

Universidad Técnica Particular de Loja
 BIBLIOTECA GENERAL
 Revisado el XII-22-88
 Valor 7.200.
 Número Clasificación 1988 Q8 IA.44



636x446

C

638
 Almondia... auraco...
 D...?

$$\frac{638.50855}{638}$$



Universidad Técnica Particular de Loja

Facultad de Ingeniería en Industrias Agropecuarias

**Digestibilidad "in vivo" de las principales
materias primas utilizadas en la formulación
de Raciones para Aves**

TESIS PREVIA A LA OBTENCION
DEL TITULO DE INGENIERO EN
INDUSTRIAS AGROPECUARIAS

José Rodrigo Quituisaca Poma
Delio Antonino Sarango Cuenca

DIRECTOR

Ing. Gonzalo Pizarro Nalvay

LOJA - ECUADOR

1988



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Septiembre, 2017

Ingeniero

GONZALO PIZARRO N.

Profesor titular de la Universidad
Técnica Particular de Loja, Director
de tesis de los señores: José R.
Quituisaca P. y Delio A. Sarango C.

CERTIFICA:

Haber revisado cuidadosamente el
presente trabajo, por lo que
autoriza su presentación y
sustentación.



Ing. Gonzalo Pizarro

DIRECTOR

A U T O R I A

La responsabilidad del presente
trabajo, pertenece exclusivamente
a los autores.

Loja, Septiembre de 1988.

A mis padres, por su invalorable
apoyo a través de mi carrera.

A mi esposa e hijas.

JOSE

A mis padres y hermanos.

DELIO

AGRADECIMIENTO

Dejamos constancia de nuestro sincero agradecimiento a la Universidad Técnica Particular de Loja y demás personal administrativo, en especial al Sr. Ing. Gonzalo Pizarro Director de la presente Investigación, y, a otras personas y amigos, que de una forma u otra colaboraron en la realización del presente trabajo.

S U M A R I O

RESUMEN

1. INTRODUCCION

- 1.1. Objetivos
- 1.2. Importancia

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Digestión y Absorción

2.1.1. Anatomía del sistema digestivo de las aves

2.1.2. Capacidad del tracto digestivo

2.1.3. Proceso de digestión

2.1.4. Proceso de absorción

2.1.4.1. Mecanismos de Absorción

2.1.4.1.1. Difusión

2.1.4.1.2. Transporte Activo

2.1.4.1.2. Pinocitosis

2.1.5. Factores que afectan la Digestión y Absorción.

2.2. Metabolismo de los Nutrientes

2.2.1. Metabolismo Energético

2.2.2. Metabolismo Proteico

2.2.3. Metabolismo Graso

2.2.4. Metabolismo de los Hidratos de Carbono

2.3. Requerimientos Nutritivos de las Aves

2.3.1. Necesidades de Energía

2.3.2. Necesidades de Proteínas

2.3.3. Necesidades de Carbohidratos

- 2.3.4. Necesidades de Lípidos o Grasas
- 2.3.5. Necesidades de Minerales
- 2.3.6. Necesidades de Vitaminas
- 2.3.7. Necesidades de Agua
- 2.3.8. Necesidades de Aditivos

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Características de las Materias Primas

