19
TABLA 5. Digestión de la fibra en el ave	23
TABLA 6. Las principales enzimas exógenas	31
TABLA 7. Variación en la composición de la fibra dietética (FD), fibra neutra detergente (FND) y fibra ácida detergente (FAD) en algunos alimentos.	34
TABLA 8. Propiedades físicas de la fibra dietaria de fuentes fibrosas tropicales.	34
TABLA 9. Contenido de materia seca promedio	35
TABLA 10. Composición Bromatológica de la caña de azúcar fresca en estación de lluvia	40
TABLA 11. Composición Nutritiva de los Subproductos de caña de azúcar.	41
TABLA 12. Valor Nutritivo de la Harina de Caña Proteica en Base Seca	44
TABLA 13. Composición de la Mezcla de Sales minerales en el Enriquecimiento Proteico de la Harina de Caña de azúcar (Saccharina).	45

## INDICE GRAFICAS

	Pág.
GRAFICA 1. Crecimiento de los órganos digestivos en los días de vida del pollito.	28
GRAFICO 2. Promedios de Consumo de Alimento Semanal por Tratamiento en kg.	71
GRAFICO 3. Promedio de los pesos semanales por tratamiento en kg.	73
GRAFICO 4. Promedios de conversión alimenticia semanal de los pollos broiler.	75
GRAFICO 5. Promedios de Mortalidad por Tratamiento en porcentaje.	77
GRAFICA 6. Mortalidad diferenciada en los grupos investigados de los pollos broilers bajo los niveles de sustitución de saccharina.	78 79
GRAFICA 7. Viabilidad por tratamiento en porcentaje.	81
GRAFICO 8. Promedios de los pesos a la Canal de los pollos broilers en kg.	82 79
GRAFICA 9. Ganancia Diaria de Peso por Ave en kg	
GRAFICO 10. Curvas de Ajuste de Regresión del peso promedio a la sexta semana de los pollos broilers en kg bajo los niveles de sustitución de la Saccharina Proteica	84
GRAFICO 11. Curva de Ajuste de Regresión del peso a la canal de cada unidad experimental en kg bajo efectos de niveles de sustitución de saccharina proteica en seis semanas de evaluación.	86

## INDICE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. El sistema digestivo del pollo	8
FIGURA 2. Fracciones de los carbohidratos en los ingredientes alimenticios	20
FIGURA 3. Cultivo de la caña de azúcar	39
FIGURA 4. Caña de azúcar y sus subproductos	41

## I. INTRODUCCION

La producción de carne de pollo a partir de alimentos no convencionales en los países en vías de desarrollo se ha convertido en una actividad prácticamente obligada para toda la población, especialmente la rural. La escasa disponibilidad de las fuentes convencionales y sus elevados precios constituyen un obstáculo para la rentabilidad y estabilidad de esta actividad agropecuaria. A esta situación se une la competencia existente entre la población humana y los animales monogástricos (cerdos y aves) por los mismos alimentos y el hecho de que los países subdesarrollados, que generalmente están localizados en zonas tropicales y subtropicales, no poseen las condiciones climáticas ni el avance tecnológico que les permita cosechas productivas de cultivos equivalentes a los cereales y fuentes de proteína convencionales.

Además el alto precio de los cereales en el mercado mundial ha obligado a la utilización de los alimentos fibrosos (harina de follaje o integrales de leguminosas, gramíneas y otras fuentes fibrosas) en especies monogástricas como una alternativa alimentaria de bajo costo y que no compite con la alimentación del hombre.

Esta situación ha llevado al estudio y evaluación de nuevas fuentes de alimento que eliminen la competencia con el hombre y estén al alcance de los productores. Una de las alternativas sostenibles para satisfacer este propósito se basa en el empleo de cultivos tropicales de alto rendimiento, alta producción de biomasa y energía renovable como la caña de azúcar que sustituya eficientemente las fuentes proteicas y energéticas convencionales en forma de harina para la alimentación de especies monogástricas, como es el caso de la saccharina (Cisneros *et al*, 1994).

Es necesario tener presente que el pollo de engorde debe alimentarse para ganar peso en el menor tiempo posible, con una buena conversión, buena eficiencia alimenticia y alta supervivencia en este proceso, de tal manera que al relacionar estos resultados permitan una buena rentabilidad del negocio avícola.

El presente trabajo se diseñó para evaluar el patrón de comportamiento de pollos de engorde alimentados con dietas que difieren en la composición de sus ingredientes por la sustitución de saccharina proteica; bajo condiciones de explotación en clima tropical.

La saccharina es obtenida a través de un proceso de fermentación aeróbica en estado sólido de la caña de azúcar troceada finamente, con adición de urea, sales minerales e hidrogenasa XP durante 48 horas y después es secada al sol durante 4 días.

Finalmente el producto secado es cernido para obtener una saccharina proteica deshidratada no mayor a 1 cm. con la que se emplea en la fabricación del concentrado.

En el cuadro siguiente se indica el valor nutritivo de la saccharina proteica que fue analizado en los laboratorios del Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria (SESA) en Tumbaco.

## VALOR NUTRITIVO DE LA SACCHARINA PROTEICA EN 100 GRAMOS

NUTRIENTE	UNIDAD	COMPOSICION
Humedad	%	3.500
Materia Seca	%	96.500
Energía Metabolizable	Kcal/ kg	2410.872
Proteína cruda	%	17.000
Fibra cruda	%	30.000
Grasa cruda	%	1.000
Cenizas cruda	%	16.000
Elementos no nitrogenados (ENN)	%	36.000

Los objetivos planteados en esta investigación fueron:

### A. GENERAL:

Evaluar la inclusión de diferentes niveles de saccharina proteica en la dieta alimenticia de pollos de engorde.

### B. ESPECIFICOS:

1. Evaluar los diferentes parámetros zootécnicos en la crianza de los pollos de engorde con los diferentes niveles de inclusión de saccharina proteica.
2. Determinar la dieta alimenticia económicamente viable.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### A. EL POLLO DE ENGORDE

El pollo de carne o "broiler" se define a un tipo de ave, de ambos sexos, cuyas características principales son su rápida velocidad de crecimiento y la formación de unas notables masas musculares, principalmente en la pechuga y las patas, lo que le confiere un aspecto "redondeado", muy diferente del que tienen otras razas o cruces de la misma especie, explotadas para la puesta (Tobar, 2002).

El "broiler" o pollo de carne es un híbrido genético producto del apareamiento de dos razas puras: gallo Cornish y gallina White Rock

El corto período de crecimiento y engorde del broiler, unas 6 ó 7 semanas lo ha convertido en la base principal de la producción masiva de carne aviar de consumo habitual.

Los huevos para incubación deben tener un peso mínimo de 52 gramos, y el pollito BB debe pesar mínimo 38 gramos.

La densidad que se usa es de 10 a 12 pollitos por medio cuadrado en la sierra y de 8 a 10 pollitos en la costa, según el peso final que se desee obtener.

El estándar productivo a nivel nacional del lote de pollos de carne debe salir al mercado a los 42 días en la costa y 49 días en la sierra, con un peso promedio de 2 a 2.3 kg (4.4 lb a 5.06 lb), con una mortalidad de entre 5% al 10%.

### **1. Producción Mundial de Carne de Pollo**

Los principales productores de pollo de carne son Estados Unidos, China, Brasil y México que concentran el 52% de la producción del mundo (FAOSTAT, 2004).

Ecuador representa menos del 1% en la producción mundial de carne de pollo, como se observa en la Tabla 1.

**TABLA 1. Consumo Per cápita de Carne de Pollo (Tm)**

País	Producción		Consumo per cápita
	2002	2003	
Estados Unidos	14' 872 000	15'003 000	43.1
China	9'376 950	9'770 580	42.6
Brasil	7'040 000	7'180 000	30.9
México	2'075 000	2'135 000	22.8
Ecuador	208 620	212 401	16.0

Fuente: FAOSTAT

El Ecuador tiene consumo per cápita de 16 kg/Hab de carne de pollo en el 2003, superando al promedio mundial que es de 10.1 kg/Hab, es uno de los países de bajo consumo en América.

Waldroup citado por Penz y Vieira (1998) sostiene que el progreso de la avicultura de carne en el siglo pasado ocurrió en función de los conocimientos adquiridos en las áreas de genética, nutrición, sanidad y de los procedimientos de crianza.

El peso vivo de los broilers creció de 1.45 kg a 2.5 kg en los últimos 51 años y se disminuyó el tiempo de saque de 73 días a 42 días (6 semanas), como se observa en la Tabla 2.

En la actualidad, estos pollos se crían para que crezcan a un ritmo tan acelerado que pueden llegar a alcanzar el peso adecuado de sacrificio en tan sólo 42 días, el doble de rápido que hace 51 años.

**TABLA 2. Avances en el Crecimiento del Pollo de Carne**

<b>AÑO</b>	<b>PESO SACA(kg)</b>	<b>DIAS</b>
1953	1.45	73
1963	1.59	67
1973	1.77	60
1983	1.93	49
1993	2.05	42
2004	2.50	42

## **2. Producción Nacional de carne de pollo**

A pesar de la crisis de 1999 al 2001 por la presencia del Fenómeno del Niño la actividad avícola ha observado un comportamiento sostenible que ha permitido atender no solo la demanda interna sino el mercado externo a través de la

exportación. La producción de carne de pollo es la de mayor importancia seguida por la producción de huevos para el consumo humano (Tobar, 2002).

La producción nacional de carne de pollo a aumentado del 2000 al 2003 de 158 720 TM a 212 401 TM, como se observa en la Tabla 3.

**TABLA 3. Producción Nacional Avícola 2000- 2003**

<b>Años</b>	<b>Carne de Pollo (TM)</b>
2000	158 720
2001	160 000
2002	208 620
2003	212 401

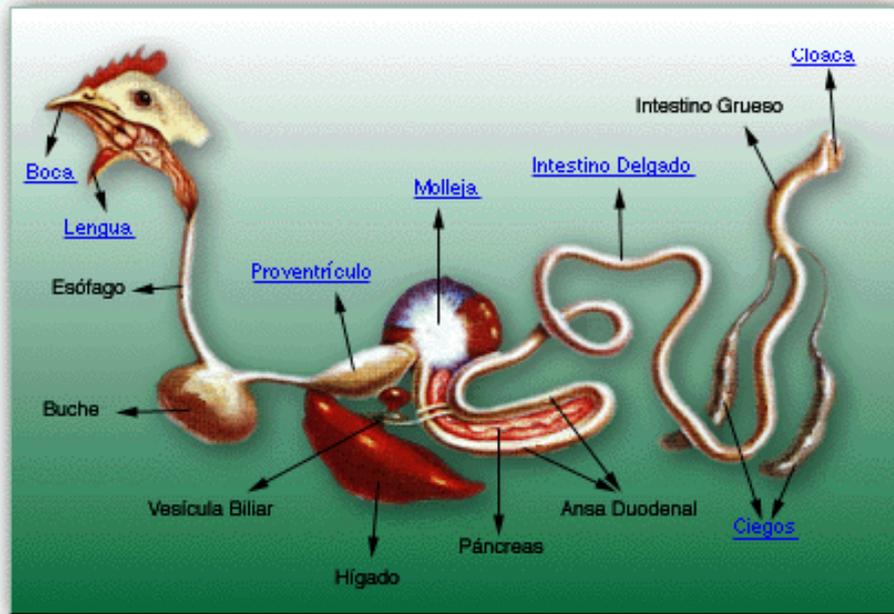
Fuente: SICA, 2004

La producción avícola a nivel nacional se distribuye de la siguiente forma: En el caso de carne de ave, Pichincha genera el 38%, Guayas 32%, Manabí 14%, Azuay 4% y el resto del país un 12%; mientras que en huevos, Pichincha produce el 40%, Manabí el 26%, Tungurahua el 20% y Guayas un 14%.

SICA (2004), afirma que uno de los aspectos críticos que inciden en la competitividad de la avicultura en el Ecuador, es sin duda el comportamiento de los precios de las materias primas básicas, como son el maíz amarillo duro y la pasta de soya, que se utilizan en la formulación de balanceados.

En la producción de carne de pollo los rubros de mayor incidencia corresponden al alimento, pollito BB y medicinas, sumando en un promedio, el 80% del costo total. El precio de producción del pollo en el 2004 es: \$ 0.88 a \$ 0.97 por kilogramo de carne del pollo.

### 3. Anatomofisiología+ del Aparato Digestivo de las Aves



**FIGURA 1. El sistema digestivo del pollo.**

#### a. **Funciones de los Órganos Digestivos.**

Según Romero (2002), el aparato digestivo de las aves esta compuesto por:

##### **1. Boca**

La boca de las aves carece de dientes y labio, siendo reemplazados por una mandíbula córnea en cada maxilar que forman el pico. El pico es la principal estructura prensil. El alimento se retiene en la boca sólo por corto tiempo.

En las paredes de la cavidad bucal se hallan escasas glándulas salivares. La cantidad de saliva segregada promedio es de 12 ml en 24 horas. 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. La amilasa salival está siempre presente. También se encuentra una pequeña cantidad de lipasa.

## **2. Lengua**

La lengua tiene forma de cabeza de flecha y esta cubierta de un grueso epitelio escamoso, una mucosa tegumentaria y recia. La lengua tiene poco tejido muscular y poca capacidad de movimiento y presenta 24 papilas gustativas en el dorso dirigidas hacia atrás lo que le facilita el transporte de las moléculas alimentarias hacia el segmento posterior; Su función es de prehensión, selección y deglución del alimento.

XI Congreso de la AMENA y I del CLANA (2003), afirma que las aves tienen la capacidad de diferenciar el sabor dulce, salado y amargo; las cuales determinan el consumo de alimento de acuerdo a la palatabilidad de las materias primas.

## **3. Esófago**

El esófago es tubular, muscular y elástico; relativamente largo. Y en su mucosa se localizan glándulas secretoras de un mucus lubricante que coopera con la saliva para la deglución, sirviendo así para acomodar los voluminosos alimentos sin masticar.

#### **4. Buche o Estómago Almacenador**

El buche es una bolsa de paredes delgadas con revestimiento interno de pliegues profundos que lo hace distensible para el almacenamiento de los alimentos y, cumple distintas funciones: almacenamiento de alimento para el remojo, humectación y maceración de los alimentos. La reacción del contenido del buche es siempre ácida. La reacción promedia es de pH 5. En cuanto a la duración promedio del tiempo que tiene el alimento en el buche es de dos horas.

#### **5. Proventrículo o Estómago Glandular**

El proventrículo es un órgano pequeño ovoide que se estrecha ligeramente antes de su desembocadura en la molleja. El proventrículo se constituye en un segmento de tránsito alimentario entre el esófago y la molleja al tiempo que en su mucosa se presenta unas glándulas bien desarrolladas que segregan el jugo gástrico compuesto por ácido clorhídrico (HCl) y pepsinas. El bolo alimenticio se va impregnando del mismo en su avance por este segmento digestivo, y a causa de su pequeño tamaño el alimento no permanece mucho tiempo aquí por lo que el proceso hidrolítico del jugo gástrico realmente comienza en la molleja.

#### **6. Molleja o Estómago Muscular**

La molleja es desproporcionadamente grande, tiene la forma de un disco denso y grueso, presenta sus lados aplanados, con dos aberturas una comunica con el proventrículo y la otra hacia el duodeno. En esta parte no se segrega jugo

digestivo. La molleja es particularmente fuerte y bien desarrollada para proteger a la musculatura del efecto abrasivo de las piedrecillas o guijarros (grift) que el animal puede y debe ingerir para la trituración. La eficacia de la molleja 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, y su función es comprimir y simultáneamente aplastar y moler, antes de que entren al intestino delgado. Presenta un pH de 4.06 por lo que tiene una reacción ácida.

## **7. Intestino Delgado**

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 ileon. La mucosa intestinal esta 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.

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.

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.

- **Duodeno:** Tiene la forma de un asa intestinal o en "U" para conectarse con la molleja. 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, tanto la digestión gástrica como la pancreática.

- **Yeyuno:** El 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.

- **Íleon:** el íleon es una estructura estirada y se encuentra en el centro de la cavidad abdominal, presenta un pH de 7.59. y cumple la función de absorber los nutrientes digeridos.

## 7. 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.

## **8. Hígado**

Es una glándula alargada y aplanada, que secreta bilis, la cual es un fluido digestivo-amargo. La sangre conduce azúcar al hígado.

El hígado constituye la mayor estación distribuidora de los nutrientes su 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 deposito o almacén.

La ventaja del hígado es que esto recoge la mayor parte de los nutrientes absorbidos del tubo digestivo y lo entrega a las células al ritmo recorrido por las necesidades de cada tejido. de ahí que el metabolismo de los vertebrados se conserva a un nivel mas o menos constante gracias a la actividad estabilizadores del hígado.

## **9. 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; esta conectada al duodeno.

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

## 10. Intestino Grueso

El intestino grueso se subdivide en: dos ciegos y colon recto.

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

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

En las aves la digestibilidad de la fibra cruda es reducida, pero en particular la posibilita la flora de los ciegos, y existe 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.

- **Colon Recto:** En esta parte, es donde se realiza la absorción de agua y las proteínas de los alimentos que allí llegan. El pH del colon recto es de 7.38.

## 11. Cloaca

La cloaca es un órgano común a los tractos urinario, digestivo y reproductivo. Por lo tanto, la orina y las heces se eliminan juntas.

### **b. Digestibilidad de los nutrientes en el pollo de engorde**

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 (Romero, 2002).

Por otro lado este autor indica que 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 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 favorable para la actividad de la de las enzimas vegetales (Amilasas) que inician junto a la Amilasa de la saliva la degradación de los carbohidratos. 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 reflujo 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 así que la actividad de la pepsina prosiga para hidrolizar a las proteínas hasta pectonas y polipéptidos.

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 las lipasa pancreática y emulsionando las grasas.

El páncreas es una glándula situada en el asa duodenal que tiene dos funciones secretadoras: 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.

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 desdoblán las proteínas hasta péptidos más simples y aminoácidos.

La función de la  $\alpha$ -amilasa pancreática es semejante a la de la amilasa salival, atacando los enlaces  $\alpha$  (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.

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  $\alpha(1-6)$  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.

Digestión del intestino grueso, puesto que la absorción de los nutrientes tiene lugar principalmente en el intestino delgado, al llegar al intestino grueso los productos de la digestión se ha absorbido la mayor parte de los nutrientes hidrolizados.

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 son de una hora y media a dos horas desde que el alimento abandona el buche y pueden producirse ya algunas deyecciones.

**TABLA 4. Digestión de los principios nutritivos orgánicos**

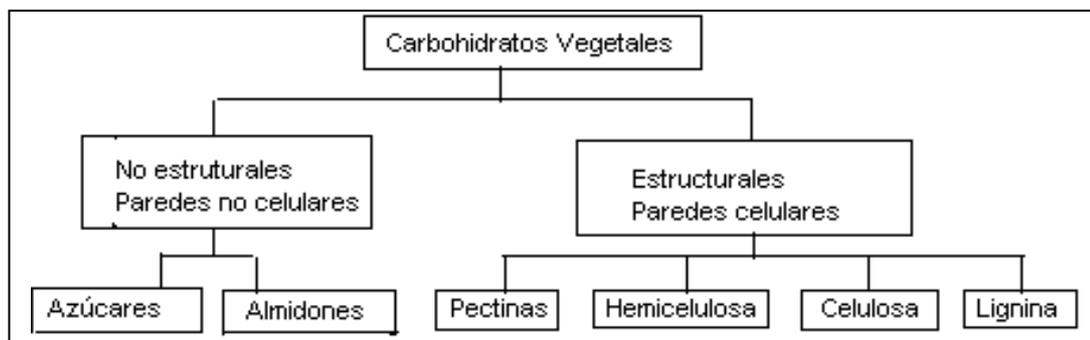
Región	Glándulas	Secreción	Enzima	Substancia afectada	Productos formados
<b>Boca</b>	Salivares	Saliva	Amilasa	Polisacáridos	Maltosa
<b>Buche</b>	Salivares	Saliva	Amilasa	Polisacáridos	Maltosa
<b>Proventrículo</b>	Gástricas	Jugo gástrico	Pepsina HCl	Proteínas Activa proteinasas	Polipéptidos
Duodeno	Páncreas	Jugo pancreático	Amilasa Tripsina Lipasa	Poli-disacáridos Polipéptidos Grasas	Di-monosacáridos Péptidos y aminoácidos Glicerina y ác. grasos
<b>Intestino</b>	Hígado	Bilis	Lipasa	Grasa	Glicerina y ác. grasos
<b>Delgado</b> Yeyuno e Íleon	De Lieberkühm	Jugo Intestinal	Aminopeptidasa Malasa Sacarasa	Polipéptidos Maltosa Sacarosa	Aminoácidos Glucosa Fructosa y glucosa

### 1. Composición y Digestión de la Fibra en el Ave

Camiragua (2001), sostiene que la fibra es un hidrato de carbono que se compone principalmente de la celulosa, y otros componentes son la hemicelulosa, la lignina y las sustancias pécticas. Está presente de modo natural en alimentos vegetales, confiriéndoles rigidez y sensación de fibrosidad.

Wattiaux (1998), sostiene que el sistema digestivo de animales de estómago sencillo (aves, cerdos y humanos), le faltan las enzimas para liberar las unidades de glucosa de los carbohidratos fibrosos que están encerradas dentro de las paredes de las células de las plantas.

La pared celular de los alimentos esta compuesta por carbohidratos estructurales como: Celulosa, Hemicelulosa y Pectinas; y además también contiene Lignina, como se observa en la Figura 2.



**FIGURA 2.** Fracciones de los carbohidratos en los ingredientes alimenticios.

La lignina, que también forma parte de la pared de la célula, no es un carbohidrato, es un compuesto fenólico y es casi indigestible. Mientras va madurando la planta, resulta más rígida porque la cantidad de lignina en las paredes de sus células aumenta. Las moléculas de lignina crecen y están ligadas a los carbohidratos. Como resultado, la celulosa y la hemicelulosa resultan menos digestibles, mientras la planta madura.

Los carbohidratos son polímeros macromoleculares de azúcares simples o monosacáridos ligados por uniones específicas llamadas glucosídicas. La

naturaleza de las uniones determina su susceptibilidad a ser degradadas por las enzimas digestivas de las aves. Los carbohidratos comúnmente presentes en la pared celular de los cereales son con enlaces  $\beta$ , indigestibles en el aparato digestivo de los monogástricos: la celulosa  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4)D-glucano, que es resistente a las enzimas que degradan el almidón, siendo las uniones alfa las de más fácil degradación; los  $\beta$ -D-glucanos, que son polímeros lineales de glucosa con uniones glucosídicas  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 3), (1 $\rightarrow$ 4); y los arabinoxilanos, más complejos que los anteriores, compuestos de 2 azúcares: arabinosa y xilosa en una estructura ramificada.

Redford y Morgan citados por Camiragua (2001), han propuesto dos mecanismos que explican la actividad antinutritiva de los cereales debido al componente arabinoxilano del grano. El primer mecanismo propuesto es que el arabinoxilano es impermeable al ataque enzimático en el intestino delgado. El segundo mecanismo propuesto es que una proporción de los arabinoxilanos presentes se disuelven en el intestino y causan el incremento en la viscosidad de la solución, lo cual reduce la difusión del nutriente por la formación de gel.

Camiragua (2001), sostiene que la celulosa sólo aporta volumen y éste no es esencial en la dieta de un ave. Estos animales tampoco sintetizan las enzimas requeridas para hidrolizar los pentosanos (xilanos), arabanos, galactanos y mananos que son los componentes de la hemicelulosa, por ende ellos no constituyen una fuente energética para las aves. Esto podría mejorarse al añadir enzimas a la dieta. Las aves tienen una limitada habilidad para absorber los pentosanos, siendo éstos utilizados sólo a niveles del 10% de la materia seca (MS) de la dieta. Sobre esta cantidad se producen diarreas severas.