3.1.1. Características Físico Químicas

3.1.1.1. Maíz Amarillo Molido

3.1.1.2. Torta de Soya

3.1.1.3. Harina de Pescado

3.1.1.4. Salvado de Trigo (afrecho)

3.1.2. Cálculo de las Características Físicas de las Materias Primas

3.1.3. Granulometría de los Alimentos

3.1.4. Análisis Bromatológico de las Materias Primas

3.2. Parte Experimental

3.2.1. Selección de las aves

3.2.1.1. Pollos de 3 semanas

3.2.1.2. Gallos de más de 8 semanas

3.2.2. Procedimientos para la Estimación de la Digestibilidad

3.2.2.1. Procedimientos IN VIVO

3.2.2.1.1. Exposición de Uréteres en pollos.

3.2.2.1.2. Colostomía en gallos

3.2.2.1.3. Determinación de

Energía Metabolizable

Verdadera

3.2.2.2. Procedimiento IN VITRO

3.2.2.2.1. Digestibilidad en
pepsina de la
proteína de origen
animal.

3.2.2.3. Procedimiento TEORICO

3.3. Obtención de muestras del alimento consumido
realmente

3.3.1. Dosificación del Alimento Puro

3.3.2. Cálculo del Consumo de Alimento

3.3.3. Análisis Bromatológico de las Heces

3.4. Problemas Técnicos de la Determinación de la
Digestibilidad Aparente con Animales
Estabulados.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Digestibilidad de los Nutrientes en Pollos

4.2. Digestibilidad de los Nutrientes en Gallos

4.3. Análisis Estadístico y Discusión de Resultados

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6. BIBLIOGRAFIA

7. ANEXOS

INDICE

RESUMEN

El presente estudio comprende los siguientes aspectos, tales como: fines e importancia de los cuadros de nutrición y digestión en la alimentación animal. Todos los aspectos relacionados a la anatomía y fisiología del tracto digestivo de las aves de corral, sus partes integrantes en el funcionamiento de la absorción de los nutrientes específicos, conocidos como procesos de digestión y absorción, la capacidad y los mecanismos necesarios para la absorción; así como también los aspectos que afectan dichos procesos. Comprende también lo relacionado al metabolismo de los nutrientes, en donde se localizan, en el tracto digestivo; cuáles son sus reacciones, qué enzimas intervienen y además una serie de ciclos metabólicos relacionados con la digestión y absorción de cada uno de los nutrientes como son: energía, proteína, grasa y carbohidratos.

Comprende un estudio teórico de los requerimientos nutricionales para las aves; desglosado en necesidades de: energía, proteína, grasa, carbohidratos, minerales, vitaminas, agua y aditivos. Necesidades que deben cubrir las raciones alimenticias para aves, como son: pollos en crecimiento y acabado, pollitas de reemplazo y gallinas de postura; dichos requerimientos se encuentran especificados en las correspondientes tablas tomadas de textos de nutrición y relacionados con la especie animal en estudio.



En lo que respecta a la parte experimental; es decir, a la obtención de los cuadros de digestibilidad de cada uno de los nutrientes de los alimentos; se utiliza el método de determinación IN VIVO conocido como: "Determinación de la Energía Metabolizable Verdadera" que es aplicable a cualquier nutriente y acondicionado a la fórmula siguiente:

$$\text{DIGESTIBILIDAD} = \frac{\text{PSSR} \times \text{PR} - \text{PSH} \times \text{PH}}{\text{PSSR} \times \text{PR}} \times 100$$

En donde:

PSSR = Peso de la Sustancia Seca de la Ración Ingerida

PR = Porcentaje de Proteína de la Ración

PSH = Peso Seco de las Heces

PH = Porcentaje de la Proteína de las Heces

Dicha técnica es aplicable, en las condiciones ambientales locales, a pesar de que presenta ciertos inconvenientes, los cuales se detallan en el capítulo 3, numeral 4.

Los resultados obtenidos al aplicar esta técnica son los siguientes: en pollos y gallos respectivamente los porcentajes de digestibilidad son:

CUADRO Nº 1

PORCENTAJES DE DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES, PROMEDIOS

Materias Primas	Proteína Bruta	Extracto Etéreo	Fibra Cruda	Extracto No Nitrogenado
Maíz	89,40	88,67	24,88	86,31
Molido	(84,92)	(77,86)	(21,51)	(83,58)
Torta de Soya	82,01	60,40	1,61	37,10
	(88,81)	(55,84)	(1,80)	(19,10)
Harina de Pescado	86,96	74,38	---	---
	(92,47)	(75,94)	---	---
Afrecho de Trigo	75,57	55,57	37,53	26,20
	(61,95)	(57,14)	(39,99)	(47,76)

NOTA: Los valores en paréntesis corresponden a los resultados obtenidos en gallos de mas de ocho semanas de edad.