Los carbohidratos estructurales aumentan la viscosidad intestinal al agregarse en grandes cantidades, formando una estructura de malla. Para destruir estas mallas no es necesario digerir los constituyentes hasta sus componentes básicos (monosacáridos), sino simplemente acortarlos de manera que no puedan entrelazarse.

A medida que se aumenta la viscosidad intestinal de las aves baja la tasa de difusión de las enzimas; también redonda en una considerable baja en la tasa de crecimiento, en la eficiencia de conversión alimenticia.

Romero (2002), sostiene que entre el 10 y el 80% de la fibra que se escapa (utilizando los pienso con ciertos niveles de fibra) a la acción enzimática del intestino delgado sufre un proceso de fermentación en los ciegos.

La digestión gástrica de la fibra en las aves es de tipo mecánica, a nivel de la molleja, y también en el intestino grueso se realiza cierta digestibilidad de la fibra, al existir microorganismos adosados 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.

La composición de la flora está influida por el tipo de dieta, pero generalmente esta compuesta por los microorganismos anaeróbicos estrictos como son: estreptococos, lactobacilos, clostridia y coliformes, y realizan un proceso de fermentación en los ciegos, bajo determinadas condiciones de pH (6,7 y 7,8) y de temperatura entre 31 – 41°C ( la temperatura corporal de las aves oscila en este

rango) dando lugar cierta degradación de los carbohidratos a través de la actividad microbiana.

Aunque a nivel del intestino grueso ocurre digestión de parte de la fibra, efectuándose por enzimas de la flora bacteriana (mas de un 25% en peso seco de las heces son flora bacteriana) liberándose carbohidratos simples. La celulosa por acción de celulasas microbianas libera el disacárido celobiosa, que es hidrolizada a glucosa 1-fosfato y glucosa libre; Los polímeros de hemicelulosa son hidrolizados por arabinasas y xiloxidasas liberándose pentosas, de las cuales la xilosa es el producto más abundante. Las pectinas son hidrolizadas por peptidil esterases y poligalacturonidasas, liberándose ácido galacturónico el cual es transformado a xilosa. Estos monosacáridos son utilizados por los microorganismos, oxidándolos parcialmente en ácidos grasos volátiles (acético, propiónico y butírico) y gases (bióxido de carbono, hidrógeno molecular y metano). La lignina no es digerida por enzimas de la flora bacteriana, como se observa en la tabla 5.

**TABLA 5. Digestión de la fibra en el ave.**

Región	Microorganismos	Enzimas	Substancia afectada	Productos Formados	Productos finales
<b>Intestino Grueso</b>	Estreptococos	Celulasas	Celulosa	Celobiosa	Glucosa y Fructosa
	Lactobacilos	Xilanasas	Hemicelulosa	Xilano	Xilosa y Fructosa
	Clostridia	Arabinasas		Arabinosa	Ribosa y Triosa
	Coliformes	peptidil esterases poligalacturonidasas	Pectina	Acido Pectínico	Ac. Galacturónico y Xilosa

Existe el criterio que las aves domésticas no son hábiles en la utilización de los polisacáridos insolubles en agua, por carecer de actividad celulolítica en el ciego. Sin embargo estudios recientes donde se han aislado protozoos y hongos lignocelulósicos del contenido cecal de los pollos sugiere la

posible eficiencia de las aves en el ciego alcanzan concentraciones de 105 y 106 ufc/ml, con requerimientos similares a los microorganismos del rumen.

Arbor Acres (2001), sostiene que el porcentaje de inclusión de fibra en la dieta alimenticia es mínimo 3% y máximo 5%; porque las aves domésticas pueden consumir o digerir solamente cantidades pequeñas de fibras crudas.

Wattiaux (1998), sostiene que la fibra dietética es cuantitativamente un componente minoritario en la alimentación de las aves, su paso a través del estómago y el intestino delgado sin sufrir digestión ni absorción, y en el colon es uno de los materiales más abundantes y puede desarrollar los efectos fisiológicos siguientes:

- Aumento del peso y disminución de la consistencia de las heces, por que retienen mucha agua.
- Dificultan la digestibilidad del resto de la ración.

Midia Relaciones (2005), La reducción en la calidad nutricional se produce como consecuencia de un descenso del contenido en Energía Digestible, provocada por un aumento en el contenido de Fibra en la dieta, de tal manera, que a pesar de que el valor de Energía Bruta de estos alimentos no sufre variaciones, la consecuencia directa del aumento de fibra consiste en un descenso en la Energía Digestible.

Goñi citado por Ly (2004), señala que cuanto mayor sea la capacidad de retención de agua de una fibra dada, mayor será el incremento en peso de las

heces implicando pérdidas energéticas para el animal ,y provoca una menor absorción intestinal de nutrientes.

Los alimentos ricos en fibra tienden a ser laxantes, porque la fibra absorbe fácilmente el agua y se hincha; y aumenta el peristaltismo. Además a mayor voluminosidad, disminuye la ingesta de nutrientes digestivos por lo que la ingesta debe ser limitada.

Romero (2002), afirma que en las aves, una opción para incrementar su capacidad digestiva es aumentar la talla del Tracto Gastrointestinal, lo cual puede lograrse reformando el consumo de alimentos voluminosos. Hace más de un siglo que Paulov postuló su teoría de adaptación de las funciones digestivas, planteando que la secreción de enzimas digestivas, la constitución de la bilis, el flujo de la ingesta y el transporte de los nutrientes a través de las paredes se adaptan a la composición de la dieta y al nivel de la ingestión de las aves. Es evidente que los cambios no ocurren de un día para otro, y por tanto, la adaptación va estar relacionada con su eficiencia de utilización.

Todas las aves no tienen igual aptitud para asimilar determinados niveles de fibra y en sentido general no la digieren mucho por lo que la misma mas bien lo que proporciona es volumen a la dieta. Después de un período de adaptación las gallináceas pueden digerir entre un 60 – 70% de la pared celular de los follajes y adicionar a ello un extra de 4 – 11% a la digestión que se realiza en el intestino superior, a partir de los productos finales de la actividad fermentativa, las aves pueden cubrir el 11% de la energía de mantenimiento. La hemicelulosa por hidrólisis

dá xilosa que al igual que la arabinosa provoca grandes trastornos digestivos conducentes a severas diarreas cuando se ofrece a niveles superiores al 10% en la dieta de las gallinas.

Goñi citado por Ly (2004), sostiene que las posibles soluciones para emplear materias primas con altos porcentajes de fibra en la formulación de los piensos, sin mermar los índices de crecimiento de los animales, deben centrarse en dos aspectos básicos: Formular teniendo en cuenta que a pesar del empleo de estos cereales debemos ser capaces de mantener los niveles de Energía Digestible, o bien, emplear suplementaciones enzimáticas, o tratamientos (térmicos o químicos) para conseguir suplir la falta de Energía Digestible de los cereales.

### **c. Cambios en el Aparato Digestivo del Pollo de Engorde durante la Primera Semana de Edad al Consumir Alimento Preinicial.**

Existe diferencias importantes en el desarrollo de los órganos digestivos en pollito de una semana de edad, al utilizar alimentos de recepción de alto valor biológico. Estos cambios incluyen hasta un 600% más de masa del intestino delgado, y un aumento del largo, profundidad de las criptas y área total de las vellosidades intestinales a nivel de duodeno, mejorando la capacidad digestiva de los pollos (XI Congreso de la AMENA y I del CLANA, 2003).

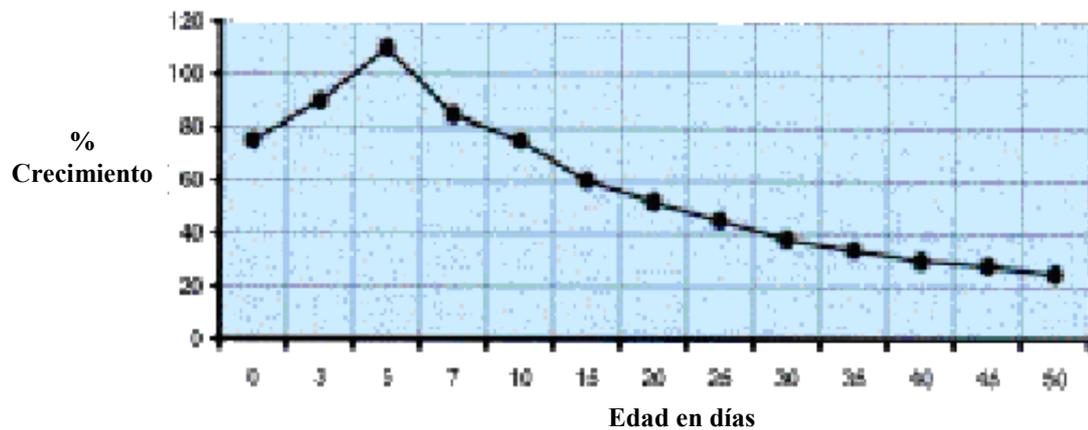
Al desarrollar un alimento de recepción con características nutricionales que favorecen el desarrollo precoz del aparato digestivo y una mayor velocidad de

crecimiento (proteína 21 – 25% y bajo en grasa) en la primera semana de vida del pollito. El mayor peso corporal en la primera semana de vida del pollito está correlacionado positivamente con un peso superior a 42 días de edad. La descripción de los cambios en el aparato digestivo son una muestra de las ventajas que puede representar el uso de un alimento con ingredientes de mayor disponibilidad en la primera semana de vida del pollito.

Peso 1 día	39.35 g		
Peso, 7 días	135.6 g		
Peso paquete visceral, 7 d	46.01 g		
Peso hígado + Vesícula biliar, 7 d	7.55 g		
Peso páncreas, 7 d	1.02 g		
Peso proventrículo y molleja, 7d	7.28 g		
Diámetro Saco vitelino, 7d	0.50 mm		
Diámetro Bolsa de Fabricio, 7d	0.64 mm		
Duodeno, 7d	807.9 largo	118.5 ancho	93.91 profundidad
Yeyuno, 7 d	426.0 largo	120.8 ancho	79.12 profundidad
Ilieon, 7 d	365.6 largo	111.0 ancho	75.15 profundidad

El número de vellosidades aumenta en el duodeno y yeyuno pero no en el ileon, durante los primeros 12 días de edad. Estas modificaciones rápidas del aparato digestivo hacen posible un aumento en el consumo del alimento y de la digestibilidad de los nutrientes.

El pollo de engorda alcanza su máximo de peso de sus órganos digestivos en relación a su peso corporal cuando tienen de 3 a 8 días de edad. El peso del hígado y del páncreas aumenta entre 2 y 4 veces, respectivamente, respecto al peso corporal durante la primera semana de vida.



**GRAFICA 1. Crecimiento de los órganos digestivos en los días de vida del pollito.**

Penz y Renz (2005) sostienen que la nutrición de la primera fase de vida de los pollos de engorde puede ser considerada la más importante, visto que permite un adecuado desarrollo de sus sistemas fisiológicos, entre ellos, el sistema inmunológico, siendo esto indispensable para la utilización de dietas con alta disponibilidad de nutrientes.

González J. (2002), sostiene que al administrar tempranamente el alimento se logra:

- Aumenta Peso Relativo del Intestino
- Aumenta Longitud de Velloidades
- Aumenta Secreción de Enzimas Pancreáticas
- Aumenta Diámetro Intestinal
- Mayor Utilización de Nutrientes

## B. NUTRICION EN EL POLLO DE ENGORDE

### 1. Requerimientos Nutricionales en Pollos de Engorde

NUTRIENTE	Unidad	Tipo de Alimento			
		Preinicial	Inicial	Crecimiento	Final
Energía Metabolizable	MC/kg	3.000	3.050	3.090	3.140
Proteína	%	24.000	21.000	20.000	18.000
Fibra	%	2.700*	2.700*	2.700*	2.700*
Grasa	%	4.000	4.000	4.400	4.500
Fósforo Asimilable	%	0.480	0.480	0.460	0.460
Calcio	%	0.880	0.880	0.890	0.890
Arginina	%	1.500	1.300	1.300	1.100
Lisina Total	%	1.400	1.350	1.200	1.000
Metionina	%	0.630	0.630	0.570	0.450
Metionina + Cistina	%	0.990	0.900	0.900	0.760
Arginina Digerible	%	1.450	1.260	1.230	1.030
Lisina Digerible	%	1.260	1.200	1.100	0.920
Metionina Digerible	%	0.580	0.430	0.400	0.330
Met + Cist digerible	%	0.900	0.860	0.820	0.690
Sodio	%	0.400	0.170	0.170	0.170

\* Fibra máxima 5.5%

Fuente: XI Congreso de la AMENA y I del CLANA (2003).

### 2. Efecto del uso de enzimas digestivas en la Alimentación de Aves

Las enzimas son proteínas que son producidas de manera natural por todos los seres vivos, y aceleran la ruptura de esas moléculas grandes en moléculas más pequeñas las cuales son absorbidas a través de la membrana intestinal para ser utilizadas por el animal para el crecimiento(Barderas, 2004).

Las enzimas ayudan a romper la fibra e incrementan la disponibilidad de los nutrientes en la digestión, además rompen ciertos factores anti-nutritivos, mejorando la digestión y ayudando a prevenir alteraciones nutricionales.

Las enzimas exógenas se obtienen a partir de cultivos de bacterias (*Bacillus* sp) ó de hongos (*Aspergillus* sp, *Aspergillus orizae*, *Aspergillus niger*, *Trichoderma reesei* y *Penicillium funiculosum*, *Peniophorai ichia pastoris*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Saccharomyces cerevisiae*).

Fischer (2000), sostiene que las funciones de las enzimas en la alimentación de aves, son:

- Las enzimas pueden aumentar la disponibilidad de polisacáridos y proteínas almacenadas, que de lo contrario serían inaccesibles a las enzimas endógenas. El uso de enzimas capaces de desdoblar a los carbohidratos estructurales, permite una mayor disponibilidad de los nutrientes tales como el almidón, las proteínas y las grasas. Por ende las enzimas permiten al nutricionista usar ingredientes más económicos y de una mayor variedad en la formulación de raciones.
- Las enzimas son capaces de romper ligaduras específicas existentes en los ingredientes que las enzimas endógenas por lo general no pueden atacar, permitiendo así una mayor liberación de nutrientes. Por ejemplo, es posible dejar disponible alguna forma de energía procedente de polisacáridos no almidones (NSP) tal como la glucosa a partir de los  $\beta$  glucanos enlazados.
- Las enzimas exógenas pueden ayudar a resolver los problemas de digestión inadecuada en los animales jóvenes, lo cual puede deberse a una producción insuficiente de enzimas endógenas sobre todo durante períodos de stress como es el destete, la vacunación o la exposición a temperaturas elevadas. la suplementación de la dieta con amilasas y proteasas exógenas puede ayudar al animal a digerir y absorber una máxima cantidad de nutrientes durante estos periodos críticos.

Otro factor a considerar es un producto multi enzimático o cóctel enzimático digiere varios nutrientes simultáneamente y tiene como objetivo mejorar el valor nutritivo del grano y así crear dietas mas digestibles.

Cowan *et al.* citado en Camiragua (2001), opina que las enzimas pentosanasas (compuestas por un número diferente de endo y exoxilanasas, arabinofuranosidasas y celulasas) alivian la influencia negativa de arabinosilanos y mejoran la utilización de nutrientes.

Las enzimas  $\beta$ -glucanasa celulasa y proteasa se han usado como suplemento y actúan sobre los presentes en la pared celular de las plantas, disminuyendo la viscosidad de tracto gastrointestinal, aumentando la digestibilidad de la materia seca, proteína y aminoácidos (metionina, cistina y lisina), incrementando el contenido de Energía Metabolizable en la dieta, reduciendo la retención de grasa, tamaño y peso del duodeno, yeyuno, ileon, colon, páncreas, hígado y proventrículo y de esta manera reduciendo el consumo de alimento, mejorando la ganancia de peso y conversión alimenticia.

**TABLA 6. Las principales enzimas exógenas.**

<b>NUTRIENTE</b>	<b>ENZIMA</b>	<b>RESPONDE A</b>
Proteína	Proteasa	Aumenta la proteína y digestibilidad de los aminoácidos.
Grasa	Lipasa	Reduce el nitrógeno excretado.
NSP	$\alpha$ -galactosidasa $\beta$ -glucanasa Pentosanasa. Amilasa	Neutralización de los factores anti-nutricionales. Aumenta la proteína digestible. Mejora la utilización de Energía Metabolizable. Mejora la disponibilidad de materia orgánica y del almidón y la Energía Metabolizable.
Fósforo	Fitasa	Incrementa el uso de fósforo Disminuye la excreción de fósforo Mejora la absorción del zinc, cobre y manganeso

NSP = Polisacáridos sin Almidón

Fuente: Bedford, 1996.

### a. Suplemento Enzimático Hidroenzima XP

La Hidroenzima XP es un suplemento concentrado de enzimas y probióticos, empleado con el objeto de lograr una digestión eficaz y completa, mejorando substancialmente la absorción de nutrientes. Al facilitarle al animal la digestión del alimento mediante el efecto hidrolítico que tienen las enzimas, mejora la bio-disponibilidad de este y la absorción en el tracto digestivo, resultando en un ahorro de energía que se refleja en una mejor conversión y ganancia de peso; con el consiguiente impacto favorable en los costos; y se usa 100g. por tonelada métrica de alimento para pollos, cerdos y bovinos (AGRANCO, 2004).

La Hidroenzima XP esta compuesta por: Proteasa, Amilasa, Celulasa, Lipasa, Peptinasa, Lactasa, Xilanasa y Fitasa dando mayor disponibilidad en los grupos aminos, carbohidratos, lípidos, fibras de los alimentos e inositol hexafosfato.

<b>SUSTRATO</b>	<b>ENZIMA</b>	<b>PRODUCTO</b>
Proteína	+ Proteasa	= Peptina + Aminoácidos
Almidón	+ Amilasa	= Glucosa
Celulosa	+ Celulasa	= Glucosa + Celubiosa
Grasa	+ Lipasa	= Glicerina
Peptina	+ Peptinasa	= Acido Galacturónico
Lactosa	+ Lactasa	= Glucosa + Galactosa
Xilano	+ Xilanasa	= Xilosa (reduce viscosidad de la digesta)
Fitasa	+ Inositol Hexafosfato	= Fósforo + Componentes Residuales (Inositol)

La Hidroenzima XP también contiene probióticos (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifedobacterium thermophilum*, *Bifedobacterium longum*, *Streptococcus faecium*) dirigidos a restaurar la flora intestinal y a producir ácido láctico en áreas intestinales locales, resultando en una acción microbicida y así también contribuyendo a la eliminación de los agentes patógenos en el tracto digestivo; y reduce los niveles de mortalidad y por ende en una mejora sensible en la sobrevivencia al final de la crianza.

Los niveles mínimos de enzimas y probióticos de la Hidroenzima XP son:

ENZIMA	UNIDADES/ kg	PROBIÓTICO	UFC/KG
Proteasa	1 000.000	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	90' 000 000.000
Amilasa	7 500.000	<i>Bifedobacterium thermophilum</i>	90' 000 000.000
Celulasa	400.000	<i>Bifedobacterium longum</i>	90' 000 000.000
Peptinasa	200.000	<i>Streptococcus faecium</i>	90' 000 000.000
Lipasa	300.000		
Lactasa	4.500		
Xilanasa	2 000.000		
Fitasa	5 000.000		

### **3. Subproductos fibrosos tropicales utilizados en la Alimentación de Pollos**

El alto precio de los cereales en el mercado mundial ha implementado la utilización de los alimentos fibrosos en especies monogástricas como una alternativa alimentaria de bajo costo y que no compite con la alimentación del hombre (Policarpo, 2004).

Robertson y Southgate citado por Policarpo (2004), sostienen que la información sobre el valor nutritivo de alimentos fibrosos tropicales es muy escasa y para incluirlos en las dietas de los monogástricos es necesario caracterizar su fracción fibrosa. Esta incluye no sólo su composición química, sino las propiedades

físicas que posibilitan determinar su calidad, a la vez que influyen en los procesos digestivos y fisiológicos del animal y por ende en su respuesta productiva.

**TABLA 7. Variación en la composición de la fibra dietética (FD), fibra neutra detergente (FND) y fibra ácida detergente (FAD) en algunos alimentos.**

Alimentos	Contenidos, MS, %			
	FB	FAD	FND	FD
Maíz	2.0	2.2	8.2	9.4
Trigo	2.3	3.2	9.8	10.8
Harina de caña	42.7	52.2	83.0	79.8
<b>SACCHARINA</b>	<b>33.5</b>	<b>48.6</b>	<b>73.8</b>	-
King grass	35.0	-	69.9	-

Fuente: Marrero *et al*; 1997, citado por Policarpo, 2004.

FAD = Celulosa + Lignina

FND = Celulosa + Lignina + Hemicelulosa

Savón y Scull (2004) sostienen que al estudiar el valor nutritivo de 15 alimentos fibrosos en forma de harina para la alimentación de especies monogástricas. Los alimentos comprendieron leguminosas, harinas de follaje, de cítricos y gramíneas (harina de caña), y alimentos obtenidos por fermentación en estado sólido. Los resultados se compararon con la harina de maíz y la alfalfa.

La calidad de los alimentos se puede modificar considerablemente por sus características físico-químicas. Los factores como la solubilidad, volumen de empaclado y propiedades de superficie de la partícula fibrosa (capacidad de adsorción de agua) influyen fisiológicamente en la ingesta del tracto gastrointestinal ( TGI ). Existe una estrecha relación entre la naturaleza de la fuente alimentaria y las propiedades físicas de los productos analizados ( ver tabla 8).

**TABLA 8. Propiedades físicas de la fibra dietaria de fuentes fibrosas tropicales.**

<b>FUENTE FIBROSA</b>	<b>S (%)</b>	<b>V (ml/g)</b>	<b>CAA g/g</b>
<b><u>Leguminosas</u></b>			
<u>Harina de follaje</u>			
<i>Medicago sativa</i>	26.5	3.1	7.49
<i>Canavalia ensiformes</i>	23.50	4.4	6.58
<i>Lablab purpurea</i>	22.50	3.93	6.06
<i>Vignas unguiculata</i> (Variedad Habana 82)	22	2.35	7.84
<i>Leucaena leucocephala</i> (Variedad Perú)	16.02	1.89	5.52
<i>Cajanus cajan P.</i>	18.58	4.75	6.08
<u>Harina integral</u>			
<i>Stylobium aterrimum</i>	22.50	3.04	6.07
<i>Lablab purpurea</i>	20.00	3.09	6.73
<b><u>Gramineas</u></b>			
<i>Saccharum officinarum</i> (Variedad Jaronú 62)	39.00	7.94	6.99
<b><u>Otras fuentes fibrosas</u></b>			
<i>Centrosema pubescens B.</i>	21.32	3.43	6.82
<i>Trichantera gigantea</i>	-	2.31	5.57
<b><i>Zea mays</i></b>	<b>49.50</b>	<b>1.71</b>	<b>1.39</b>
Harina de cítricos	22.00	2.42	7.45
<b><u>Alimentos obtenidos por vía biotecnológica</u></b>			
<b>SACCHARINA</b>	<b>23.00</b>	<b>7.01</b>	<b>7.57</b>
Citroína	25.50	2.27	6.53

S = Solubilidad, V= volumen, CA= capacidad de Absorción de Agua  
 CB= Capacidad Bufferante, CIC= Capacidad de Intercambio Catiónico

El resultado de la determinación de las propiedades físico-químicas que se muestra en la tabla 8, muestran que la solubilidad de las fuentes no convencionales fue prácticamente la mitad y en ocasiones menos con relación al maíz(49.5 %). El menor porcentaje de solubilidad de la saccharina con respecto a la harina de caña, se debe al incremento de FDT de tipo insoluble. Sin embargo, el volumen tuvo un comportamiento inverso en la mayoría de los casos. Con respecto a la capacidad de adsorción de agua, se observó que ésta difiere grandemente entre los productos fibrosos y los cereales como el maíz. Nótese los altos valores de la harina de caña (6.99 g/g FND) y la saccharina(7.57 g/g FND), es decir que la capacidad de

adsorción de agua de la saccharina es 5 veces superior a la del maíz y similar a la alfalfa.