Estos resultados son satisfactorios, como se verá en el capítulo 4, en el cual se desarrolla un análisis estadístico, individualmente en pollos y gallos; y se

discute la aceptación de la hipótesis nula planteada por el método de "completamente azarizado" y la "prueba de DUNCAN", que son estadígrafos que determinan la homogeneidad de los datos obtenidos, y asegura el uso de los mismos para formular con éxito raciones alimenticias de alta calidad para las aves de corral y especies animales afines.

Finalmente estamos conscientes de que el presente trabajo de investigación aplicada contribuirá a la capacitación de profesores, estudiantes y avicultores; quienes directa o indirectamente están vinculados con la producción y alimentación de aves y que tratan de incrementar sus ganancias, aprovechando al máximo las cualidades nutritivas de cada una de las materias primas tratadas en el presente estudio, formulando dietas de alta calidad que rendirán un índice de conversión, alimento/carne o huevos, satisfactorio.

CAPITULO I

1. INTRODUCCION

Nutrición, es una rama de la biología que estudia el conjunto de fenómenos que tienen por objeto la conservación del ser viviente. En base a esta definición, el presente trabajo lleva a consideración del: nutrólogo, fabricante de alimentos balanceados, alumnos y del pequeño avicultor; un estudio minucioso sobre alimentación científica de las aves.

Este estudio está basado en las siguientes cláusulas: conocimiento práctico sobre la anatomía del tracto digestivo, fisiología de cada uno de los órganos que lo componen, en dónde y cuándo se realiza la digestión y absorción de los nutrientes, los requerimientos nutritivos y la digestibilidad de los nutrientes de los alimentos.

En la actualidad, en nuestro país, no existen documentos sobre análisis de digestibilidad en aves, en los cuales pueda basarse un nutricionista para formular sus raciones, por lo que se ha exigido la necesidad de conocer de la calidad de nuestras materias primas y en base a ésta racionar y cumplir con los requerimientos nutritivos específicos; para aprovecharlas mejor y en buena forma a las mismas, haciendo raciones de buena calidad y de bajo costo, para obtener un buen rendimiento tanto en carne como en huevos.

1.1. OBJETIVOS

La presente investigación aplicada está orientada a satisfacer los siguientes objetivos; con los cuales puede obtenerse una buena producción de carne y/o huevos:

- a. Presentar un medio de información técnica a las personas relacionadas con la nutrición avícola.
- b. Incentivar al pequeño y grande avicultor a utilizar sus materias primas abundantes, con mejores criterios de producción y rendimiento de carne y/o huevos.
- c. Proporcionar, al nutrólogo, la información básica sobre el porcentaje de digestibilidad de los nutrientes de las materias primas locales que va a utilizar, para suplir los requerimientos individuales; y conocer cuánto, de éstos, es aprovechable por el animal.
- d. Presentar los resultados obtenidos para que tanto el nutrólogo o el procesador, como el avicultor, cree sus propios piensos en base al contenido real de nutrientes de las materias primas locales y al porcentaje que pueden ser digeridos por las aves.

1.2. IMPORTANCIA

Puesto que los avicultores, tienen la necesidad de producir más ganancias, incrementando el índice de conversión del alimento a carne o huevos, a un menor costo; se ha desarrollado técnicas cuantitativas para aprovechar al

máximo las cualidades nutritivas de las materias disponibles, así como de la capacidad absoluta del tracto digestivo de las aves; por lo que hemos tratado de aprovechar estas técnicas para obtener una base de datos que serán de beneficio incomparable en nutrición, para la formulación de raciones de buena y alta calidad.

Constituye además un análisis comparativo en lo que respecta a los resultados obtenidos, de las mismas materias primas, con las de otros lugares del continente; tanto en constitución química como en el aprovechamiento de las mismas.

En nuestro país, nos hemos dado cuenta, que no existe el aprovechamiento real del valor nutritivo de cada uno de los alimentos que conforman una ración para las aves; por lo que este trabajo de investigación presenta la oportunidad para aquellos avicultores interesados en incrementar su nivel económico, en forma técnica; y crear por lo tanto, más y mejores ocasiones de trabajo tanto en lo que respecta a profesionales o técnicos como de mano de obra no calificada.