Las fuentes estudiadas tuvieron grandes variaciones en el contenido de fibra dietética total. Se observó una correspondencia entre la fibra dietética total y la FND para la saccharina, harina de caña y la vigna. La harina de caña y la saccharina se destacan por poseer el doble del contenido de hemicelulosa que el maíz, de forma similar, las harinas de follaje de vigna duplicaron este valor con relación a la alfalfa.

Los rangos para la relación hemicelulosa/celulosa que se obtuvieron para la saccharina, harina de caña y mucuna (*Stizolobium aterrimum*) fueron próximas al maíz, en tanto que la *Trichantera gigante* alcanzó muy bajos valores.

El análisis de correlación realizado entre la composición química y las propiedades físicas, mostró altas correlaciones dentro de algunos indicadores. Así, en la harina de caña y saccharina existe una estrecha relación lignina –celulosa (0.92), que se corresponde con el volumen y la capacidad de adsorción de agua.

Las diferencias entre las fuentes están condicionadas por la arquitectura de la fibra dietética y contenido de lignina, las fuentes que presentan altos valores de lignina, posibilitan que ésta atrape gran cantidad de agua debido a la presencia de grupos polares que le aportan propiedades hidrosópicas. Todas estas características influyen en el tiempo en que permanece la digesta a través de un efecto mecánico o laxativo del TGI con un aumento de peso y volumen de las excretas.

Mateos *et al* (2002), sostiene que los componentes celulares de las paredes de la planta en términos de su solubilidad son: insolubles (hemicelulosa y celulosa) y solubles que incluye pectinas, gomas, y otros. Ambos se encuentran unidos por componentes que no son carbohidratos como lignina, taninos y otros.

La fibra soluble tienen un carácter antinutritivo en aves debido a su impacto negativo sobre la digestión y la absorción de nutrientes tales como el almidón, lípidos y proteína. Los mecanismos mediante los cuales los carbohidratos estructurales empeoran la productividad de los broilers pueden deberse a:

- Aumento de las pérdidas endógenas (secreciones, mucus, enzimas, descamación),
- Aumento de la viscosidad con reducción del contacto entre enzimas y nutrientes,
- Encapsulamiento de los nutrientes dentro de las paredes celulares limitando el acceso de los enzimas,
- Alteración de la actividad microbiana con la consecuente producción potencial de toxinas,
- Alteración de la morfología de la mucosa del TGI.

La fibra soluble, constituida por pectinas, retardan el vaciamiento gástrico. La celulosa y la hemicelulosa forman parte de la fibra insoluble, tienen como función atrapar agua, por tanto incrementan el peso de las heces, reducen el tiempo de tránsito intestinal. La lignina (que es totalmente insoluble e indigerible) atrapan agua, puede secuestrar minerales traza, e incrementan las heces fecales.

Lezcano *et al*, citado por Policarpo (2004), sostiene que la interpretación fisiológica de los sistemas de alimentación con productos de la caña de azúcar están dado en primer lugar por la sensible reducción del consumo, (alrededor de la tercera parte) cuando la harina de caña o saccharina se ofrece húmeda en lugar de deshidratada, asociándose esto al volumen de estos productos. A esto hay que añadirle los efectos depresivos per se de la fibra dietética y en especial los niveles de lignina en la dieta que para un 20 % de harina de caña deshidratada o saccharina en la materia seca de la dieta alcanza aproximadamente 1.6-2.0 % que representa el doble de las recomendaciones.

Por otra parte, no existen evidencias claras de una marcada elevación del consumo para compensar la menor concentración energética de las dietas que contienen algunos de los productos fibrosos obtenidos de la caña de azúcar, esto se asocia al llenado estomacal y tiempo de tránsito de la digesta.

#### **a. Saccharina**



**FIGURA 3. Cultivo de la caña de azúcar.**

La caña de azúcar procede del Extremo Oriente, de donde llegó a España en el siglo IX. España la llevó a América en el siglo XV (INFOAGRO, 2004).

La caña de azúcar es un cultivo perenne, que proporciona entre 50 y 70 t/ha/año de biomasa consumible. Tiene un tallo macizo de 2 a 5 metros de altura con 5 ó 6 cm de diámetro. El sistema radicular lo compone un robusto rizoma subterráneo; puede propagarse por estos rizomas y por trozos de tallo. Las hojas de la caña nacen en los entrenudos del tronco. A medida que crece la caña las hojas más bajas se secan, caen y son reemplazadas por las que aparecen en los entrenudos superiores. También nacen en los entrenudos las yemas que bajo ciertas condiciones pueden llegar a dar lugar al nacimiento de otra planta.

La temperatura óptima de crecimiento se sitúa entre los 24 y 30 °C., con humedad relativa alta y buen aporte de agua. Se adapta a casi todos los tipos de suelos.

El período de cosecha promedio: entre 0 y 600 m.s.n.m., la caña madura entre 10 y 12 meses; de 600 a 1.200 m.s.n.m, madura entre 12 y 15 meses; y de 1.200 a 1.600 m.s.n.m., alcanza su maduración entre 14 y 18 meses después de sembrada.

Cisneros *et al* (1994) sostienen que la caña de azúcar es una gramínea del género *Saccharum* que se diferencia de otras hierbas por sus altos rendimientos en Materia seca (MS/ha/año) y en el contenido de carbohidratos.

**TABLA 9. Contenido de materia seca promedio**

Cultivo	X MS (t/ha/año)
Caña de azúcar	38.0
Pastos tropicales	27.0

SICA (2003), sostiene que las variedades de caña usadas son: Ragnar, PS-701141 (Brasil); Q-96 (Australia); V-7151 (Venezuela); RD-7511 (República Dominicana); BT-65152 (Barbados Trinidad); BJ-7046 (Barbados Jamaica); B-

77602 (Barbados); BT-65782 (Barbados), POJ-2878. El 95% de los cultivos de caña de azúcar en el país es de la variedad RAGNAR. SP 79-1011 y la RB 85-5536.

Faostat(2004), sostiene que la producción de caña de azúcar ha mantenido un crecimiento sostenido, es así como en el 2000 se obtuvieron 4'662.322 TM, pasando a 5'700.000 TM en el 2004, lo que representa un incremento del 18.20%.

Los Principales productores de Caña de Azúcar en el Mundo son:

PAIS	PRODUCCIÓN (TM)
Pakistán	52'040 000
México	45'126 500
Filipinas	28'000 000
Guatemala	18'000 000
Ecuador	5'700 000

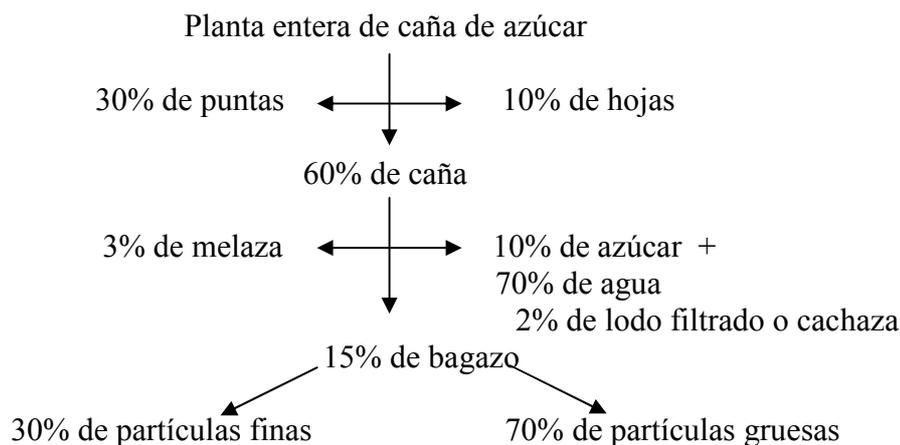
González *et al* citado por López *et al* (2003), sostiene que la caña es un alimento rico en energía, proporcionada por su alto contenido de azúcares (carbohidratos solubles en el contenido celular), pero presenta un bajo contenido de proteína(2 a 3 %), alto contenido de fibra (carbohidratos estructurales y lignina como componentes de la pared celular), su contenido en minerales es bajo y desbalanceado, fundamentalmente en calcio y fósforo; y ausencia casi virtual de grasa.

**TABLA 10. Composición Bromatológica de la caña de azúcar fresca en estación de lluvia**

NUTRIENTES	CANTIDAD
Materia Seca	32.2
Proteína Bruta	3.3
Fibra Ácido Detergente	42.9
Ceniza	6.4
Calcio	1.6
Fósforo	0.1
pH	5.1
°Brix	14.1

Fuente: García *et al*; citado por Elías *et al* (1990)

Cisneros *et al* (1994), sostiene que la caña de azúcar ofrece grandes posibilidades de aprovechamiento en la alimentación animal desde su empleo en forma fresca hasta su deshidratación, pasando por los subproductos que se generan en la producción de azúcar: cogollo o puntas, hojas y pajas, mieles o melaza, bagazo, cachaza, saccharina, como se observa en la figura 4.



**FIGURA 4. Caña de azúcar y sus subproductos**

Fuente: Sistema de información de recursos de piensos, 2004

La saccharina se prepara con la caña azúcar libre de hojas y cogollo (puntas) o el bagacillo que sale del desmenuzador durante la extracción de azúcar en el ingenio azucarero, y es sometida a un proceso de fermentación aeróbica en estado sólido, con adición de urea y sales minerales. Finalmente este producto es secado y molido para confeccionar una harina que se emplea en la fabricación de concentrados. La composición nutritiva . de la saccharina se encuentra en la tabla 11.

**TABLA 11. Composición Nutritiva de la Saccharina.**

SUBPRODUCTOS	Proteína Cruda (%)	Energía Metabolizable (kcal/kg)	Fibra (%)	Calcio (%)	Fósforo disponible (%)
Saccharina húmeda	3.3	860	7.3	0.10	0.08
Saccharina deshidratada	8.9	2271	20.4	0.27	0.22

La saccharina se puede incluir en los piensos de cerdos (30- 60 %), en gansos (30-80%), en pollos de engorde (10%), en patos (10-20%), en pavos de inicio (30%), en conejos (30%), en alevines de Tilapia (40%).

En el caso de las aves, los resultados más notables de la saccharina han sido:

CATEGORÍA	NIVEL SACCHARINA (%)	PV (g)		C.A.		POSTURA (%)	
		C.	S.	C.	S.	C.	S.
<b>Pollo de engorda</b>	10	1 468	1 480	2.20	2.43	-	-
<b>Reproductores Ligeros:</b>							
Inicio (0-9 semanas)	10	698	721	4.52	3.96	-	-
Crecimiento (9-16 semanas)	10	1 149	1 205	2.72	2.67	-	-
Madurez	10	-	-	-	-	62.2	61.3
<b>Reproductoras Pesadas:</b>							
Hasta 64 semanas	10	-	-	3.06	2.67	47.0	53.9
<b>Ocas:</b>							
de 0 a 28 días	30	2 132	2 065	-	-	-	-
de 28 a 63 días	60	4 104	3 874	3.19	3.69	-	-

C: Control

S: Saccharina

LOPEZ *et al* (2003), sostiene que se experimento en 3 grupos de pollos de ceba de la línea HEBE - 55, sustituyendo parte de la ración diaria del pienso comercial por Harina de Caña Proteica (HCP), en los porcentajes del (0, 5, 10%). El experimento tuvo una duración de 42 días, al finalizar la prueba, se determinó el peso vivo final, peso del animal sin sangre, rendimiento de la canal, peso de los muslos, pechugas, conversión alimenticia, ganancia media diaria, se pudo encontrar que no existió diferencia significativa en ninguno de los parámetros evaluados. Se lograron conversiones por debajo de 2.50 kg de pienso por kg de carne, el promedio de peso final alcanzado por ave fue de 1380g. Se pudo alcanzar una disminución del costo de

producción por concepto de alimentación cuando se incluye en la ración diaria de las aves la HCP.

Para mejorar el valor nutritivo de la caña de azúcar y corregir la falta de proteína; A la caña picada se añade urea, y sales minerales para evitar posibles casos de intoxicación; Esta es una práctica cuyo costo es relativamente bajo y es de fácil aplicación.

La urea se puede usar en aves, sin ser tóxica, en niveles de 1% del peso de la caña ofertada, es decir 10 kg por cada tonelada de caña fresca picada., y al fermentarse se transforma en proteína digestible. Se recomienda que la misma se mezcle homogéneamente con el alimento base.

González W. (1990), sostiene que la Urea es un compuesto orgánico nitrogenado no proteico (NNP), que contiene en proporciones comerciales 45% de Nitrógeno; la urea pura es tóxica por lo que su uso en niveles mayores que los recomendados puede causar la muerte de los animales debido a la incapacidad de éstos de convertir en proteínas todo el amoníaco liberado de la urea por lo que este amoníaco pasa a través de la sangre y es transportado al sistema nervioso central produciéndose la intoxicación.

López *et al* (2003), afirma que el Enriquecimiento Proteico de la Harina de Caña de Azúcar (Saccharina) se obtiene de la fermentación aeróbica en estado sólido de la caña de azúcar picada utilizando *Azotobacter chroococum* (bacteria fijadora de nitrógeno), como fuente de inóculo.

A la caña de azúcar picada se le enriquece con 1% de Urea y 0.5% de mezcla de Sales Minerales, y se inocula con 2% de *Azotobacter chroococum*, y se fermenta durante 36 horas y se voltea el material cada 12 a 24 horas para facilitar el intercambio gaseoso y compensar la temperatura; Después de las 36 horas se procede a secado al sol para detener el proceso fermentativo durante 2 días.

A las 36 horas se tiene pH 6.5, con este procedimiento se obtiene resultados eficientes al obtener Materia Seca superior al 85% y obtener niveles altos de Proteína Bruta, Proteína Verdadera y Fibra Bruta.

**TABLA 12. Valor Nutritivo de la Harina de Caña Proteica en Base Seca**

<b>NUTRIENTE</b>	<b>CANTIDAD</b>
Materia Seca	85.62
Proteína Bruta	21.00
Grasa Bruta	8.00
Fibra Bruta	12.40
Calcio	0.68
Fósforo	0.95
Energía Metabolizable (kcal/Kg)	2677.00
Lisina	3.08
Metionina	1.12
Cistina	0.86

El enriquecimiento proteico de la harina de caña de azúcar transforma la fuente de Energía alimenticia en un producto rico en carbohidratos disponibles y nitrógeno precipitable.

La harina de caña enriquecida aprovecha la microflora nativa de la caña para la producción de proteína unicelular partiendo de la urea (fuente de nitrógeno) y los carbohidratos solubles de la caña sirven de fuente de Energía.

Las mezclas de sales minerales suplen el desbalance de minerales y se usa el 0.5% del peso de la caña ofertada, y el porcentaje de inclusión se encuentra a continuación:

**TABLA 13. Composición de la Mezcla de Sales minerales en el Enriquecimiento Proteico de la Harina de Caña de azúcar ( Saccharina).**

	<b>% de Inclusión</b>
Fosfato dicálcico	50
Cloruro de Sodio	2.
Sal mineral A: 2	5
Sulfato de Calcio	5
Zeolita	20

La Zeolita es un mineral Alúmino silicato, que contiene principalmente calcio, magnesio, potasio y sodio, es de color claro; y se utiliza para evitar trastornos metabólicos y fisiológicos por cambios bruscos de fuentes de cereales en la elaboración de piensos.

El azufre (Sulfato de Calcio ó Sulfato de Magnesio) se añade por que es necesario para la síntesis de aminoácidos azufrados (metionina, cistina y cisteína).

El Fosfato monocalcico y Fosfato dicálcico se añaden para suplir el desbalance de fósforo y calcio en la saccharina proteica.

Sundstol y Coxworth, citado en López *et al* (2003) sostienen que durante la elaboración de la saccharina proteica se libera NH<sub>3</sub> en una de las etapas iniciales de la fermentación, lo que pudiera en cierta medida solubilizar la lignina presente en la caña de azúcar. Las pajas de cereales, ricas en polisacáridos lignificados de la pared celular aumentan su digestibilidad al ser tratados con NH<sub>3</sub>, probablemente

relacionada con modificaciones en los enlaces entrecruzados del ácido ferúlico en las paredes vegetales.

Ly *et al* citado por López(2003), afirma que la saccharina proteica es producto considerablemente alto el contenido de pared celular vegetal o fibra. A este respecto se ha sugerido que existe un nexo estrecho entre el nivel de fibra cruda en la dieta y el descenso en la digestibilidad del Nitrógeno y la energía.

En dietas que incrementan los niveles de saccharina, se observó que aumenta la excreción fecal, lo que implica pérdidas energéticas para el animal, y en consonancia disminución en la digestibilidad de la materia orgánica dietética.

Promega (2005), afirma que la saccharina es un alimento energético, con alto contenido de proteína, logrado a través de la fermentación aeróbica (presencia de oxígeno), a partir de la caña de azúcar y la adición de urea.

La saccharina, se fundamenta en el enriquecimiento proteico (urea) de la caña de azúcar, implicando la acción de microorganismos, en presencia de una mezcla mineral. Este producto puede ofrecerse en forma fresca o secarse al 13 % de humedad, para ofrecerse posteriormente.

La saccharina, presenta las siguientes ventajas para el productor que tiene caña y una picadora disponible:

- Sencilla elaboración y bajo costo.

- Se eleva el contenido de proteína de la caña de azúcar de 3% a 14 - 23%.
- Puede ofrecerse inmediatamente o almacenarse hasta por seis meses.
- Contribuye a elevar producción animal.
- Se puede elaborar en cualquier época del año.
- Puede prepararse en pequeños o grandes volúmenes.
- Disminuye el riesgo de intoxicación, comparado a los sistema: caña y urea.

Ly (2004), sostiene que estudios sobre adición del complejo enzimático celulasa a la saccharina demuestran que las enzimas pueden convertirse en un medio para la manipulación exitosa del tracto digestivo, especialmente para sistemas alternativos de alimentación avícola.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### A. UBICACIÓN GEOGRAFICA

El desarrollo de la investigación se realizó en los galpones de pollos de la finca “Ñucanchi Ashpa”, que esta ubicada en la Parroquia Gualea, Cantón Quito, y al Noroccidente de la Provincia del Pichincha, Sector Porvenir.

CARACTERÍSTICAS AGROCLIMATICAS	
Temperatura media	20 °C
Precipitación anual	1000 mm
Altitud:	800 m.s.n.m.

#### B. MATERIALES

##### 1. Animales

Se utilizaron 600 pollos broiler de un día de edad sin sexar(mixto), procedentes de la empresa avícola AGRODISA, los cuales tuvieron un peso inicial promedio de 41.77g.



**FOTO 1. Pollos broiler de un día de edad.**

## **2. Alimento**

El alimento se elaboró en el Molino Prodemsas en Quito; y la saccharina proteica se procesó en la finca “Ñucanchi Ashpa”.

La cantidad de Alimento producido para la investigación fue de 2 300 kg, y la cantidad de Saccharina Proteica producida fue de 189 kg.



**FOTO 2. Mezcla del Balanceado Prodemsas con Saccharina Proteica.**

## **3. Medicinas y Biológicos**

- Polivitamínico con electrolitos(TADEC PLUS).
- Vacuna contra Newcastle, Bronquitis y Gumboro.
- Antibiótico (Enofloxocina 10%)

## **4. Materiales de Crianza**

- El área de ensayo estuvo comprendida por 2 galpones que en total tienen un área de 30.26 m<sup>2</sup>.

1er. galpón de 11.76 m<sup>2</sup> , dividido en 2 secciones.

2do. galpón de 18.50 m<sup>2</sup>, dividido en 4 secciones.



**FOTO 3. Galpones Avícolas de la Finca Ñucanchi Ashpa**

- Tablas triplex (50cm) para divisiones de secciones.
- Criadoras (6).
- Bebederos automáticos (6).
- Bebederos de un galón (6).
- Comederos tubulares (12).
- Bandejas plásticas de recepción (4).
- Cama: viruta de madera.
- Balanza calibrada en libras.
- Desinfección: Cal y Cresol
- Calculadora.
- Computadora.
- Cámara fotográfica.

## A. METODOS:

### 1. Factores en estudio

“El factor en estudio constituye los diferentes niveles de sustitución con saccharina proteica que constituirán los tratamientos en estudio”.

### 2. Tratamientos

Los pollos de engorde tienen un programa de alimentación que consta de 4 fases:

<b>Tipos de fases</b>	<b>Días</b>
Preinicial	0- 4
Inicial	5 – 21
Crecimiento	22 –35
Final	36 – 42

Fuente: XI Congreso de la AMENA y I del CLANA, 2003

Para el desarrollo de la investigación se utilizó alimento Preinicial similar para todos los tratamientos, y a partir del 5to. día de vida del pollito se suministra la saccharina proteica en la dieta alimenticia.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL ALIMENTO</b>
<b>T0: Testigo</b>	Alimento sin Saccharina Proteica balanceados: Inicial , Crecimiento y Final
<b>T1: Experimental 1</b>	Alimento sustituyendo 5% Saccharina proteica balanceados: Inicial , Crecimiento y Final
<b>T2: Experimental 2</b>	Alimento sustituyendo 10% Saccharina proteica balanceados: Inicial , Crecimiento y Final
<b>T3: Experimental 3</b>	Alimento sustituyendo 15% Saccharina proteica balanceados: Inicial , Crecimiento y Final

### **3. Procedimientos**

#### **a. Diseño experimental**

##### **1. Tipo de diseño**

“El ensayo se dispuso en un diseño Completamente al azar (DCA)”

##### **2. Número de repeticiones**

3 repeticiones se implemento en los tratamientos en estudio, y cada uno contiene 50 pollos.

#### **b. Características de las unidades experimentales**

La unidad experimental estuvo constituida por 50 pollos de un día de edad y se los sacrificó a las 6 semanas de edad de los pollos.

#### **c. Análisis estadístico**

##### **1. Esquema del análisis de varianza.**

<b>FUENTES DE VARIACION</b>	<b>G.L.</b>
Total	11
Tratamiento	3
Error	8

##### **2. Coeficiente de variación**

$$CV = \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} * 100$$

### 3. Análisis funcional

En el ensayo se utilizó la Prueba de Duncan al 5%, para las diferencias de los tratamientos en estudio y para cada una de las variables a analizar.

#### d. Análisis económico

El análisis económico de esta investigación se llevó a cabo según el presupuesto parcial (Perrin *et al* ,1976).

#### e. Datos a tomar y métodos de evaluación

Las variables son:

- **Peso inicial:** Se procedió a pesar 5 pollitos BB en la balanza, y se sacó el peso promedio por unidad experimental.
- **Peso semanal:** Se procedió a tomar el peso semanal utilizando la balanza, tomando una muestra del 20% (10 pollos) por cada unidad experimental.
- **Peso faenado total:** Se tomó el peso faenado a la sexta semana de vida del pollo de cada unidad experimental, incluido las vísceras.
- **Ganancia diaria de peso:** Esta dada por el peso final en kg. y el número de días en que se sacrificó los pollos de engorde.
- **Consumo del Alimento:** Se procedió a tomar el consumo semanal utilizando la balanza de cada unidad experimental.
- **Conversión alimenticia:** Esta dada por el alimento consumido y el peso ganado.

$$C.A. = \frac{\text{Total de alimento consumido en kilogramos}}{\text{Peso total obtenido en kilogramos}}$$

- **Mortalidad:** Se tomó la mortalidad de cada de cada unidad experimental cada semana y se expresó en porcentaje, determinando la causa de la muerte del pollo de engorde.

- **Viabilidad:** Se tomó el numero de aves vendidas de cada unidad experimental para 150 aves de cada tratamiento y se expresó en porcentaje.

$$\% \text{ Viabilidad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ aves vendidas}}{\text{N}^\circ \text{ aves ingresadas}} \times 100$$

Mientras más se acerca a 100% es mejor.

- **Factor de Eficiencia Europeo (F.E.E.).**

$$\text{F.E.E} = \frac{A \times B}{C \times D} \times 100$$

A = peso promedio en kilogramos,

B = supervivencia

C = edad,

D = conversión alimenticia

Mientras más se aleja de 100% es mejor.

## f. Métodos específicos de manejo del experimento

### 1. Obtención y Procesamiento de la Saccharina Proteica.

La Saccharina es el producto de la fermentación aeróbica en estado sólido de la caña de azúcar troceada finamente, con adición de urea, sales minerales e hidroenzima XP durante 48 horas y después es secada al sol durante 4 días; y cernida obteniéndose una saccharina proteica deshidratada no mayor a 1 cm. con la que se emplea en la fabricación del concentrado.

La Hidroenzima XP se añade para aumentar la digestibilidad de la saccharina proteica en el pollo de engorde.

**a) Insumos que se requieren**

- Caña de azúcar (variedad POJ 2878)
- Urea
- Hidroenzima XP
- Fosfato Tricálcico
- Fosfato Monocálcico
- Cloruro de Sodio
- Sal mineral (Ganasal Plus)
- Sulfato de Magnesio
- Zeolita



**FOTO 4. Cultivo de Caña de azúcar y Sales Minerales.**

**b) Herramientas y Equipos**

- Picadora a motor
- Balanza
- Pala
- machete
- Piso de madera



**FOTO 5. Picadora de caña de azúcar e Invernadero de Procesamiento de la saccharina proteica.**

### **c) Pasos para la elaboración de la Saccharina Proteica**

- Se cortó la caña de azúcar, quitándole el cogollo y hojas, dejando los tallos limpios.
- Se picó y peso una tonelada de caña limpia (sin hojas y sin cogollo).
- Se distribuyó la caña picada sobre una superficie lisa de madera, el espesor de la capa de caña es de 7 - 10 centímetros.
- Se preparó una mezcla de 15 kilogramos (33 libras) de urea más 5 kilogramos (11 libras) de sal mineral y más 10 gramos de hidroenzima XP por cada tonelada (2200 libras) de caña de azúcar picada.
- Se esparció de manera uniforme la mezcla de urea, más sal mineral y más hidroenzimas sobre la caña de azúcar picada.
- Se distribuyó (tenderla) nuevamente en una capa de 7 - 10 centímetros.

- Se dejó en reposo la mezcla por espacio de tiempo de 9 a 12 horas, para favorecer el proceso de fermentación.
- Se fermentó durante 36 horas más, volteando la mezcla cada 12 horas para facilitar el intercambio gaseoso, compensando el cambio de temperatura.
- A las 48 horas se procedió a secar y detener el proceso fermentativo, exponiéndole al sol por 4 días y volteando cada 6 horas la caña preparada.
- Ya seca la saccharina se recoge y se pasa por una zaranda para obtener las partículas más pequeñas (0.2 – 0.5 mm) y obtener así una harina que pueda ser utilizada para la fabricación del concentrado.



**FOTO 6. Procesamiento de la Saccharina Proteica.**

La composición de las Sales Minerales de la Saccharina Proteica es la siguiente:

	<b>% de Inclusión</b>
Fosfato Tricálcico	25
Fosfato Monocálcico	25
Cloruro de Sodio	20
Sal mineral	5
Sulfato de Magnesio	5
Zeolita	20

Las cantidades totales utilizadas para la elaboración de la Saccharina Proteica para los tratamientos investigados son:

<b>INGREDIENTE</b>	<b>CANTIDAD (Kg)</b>
Caña de azúcar picada	3.000,000
Urea	45,000
Fosfato monocálcico	1,125
Fosfato tricálcico	1,125
Zeolita	0,900
Cloruro de sodio	0,900
Sal Mineral	0,225
Sulfato de magnesio	0,225

## **2. Dietas Alimenticias**

Las dietas Alimenticias se formularon de acuerdo a los requerimientos nutritivos para esta especie animal. Y todas las dietas poseen dosis y cantidades iguales de una premezcla vitamínica- mineral y aditivos no nutricionales.

El tratamiento específico, consiste en la utilización de saccharina proteica al 0%, 5%, 10% y 15% en las dietas alimenticias, tanto en la fase inicial, crecimiento y final, para determinar cual es el costo de producción de un kg de carne en función de costos totales.

Las dietas alimenticias utilizadas en este ensayo, se formularon mediante programación lineal del Software Nutrion, al mínimo costo, las cuales figuran en los cuadros 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8; y corresponden a la fase Preinicial, Inicial, Crecimiento y Final; satisfaciendo los requerimientos nutritivos que la literatura aconseja para esta especie animal.

Los pollos de engorde tuvieron un programa de alimentación que consta de 4 fases: Preinicial (0 – 4 días), Inicial (5-21 días), Crecimiento (22-35 días) y Final (36-42 días) (XI Congreso de la AMENA y I del CLANA, 2003).

El suministro de las dietas alimenticias se realizó diariamente para obtener un consumo ad libitum, el mismo que se registro con intervalos de siete días hasta la finalización del ensayo.



**FOTO 7. Saccharina Proteica, y Balanceado mezclado con Saccharina Proteica.**

**CUADRO 1. Dieta alimenticia del Tratamiento Testigo (T0) sin saccharina proteica.**

INGREDIENTE	Precio	Preinicial	Inicial 0%	Crecimiento 0%	Final 0%
Saccharina proteica	\$ 0.18	0.000	0.000	0.000	0.000
Maíz amarillo	\$ 0.21	33.900	76.040	156.985	141.608
Soya 46%	\$ 0.40	20.616	34.105	62.715	42.248
Pescado 64%	\$ 0.52	2.400	4.800	9.600	8.000
Aceite de Palma	\$ 0.70	0.972	1.284	3.418	2.774
Fosfato 18/20	\$ 0.36	0.360	0.758	1.320	1.129
Calcio 38%	\$ 0.05	0.558	1.132	2.474	2.082
Sal	\$ 0.10	0.553	0.396	0.797	0.670
Vitaminas	\$ 2.50	0.150	0.240	0.480	0.300
Metionina 99%	\$ 3.50	0.141	0.283	0.518	0.238
Lisina	\$ 4.00	0.080	0.361	0.494	0.151
Hidrogenzima XP	\$48.00	0.006	0.012	0.024	0.020
Atrapante de toxinas	\$ 1.00	0.150	0.300	0.600	0.400
Antimicótico	\$ 1.60	0.060	0.120	0.240	0.100
Antioxidante	\$ 2.50	0.006	0.012	0.024	0.020
Anticoccidial	\$ 7.00	0.000	0.060	0.120	0.100
Cloruro de colina	\$ 1.30	0.030	0.060	0.120	0.100
Promotor de Crecimiento	\$ 7.10	0.018	0.036	0.072	0.060
Costo por elaboración del balanceado en Molinos Prodemsas		34.910	34.436	33.727	31.729
<b>TOTAL kg</b>		<b>20 kg</b>	<b>120 kg</b>	<b>240 kg</b>	<b>200 kg</b>
<b>PRECIO (\$)</b>		<b>7.68</b>	<b>45.46</b>	<b>89.04</b>	<b>69.80</b>
<b>PRECIO \$/qq</b>		<b>15.36</b>	<b>15.15</b>	<b>14.84</b>	<b>13.96</b>

**CUADRO 2. Análisis nutricional calculado (en base húmeda) de la dieta alimenticia del Tratamiento Testigo (T0) sin saccharina proteica.**

NUTRIENTE	Unidad	Preinicial	Inicial 0%	Crecimiento 0%	Final 0%
Energía Metabolizable	MC/kg	3.000	3.050	3.090	3.140
Proteína	%	24.000	22.000	21.000	19.000
Fibra	%	2.882	2.823	2.786	2.726
Grasa	%	4.479	4.087	4.477	4.554
Fósforo asimilable	%	0.480	0.480	0.460	0.460
Calcio	%	0.880	0.880	0.890	0.890
Arginina	%	1.594	1.419	1.347	1.194
Lisina Total	%	1.433	1.354	1.246	1.050
Metionina	%	0.634	0.609	0.578	0.459
Metionina+Cistina	%	0.995	0.944	0.901	0.760
Arginina Digerible	%	1.498	1.334	1.267	1.124
Lisina Digerible	%	1.260	1.200	1.100	0.920
Metionina Digerible	%	0.589	0.568	0.538	0.422
Metionina+Cistina Digerible	%	0.907	0.864	0.825	0.690
Sodio	%	0.400	0.170	0.170	0.170

**CUADRO 3. Dieta alimenticia del Tratamiento T1 sustituyendo 5% saccharina proteica.**

INGREDIENTE	Precio	Preinicial	Inicial 5%	Crecimiento 5%	Final 5%
Saccharina proteica	\$ 0.18	0.000	6.000	12.000	10.000
Maíz amarillo	\$ 0.21	33.900	69.960	143.992	132.801
Soya 46%	\$ 0.40	20.616	33.000	60.771	38.807
Pescado 64%	\$ 0.52	2.400	4.800	9.600	8.000
Aceite de Palma	\$ 0.70	0.972	2.760	6.826	5.272
Fosfato 18/20	\$ 0.36	0.360	0.564	0.974	0.877
Calcio 38%	\$ 0.05	0.558	1.116	2.484	2.089
Sal	\$ 0.10	0.553	0.396	0.802	0.677
Vitaminas	\$ 2.50	0.150	0.240	0.480	0.300
Metionina 99%	\$ 3.50	0.141	0.228	0.425	0.174
Lisina	\$ 4.00	0.080	0.336	0.448	0.204
Hidrogenzima XP	\$ 48.00	0.006	0.012	0.024	0.020
Atrapante de toxinas	\$ 1.00	0.150	0.300	0.600	0.400
Antimicótico	\$ 1.60	0.060	0.120	0.240	0.100
Antioxidante	\$ 2.50	0.006	0.012	0.024	0.020
Anticoccidial	\$ 7.00	0.000	0.060	0.120	0.100
Cloruro de colina	\$ 1.30	0.030	0.060	0.120	0.100
Promotor de Crecimiento	\$ 7.10	0.018	0.036	0.072	0.060
Costo por elaboración del balanceado en Molinos Prodemsas		34.910	34.678	33.903	31.841
<b>TOTAL kg</b>		<b>20 kg</b>	<b>120 kg</b>	<b>240 kg</b>	<b>200 kg</b>
<b>PRECIO (\$)</b>		<b>7.68</b>	<b>45.82</b>	<b>89.50</b>	<b>70.05</b>
<b>PRECIO \$/qq</b>		<b>15.36</b>	<b>15.27</b>	<b>14.92</b>	<b>14.01</b>

**CUADRO 4. Análisis nutricional calculado (en base húmeda) de la dieta alimenticia del Tratamiento T1 sustituyendo 5% saccharina proteica.**

NUTRIENTE	Unidad	Preinicial	Inicial 5%	Crecimiento 5%	Final 5%
Energía Metabolizable	MC/kg	3.000	3.050	3.090	3.140
Proteína	%	24.000	22.000	21.000	18.704
Fibra	%	2.882	3.662	3.613	3.543
Grasa	%	4.479	5.189	5.716	5.648
Fósforo asimilable	%	0.480	0.480	0.460	0.460
Calcio	%	0.880	0.880	0.890	0.890
Arginina	%	1.594	1.419	1.346	1.167
Lisina Total	%	1.433	1.432	1.325	1.125
Metionina	%	0.634	0.632	0.602	0.485
Metionina+Cistina	%	0.995	0.952	0.910	0.767
Arginina Digerible	%	1.498	1.331	1.262	1.094
Lisina Digerible	%	1.260	1.200	1.100	0.920
Metionina Digerible	%	0.589	0.515	0.486	0.374
Metionina+Cistina Digerible	%	0.907	0.864	0.825	0.690
Sodio	%	0.400	0.170	0.170	0.170

**CUADRO 5. Dieta alimenticia del Tratamiento T2 sustituyendo 10% saccharina proteica.**

INGREDIENTE	Precio	Preinicial	Inicial 10%	Crecimiento 10%	Final 10 %
Saccharina proteica	\$ 0.18	0.000	12.000	24.000	20.000
Maíz amarillo	\$ 0.21	33.900	64.560	132.720	125.774
Soya 46%	\$ 0.40	20.616	30.720	56.808	33.771
Pescado 64%	\$ 0.52	2.400	4.800	9.600	8.000
Aceite de Palma	\$ 0.70	0.972	4.487	9.600	7.472
Fosfato 18/20	\$ 0.36	0.360	0.460	0.672	0.635
Calcio 38%	\$ 0.05	0.558	1.140	2.472	2.100
Sal	\$ 0.10	0.553	0.403	0.806	0.684
Vitaminas	\$ 2.50	0.150	0.240	0.480	0.300
Metionina 99%	\$ 3.50	0.141	0.202	1.132	0.128
Lisina	\$ 4.00	0.080	0.389	0.509	0.336
Hydroenzima XP	\$48.00	0.006	0.012	0.024	0.020
Atrapante de toxinas	\$ 1.00	0.150	0.300	0.600	0.400
Antimicótico	\$ 1.60	0.060	0.120	0.240	0.100
Antioxidante	\$ 2.50	0.006	0.012	0.024	0.020
Anticoccidial	\$ 7.00	0.000	0.060	0.120	0.100
Cloruro de colina	\$ 1.30	0.030	0.060	0.120	0.100
Promotor de Crecimiento	\$ 7.10	0.018	0.036	0.072	0.060
Costo por elaboración del balanceado en Molinos Prodemsas		34.910	34.857	35.050	31.908
<b>TOTAL kg</b>		<b>15 kg</b>	<b>120 kg</b>	<b>240 kg</b>	<b>200 kg</b>
<b>PRECIO (\$)</b>		<b>5.76</b>	<b>46.01</b>	<b>92.53</b>	<b>70.20</b>
<b>PRECIO \$/qq</b>		<b>15.36</b>	<b>15.34</b>	<b>15.42</b>	<b>14.04</b>

**CUADRO 6. Análisis nutricional calculado (en base húmeda) de la dieta alimenticia del Tratamiento T2 sustituyendo 10% saccharina proteica.**

NUTRIENTE	Unidad	Preinicial	Inicial 10%	Crecimiento 10%	Final 10%
Energía Metabolizable	MC/kg	3.000	3.050	3.090	3.140
Proteína	%	24.000	21.552	20.885	18.148
Fibra	%	2.882	4.461	4.424	4.350
Grasa	%	4.479	6.430	6.711	6.615
Fósforo asimilable	%	0.480	0.480	0.460	0.460
Calcio	%	0.880	0.880	0.890	0.890
Arginina	%	1.594	1.381	1.319	1.116
Lisina Total	%	1.433	1.507	1.400	1.198
Metionina	%	0.634	0.660	0.951	0.517
Metionina+Cistina	%	0.995	0.959	1.240	0.776
Arginina Digerible	%	1.498	1.290	1.232	1.042
Lisina Digerible	%	1.260	1.200	1.100	0.920
Metionina Digerible	%	0.589	0.469	0.761	0.331
Metionina+Cistina Digerible	%	0.907	0.864	1.148	0.693
Sodio	%	0.400	0.170	0.170	0.170

**CUADRO 7. Dieta alimenticia del Tratamiento T3 sustituyendo 15% saccharina proteica.**

<b>INGREDIENTE</b>	<b>Precio</b>	<b>Preinicial</b>	<b>Inicial 15%</b>	<b>Crecimiento 15%</b>	<b>Final 15%</b>
Saccharina proteica	\$ 0.18	0.000	18.000	36.000	30.000
Maíz amarillo	\$ 0.21	33.900	59.345	119.552	114.740
Soya 46%	\$ 0.40	20.616	28.621	55.190	31.790
Pescado 64%	\$ 0.52	2.400	4.800	9.600	8.000
Aceite de Palma	\$ 0.70	0.972	5.944	13.200	10.000
Fosfato 18/20	\$ 0.36	0.360	0.302	0.356	0.379
Calcio 38%	\$ 0.05	0.558	1.144	2.491	2.104
Sal	\$ 0.10	0.553	0.406	0.815	0.690
Vitaminas	\$ 2.50	0.150	0.240	0.480	0.300
Metionina 99%	\$ 3.50	0.141	0.177	0.674	0.879
Lisina	\$ 4.00	0.080	0.421	0.442	0.318
Hidroenzima XP	\$ 48.00	0.006	0.012	0.024	0.020
Atrapante de toxinas	\$ 1.00	0.150	0.300	0.600	0.400
Antimicótico	\$ 1.60	0.060	0.120	0.240	0.100
Antioxidante	\$ 2.50	0.006	0.012	0.024	0.020
Anticoccidial	\$ 7.00	0.000	0.060	0.120	0.100
Cloruro de colina	\$ 1.30	0.030	0.060	0.120	0.100
Promotor de Crecimiento	\$ 7.10	0.018	0.036	0.072	0.060
Costo por elaboración del balanceado en Molinos Prodemsas		34.910	34.873	34.758	33.371
<b>TOTAL kg</b>		<b>20 kg</b>	<b>120 kg</b>	<b>240 kg</b>	<b>200 kg</b>
<b>PRECIO (\$)</b>		<b>5.76</b>	<b>46.03</b>	<b>91.76</b>	<b>73.42</b>
<b>PRECIO \$/qq</b>		<b>15.36</b>	<b>15.34</b>	<b>15.29</b>	<b>14.68</b>

**CUADRO 8. Análisis nutricional calculado (en base húmeda) de la dieta alimenticia del Tratamiento T3 sustituyendo 15% saccharina proteica.**

<b>NUTRIENTE</b>	<b>Unidad</b>	<b>Preinicial</b>	<b>Inicial 15%</b>	<b>Crecimiento 15%</b>	<b>Final 15%</b>
Energía Metabolizable	MC/kg	3.000	3.050	3.090	3.140
Proteína	%	24.000	21.263	20.861	18.303
Fibra	%	2.882	5.280	5.255	5.167
Grasa	%	4.479	7.493	8.028	7.696
Fósforo asimilable	%	0.480	0.480	0.460	0.460
Calcio	%	0.880	0.880	0.890	0.890
Arginina	%	1.594	1.353	1.323	1.108
Lisina Total	%	1.433	1.582	1.479	1.276
Metionina	%	0.634	0.698	0.825	0.949
Metionina+Cistina	%	0.995	0.978	1.100	1.192
Arginina Digerible	%	1.498	1.260	1.232	1.030
Lisina Digerible	%	1.260	1.200	1.100	0.920
Metionina Digerible	%	0.589	0.432	0.559	0.688
Metionina+Cistina Digerible	%	0.907	0.875	0.999	1.101
Sodio	%	0.400	0.170	0.170	0.170

### 3. Manejo del Experimento

La investigación a nivel de campo empezó con la limpieza y desinfección de los galpones, para cuyo efecto se utilizó cal ( $1\text{kg}/\text{m}^2$ ) y creso (1 cc./lt de agua). Acto seguido se procedió al adecuamiento del galpón de  $18.50\text{ m}^2$ , subdividiendolo en cuatro secciones, y el galpón de  $11.76\text{ m}^2$  se lo dividió en dos secciones de  $4.62\text{ m}^2$  cada uno; utilizando cercas de tablas triplex con una altura de 50 cm.



**FOTO 8. Galpón de  $11.76\text{ m}^2$  dividido en 2 secciones y Galpón de  $18.50\text{ m}^2$  dividido en 4 secciones.**

Como cama se utilizó viruta de madera con un espesor de 10 cm., y a continuación se procedió a instalar las campanas con focos a 35 cm. del piso para mantenerse una temperatura constante de  $37^{\circ}\text{C}$ .

Se utilizaron como comederos bandejas de plástico hasta los siete días de edad, siendo estas cambiadas por dos comederos tubulares en 50 aves; Y se colocaron 2 bebederos de galón por cada 50 aves, para luego ser reemplazados por

bebederos automáticos, uno por cada 50 aves. Este cambio se lo realizó gradualmente, a partir de la segunda semana de edad.

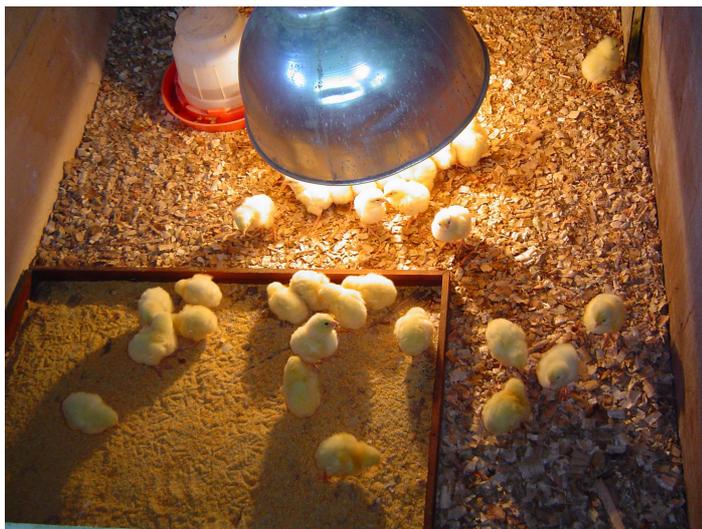
Con el fin de mantener una temperatura constante al interior del galpón, se colocaron cortinas de polietileno en las ventanas, que fueron manipuladas mediante el cerramiento o apertura de las mismas.

La temperatura se conservó en los rangos que se muestran a continuación:

<b>EDAD DIAS</b>	<b>TEMPERATURA</b>
0	29 °C
3	28 °C
6	27 °C
9	26 °C
12	25 °C
15	24 °C
18	23 °C
21	22 °C
24	21 °C
27 al sacrificio	21 °C

Fuente: Ross Broiler Management Manual, 2002

De esta manera el galpón quedo listo para la recepción de los pollitos BB dividiéndoles en dos grupos de 50 pollitos, y se colocó cada grupo en el interior de 1 m<sup>2</sup>, para evitar que los pollos se dispersen demasiado; después se empezó el pesaje (10% ó 5 pollitos de cada grupo) y se sacó el peso inicial promedio de cada unidad experimental.



**FOTO 9. Recepción de los pollitos broiler.**

A continuación se suministró agua con vitaminas y antibiótico durante los primeros tres días, a fin de hidratar y contrarrestar posibles infecciones secundarias. Finalmente se procedió a suministrar alimento **Preinicial** similar para todos los tratamientos hasta los 4 días de edad; y a partir del 5to. día vida del pollito se inicia el experimento incluyendo 0%, 5%, 10% y 15% de saccharina proteica para los grupos testigos y experimentales 1, 2 y 3 respectivamente, en el alimento **Inicial** hasta los 21 días de edad, y después se suministró el alimento de **Crecimiento** hasta los 35 días, y en la última semana se cambió por el alimento **Final**. El agua y el alimento fueron suministrados ad libitum.

Las cercas se ampliaron a partir del octavo día hasta los 21 días de edad, tiempo en el cual fueron retiradas. La densidad que se debe mantener según Ross Broiler Management Manual (2002) se muestra a continuación:

<b>Peso (kg)</b>	<b>Pollos/m<sup>2</sup></b>
1.0	34.2
1.4	24.4
1.8	19.0
2.0	17.1
2.2	15.6

Con respecto a la temperatura del galpón, el control se inició dos horas antes de la llegada de los pollos, con el encendido de los focos dentro de las campanas, para mantener una media de 37 grados centígrados durante la primera semana; Y a partir de la segunda semana se abren las cortinas de 9am a 6pm en días calurosos enfrentando a los pollos a la temperatura ambiente de la zona (25 – 30° C), y durante la noche se prenden los focos y se cierran las cortinas, lográndose un programa de luz de 23 horas (natural + artificial) y una de obscuridad, sin embargo durante los 7 primeros días se usó 24 horas luz. Además por medio de la abertura de las cortinas se mantiene una constante ventilación y una humedad relativa entre 60 y 70%.