CAPITULO II

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. DIGESTION Y ABSORCION

2.1.1. ANATOMIA DEL SISTEMA DIGESTIVO DE LAS AVES

El tracto digestivo de las aves, es un tubo cilíndrico largo que se extiende desde la boca al ano y que tiene ciertos ensanchamientos para la acumulación de los alimentos y de los productos de desecho. Desde el punto de vista anatómico, difiere considerablemente del de los mamíferos; por la presencia de pico en vez de maxilares óseos, adopción por parte de la molleja de la función de los dientes, por la presencia del buche, desarrollo de los ciegos y formación de una cloaca.

La cavidad bucal, posee terminaciones sensitivas de manera que se trata de un órgano táctil; además, posee lengua que sirve para tomar los alimentos así como para seleccionarlos y para facilitar la deglución. Posee también glándulas salivales que de acuerdo a su situación se clasificará en: maxilares o monostomáticas, palatinas laterales, palatinas mediales, esfenopterigoideas, mandibulares y cricoaritrnoideas.

A continuación se encuentra el esófago, que es

mucho más dilatable en las aves que en los mamíferos, por donde descienden los alimentos hacia el buche; el cual es un divertículo preesternal que se encuentra a la derecha del plano medio del animal, es esférico y voluminoso.

El alimento ingerido continúa hasta el proventrículo, que es un órgano tubular fusiforme y de paredes gruesas, poco dilatable y que constituye un paso hasta la molleja; también posee un estrangulamiento en forma de itmo.

La molleja está situada por detrás del proventrículo y tiene la forma de un disco de paredes gruesas. Su función es la de desmenuzar el alimento en partículas más pequeñas.

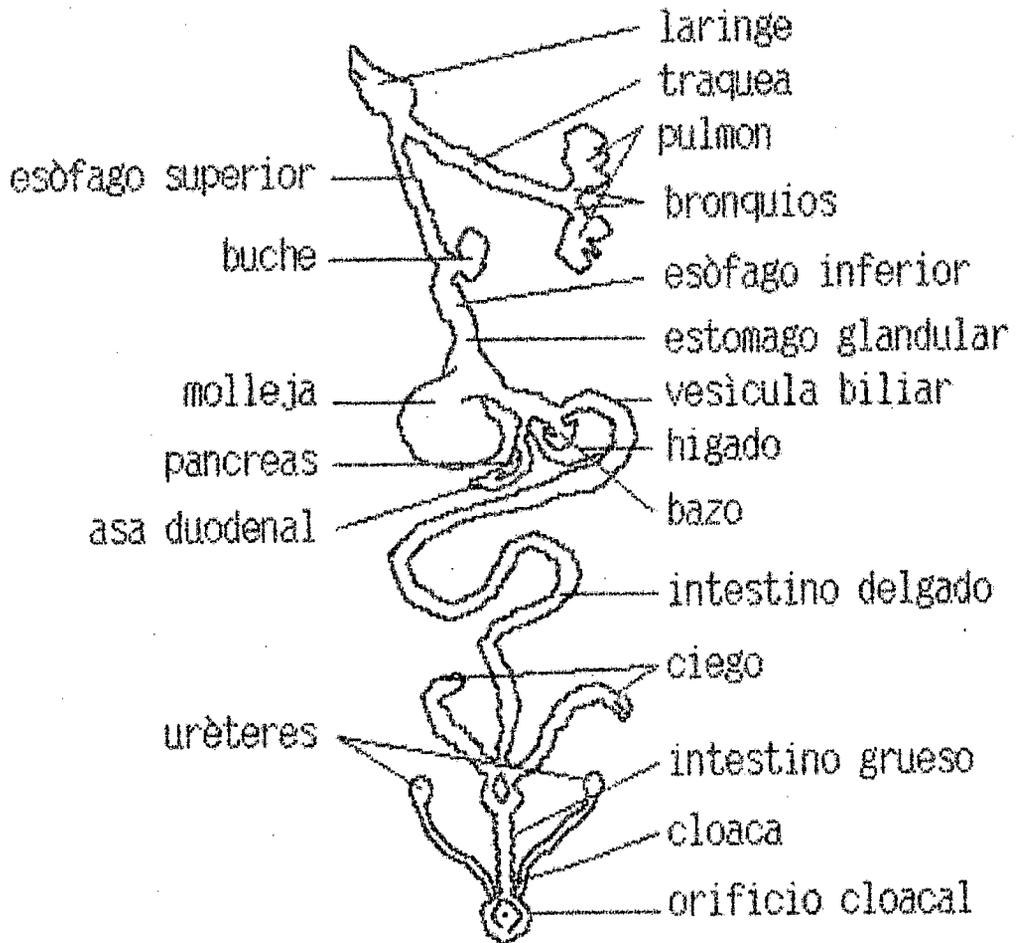
Seguidamente aparece el intestino delgado constituido por: el duodeno, yeyuno, el divertículo de Meckel e ileon. Este posee una mucosa que se caracteriza por la presencia ininterrumpida de vellosidades de diversa forma y dispuestas regularmente para la absorción de los nutrientes alimenticios hacia el torrente sanguíneo.