A la edad de 8 días se aplicó la primera vacuna contra la enfermedad Newcastle y Bronquitis infecciosa y, en el día 15 se aplicó la vacuna contra la enfermedad de Gumboro por vía ocular. Además se suministro agua con vitaminas y electrolitos post-vacunación por 2 días, a efecto de contrarrestar el estrés y posibles infecciones secundarias causadas por manipulación de las aves.



**FOTO 10. Vacunación Ocular.**

La mortalidad se registró semanalmente durante el transcurso de la investigación, y se determinó la causa de la muerte. Además el pesaje de los pollos se realizó mediante un muestreo del 20% o 10 pollos de cada grupo al azar, y se registró a intervalos de 7 días, hasta los 42 días de edad en la que finalizó el ensayo. También se midió el consumo de alimento semanal por corral.



**FOTO 11. Pesaje de los pollos y del balanceado.**

Además como medidas de bioseguridad a los galpones se les dio un período de descanso de 15 días entre la salida de un lote y la recepción de un nuevo lote; la limpieza y desinfección del galpón empieza con el desmontamiento de los equipos (comederos, bebederos) y se los saca al exterior para posteriormente lavarlos con detergente; y se saca la cama vieja para su posterior utilización como abono. Después se barre, se limpia con agua, y ya secó el galpón se desinfecta.

A las seis semanas de edad de los pollos de engorde se procedió a sacrificarles, y a pesarles incluidas las vísceras.



**FOTO 12. Sacrificio y Empaque del pollo de engorde.**

La investigación se desarrolló con distribución al azar en tres grupos experimentales y uno testigo de 150 aves cada uno, cada lote fue subdividido en tres lotes de 50 aves, dándonos como resultado final doce subgrupos.

Los grupos investigados se desarrollaron a partir del 28 de octubre del 2004 hasta el 22 de Enero del 2005 en que se finalizó el manejo de campo del ensayo, con periodos de descanso de 15 días del galpón, y también tomando en cuenta la capacidad de los galpones; el galpón de 18.50 m<sup>2</sup> abarca a 200 pollos, y el galpón de 11.76 m<sup>2</sup> abarca 100 pollos.

Todos los grupos experimentales recibieron igualdad de condiciones ambientales, de manejo y alimentación.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que a continuación se detallan corresponden a consumo de balanceado, peso semanal, conversión alimenticia, mortalidad, viabilidad, peso total a la canal, ganancia diaria de peso, análisis de correlación y regresión, análisis económico, factor de eficiencia europea y, comparación del consumo de alimento, peso final promedio y conversión alimenticia promedio de los tratamientos investigados frente a los estándares de producción de la línea Ross a la sexta semana de edad.

##### A. CONSUMO DE ALIMENTO

Al establecer el Análisis de Varianza para el consumo semanal de Alimento de Pollos de Engorde Broiler bajo efectos de sustitución de niveles de saccharina durante las 6 semanas de vida únicamente se detectó diferencias estadísticas en las 2 primeras semanas ( ver cuadro 9).

El promedio general del consumo de alimento se va incrementando semanalmente de 8.01 kg en la primera evaluación hasta 64.48 kg en la sexta semana por Unidad Experimental con coeficientes de variación (CV) entre 5.27% y 11.99%.

**CUADRO 9 Análisis de variancias del consumo de alimento de pollos broilers en kg bajo el efecto de niveles de sustitución de saccharina en seis semanas de evaluación, Ñucanchi Ashpa, Gualea, Quito, Pichincha 2005.**

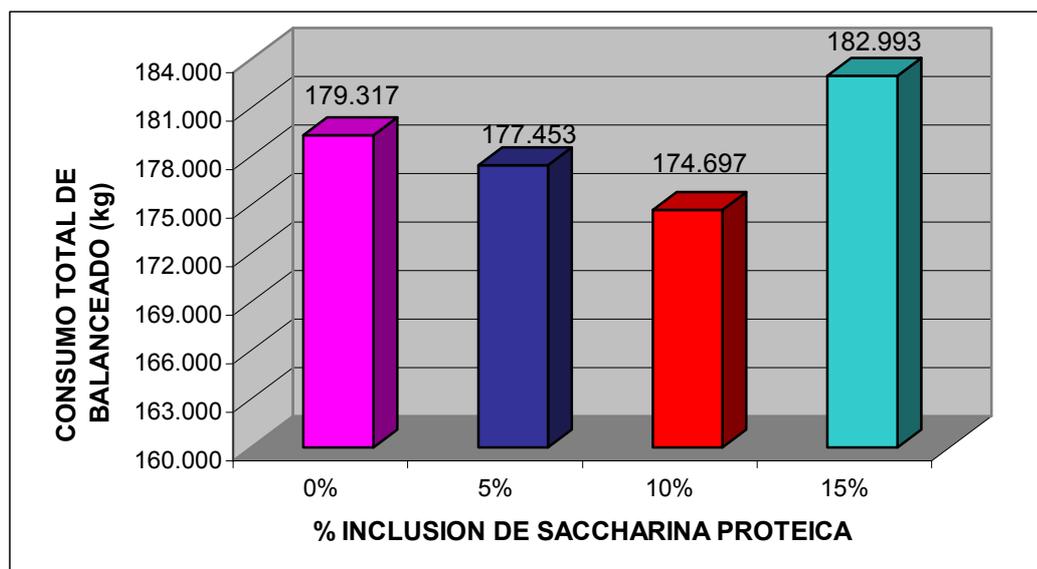
FUENTES DE VARIACION	GL	EVALUACIONES SEMANALES					
		Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta	Sexta
TOTAL	11						
TRATAMIENTOS	3	1.758*	5.547**	5.313 ns	6.191 ns	2.901 ns	2.937 ns
ERROR	8	0.289	0.657	7.154	4.691	5.872	11.547
$\bar{X}$ (kg)		8.01	11.16	22.30	30.50	41.86	64.48
C.V.(%)		6.72	7.26	11.99	7.10	5.79	5.27

ns No significativo

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

Los valores medios del consumo de alimento voluntario durante el período experimental mostraron mayores valores en los tratamientos de 10 y 15 % inclusión de saccharina proteica (64.55 y 63.36 kg respectivamente), lo que corrobora a Camiragua, Wattiaux, Midia Relaciones, Ly, Policarpo, Mateos *et al*, Savón y Scull quienes manifiestan que altos porcentajes de fibra de la saccharina causa disminución de absorción de los nutrientes de la dieta, baja la tasa de difusión de las enzimas digestivas, encapsulamiento de los nutrientes dentro de las paredes celulares limitando el acceso de los enzimas, alteración de la actividad microbiana con la consecuente producción potencial de toxinas, alteración de la morfología de la mucosa del Tracto gastrointestinal (TGI), mayor incremento en peso de las heces, debido a que se produce un aumento de la viscosidad intestinal con reducción del contacto entre enzimas y nutrientes, ocasionando reducción de la calidad nutricional como consecuencia de un descenso del contenido de energía digestible, proteína y de otros nutrientes de la dieta alimenticia..



**GRAFICO 2. Promedio de Consumo total de alimento por tratamiento en kg.**

**CUADRO 10. Promedios del consumo de alimento semanal de los pollos broilers en kg bajo los niveles de sustitución de saccharina. Duncan 5%.**

TRATAMIENTOS (sustitución saccharina)	EVALUACIONES SEMANALES					
	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta	Sexta
T0 0%	7.71 bc	12.94 a	23.29	29.92	40.91	64.55
T1 5%	7.12 c	11.40 b	22.88	28.90	42.57	63.36
T2 10%	8.30 ab	9.77 c	20.34	30.91	41.14	64.24
T3 15%	8.90 a	10.53 bc	22.69	32.27	42.84	65.76

## B. PESO SEMANAL

Al establecer el Análisis de Varianza para el peso semanal de Pollos de Engorde Broiler bajo efectos de sustitución de niveles de saccharina durante las 6 semanas de vida se detectó diferencias estadísticas altamente significativas durante la tercera y sexta semana.

El promedio general de peso semanal se va incrementando de 0.042 kg del primer día del pollito hasta 1.979 kg en la sexta semana, con un coeficiente de variación (CV) que va desde 3.04 a 10.71% (ver cuadro 11).

**CUADRO 11. Análisis de variancias de los pesos de pollos broilers en kg bajo el efecto de niveles de sustitución de saccharina en seis semanas de evaluación, Ñucanchi Ashpa, Gualea, Quito, Pichincha 2005.**

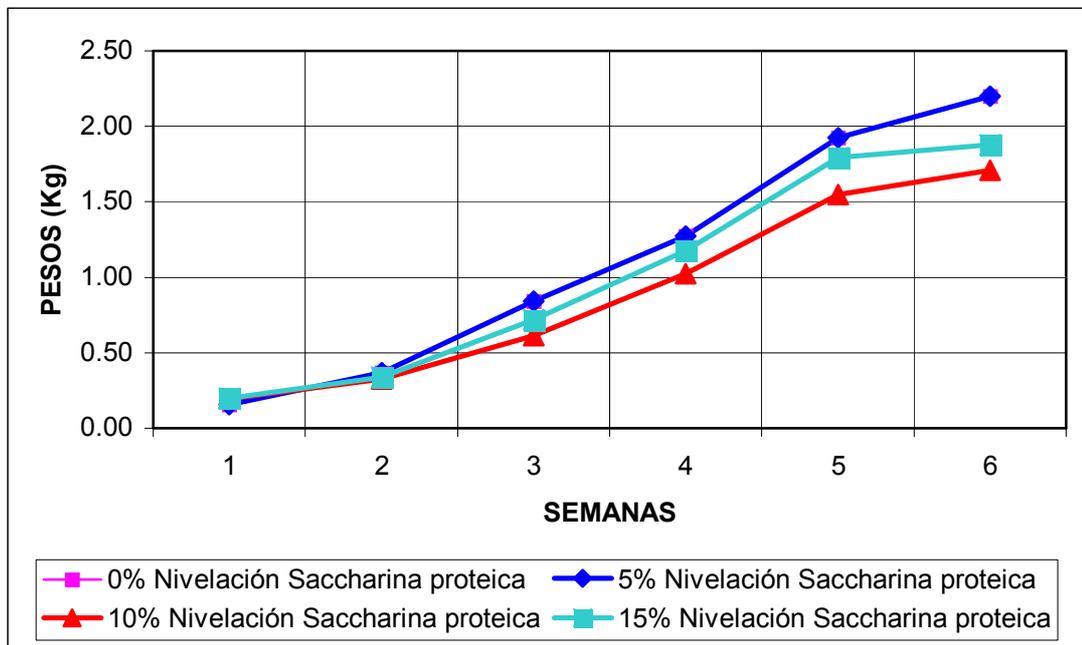
FUENTES DE VARIACION	GL	EVALUACIONES SEMANALES						
		1er Día	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta	Sexta
TOTAL	11							
TRATAMIENTOS	3	0.000 ns	0.001*	0.004 ns	0.039**	0.048*	0.222*	0.225**
ERROR	8	0.000	0.000	0.001	0.003	0.008	0.035	0.004
$\bar{X}$ (kg)		0.042	0.178	0.369	0.757	1.195	1.752	1.979
C.V.(%)		1.09	7.27	6.73	6.99	7.49	10.71	3.04

ns No significativo

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

Los resultados obtenidos de pesos semanales mostraron que al incrementar el nivel de saccharina proteica, se disminuía el peso semanal del pollo de engorde (cuadro 12), corroborando a Policarpo, Savón y Scull que manifiestan que la fibra de la saccharina tiene una gran capacidad de absorción de agua (7.57 g/g Fibra Neutro Detergente) y niveles altos de lignina (1.6-2.0 % que representa el doble de las recomendaciones), causando aumento de la viscosidad intestinal, aumento de heces húmedas, y también redonda en una baja asimilación de los nutrientes.



**GRAFICO 3. Promedios de Pesos Semanales por Tratamiento en kg.**

**CUADRO 12 Promedios de los pesos semanales de los pollos broilers en kg bajo los niveles de sustitución de saccharina. Duncan 5%.**

TRATAMIENTOS (sustitución saccharina)	EVALUACIONES SEMANALES						
	1er Día	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta	Sexta
<b>T0</b> 0%	0.042	0.160	0.410	0.857 a	1.307 a	1.880 a	2.200 a
<b>T1</b> 5%	0.042	0.160	0.383	0.843 a	1.273 a	1.977 a	2.200 a
<b>T2</b> 10%	0.041	0.193	0.330	0.617 b	1.023 b	1.360 b	1.637 c
<b>T3</b> 15%	0.041	0.197	0.353	0.710 b	1.177 ab	1.793 a	1.880 b



**FOTO 13. Pollos de Engorde a la sexta semana de edad.**

### C. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Al establecer el Análisis de Varianza para la conversión alimenticia de Pollos de Engorde Broiler bajo efectos de sustitución de niveles de saccharina durante las 6 semanas de vida únicamente se detectó diferencias estadísticas altamente significativas en la 3 semana ( Ver Cuadro 13).

**CUADRO 13. Análisis de variancias de las conversiones alimenticias de pollos broilers bajo el efecto de niveles de sustitución de saccharina en seis semanas de evaluación, Ñucanchi Ashpa, Gualea, Quito, Pichincha 2005.**

FUENTES DE VARIACION	GL	EVALUACIONES SEMANALES					
		Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta	Sexta
TOTAL	11						
TRATAMIENTOS	3	0.001 ns	0.016*	0.049**	0.046*	0.180 ns	0.161*
ERROR	8	0.003	0.004	0.005	0.007	0.089	0.002
$\bar{X}$ (kg)		0.930	1.093	1.169	1.281	1.267	1.905
C.V.(%)		6.28	5.45	6.01	6.43	23.53	2.36

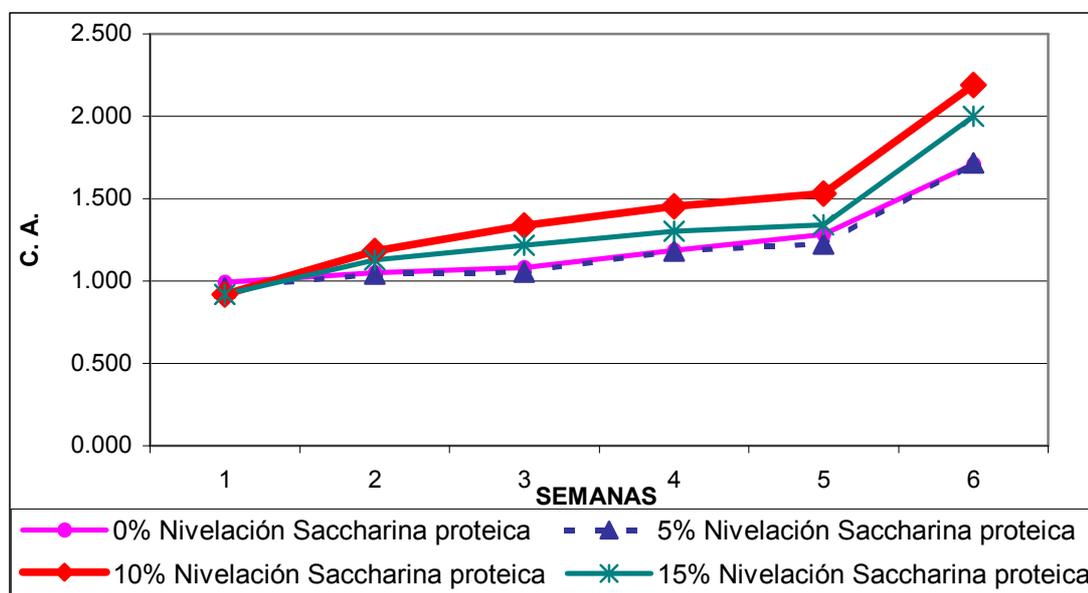
ns No significativo

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

La conversión alimenticia (CA) aumentó a medida que se incrementaba el nivel de Sustitución de la Saccharina, y además podemos recalcar que el Tratamiento T2

(10% de sustitución de saccharina proteica) y T3 (15% de sustitución de saccharina proteica) obtuvieron las mayores conversiones alimenticias 2.187 y 2.003, debido a que consumieron mayor alimento, pero su peso final fue bajo (1.637 y 1.880 kg), y puede estar relacionada con el mayor porcentaje de fibra, corroborando a Camiragua que manifiesta que altos niveles de fibra causa aumentó de la viscosidad intestinal lo que ocasiona una considerable baja en la tasa de crecimiento, y en la eficiencia de conversión alimenticia, como se observa en el cuadro 14.



**GRAFICA 4. Promedios de Conversión Alimenticia Semanal de los pollos broilers.**

**CUADRO 14. Promedios de las conversiones alimenticias semanales de los pollos broilers bajo los niveles de sustitución de saccharina. Duncan 5%.**

TRATAMIENTOS (sustitución saccharina)	EVALUACIONES SEMANALES					
	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta	Sexta
<b>T0</b> 0%	0.957	1.033 b	1.083 bc	1.190 b	0.950	1.710 c
<b>T1</b> 5%	0.933	1.030 b	1.050 c	1.180 b	1.230	1.720 c
<b>T2</b> 10%	0.913	1.180 a	1.330 a	1.443 a	1.530	2.187 a
<b>T3</b> 15%	0.917	1.127 ab	1.213 ab	1.310 ab	1.360	2.003 b

#### D. MORTALIDAD

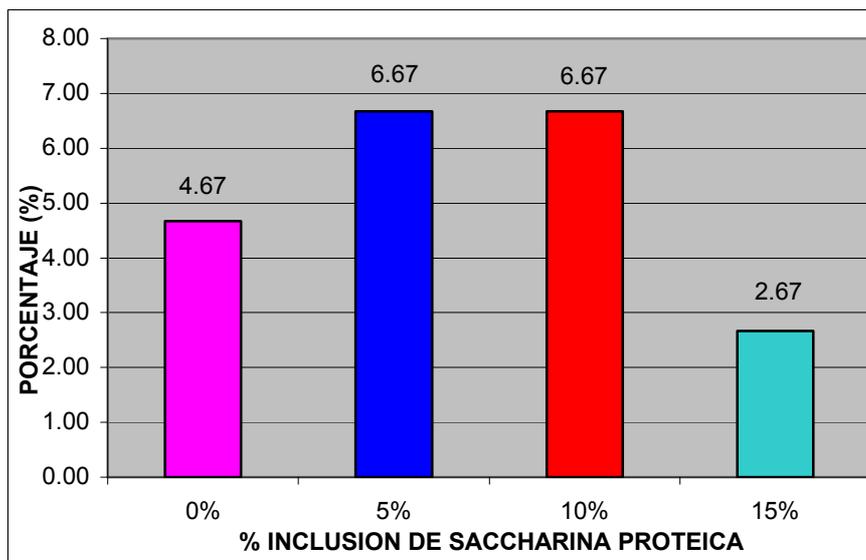
En mortalidad (cuadro 15), los resultados obtenidos durante las seis semanas de vida del pollo de engorde fueron no significativos, con coeficientes de variación muy altos debido a las notables diferencias de mortalidad que presentaron cada unidad experimental en cada semana.

**CUADRO 15. Análisis de variancias de las mortalidades de pollos broilers bajo el efecto de niveles de sustitución de saccharina en seis semanas de evaluación, Ñucanchi Ashpa, Gualea, Quito, Pichincha 2005.**

FUENTES DE VARIACION	GL	EVALUACIONES SEMANALES					
		Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta	Sexta
TOTAL	11						
TRATAMIENTOS	3	16.33 ns	11.56 ns	10.67 ns	10.67 ns	14.67 ns	11.00 ns
ERROR	8	24.33	29.67	35.33	35.33	32.00	31.33
X (kg)		3.17	4.00	4.67	4.67	5.00	5.17
C.V.(%)		155.78	136.17	127.38	127.38	113.14	108.34

ns No significativo

Los porcentajes de mortalidad presentados en cada unidad experimental están dentro de la normalidad (5 a 10%) según Tobar (2002). El tratamiento T1y T2 (5% y 10% de sustitución de saccharina proteica) obtuvieron el mayor porcentaje de mortalidad (6.67%). (ver cuadro 16).

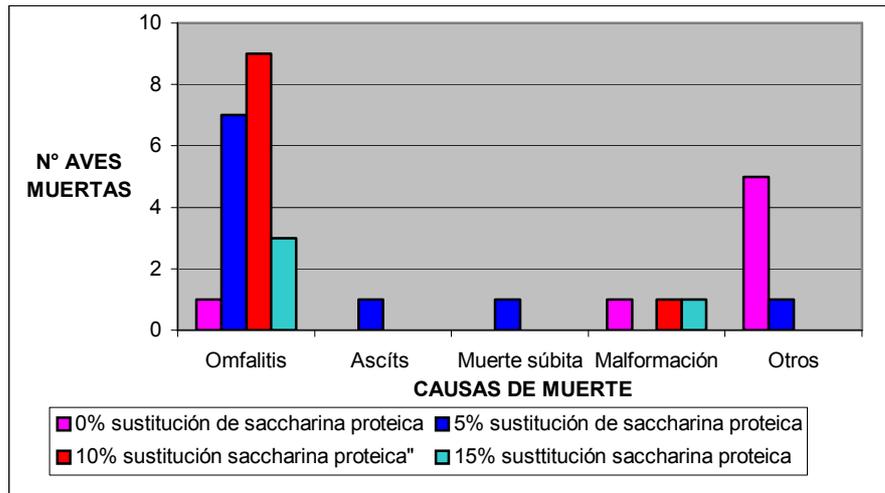


**GRAFICO 5. Promedios de Mortalidad por Tratamiento en porcentaje.**

**CUADRO 16. Porcentaje de mortalidad semanal de los pollos broilers bajo los niveles de sustitución de saccharina. Duncan 5%.**

TRATAMIENTOS (sustitución saccharina)	EVALUACIONES SEMANALES					
	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta	Sexta
<b>T0</b> 0%	0.67	2.67	4.67	4.67	4.67	4.67
<b>T1</b> 5%	4.00	5.33	6.00	6.00	6.67	6.67
<b>T2</b> 10%	6.00	6.00	6.00	6.00	6.67	6.67
<b>T3</b> 15%	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.67

La causa de muerte de los grupos investigados fue en su mayoría por Omfalitis o Retención de yema (con el 65%) durante la primera semana de vida del pollito y el 19% representado por Otros constituye los animales muertos por aplastamiento en el transporte o en el corral (ver cuadro 17)



**GRAFICA 6. Mortalidad diferenciada en los grupos investigados de los pollos broilers bajo los niveles de sustitución de saccharina.**

**CUADRO 17. Resultados de Mortalidad en los grupos investigados de los pollos broilers bajo los niveles de sustitución de saccharina en porcentaje.**

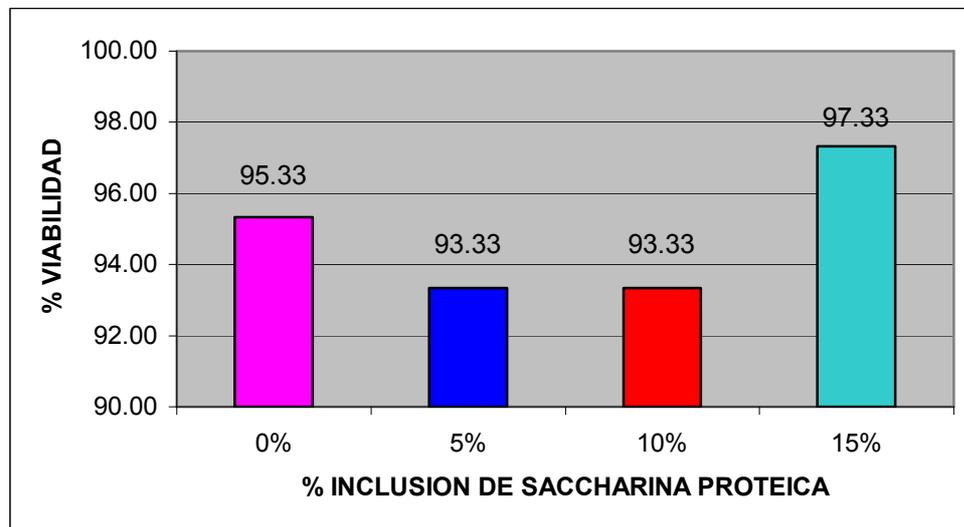
CAUSAS	TRATAMIENTOS							
	T 0 0 %		T 1 5 %		T 2 10 %		T 3 15 %	
	N° aves muertas	%						
Omfalitis	1	0.67	7	4.67	9	6.00	3	2.00
Síndrome ascítico	0	0.00	1	0.67	0	0.00	0	0.00
Síndrome muerte súbita	0	0.00	1	0.67	0	0.00	0	0.00
Malformación	1	0.67	0	0.00	1	0.67	1	0.67
Otros	5	3.33	1	0.67	0	0.00	0	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>4.67</b>	<b>10</b>	<b>6.67</b>	<b>10</b>	<b>6.67</b>	<b>4</b>	<b>2.67</b>



**FOTO 14. Pollos muertos por Omfalitis o Retención de yema.**

## E. VIABILIDAD

En viabilidad (cuadro 18), los resultados obtenidos al termino de las seis semanas de vida del pollo de engorde fue mejor en el tratamiento T3(15% de sustitución de saccharina proteica) con 97.33%, porque tuvo el menor porcentaje de mortalidad (2.67%), y es seguido por el T0(Testigo) con 95.33%, y los mas bajos valores se obtuvieron en los tratamientos T1(5% de sustitución de saccharina proteica) y T2(10% de sustitución de saccharina proteica), como se observa en la grafica 7.



**GRAFICA 7. % Viabilidad por Tratamiento en porcentaje.**

**CUADRO 18. Resultados de Viabilidad en los grupos investigados de los pollos broilers bajo los niveles de sustitución de saccharina en porcentaje.**

TRATAMIENTOS (sustitución saccharina)	% VIABILIDAD
T0 0%	95.33
T1 5%	93.33
T2 10%	93.33
T3 15%	97.33

Mientras más se acerca a 100% es mejor.

## F. PESO A LA CANAL

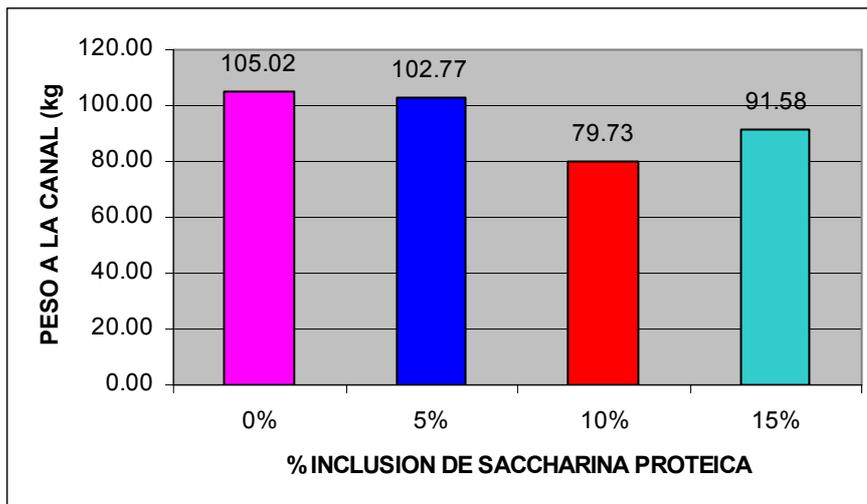
Los resultados obtenidos para peso promedio a la canal de cada grupo investigado fueron altamente significativos, y con coeficiente de variación de 6.59% (cuadro 19).

**CUADRO 19. Análisis de variancias de los pesos promedios a la canal de los pollos broilers en kg. bajo el efecto de niveles de sustitución de saccharina en seis semanas de evaluación, Ñucanchi Ashpa, Gualea, Quito, Pichincha 2005**

FUENTES DE VARIACION	GL	EVALUACION
TOTAL	11	
TRATAMIENTOS	3	404.962**
ERROR	8	38.942
$\bar{X}$ (kg)		94.77
C.V.(%)		6.59

\*\* Altamente significativo

El peso promedio a la canal que se obtuvo en los grupos investigados fue disminuyendo, a medida que se incremento el nivel de Saccharina en la dieta de los pollos de engorde, corroborando a Ly que manifiesta que puede estar correlacionado por la presencia de altos porcentajes de fibra, y por lo tanto mayor es la capacidad de retención de agua, mayor será el incremento en peso de las heces implicando pérdidas energéticas para el animal ,y provoca una menor absorción intestinal de nutrientes (ver cuadro 20).



**GRAFICA 8.** Promedios de los pesos a la Canal de los pollos broilers en kg.

**CUADRO 20.** Promedios de los pesos a la canal en la sexta semana de los pollos broilers en kg bajo los niveles de sustitución de saccharina. Duncan 5%.

TRATAMIENTOS (sustitución saccharina)	PESO A LA CANAL
<b>T0</b> 0%	105.00 a
<b>T1</b> 5%	102.77 ab
<b>T2</b> 10%	79.73 c
<b>T3</b> 15%	91.58 b

### G. GANANCIA DIARIA DE PESO

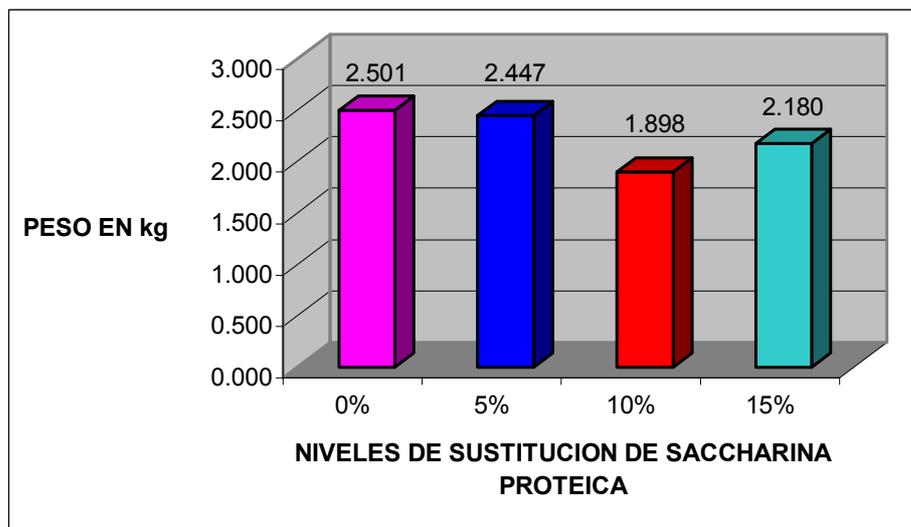
Los resultados obtenidos en ganancia diaria de peso (cuadro 21), mostró un coeficiente de variación de 6.58%.

**CUADRO 21.** Análisis de variancias de ganancia diaria de peso por ave en kg bajo el efecto de niveles de sustitución de saccharina en seis semanas de evaluación, Ñucanchi Ashpa, Gualea, Quito, Pichincha 2005

FUENTES DE VARIACION	GL	GANANCIA DIARIA DE PESO
TOTAL	11	
TRATAMIENTOS	3	0.230 ns
ERROR	8	0.022
$\bar{X}$ (kg)		2.257
C.V.(%)		6.580

ns No Significativo

Los tratamientos que incluyeron altos niveles de saccharina T2 (10%) y T3 (15%) obtuvieron la menor ganancia diaria de peso, corroborando a Policarpo, Savón y Scull que manifiestan que la saccharina contiene altos niveles de fibra bruta (33.5%) y de fibra neutro detergente(73.8%) que a diferencia del maíz contiene 2% de fibra bruta y 8.2% de fibra neutro detergente, y con respecto a las características físico-químicas de la saccharina contiene un volumen alto (7.01 ml/g) con respecto al maíz (1.71 ml/g) ocasionando un llenado estomacal; y la mitad de solubilidad (23%) que el maíz(49.5%) pero contiene mayores valores de Fibra Neutro Detergente de tipo insoluble (celulosa, hemicelulosa y lignina) lo que ocasiona mayor capacidad de absorción de agua (7.57 g/g fibra neutro detergente), es decir 5 veces superior al maíz (1.39 g/g fibra neutro detergente) influyendo en el incremento de peso de las heces, reduciendo el tiempo de tránsito intestinal, causando una menor asimilación de los nutrientes, a pesar de que los valores nutricionales de las dietas no sufren variaciones (ver cuadro22).



**GRAFICO 9. Ganancia Diaria de Peso por Ave en kg**

**CUADRO 22. Ganancia Diaria de Peso por Ave en kg bajo los niveles de sustitución de saccharina. Duncan 5%.**

TRATAMIENTOS (sustitución saccharina)	GANANCIA DIARIA DE PESO (kg)
T0 0%	2.501
T1 5%	2.447
T2 10%	1.898
T3 15%	2.180

$$\text{Ganancia diaria de peso} = \frac{\text{peso final en kg}}{\text{N}^\circ \text{ días en que se sacrifico los pollos de engorde}}$$

#### H. ANÁLISIS DE CORRELACION (r) Y REGRESIÓN

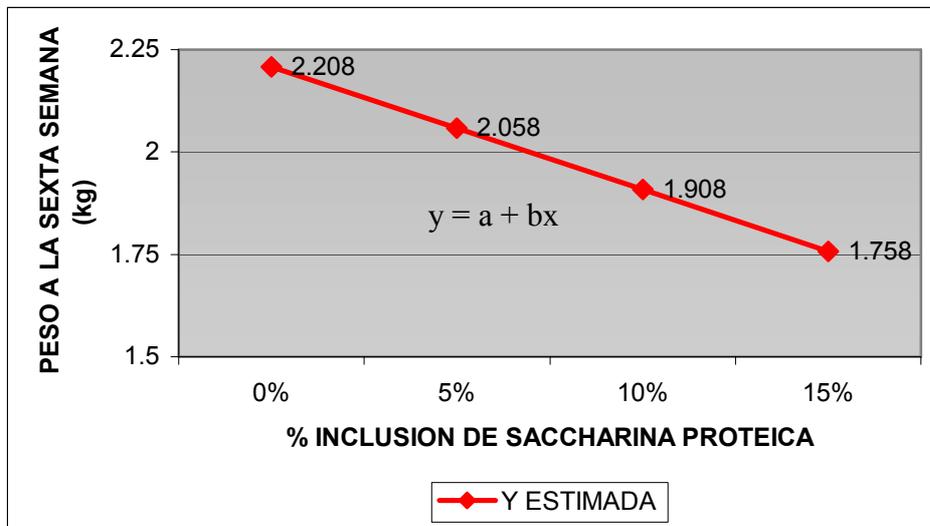
Los resultados obtenidos en el análisis de CORRELACION (r), basado en los niveles de inclusión (variable X) vs. peso obtenido a la sexta semana (variable Y), (cuadro 23), indicaron que no hubo significación estadística,  $r = - 0.719$  ns. Y el coeficiente de correlación (b) nos indica que por cada unidad de porcentaje de sustitución de saccharina proteica se disminuye 0.03 kg de peso del pollo de engorde.

**CUADRO 23. Análisis de Correlación (r) y Regresión del peso a la sexta semana de los pollos broilers en kg bajo los niveles de sustitución de Saccharina Proteica, Ñucanchi Ashpa, Gualea, Quito, Pichincha 2005**

	Niveles de Inclusión de la Saccharina Proteica (X)	Peso a la sexta semana (Y)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	Ye
	0	2.200	0.00	0	4.84	2.208
	5	2.200	11.00	25	4.84	2.058
	10	1.637	16.37	100	2.67	1.908
	15	1.880	28.20	225	3.53	1.758
<b>Sumatoria(Σ)</b>	30	7.917	55.57	350	15.89	-
$\bar{X}$	7.50	1.979	13.89	7.50	13.97	-
<b>b</b>	<b>-0.030</b>	<b>y</b>	1.979			
<b>a</b>	2.208	<b>r</b>	-0.719 ns			

$$y = a + bx$$

En la curva de ajuste de regresión del peso promedio a la sexta semana de los pollos broilers en kg bajo los niveles de sustitución de la Saccharina Proteica (grafico 10) se obtuvo una proyección lineal negativa, es decir se produce un decremento del peso final a medida que se incluye la saccharina proteica en la alimentación del pollo de engorde, debido al aumento de fibra en la dieta alimenticia lo que causa una disminución de absorción de los nutrientes de la dieta alimenticia.



**GRAFICA 10. Curvas de Ajuste de Regresión del peso promedio a la sexta semana de los pollos broilers en kg bajo los niveles de sustitución de la Saccharina Proteica**

Mientras que en el análisis de REGRESIÓN (cuadro 24) del peso a la sexta semana de los pollos broilers bajo el efecto de niveles de sustitución de saccharina, se obtuvo un decremento del peso a medida que aumentaba la inclusión de saccharina proteica , pero no fue estadísticamente significativo  $F= 2.138$ .

**CUADRO 24. Análisis de variancia de la Regresión de los pesos a la sexta semana de los pollos broilers en kg bajo el efecto de niveles de sustitución de saccharina, Ñucanchi Ashpa, Gualea, Quito, Pichincha 2005.**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F
TOTAL	3	0.224		2.138 ns
REGRESIÓN	1	0.116	0.116	
ERROR	2	0.108	0.054	

ns No significativo

▪ Los resultados obtenidos en la prueba de CORRELACION (r), basado en los niveles de inclusión (variable X) vs. peso promedio a la canal de la unidad experimental (variable Y), indicaron que no hubo significación estadística,  $r = -0.704$  Y el coeficiente de correlación (b) nos indica que por cada unidad de porcentaje de sustitución de saccharina proteica se disminuye 1.267 kg de peso promedio a la canal del pollo de engorde de cada unidad experimental (cuadro 25).

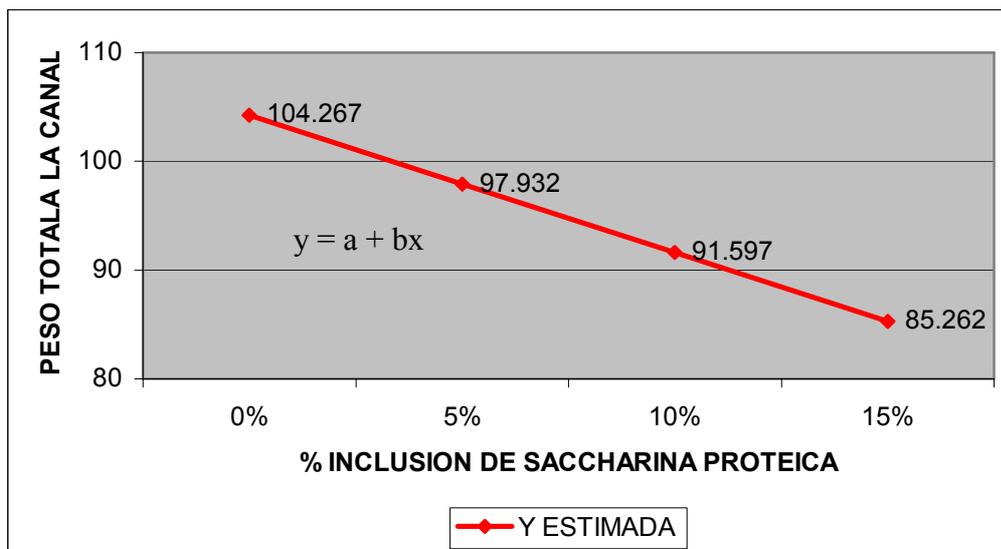
**CUADRO 25. Análisis de Correlación (r) y Regresión del peso promedio a la canal de la unidad experimental en kg bajo los niveles de sustitución de saccharina en seis semanas de evaluación, Ñucanchi Ashpa, Gualea, Quito, Pichincha 2005.**

	Niveles de inclusión de la Saccharina Proteica (X)	Peso a la canal (Y)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	Ye
	0	105.000	0.00	0	11025.000	104.267
	5	102.770	513.85	25	10561.673	97.932
	10	79.730	797.30	100	6356.673	91.597
	15	91.570	1373.55	225	8385.065	85.262
<b>Sumatoria(Σ)</b>	30	379.070	2684.70	350	36328.611	-
$\bar{X}$	7.50	94.768	671.18	87.50	9082.153	-
<b>b</b>	-1.267			<b>y</b>	94.768	
<b>a</b>	104.267			<b>r</b>	-0.704 ns	

$$y = a + bx$$

ns No significativo

En la curva de ajuste de regresión de los pesos promedio a la canal de la unidad experimental bajo el efecto de niveles de sustitución de saccharina proteica (grafico 11) se obtuvo una proyección lineal negativa, es decir se produce un decremento del peso a medida que se incluye la saccharina proteica en la alimentación del pollo de engorde en los grupos investigados.



**GRAFICO 11. Curva de Ajuste de Regresión del peso a la canal de cada unidad experimental bajo efectos de niveles de sustitución de saccharina proteica en seis semanas de evaluación.**

Mientras que en el análisis de REGRESIÓN de pesos promedios a la canal de la unidad experimental bajo el efecto de niveles de sustitución de saccharina proteica, se obtuvo  $F = 1.961$  el cual estadísticamente no es significativo (ver cuadro 26).

**CUADRO 26. Análisis de variancia de la Regresión de los pesos promedios a la canal de cada unidad experimental en kg bajo el efecto de niveles de sustitución de saccharina proteica, Ñucanchi Ashpa, Gualea, Quito, Pichincha, 2005.**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F
TOTAL	3	405.094		1.961 ns
REGRESIÓN	1	200.534	200.534	
ERROR	2	204.560	102.280	

ns No significativo

## I. ANÁLISIS ECONÓMICO

Siguiendo la metodología del análisis de presupuesto parcial según Perrin *et al.* se procedió a obtener el beneficio bruto y costos variables de los tratamientos en estudio, de cuya diferencia se obtuvo el beneficio neta (ver cuadro 27).

Tomando en cuenta la mortalidad de cada grupo investigado se colocó los beneficios netos en forma decreciente acompañado de sus costos variables y se procedió a realizar el análisis de dominancia, en 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 únicos tratamientos no dominados fueron T0 (sin saccharina proteica) y T1 (5% inclusión de saccharina proteica).

**CUADRO 27. Beneficio Bruto, Costos Variables y Beneficio Bruto de cada uno de los tratamientos en estudio.**

<b>TRATAMIENTOS (sustitución saccharina)</b>	<b>BENEFICIO BRUTO</b>	<b>COSTO VARIABLE</b>	<b>BENEFICIO NETO</b>
<b>T0</b> 0%	693.15	196.42	496.73
<b>T1</b> 5%	678.30	193.96	484.34
<b>T3</b> 15%	526.24	207.06	397.35 *
<b>T2</b> 10%	604.41	195.16	331.08 *

\* Tratamientos Dominados

Con los tratamientos no dominados se procedió a establecer el análisis marginal, determinando que el Testigo (T0) es la mejor alternativa puesto que en relación al T1(5% inclusión de saccharina proteica) presenta un TIR de 5.04 es decir que por cada dólar(\$) adicional invertido por T0 se obtiene un retorno \$5.04 por lo tanto la única alternativa económica constituye T0 (ver cuadro 28).

**CUADRO 28. Análisis Marginal de los tratamientos No Dominados.**

<b>TRATAMIENTOS (sustitución saccharina)</b>	<b>BENEFICIO NETO</b>	<b>COSTO VARIABLE</b>
<b>T0</b> 0%	496.73	196.42
<b>T1</b> 5%	484.34	193.96

Tomando en cuenta que la mortalidad no se debió a la inclusión de saccharina proteica, se realizó el siguiente análisis económico de un pollo de los tratamientos en

estudio (cuadro 29) colocando los beneficios netos en forma decreciente acompañado de sus costos variables y se procedió a realizar el análisis de dominancia, en donde el tratamiento dominado es aquel que a igual o menor beneficio neto presenta un mayor costo variable. De este análisis se determinó que un solo tratamiento no dominado que corresponde al T0 (0% inclusión de saccharina proteica) constituyéndose la única alternativa económica sin ser necesario el análisis marginal; pero el tratamiento de 5% de inclusión de saccharina proteica tiene una diferencia mínima de un centavo con respecto al tratamiento T0, por lo tanto éste también se lo considera viable económicamente.

**CUADRO 29. Beneficio Bruto, Costos Variables y Beneficio Neto de un pollo de los tratamientos en estudio.**

<b>TRATAMIENTOS (sustitución saccharina)</b>	<b>BENEFICIO BRUTO</b>	<b>COSTO VARIABLE</b>	<b>BENEFICIO NETO</b>
<b>T0</b> 0%	4.85	1.37	3.47
<b>T1</b> 5%	4.85	1.39	3.46 *
<b>T3</b> 15%	4.14	1.42	2.72 *
<b>T2</b> 10%	3.76	1.39	2.36 *

\* Tratamientos Dominados

#### **J. FACTOR DE EFICIENCIA EUROPEO (F.E.E.)**

Con los resultados del factor de eficiencia europeo para cada tratamiento investigado, se puede establecer que conforme se incrementa el nivel de saccharina proteica en el alimento, la eficiencia es menor; Lo que demuestra que el mejor tratamiento es el del 5 % de saccharina proteica (T1), como se observa en el cuadro 30.

**CUADRO 30. Análisis del Factor de Eficiencia Europeo (F.E.E.) bajo el efecto de niveles de sustitución de saccharina proteica, Ñucanchi Ashpa, Gualea, Quito, Pichincha 2005.**

FACTOR DE EFICIENCIA EUROPEO (F.E.E.) *			
TESTIGO	T 1 (5%)	T 2 (10%)	T 3 (15%)
438.04	427.35	260.39	326.76

\* Mientras más se aleja de 100% es mejor.

$$F.E.E = \frac{A \times B}{C \times D} \times 100$$

A = Peso promedio en kilogramos  
B = Supervivencia

C = Edad  
D = Conversión Alimenticia

**K. COMPARACION DE CONSUMO DE ALIMENTO, PESO FINAL PROMEDIO Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA PROMEDIO DE LOS TRATAMIENTOS INVESTIGADOS FRENTE A LOS ESTÁNDARES DE PRODUCCIÓN DE LA LINEA ROSS A LA SEXTA SEMANA DE EDAD.**

Según los resultados se puede comprobar que los tratamientos testigo (T0) y experimentales consumieron menor cantidad de alimento que el consumo estándar de la línea Ross 308(4.258 kg); sin embargo el peso final del Testigo y T1(5% sustitución saccharina proteica) (2.203 y 2.202 kg) es bueno comparándolo con el de la línea Ross 308(2.474 kg); y la conversión alimenticia es equivalente del Testigo y Tratamiento T1(5% sustitución saccharina proteica) con respecto al estándar de la línea Ross 308(1.721), mientras que el T2 (10% sustitución saccharina proteica) y T3 (15% sustitución saccharina proteica) no están acordes a los parámetros estándar de la línea Ross (ver cuadro 31).

**CUADRO 31. Comparación de Alimento acumulado, peso final promedio y Conversión alimenticia promedio en kg de los tratamientos investigados frente a los estándares de producción de la Línea Ross\*.**

CONCEPTO	TRATAMIENTOS				
	Ross 308	Testigo	T 1 (5%)	T 2 (10%)	T 3 (15%)
Consumo Alimento kg	4.258	3.762	3.803	3.744	3.760
Peso final kg	2.474	2.203	2.202	1.709	1.882
Conversión alimenticia kg	1.721	1.708	1.729	2.190	1.999

\* Datos tomados a la sexta semana de edad.