Posteriormente existen los ciegos, de 15 a 25 cm. de longitud, que parten del ileon mediante un

delgado cuello provisto de un repliegue muscular anular que actúa como válvula; su contenido se deposita en el recto por medio de un esfínter cecal. En el recto, que es de 12 a 25 cm. se acumulan las heces; éste está suspendido debajo del raquis desde la boca de los ciegos, y termina dilatándose en la cloaca, con un dispositivo de cierre que es el esfínter recto-cloacal.

Por último tenemos la cloaca, que es un receptáculo sacciforme, que se abre al exterior para excretar las heces, orina y productos genitales; y en el cual se distinguen tres porciones: el coprodeo, urodeo y el proctodeo. (Fig. N° 1).

GRAFICO No. 1 EL SISTEMA DIGESTIVO DE LAS AVES



Existen también otros órganos anexos a los intestinos como el hígado, vesícula biliar, los conductos biliares, páncreas, conductos pancreáticos y bazo; que cumplen una función importante en la digestión de los alimentos y que complementan la anatomía del sistema digestivo de las aves.

Cuadro Nº 2.

MEDIDAS DEL CANAL INTESTINAL EN CENTIMETROS. (11)

Segmento intestinal		Gallina	
Duodeno: longitud	.....	22	- 35
anchura	.....	0,8	- 1,2
Yeyuno: longitud	.....	85	- 120
anchura	.....	0,6	- 1,0
Ileon: longitud	.....	13	- 18
Ciego: longitud	.....	15	- 25
Longitud total del intestino	.....	120	- 250

2.1.2. CAPACIDAD DEL TRACTO DIGESTIVO

Debido a las adaptaciones anatómicas de las varias especies de animales, la importancia relativa de los varios órganos digestivos se refleja en sus respectivas capacidades; puesto que la relación entre la longitud del intestino y la del cuerpo es relativamente baja en las aves, el alimento debe caracterizarse por una elevada concentración en

(11) HOFFMAN G. Anatomía y Fisiología de las aves domésticas, 1.969, pág. 72

sustancias nutritivas y por una pobreza de fibra bruta, ya que la fibra disminuye el aprovechamiento de las sustancias nutritivas, por lo tanto se requiere un consumo adicional de energía para su transporte a lo largo del canal digestivo. (Cuadro 2).

La capacidad del tracto digestivo en las aves difiere a la de otros animales. En los rumiantes el estómago tiene la más larga capacidad, mientras que en el cerdo el intestino delgado y el estómago tienen casi la misma capacidad. En el caballo, el ciego y el colon son los segmentos más largos del tracto digestivo intestinal.

Cuadro Nº 3.