FUENTE: ROSS BROILER MANAGEMENT MANUAL, 2002

## V. CONCLUSIONES

- La caña de azúcar es un alimento rico en energía, proporcionada por su alto contenido de azúcares (carbohidratos solubles en el contenido celular), pero presenta un bajo contenido de proteína (2 a 3 %), alto contenido de fibra (carbohidratos estructurales y lignina como componentes de la pared celular), su contenido en minerales es bajo y desbalanceado, fundamentalmente en calcio y fósforo; y ausencia casi virtual de grasa; por lo que se elabora la Saccharina Proteica para mejorar el valor nutritivo de la caña de azúcar y corregir la falta de proteína, añadiendo urea, y sales minerales. Esta es una práctica cuyo costo es relativamente bajo y es de fácil aplicación.
- La saccharina se obtiene por fermentación aeróbica en estado sólido de la caña de azúcar molida, con adición de urea (1.5%), sales minerales (0.5%) e hidroenzima XP (0.001%) durante 48 horas y después es secada al sol durante 4 días; y cernida obteniéndose una saccharina proteica deshidratada no mayor a 1 centímetro con la que se emplea en la fabricación del concentrado.
- La saccharina proteica tiene altos niveles de fibra y, se ha ensayado con la adición de hidroenzima XP compuesta por: Enzimas: celulasa, xilanas, peptinasa, proteasa, amilasa, lipasa, lactasa, fitasa y Probióticos: *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium thermophilum*, *Bifidobacterium longum*, *Streptococcus faecium*, para incrementar el valor nutritivo de la dieta alimenticia, disminuyendo los factores que impiden la digestión de la dieta alimenticia, por medio la ruptura de esas moléculas grandes en moléculas más pequeñas las cuales son absorbidas a través de la membrana intestinal para ser utilizadas por el animal para el crecimiento.

- Se suministró alimento preinicial al pollito BB, para potencializar el desarrollo fisiológico y funcional del tracto gastrointestinal (TGI), y con esto lograr mayor utilización de los nutrientes y reducir la incidencia de problemas intestinales al suministrar a partir del 5 día alimento con saccharina proteica (alto en fibra).
- Los valores medios del consumo voluntario durante el período experimental mostraron mayores valores en los tratamientos de 10 y 15 % inclusión de saccharina proteica (64.55 y 63.36 kg respectivamente), lo que puede estar relacionado con la oferta total de fibra bruta, derivada de la saccharina proteica, lo que pudo ocasionar trastornos digestivos en el ave, por lo tanto influye en la disminución la digestibilidad de los nutrientes de toda la dieta.
- El peso semanal y el peso final disminuyó a medida de que se incrementó la proporción de saccharina proteica en el concentrado, corroborando a Policarpo que manifiesta que la fibra de la saccharina tiene una gran capacidad de absorción de agua (7.57 g/g Fibra Neutro Detergente) y niveles altos de lignina (1.6-2.0 % que representa el doble de las recomendaciones), causa aumento de la viscosidad intestinal, aumento de peso y disminución de la consistencia de las heces, y también redundando en una baja asimilación de los nutrientes.
- La conversión alimenticia fue diferente entre los tratamientos investigados, alcanzando los mejores resultados en los animales que recibían menos fibra, Testigo y 5% inclusión de saccharina proteica, siendo estas 1.71 y 1.72, respectivamente, seguido en orden descendente, por los que consumieron 10 y 15% de inclusión de saccharina proteica(2.187 y 2.003 respectivamente), estos últimos pueden estar relacionados con el mayor porcentaje de fibra, corroborando a Camiragua que manifiesta que altos niveles de fibra causa

aumentó de la viscosidad intestinal lo que ocasiona una considerable baja en la tasa de crecimiento, en la eficiencia de conversión alimenticia.

- Los porcentajes de mortalidad presentados en cada unidad experimental están dentro de los rangos normales de 5 al 7%, y se presentaron en su mayoría en la primera semana de vida del pollito lo cual no fue influenciada por la inclusión de saccharina proteica porque estaban alimentándose del balanceado preinicial que no contiene saccharina, y la causa más importante de muerte fue por Omfalitis o retención de yema del pollito de engorde.
- La viabilidad (%) obtenida al terminó de las seis semanas de vida del pollo de engorde fue mejor en el tratamiento de 15% de sustitución de saccharina proteica (97.33%), porque tuvo el menor porcentaje de mortalidad (2.67%); y es seguido por el Testigo (95.33%), y los mas bajos valores se obtuvieron en los tratamientos de 5% y 10% de sustitución de saccharina proteica (93.33%).
- El peso promedio a la canal de cada unidad experimental fue disminuyendo, a medida que se incremento el nivel de saccharina proteica en la dieta de los pollos de engorde (Testigo = 105.02 kg, y según los niveles de sustitución de saccharina proteica 5%= 102.77 kg, 10%= 79.73 kg y 15%= 94.58 kg), corroborando a Ly que manifiesta que puede estar correlacionado por la presencia de altos porcentajes de fibra, lo que ocasiona mayor capacidad de retención de agua, y mayor incremento en peso de las heces implicando pérdidas energéticas para el animal, y provoca una menor absorción intestinal de nutrientes de la dieta.
- Otro elemento importante y no estudiado en el presente trabajo es la grasa abdominal presentada en los pollos de engorde, que fue minorando cada vez que se incluía mayores porcentajes de saccharina proteica, mostrándose mayor carne magra en el pollo de engorde en tratamientos de 10 y 15% de saccharina proteica.

- El comportamiento de los animales mostró evidencia de una mejor respuesta productiva en los animales de los tratamientos Testigo y 5% inclusión de saccharina proteica. Los valores de ganancia diaria de peso de los animales que consumieron 0 y 5% de saccharina proteica (2.501 y 2.447 kg, respectivamente) fueron superiores a los reportados por los tratamientos 10 y 15% de saccharina proteica (1.898 y 2.180 kg, respectivamente). En este último caso, la menor respuesta se pudo deber según Policarpo, Savón y Scull a que la saccharina contiene altos niveles de fibra bruta (33.5%) y de fibra neutro detergente (73.8%) que a diferencia del maíz contiene 2% de fibra bruta y 8.2% de fibra neutro detergente; y con respecto a las características físico-químicas la saccharina contiene un volumen alto (7.01 ml/g) con respecto al maíz (1.71 ml/g) ocasionando un llenado estomacal; y la mitad de solubilidad (23%) que el maíz (49.5%) pero contiene mayores valores de fibra neutro detergente de tipo insoluble (celulosa, hemicelulosa y lignina) lo que ocasiona mayor capacidad de absorción de agua (7.57 g/g fibra neutro detergente), es decir 5 veces superior al maíz (1.39 g/g fibra neutro detergente) influyendo en el incremento de peso de las heces, reduciendo el tiempo de tránsito intestinal, causando una menor asimilación de los nutrientes, a pesar de que los valores nutricionales de las dietas no sufren variaciones.
- En el análisis de correlación y regresión basado en los niveles de inclusión de saccharina proteica vs. peso obtenido a la sexta semana indicaron que no hubo significación estadística. El coeficiente de correlación (b) nos indica que por cada unidad de porcentaje de sustitución de saccharina proteica se disminuye 0.03 kg de peso del pollo de engorde. En la curva de ajuste de regresión se obtuvo una proyección lineal negativa, es decir se produce un decremento del peso final a

medida que se incluye la saccharina proteica en la alimentación del pollo de engorde, debido al aumento de fibra en la dieta alimenticia lo que causa una disminución de absorción de los nutrientes de la dieta alimenticia.

- En el análisis de correlación y regresión basado en los niveles de inclusión de saccharina proteica vs. peso promedio a la canal de la unidad experimental indicaron que no hubo significación estadística. El coeficiente de correlación (b) nos indica que por cada unidad de porcentaje de sustitución de saccharina proteica se disminuye 1.267 kg de peso promedio a la canal de cada unidad experimental.
- El análisis económico según el presupuesto parcial Perrín *et al.* y tomando en cuenta la mortalidad de cada grupo investigado se obtuvo que los tratamientos no dominados fueron T0 (0% inclusión de saccharina proteica) y T1 (5% inclusión de saccharina proteica); y estableciendo el análisis marginal de estos tratamientos se determinó que el Testigo (T0) es la mejor alternativa que el T1(5% inclusión de saccharina proteica), pero por una diferencia mínima de un centavo por animal investigado.
- En la comparación de los tratamientos testigo (T0) y los que incluyen saccharina proteica 5%, 10% y 15% consumieron menor cantidad de alimento que el consumo estándar de la línea Ross 308 (4.258 kg/ave); sin embargo el peso final del Testigo y el de 5% de saccharina proteica(2.203 y 2.202 kg) es bueno comparándolo con el de la línea Ross 308(2.474 kg); y la conversión alimenticia es equivalente del Testigo y el de 5% de saccharina proteica con respecto al estándar de la línea Ross 308(1.721), mientras que el T2 y T3 no están acordes a los parámetros estándar de la línea Ross.

- Finalmente se concluye que los mejores resultados se encontraron con la dieta alimenticia que tenía menor contenido de fibra bruta ( Testigo y 5% inclusión de saccharina proteica). Se corroboró que la saccharina proteica puede hacer una importante contribución al engorde del pollo, siempre y cuando resulte económica y no contenga altos niveles de fibra neutro detergente en la dieta alimenticia.

## **VI. RECOMENDACIONES**

De acuerdo con las conclusiones vertidas sobre el experimento, se recomienda lo siguiente:

- Se recomienda utilizar la saccharina proteica en dietas alimenticias de pollos de engorde en niveles de 5%, para abaratar el costo del alimento y optimizar el rendimiento de esta especie animal.
  
- Se recomienda para futuras investigaciones utilizar otras variedades de caña que contengan mayor Energía y menor Fibra para aumentar la inclusión de la saccharina proteica en la dieta alimenticia del pollo de engorde.
  
- Se recomienda continuar los estudios con diferentes enzimas puesto que permiten flexibilizar el uso de materias primas alternativas y reducen los costos de producción de alimentos balanceados para las aves.

## VII. RESUMEN

El desarrollo del proyecto se lo llevó a cabo en los galpones de pollos de la finca “Ñucanchi Ashpa”. La investigación esta destinada a estudiar en aves una alternativa alimentaria de bajo costo y que no compite con la alimentación del hombre, que es la saccharina proteica obtenida de la fermentación aeróbica en estado sólido de la caña de azúcar troceada finamente, con adición de urea, sales minerales e hidrogenasa XP durante 48 horas y después es secada al sol durante 4 días; y cernida obteniéndose una saccharina proteica deshidratada no mayor a 1 centímetro.

Se utilizaron 600 pollos broiler de la línea Ross 308, mixtos, de un día de edad, y durante el transcurso de 42 días se les suministró cuatro dietas alimenticias: preinicial, inicial, crecimiento y final.

Los tratamientos utilizados fueron: T0 (sin Saccharina Proteica), T1 (5 % de sustitución de Saccharina Proteica), T2 (10% de sustitución de Saccharina Proteica) y T3 (15 % de sustitución de Saccharina Proteica). Los cuales se establecieron para la investigación bajo un diseño completamente al azar con tres repeticiones.

Al evaluar los parámetros de producción en los 4 tratamientos investigados se determinó que el tratamiento testigo y el de 5% de sustitución de saccharina proteica obtuvo los mejores resultados en consumo de alimento, peso semanal, conversión alimenticia, peso a la canal, factor de eficiencia europeo, debido a que poca cantidad de fibra de la saccharina proteica no causa alteraciones en la digestión del aves. A diferencia que el tratamiento de 10% y 15% de sustitución de saccharina proteica

presentaron bajos resultados, debido a los altos niveles de fibra en la dieta alimenticia, y según Policarpo, Savón y Scull provocan incremento de peso de las heces, reducen el tiempo de tránsito intestinal, causan una menor asimilación de los nutrientes.

La mortalidad presentada en la investigación se encuentra dentro de los rangos normales de 5 a 7%, y se presentó en su mayoría en la primera semana de vida del pollito en la cual se estaban alimentándose del balanceado preinicial que no contiene saccharina, y la causa más importante de muerte fue por retención de yema del pollito de engorde.

En el análisis económico se determinó que la mejor alternativa económicamente se constituye el tratamiento testigo, debido a que disminuye los costos en relación a los que contienen saccharina proteica y presenta un menor valor en la venta potencial de los animales. La diferencia se debe a que al adicionar saccharina proteica a la dieta alimenticia el pollo aumenta su consumo alimenticio pero por la presencia de la fibra el incremento de peso es bajo.

La utilización de saccharina proteica no reveló ningún efecto tóxico o patológico aplicable a su empleo en la alimentación de broilers, al menos en los niveles y condiciones utilizadas en el ensayo, por lo que se la considera como un producto inocuo para la salud animal.

## VIII. SUMMARY

The development of the project was carried out in the chickens' sheds "Ñucanchi Ashpa". The investigation is dedicated to study of the birds as an alternative feed that is cheaper than man's feeding, this kind of food is "protein saccharina" obtained from fermentation in solid state of the divided sugar cane finely, with addition of urea, mineral salts and hidroenzyme XP during 48 hours and later are dried to the sun during 4 days; and blossomed obtaining a dehydrated protein saccharina nongreater to 1 centimetre.

600 chickens were used to broiler of the line Ross 308, compounds, of a day of age, and during the course of 42 days it provided four nutritional diets to them: pre-initial, initial, growth and end.

The used treatments were: T0 (without protein cane flour), T1 (5 % of protein cane flour substitution), T2 (10% of protein cane flour substitution) and T3 (15 % of protein cane flour substitution). Which settled down completely for the investigation under a design at random with three repetitions.

When evaluating the parameters of production in the 4 investigated treatments were determined that the treatment witness and the one of 5% of protein cane flour substitution obtained the best results in food consumption, weekly weight, nutritional conversion, weight to the channel, european factor of efficiency, because little amount of fiber of the protein saccharina noncause alterations in the digestion of the birds. To difference that the treatment of 10% and 15% of protein saccharina

substitution low results presented/displayed, due to the high fiber levels in the nutritional diet, and according to Policarpo, Savón and Scull they cause increase of weight of lees, they reduce the time of intestinal transit, cause a smaller assimilation of the nutrients.

The mortality presented/displayed in the investigation is within the normal ranks from 5 to 7%, and it appeared in his majority in the first week of life of the chick in which they were being fed on the pre-initial balanced one that does not contain saccharina, and the most important cause of death was by retention of yolk of the chick of fattening.

In al economic analysis I determine myself that the best alternative economically constitutes the treatment witness, due to that it diminishes the costs in relation to whom they contain protein saccharina and presents a smaller value in the potential sale of the animals. The difference must to that when adding flour of protein cane to the nutritional diet the chicken increases its consumption nutritional but by the presence of the fiber the increase of weight is low.

The protein saccharina use did not reveal any poisonous effect or pathological applicable to its use in the feeding of broilers, al less in the levels and conditions used in the test, by which animal considers itself like an innocuous product for the health.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. AGRANCO. 2004. Hidroenzima XP (en línea). Estados Unidos. consultado 22 feb. 2005. Disponible en [http://www.agranco.com/espanol/hydroenzyme\\_xp\\_espanol.htm](http://www.agranco.com/espanol/hydroenzyme_xp_espanol.htm)
2. ARBOR ACRES. 2001. Breeder Management Manual. Estados Unidos. s.e.
4. BARDERAS, J. 2004. Empleo de enzimas en la nutrición animal( en línea), Madrid. España. Consultado 22 feb. 2005. Disponible en <http://www.mundofree.com/pacogil/enzimas.htm>
5. BEDFORD, M. 1996. Avicultura Profesional: Efecto del uso de enzimas digestivas en la alimentación de aves. Volumen 14. Numero 4. Editorial Misset International. Ecuador.
6. CAMIRAGUA, M. *et al.* 2001. Respuesta productiva de los pollos broilers a la adición de enzimas exógenas a dietas basadas en maíz o triticale (en línea). Santiago. Chile. Consultado 22 feb. 2005. Disponible en <http://www.faiif.puc.cl/postgrado/cienciaeinv/pdf/agro4/23-36.pdf>
7. CISNEROS, M. CASTILLO, E. y YAMAKA, J. 1994. La caña de azúcar como alimento animal. Bayamo. Cuba. s.e. 25 p.
8. ELÍAS, A.. *et al.* 1990. Reseña descriptiva sobre el desarrollo de una tecnología de enriquecimiento proteico en la caña de azúcar mediante fermentación en estado sólido (Saccharina). Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 24:1-12.
9. FAOSTAT (Dirección de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación). 2004. Producción de alimentos y productos básicos agrícolas (en línea). Consultado 5 feb. 2005. Disponible en: <http://www.fao.org/es/ess/top/country.jsp?country=58&lang=ES&year=2004>

10. FISCHER, A. 2000, Avicultura Ecuatoriana: El beneficio de usar en Ecuador suplementos enzimáticos en la producción de broilers. N° 68. Abril.
11. GONZÁLEZ, J. 2002. Conferencia Manejo Alimentario y Requerimientos Nutricionales de Gallinas y Reproductoras de Postura Comercial. Quito. Ecuador.
12. GONZALEZ, W. 1990. Alimentación Animal. Editorial América C.A. Caracas. Venezuela. s.e.
13. INFOAGRO. 2004.El cultivo de la caña de azúcar ( en línea). Consultado 11 ene. 2005. Disponible en <http://canales.nortecastilla.es/canalagro/datos/herbaceos/industriales/canaazucar.htm#1.Taxonomía%20y%20morfología>.
14. LOPEZ, B. RAMÍREZ, J. CISNERO, M. 2003. Harina de Caña enriquecida con proteínas para la ceba de pollos y peces (HCP). Granma. Cuba.
15. LY J. 2004. Harina de caña biotransformada “saccharina” en dietas para cerdos, y digestión de la pared celular e índices fermentativos fecales (en línea). Habana. Cuba. Consultado 7 jun 2004 Disponible en <http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/rccpn/REV31/JULIO.html>
16. MATEOS, G. *et al.* 2002. Modificaciones nutricionales y problemática digestiva en aves (en línea). Consultado 22 feb. 2005. Disponible en [http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/2002CAP\\_II.pdf](http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/2002CAP_II.pdf)
17. MIDIA RELACIONES. 2005. Suplementos Enzimáticos mejoran la Calidad de las materias primas (en línea). México DF. Consultado 22 feb. 2005. Disponible en <http://www.midia.com.mx/noticias.htm>
18. PENZ, A. y RENZ, S. 2005. Actualización en la nutrición de pollos de engorde (en línea). Consultado 22 feb. 2005. Disponible en <http://www.engormix.com/nuevo/prueba/colaboraciones.asp?valor1=306.html>

19. PERRIN, K. *et al.* 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Manual metodológico de evaluación económica. México DF, México. CJMMYT. Boletín técnico N° 27, 36 p.
20. POLICARPO, C. 2004. Uso de la caña de azúcar y sus subproductos como fuente de energía para los cerdos en ceba: sistemas de alimentación y sus formas de uso (en línea). Habana. Cuba. Consultado 11 ene. 2005. Disponible en <http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/producercdos/articulo2.htm>
21. PROMEGA. 2005. Saccharina alimento energético de buen valor proteico (en línea). Consultado 22 feb. 2005. Disponible en <http://www.promega.org.pa/capsulas.html#>
22. ROMERO, R. 2002. 1er. Diplomado en Nutrición Aviar. Edifarm. Quito. Ecuador.
23. ROSS BROILER MANAGEMENT MANUAL. 2002. Alabama. Estados Unidos. s.e.
24. SAVÓN, L. y SCULL, I. 2004. Valor Potencial de Alimentos Fibrosos Tropicales Para Especies Monogástricas ( en línea). Habana. Cuba. Consultado 7 jun. 2004. Disponible en <http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/viencuent/savon.htm>
25. SICA (Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador). 2003. Trayectoria de la unión nacional de cañicultores del ecuador-UNCE. Consultado 22 feb. 2005. Disponible en <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/azucar/trayectoria%20union%20nacional.htm>.
26. SICA (Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador). 2004. Ecuador: Producción avícola ( en línea).

Consultada 18 feb. 2005. Disponible en  
[http://www.sica.gov.ec/cadenas/maiz/docs/produccion\\_avicolamod.html](http://www.sica.gov.ec/cadenas/maiz/docs/produccion_avicolamod.html)

27. SISTEMA DE INFORMACIÓN DE RECURSOS DE PIENSOS. 2004. Caña de azúcar y sus subproductos ( en línea). Consultado 5 feb. 2005. Disponible en <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/afris/espanol/document/tfeed8/Data/474.htm>
28. TOBAR, P. 2002. Sector Avícola, (en línea). Quito. Ecuador. Consultado 18 feb. 2005. Disponible en [http://www.superban.gov.ec/downloads/articulos\\_financieros/sector%20avicola.pdf](http://www.superban.gov.ec/downloads/articulos_financieros/sector%20avicola.pdf)
29. XI de la AMENA y I del CLANA (XI Congreso de la Asociación Mexicana de Nutrición Animal y I del Colegio Latinoamericano de Nutrición Animal). 2003. Cancún. México. 418 p.
30. WATTIAUX M., (1998) Guía Técnica Lechera Electrónicas ( en línea). Consultado 23 feb 2005. Disponible en <http://babcock.cals.wisc.edu>

## X. ANEXOS

### ANEXO 1. CONSUMO POR SEMANA EN kg. DE LOS TRATAMIENTOS

#### TRATAMIENTO T0 (Sin Saccharina proteica)

SEMANA	TO R1	TO R2	TO R3	$\bar{X}$ T0
1	7.73	7.89	7.50	7.71
2	13.25	13.75	11.82	12.94
3	23.86	24.66	21.36	23.29
4	31.14	31.36	27.27	29.92
5	40.68	41.59	40.45	40.91
6	64.55	65.45	63.64	64.55
<b>TOTAL</b>	<b>181.20</b>	<b>184.70</b>	<b>172.05</b>	<b>179.32</b>

#### TRATAMIENTO T1 (5% de Sustitución de Saccharina proteica)

SEMANA	T1 R1	T1 R2	T1 R3	$\bar{X}$ T1
1	7.27	6.36	7.73	7.12
2	11.93	10.23	12.05	11.40
3	22.27	21.36	25.00	22.88
4	28.86	27.16	30.68	28.90
5	43.86	39.77	44.09	42.57
6	65.68	58.05	66.36	63.36
<b>TOTAL</b>	<b>179.89</b>	<b>162.93</b>	<b>185.91</b>	<b>176.23</b>

#### TRATAMIENTO T2 (10% de Sustitución de Saccharina proteica)

SEMANA	T2 R1	T2 R2	T2 R3	$\bar{X}$ T2
1	7.39	8.64	8.86	8.30
2	9.09	10.23	10.00	9.77
3	15.00	23.18	22.84	20.34
4	27.27	33.18	32.27	30.91
5	36.36	43.64	43.41	41.14
6	58.64	66.82	67.27	64.24
<b>TOTAL</b>	<b>153.75</b>	<b>185.68</b>	<b>184.66</b>	<b>174.70</b>

#### TRATAMIENTO T3 (15% de Sustitución de Saccharina proteica)

SEMANA	T3 R1	T3 R2	T3 R3	$\bar{X}$ T2
1	8.98	8.86	8.86	8.90
2	10.91	10.68	10.00	10.53
3	23.41	22.84	21.82	22.69
4	32.50	31.70	32.61	32.27
5	43.18	42.73	42.61	42.84
6	66.36	65.91	65.00	65.76
<b>TOTAL</b>	<b>185.34</b>	<b>182.73</b>	<b>180.91</b>	<b>182.99</b>

**ANEXO 2. PESO POR SEMANA INDIVIDUAL(kg) DEL TRATAMIENTO T0**

**TRATAMIENTO T0**

**REPETICIÓN 1**

1er. DIA: 41.76 g.