RELACION ENTRE LA LONGITUD INTESTINAL Y LA CORPORAL EN DIVERSAS ESPECIES DE AVES Y OTROS ANIMALES DE EXPLOTACION (12)

Aves		Otros animales de explotación	
Gallo	8 : 1	Conejo	13 : 1
Pato	10 : 1	Cerdo	25 : 1
Ganso	11 : 1	Vaca	30 : 1

(12) JEROCH Nutrición de aves. pág 39

2.1.3. PROCESO DE DIGESTION

"La digestión representa los procesos físicos y químicos que tienen lugar en el tracto gastrointestinal y produce la ruptura del complejo de compuestos químicos existentes en los alimentos, en moléculas mas pequeñas que puedan ser absorbidas y utilizadas por el animal". (17)

Este proceso es realizado originalmente debido a la acción de enzimas digestivos así como, con la ayuda de ciertos fermentos. Muchos de estos enzimas son almacenados en forma inactiva, en cuyo caso se denomina Cinógenos o Proenzimas. Los enzimas que realizan la mayor parte del trabajo de preparar los nutrientes (digestión) para la absorción, son suministrados por las secreciones del sistema digestivo de las aves, como se ilustra en el siguiente cuadro.

(17) SCOTT M. L. Alimentación de las aves, pág 25

Cuadro Nº 4

ENZIMAS DEL PROCESO DIGESTIVO (13)

SECRECION	FUENTE	ENZIMAS	PH
Saliva	Glándula salival	Amilasa, lipasa	6,7 - 6,9
Mucus	Glándula mucosa del buche	Lactasa	4,4 - 4,9
Jugo gástrico	Proventrículo	Pepsina	4,0 - 4,4
Jugo pancreático	Páncreas	Amilasa, lipasa, tripsina	neutro
Bilis	Hígado	Coadyuvante de la lipasa y vitaminas liposolubles	ácida
Jugo intestinal	Intestino delgado	Amilasa, erepsina, maltasa, sacarosa	neutro

En la boca no existe ningún proceso digestivo, debido al escaso tiempo que permanecen aquí los alimentos. En el buche hay alguna acción digestiva, por los efectos combinados de la humedad y el calor, y por los fermentos presentes en el alimento, con la amilasa de la saliva.

(13) JULL MERLEY A. *Avicultura*. 1962

El grado de digestión aumenta rápidamente una vez que los alimentos llegan a la molleja; pero la parte más importante de la digestión, tiene lugar en el intestino delgado, después de que el alimento se ha mezclado en el jugo gástrico del proventriculo y ha sido desmenuzado por acción de la molleja.

En el intestino delgado, el alimento sufre una serie de transformaciones en sus nutrientes, principalmente las proteínas que se desnaturalizan por la acción ácida del proventriculo y la molleja; y el ataque de los enzimas hidrolíticos en especial los enzimas del jugo gástrico, la tripsina del jugo pancreático y la eripeina del jugo intestinal, que las convierten en sus formas más simples para ser utilizadas por el organismo animal.

En el caso de los hidratos de carbono, sufren transformaciones parecidas, pero actúan la ptialina de la saliva, la amilopeptina del jugo pancreático, y las invertasas del jugo intestinal; para desdoblar el almidón a azúcares más simples que puedan ser absorbidos por el organismo o que actúen como fuente de energía.

Las grasas tienen que ser desdobladas en ácidos grasos y glicerina para que puedan ser absorbidas por

el organismo, esto lo realizan en el intestino la lipasa pancreática, la bilis con sus sales alcalinas, la pepsina del jugo gástrico y la intervención de la oxidasa.

2.1.4. PROCESO DE ABSORCIÓN

La absorción, es el proceso contiguo a la digestión y se trata de los mecanismos de transporte de los alimentos digeridos al torrente sanguíneo, destinados a cumplir los requerimientos metabólicos del organismo animal.

Los alimentos depositados en el buche, no sufren ninguna clase de transformación, por lo tanto aquí no existe absorción así como también en el esófago, proventriculo y molleja. La mayor parte de la absorción tiene lugar en el intestino delgado; sin embargo existe alguna absorción en el ciego e intestino grueso. El intestino delgado posee vellosidades que están provistas de capilares linfáticos y un cerrado reticulo de capilares sanguíneos, por donde son absorbidos los productos de la digestión de las grasas (glicerina y ácidos grasos), aunque los ácidos grasos necesitan la ayuda de la bilis. Inmediatamente e incluso durante la absorción, la glicerina y los ácidos grasos se recombinan para formar grasas que son transportadas al



conducto torácico, desde el cual se vierten en el torrente sanguíneo.