SEMANA	PESO										$\bar{X}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0.13	0.14	0.18	0.14	0.18	0.18	0.14	0.14	0.18	0.14	0.15
2	0.34	0.45	0.41	0.45	0.41	0.45	0.41	0.45	0.34	0.41	0.41
3	0.82	0.73	1.05	0.86	0.80	0.86	0.80	1.02	0.73	0.80	0.85
4	1.36	1.48	1.59	1.41	1.14	1.48	1.36	1.59	1.36	1.25	1.40
5	1.82	2.05	1.59	1.93	1.93	1.59	2.05	2.05	1.82	1.93	1.88
6											2.25

**TRATAMIENTO T0**

**REPETICIÓN 2**

1er. DIA: 41.76 g.

SEMANA	PESO										$\bar{X}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0.23	0.11	0.16	0.23	0.11	0.18	0.18	0.14	0.18	0.11	0.16
2	0.45	0.57	0.36	0.45	0.36	0.45	0.57	0.59	0.36	0.36	0.45
3	0.95	0.80	1.02	1.00	0.84	0.98	1.02	0.95	0.80	0.80	0.92
4	1.41	1.27	1.48	1.27	1.27	1.48	1.25	1.25	1.48	1.25	1.34
5	1.77	1.82	2.27	2.05	1.55	1.59	1.82	2.27	2.05	1.77	1.90
6											2.19

**TRATAMIENTO T0**

**REPETICIÓN 3**

1er. DIA: 41.76 g.

SEMANA	PESO										$\bar{X}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0.14	0.20	0.16	0.14	0.18	0.20	0.14	0.16	0.18	0.20	0.17
2	0.34	0.34	0.36	0.34	0.45	0.36	0.36	0.34	0.45	0.34	0.37
3	0.77	0.86	0.80	0.73	0.89	0.86	0.77	0.80	0.73	0.77	0.80
4	1.25	1.00	1.25	1.09	1.25	1.25	1.02	1.25	1.14	1.25	1.18
5	1.59	2.05	1.82	2.27	1.82	1.59	2.05	1.82	1.82	1.82	1.86
6											2.16

**ANEXO 3. PESO POR SEMANA INDIVIDUAL(kg) DEL TRATAMIENTO T1  
(5% DE SUSTITUCIÓN DE SACCHARINA PROTEICA)**

**TRATAMIENTO T1**

**REPETICIÓN 1**

1er. DIA: 42.67 g.

SEMANA	PESO										$\bar{X}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0.14	0.14	0.18	0.14	0.16	0.14	0.18	0.14	0.16	0.14	0.15
2	0.36	0.41	0.45	0.36	0.39	0.45	0.41	0.36	0.36	0.39	0.40
3	0.80	0.80	0.77	0.80	0.91	0.82	0.77	0.91	0.80	0.80	0.82
4	1.14	1.14	1.27	1.32	1.14	1.25	1.14	1.25	1.14	1.32	1.21
5	1.59	2.27	2.16	2.05	2.27	1.59	2.27	2.16	1.59	2.05	2.00
6											2.24

**TRATAMIENTO T1**

**REPETICIÓN 2**

1er. DIA: 42.67 g.

SEMANA	PESO										$\bar{X}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0.14	0.11	0.14	0.18	0.18	0.18	0.14	0.14	0.18	0.14	0.15
2	0.36	0.34	0.45	0.41	0.43	0.36	0.34	0.45	0.41	0.34	0.39
3	0.95	0.64	1.02	1.14	0.95	1.02	0.68	1.02	0.68	0.91	0.90
4	1.27	1.50	1.50	1.48	1.23	1.27	1.48	1.25	1.48	1.50	1.40
5	1.93	1.93	2.32	1.95	2.32	1.93	2.05	1.93	2.27	2.05	2.07
6											2.17

**TRATAMIENTO T1**

**REPETICIÓN 3**

1er. DIA: 41.76 g.

SEMANA	PESO										$\bar{X}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0.18	0.16	0.20	0.14	0.18	0.18	0.20	0.14	0.18	0.20	0.18
2	0.45	0.34	0.39	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.36
3	0.73	0.80	0.86	0.86	0.80	0.86	0.80	0.73	0.80	0.86	0.81
4	1.55	1.41	0.95	1.02	1.41	1.02	1.48	1.14	1.02	1.14	1.21
5	1.59	1.82	2.05	2.05	1.82	1.82	2.05	2.05	1.70	1.70	1.86
6											2.19

**ANEXO 4. PESO POR SEMANA INDIVIDUAL(kg) DEL TRATAMIENTO T2  
(10% DE SUSTITUCIÓN DE SACCHARINA PROTEICA)**

**TRATAMIENTO T2**

**REPETICIÓN 1**

1er. DIA: 41.76 g.

PESO											
SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$
1	0.20	0.20	0.18	0.18	0.11	0.18	0.20	0.20	0.23	0.20	0.19
2	0.34	0.32	0.34	0.36	0.39	0.34	0.34	0.39	0.34	0.34	0.35
3	0.45	0.52	0.45	0.77	0.45	0.57	0.57	0.45	0.73	0.70	0.57
4	1.02	0.82	1.00	1.25	1.07	1.09	1.14	1.02	1.14	1.02	1.06
5	1.59	1.36	1.82	1.59	1.36	1.70	1.36	1.59	1.48	1.59	1.55
6											1.71

**TRATAMIENTO T2**

**REPETICIÓN 2**

1er. DIA: 41.76 g.

PESO											
SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$
1	0.22	0.18	0.21	0.22	0.20	0.18	0.23	0.21	0.18	0.21	0.21
2	0.34	0.39	0.33	0.33	0.15	0.15	0.34	0.35	0.34	0.35	0.31
3	0.59	0.68	0.58	0.57	0.59	0.68	0.52	0.55	0.66	0.55	0.60
4	1.14	1.14	0.91	1.07	1.14	1.00	1.11	1.00	1.02	0.95	1.05
5	1.48	1.59	1.45	1.70	1.70	1.70	1.70	1.48	1.48	1.41	1.57
6											1.67

**TRATAMIENTO T2**

**REPETICIÓN 3**

1er. DIA: 40.86 g.

PESO											
SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$
1	0.20	0.19	0.14	0.18	0.18	0.20	0.15	0.20	0.20	0.20	0.18
2	0.28	0.33	0.33	0.35	0.30	0.35	0.34	0.34	0.34	0.34	0.33
3	0.77	0.61	0.77	0.57	0.64	0.68	0.77	0.64	0.61	0.73	0.68
4	0.91	0.80	0.80	0.91	1.02	1.09	1.02	1.02	1.02	1.02	0.96
5	1.59	1.59	1.59	1.68	1.66	1.25	1.64	1.70	1.14	1.41	1.53
6											1.75

**ANEXO 5. PESO POR SEMANA INDIVIDUAL(kg) DEL TRATAMIENTO T3  
(15% DE SUSTITUCIÓN DE SACCHARINA PROTEICA)**

**TRATAMIENTO T3**

**REPETICIÓN 1**

1er. DIA: 40.86 g.

SEMANA	PESO										$\bar{X}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0.20	0.22	0.21	0.11	0.22	0.22	0.22	0.19	0.21	0.21	0.20
2	0.34	0.34	0.34	0.45	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.35
3	0.89	0.77	0.77	0.84	0.57	0.68	0.77	0.84	0.68	0.80	0.76
4	1.14	1.23	1.02	1.09	1.25	1.25	1.14	1.14	1.02	1.11	1.14
5	1.55	1.61	1.77	1.48	1.82	1.82	1.70	1.66	1.82	1.93	1.72
6											1.93

**TRATAMIENTO T3**

**REPETICIÓN 2**

1er. DIA: 40.86 g.

SEMANA	PESO										$\bar{X}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0.18	0.20	0.18	0.18	0.23	0.18	0.18	0.18	0.23	0.18	0.19
2	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.39	0.32	0.34	0.41	0.34	0.35
3	0.68	0.73	0.64	0.68	0.73	0.59	0.57	0.77	0.64	0.91	0.69
4	1.02	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.27	1.14	1.14	1.14	1.14
5	1.82	1.59	1.82	1.70	1.59	1.82	2.05	1.82	1.70	1.70	1.76
6											1.84

**TRATAMIENTO T3**

**REPETICIÓN 3**

1er. DIA: 40.86 g.

SEMANA	PESO										$\bar{X}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0.18	0.20	0.18	0.23	0.20	0.18	0.25	0.18	0.23	0.18	0.20
2	0.36	0.34	0.36	0.39	0.34	0.39	0.36	0.39	0.34	0.34	0.36
3	0.68	0.80	0.68	0.80	0.68	0.61	0.57	0.59	0.68	0.80	0.69
4	1.23	1.25	1.14	1.36	1.25	1.36	1.25	1.25	1.14	1.14	1.24
5	1.59	2.16	1.93	1.48	1.59	1.59	1.82	1.93	2.16	2.16	1.84
6											1.87

**ANEXO 6. CONVERSIÓN ALIMENTICIA POR SEMANA DEL  
TRATAMIENTO T0 (SIN SACCHARINA PROTEICA)**

**TRATAMIENTO T0**

**REPETICIÓN 1**

<b>SEMANA</b>	<b>CONSUMO ALIMENTO (kg)</b>	<b>PESO (kg)</b>	<b>CA</b>
1	7.73	0.15	1.026
2	13.25	0.41	1.057
3	23.86	0.85	1.105
4	31.14	1.40	1.129
5	40.68	1.88	1.296
6	64.55	2.25	1.678
<b>TOTAL</b>	<b>181.20</b>	<b>108.20</b>	<b>1.675</b>

**TRATAMIENTO T0**

**REPETICIÓN 2**

<b>SEMANA</b>	<b>CONSUMO ALIMENTO (kg)</b>	<b>PESO (kg)</b>	<b>CA</b>
1	7.89	0.16	0.964
2	13.75	0.45	0.971
3	24.66	0.92	1.032
4	31.36	1.34	1.182
5	41.59	1.90	1.284
6	65.45	2.19	1.721
<b>TOTAL</b>	<b>184.70</b>	<b>107.55</b>	<b>1.717</b>

**TRATAMIENTO T0**

**REPETICIÓN 3**

<b>SEMANA</b>	<b>CONSUMO ALIMENTO (kg)</b>	<b>PESO (kg)</b>	<b>CA</b>
1	7.50	0.17	0.880
2	11.82	0.37	1.066
3	21.36	0.80	1.109
4	27.27	1.18	1.257
5	40.45	1.86	1.265
6	63.64	2.16	1.732
<b>TOTAL</b>	<b>172.05</b>	<b>99.32</b>	<b>1.732</b>

**ANEXO 7. CONVERSIÓN ALIMENTICIA POR SEMANA DEL  
TRATAMIENTO T1 (5% SUSTITUCIÓN SACCHARINA  
PROTEICA)**

**TRATAMIENTO T1**

**REPETICIÓN 1**

<b>SEMANA</b>	<b>CONSUMO ALIMENTO (kg)</b>	<b>PESO (kg)</b>	<b>CA</b>
1	7.27	0.15	1.010
2	11.93	0.40	1.012
3	22.27	0.82	1.059
4	28.86	1.21	1.212
5	43.86	2.00	1.215
6	65.68	2.24	1.709
<b>TOTAL</b>	<b>179.88</b>	<b>105.273</b>	<b>1.709</b>

**TRATAMIENTO T1**

**REPETICIÓN 2**

<b>SEMANA</b>	<b>CONSUMO ALIMENTO (kg)</b>	<b>PESO (kg)</b>	<b>CA</b>
1	6.36	0.15	0.922
2	10.23	0.39	0.965
3	21.36	0.90	0.978
4	27.16	1.40	1.085
5	39.77	2.07	1.179
6	58.05	2.17	1.746
<b>TOTAL</b>	<b>162.93</b>	<b>93.32</b>	<b>1.746</b>

**TRATAMIENTO T1**

**REPETICIÓN 3**

<b>SEMANA</b>	<b>CONSUMO ALIMENTO (kg)</b>	<b>PESO (kg)</b>	<b>CA</b>
1	7.73	0.18	0.872
2	12.05	0.36	1.108
3	25.00	0.81	1.107
4	30.68	1.21	1.243
5	44.09	1.86	1.285
6	66.36	2.19	1.698
<b>TOTAL</b>	<b>185.91</b>	<b>109.7</b>	<b>1.6943</b>

**ANEXO 8. CONVERSIÓN ALIMENTICIA POR SEMANA DEL  
TRATAMIENTO T2 (10% SUSTITUCIÓN SACCHARINA  
PROTEICA)**

**TRATAMIENTO T2**

**REPETICIÓN 1**

<b>SEMANA</b>	<b>CONSUMO ALIMENTO (kg)</b>	<b>PESO (kg)</b>	<b>CA</b>
1	7.39	0.19	0.921
2	9.09	0.35	1.125
3	15.00	0.57	1.319
4	27.27	1.06	1.324
5	36.36	1.55	1.465
6	58.64	1.71	2.141
<b>TOTAL</b>	<b>153.30</b>	<b>71.7</b>	<b>2.138</b>

**TRATAMIENTO T2**

**REPETICIÓN 2**

<b>SEMANA</b>	<b>CONSUMO ALIMENTO (kg)</b>	<b>PESO (kg)</b>	<b>CA</b>
1	8.64	0.21	0.860
2	10.23	0.31	1.257
3	23.18	0.60	1.438
4	33.18	1.05	1.465
5	43.64	1.57	1.545
6	66.82	1.67	2.269
<b>TOTAL</b>	<b>185.68</b>	<b>81.9</b>	<b>2.266</b>

**TRATAMIENTO T2**

**REPETICIÓN 3**

<b>SEMANA</b>	<b>CONSUMO ALIMENTO (kg)</b>	<b>PESO (kg)</b>	<b>CA</b>
1	8.86	0.18	0.961
2	10.00	0.33	1.150
3	22.84	0.68	1.227
4	32.27	0.96	1.539
5	43.41	1.53	1.571
6	67.27	1.75	2.153
<b>TOTAL</b>	<b>176.02</b>	<b>85.57</b>	<b>2.057</b>

**ANEXO 9. CONVERSIÓN ALIMENTICIA POR SEMANA DEL  
TRATAMIENTO T3 (15% SUSTITUCIÓN SACCHARINA  
PROTEICA)**

**TRATAMIENTO T3**

**REPETICIÓN 1**

<b>SEMANA</b>	<b>CONSUMO ALIMENTO (kg)</b>	<b>PESO (kg)</b>	<b>CA</b>
1	8.98	0.20	0.904
2	10.91	0.35	1.152
3	23.41	0.76	1.161
4	32.50	1.14	1.359
5	43.18	1.72	1.415
6	66.36	1.93	1.960
<b>TOTAL</b>	<b>185.34</b>	<b>94.73</b>	<b>1.957</b>

**TRATAMIENTO T3**

**REPETICIÓN 2**

<b>SEMANA</b>	<b>CONSUMO ALIMENTO (kg)</b>	<b>PESO (kg)</b>	<b>CA</b>
1	8.86	0.19	0.936
2	10.68	0.35	1.140
3	22.84	0.69	1.248
4	31.70	1.14	1.328
5	42.73	1.76	1.354
6	65.91	1.84	2.027
<b>TOTAL</b>	<b>182.73</b>	<b>90.23</b>	<b>2.025</b>

**TRATAMIENTO T3**

**REPETICIÓN 3**

<b>SEMANA</b>	<b>CONSUMO ALIMENTO (kg)</b>	<b>PESO (kg)</b>	<b>CA</b>
1	8.86	0.20	0.913
2	10.00	0.36	1.088
3	21.82	0.69	1.231
4	32.61	1.24	1.235
5	42.61	1.84	1.312
6	65.00	1.87	2.015
<b>TOTAL</b>	<b>180.91</b>	<b>89.77</b>	<b>2.015</b>

**ANEXO 10. REGISTRO DE MORTALIDAD DIARIA DEL TRATAMIENTO**

**TRATAMIENTO T0 (Sin Saccharina Proteica)**

SEMANA	DIAS DE LA SEMANA							TOTAL	VIVOS	MUERTOS ACUMULADOS	CAUSA
	S	D	L	M	M	J	V				
1	1							1	149	1	1 Accidente
2				1	2			3	146	4	1 Malformación, 1 Accidente, 1 Omfalitis
3		3						3	143	7	3 Accidente
4								0	143	7	-
5								0	143	7	-
6								0	143	7	-

**TRATAMIENTO T1 (5% Sustitución de Saccharina Proteica)**

SEMANA	DIAS DE LA SEMANA							TOTAL	VIVOS	MUERTOS ACUMULADOS	CAUSA
	S	D	L	M	M	J	V				
1	1		1	4				6	144	6	5 Omfalitis, 1 Accidente,
2			1	1				2	142	8	2 Omfalitis
3					1			1	141	9	1 Ascitis
4								0	141	9	-
5			1					1	140	10	1 Muerte súbita
6								0	140	10	-

**TRATAMIENTO T2 (10% Sustitución de Saccharina Proteica)**

SEMANA	DIAS DE LA SEMANA							TOTAL	VIVOS	MUERTOS ACUMULADOS	CAUSA
	S	D	L	M	M	J	V				
1	1		3	5				9	141	9	2 Omfalitis
2								0	141	9	-
3								0	141	9	-
4								0	141	9	-
5				1				1	140	10	1 Malformación
6								0	140	10	-

**TRATAMIENTO T3 (15% Sustitución de Saccharina Proteica)**

SEMANA	DIAS DE LA SEMANA							TOTAL	VIVOS	MUERTOS ACUMULADOS	CAUSA
	S	D	L	M	M	J	V				
1			1	2				3	147	3	3 Omfalitis
2								0	147	3	-
3								0	147	3	-
4								0	147	3	-
5								0	147	3	-
6			1					1	146	4	1 Malformación

**ANEXO 11. PESOS A LA CANAL A LA SEXTA SEMANA DE EDAD EN kg.**

N° pollos	T0 R1	T0 R2	T0 R3	T1 R1	T1 R2	T1 R3	T2 R1	T2 R2	T2 R3	T3 R1	T3 R2	T3R3
1	2.61	2.68	2.50	2.64	2.68	2.68	2.27	2.27	2.05	2.27	2.27	2.05
2	2.59	2.61	2.50	2.61	2.50	2.50	2.27	1.82	2.05	2.27	2.05	2.05
3	2.59	2.50	2.50	2.61	2.50	2.50	2.27	1.82	2.05	2.27	2.05	2.05
4	2.55	2.50	2.50	2.61	2.50	2.50	1.82	1.82	2.05	2.27	2.05	2.05
5	2.55	2.50	2.50	2.61	2.50	2.50	1.82	1.82	2.05	2.27	2.05	2.05
6	2.50	2.50	2.50	2.55	2.50	2.27	1.82	1.82	2.05	2.27	2.05	2.05
7	2.45	2.50	2.27	2.55	2.50	2.27	1.82	1.82	2.05	2.27	2.05	2.05
8	2.45	2.50	2.27	2.50	2.50	2.27	1.82	1.82	2.05	2.27	2.05	2.05
9	2.41	2.41	2.27	2.50	2.27	2.27	1.82	1.82	2.05	2.27	2.05	2.05
10	2.41	2.41	2.27	2.50	2.27	2.27	1.82	1.82	1.93	2.27	2.05	2.05
11	2.39	2.36	2.27	2.45	2.27	2.27	1.82	1.82	1.93	2.23	2.05	2.05
12	2.39	2.27	2.27	2.45	2.27	2.27	1.82	1.70	1.93	2.05	2.05	2.05
13	2.39	2.27	2.27	2.39	2.27	2.27	1.82	1.70	1.93	2.05	2.05	2.05
14	2.39	2.27	2.27	2.39	2.27	2.27	1.82	1.70	1.93	2.05	2.05	2.05
15	2.39	2.27	2.27	2.39	2.27	2.27	1.82	1.70	1.82	2.05	2.05	2.05
16	2.39	2.27	2.27	2.39	2.27	2.27	1.82	1.70	1.82	2.05	2.05	2.05
17	2.39	2.27	2.27	2.39	2.27	2.27	1.70	1.70	1.82	2.05	2.05	2.05
18	2.32	2.27	2.27	2.39	2.27	2.27	1.70	1.70	1.82	2.05	2.05	2.05
19	2.32	2.27	2.27	2.39	2.27	2.27	1.70	1.68	1.82	2.05	2.05	2.05
20	2.32	2.27	2.27	2.27	2.27	2.27	1.70	1.68	1.82	2.05	2.05	2.05
21	2.32	2.27	2.27	2.27	2.14	2.27	1.70	1.64	1.82	2.05	2.05	2.05
22	2.32	2.27	2.27	2.23	2.09	2.27	1.70	1.64	1.82	2.05	1.82	1.82
23	2.27	2.27	2.27	2.23	2.09	2.27	1.70	1.59	1.82	2.05	1.82	1.82
24	2.27	2.23	2.27	2.18	2.05	2.27	1.59	1.59	1.82	2.05	1.82	1.82
25	2.27	2.18	2.05	2.16	2.05	2.27	1.59	1.59	1.70	2.05	1.82	1.82
26	2.27	2.14	2.05	2.16	2.05	2.27	1.59	1.59	1.70	2.05	1.82	1.82
27	2.27	2.14	2.05	2.16	2.05	2.27	1.59	1.59	1.70	2.05	1.82	1.82
28	2.23	2.14	2.05	2.16	2.05	2.27	1.59	1.59	1.70	2.05	1.82	1.82
29	2.16	2.09	2.05	2.16	2.05	2.27	1.59	1.59	1.70	2.05	1.82	1.82
30	2.16	2.09	2.05	2.14	2.05	2.05	1.59	1.59	1.70	1.82	1.82	1.82
31	2.16	2.09	2.05	2.09	2.05	2.05	1.59	1.59	1.70	1.82	1.82	1.82
32	2.14	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	1.59	1.59	1.70	1.82	1.82	1.82
33	2.14	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	1.59	1.59	1.70	1.82	1.82	1.82
34	2.09	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	1.59	1.59	1.70	1.82	1.59	1.82
35	2.09	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	1.59	1.59	1.70	1.82	1.59	1.82
36	2.09	2.05	2.05	2.05	2.00	2.05	1.59	1.59	1.59	1.82	1.59	1.82
37	2.05	2.05	2.05	2.05	1.91	2.05	1.59	1.59	1.59	1.82	1.59	1.82
38	2.05	2.05	2.05	2.05	1.91	2.05	1.59	1.59	1.59	1.82	1.59	1.82
39	2.05	2.05	2.05	2.05	1.91	2.05	1.36	1.59	1.59	1.82	1.59	1.59
40	2.05	2.05	1.82	2.05	1.82	2.05	1.36	1.59	1.59	1.70	1.59	1.59
41	2.05	2.05	1.82	2.00	1.82	2.05	1.36	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59
42	2.05	2.05	1.82	1.95	1.82	2.05	1.36	1.59	1.48	1.48	1.59	1.59
43	2.05	1.93	1.82	1.93	1.82	2.05		1.59	1.36	1.48	1.59	1.59
44	2.05	1.91	1.82	1.93		2.05		1.59	1.36	1.48	1.59	1.59
45	2.05	1.91	1.82	1.91		2.05		1.59	1.36	1.48	1.59	1.59
46	1.93	1.91	1.82	1.82		2.05		1.59	1.36	1.48	1.59	1.59
47	1.93	1.91		1.82		2.05		1.59	1.36	1.36	1.59	1.59
48	1.91	1.82				2.05		1.59	1.36	1.36	1.59	1.59
49		1.82				1.82		1.55	1.36	1.36	1.36	
50						1.82						
<b>TOTAL</b>	<b>108.20</b>	<b>107.55</b>	<b>99.32</b>	<b>105.27</b>	<b>93.32</b>	<b>109.73</b>	<b>71.70</b>	<b>81.93</b>	<b>85.57</b>	<b>94.73</b>	<b>90.23</b>	<b>89.77</b>
<b>X</b>	<b>2.25</b>	<b>2.19</b>	<b>2.16</b>	<b>2.24</b>	<b>2.17</b>	<b>2.19</b>	<b>1.71</b>	<b>1.67</b>	<b>1.75</b>	<b>1.93</b>	<b>1.84</b>	<b>1.87</b>