Los productos de la digestión de las proteínas, hidratos de carbono, sales minerales, así como las vitaminas, son absorbidos por los capilares sanguíneos y pasan al interior de la vena porta que los conduce al hígado a cumplir las necesidades nutritivas y en parte como fuente de reserva.

2.1.4.1. MECANISMOS DE ABSORCION

Algunos son los mecanismos de absorción de nutrientes encontrados en los animales. El mecanismo particular a ser usado es dependiente del tamaño físico de la partícula, las propiedades químicas del nutriente y el de absorción. Los tres mecanismos básicos de absorción son: difusión, transporte activo y pinocitosis.

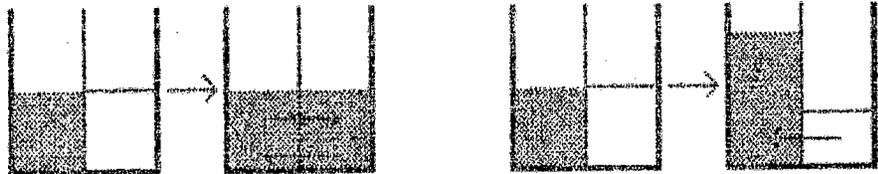
2.1.4.1.1. DIFUSION

Es el mecanismo por medio del cual las moléculas de un solvente se dilatan para llenar el volumen disponible en una área dada. Si son dos

soluciones son separadas por una membrana permeable y una solución tiene mayor concentración química o eléctrica que la otra, la difusión ocurrirá hasta que haya una concentración uniforme; así tenemos como ejemplo de difusión a la osmosis. El porcentaje de difusión depende de el tamaño, forma, peso y polaridad de la partícula que va a ser absorbida.

Fig. 2.

DIFUSION



Membrana permeable
(Difusion simple)

Membrana semipermeable
(Osmosis)

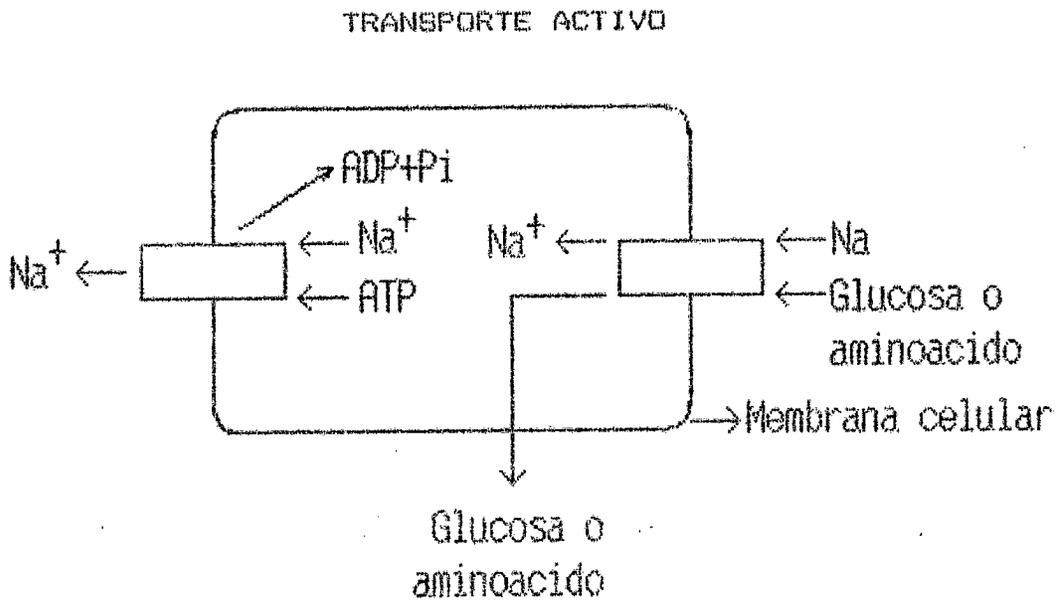
2.1.4.1.2. TRANSPORTE ACTIVO

En el proceso de difusión no hay gasto de energía, sin embargo cuando un nutriente puede atravesar una membrana frente a una concentración gradiente (química o eléctrica) y

requiere de un gasto de cierta cantidad de energía, el proceso toma el nombre de transporte activo. La difusión es un balance de las concentraciones de la solución de ambos lados de una membrana, mientras que el transporte activo obra en contra de una concentración gradiente.

En sistemas fisiológicos los iones de sodio son generalmente encontrados en concentraciones más altas fuera de la célula que pueden combinarse con glucosa o aminoácidos, para formar compuestos complejos los cuales son atraídos dentro de la célula paralelamente con los iones de sodio. Una vez al otro lado de la membrana celular, el complejo disociado y el sodio es expulsado fuera de la célula. En la figura adjunta el transporte activo, ocurre cuando hay movimiento frente a una concentración gradiente y con gasto de energía.

Fig. 3.



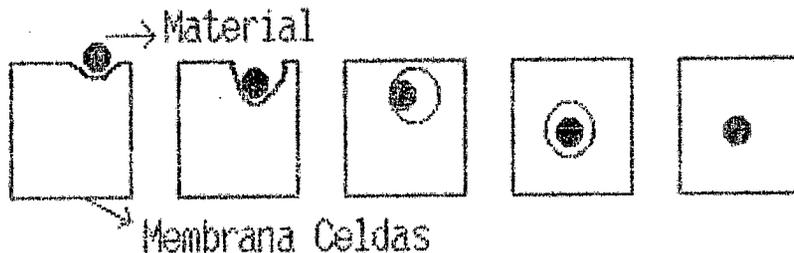
2.1.4.1.3. PICNOSITOSIS

"Es el proceso por el cual los materiales son depositados en la célula a través de una invaginación (enchufamiento) y subsecuente disolvencia de una parte de la membrana celular". Este proceso permite a la célula absorber ciertos lípidos y proteínas intactas; como puede ser observado en la figura No. 4, el material al ser absorbido viene en contacto con la membrana celular, ésta invagina el material y luego se funde y

la sección invaginada de la membrana es disuelta por enzimas lisosomáticas. Las células absorbentes en el intestino delgado son capaces de usar este mecanismo absorbente. (9)

Fig. 4.

PICNOSITOSIS



2.1.5. FACTORES QUE AFECTAN LA DIGESTION Y ABSORCION

Numerosos factores respecto al alimento mismo, influyen en la digestión y absorción, así como la autoregulación del sistema digestivo puede influenciar en la digestión y absorción, así como la autoregulación del sistema digestivo puede influenciar en la digestión, especialmente cuando hay disfunciones en el organismo.

(9) FEEDS I NUTRITION - Complete - Ensminger

El porcentaje de paso del alimento, es uno de los factores que afectan la digestión, ya que si un cierto tipo de alimento es destinado a pasar rápidamente a través de un animal, la digestión no será eficiente ya que el alimento no tendrá la adecuada exposición a los enzimas digestivos. Las aves que se alimentan en un régimen de libre selección pueden utilizar el alimento más eficientemente.

El procesado de alimentos incrementa marcadamente la digestión del alimento en las aves; especialmente en grano de elevado grado de textura. Así mismo el cocido se ha demostrado en ciertos casos que aumenta la digestibilidad del alimento.

La composición del alimento, influye notablemente en la digestibilidad, sobre todo si es rico en fibra. La fibra es extremadamente indigerible por las aves, debido a la carencia de ciertos enzimas (como la celulasa por ejemplo), necesarias para la degradación de complejas paredes celulares de los alimentos.

2.2. METABOLISMO DE LOS NUTRIENTES

Si bajo el término de digestión se incluyen todos los cambios que experimentan todos los alimentos desde que son

consumidos hasta que se encuentran en condiciones de ser absorbidos por los tejidos del organismo; el metabolismo se considera que incluye todos los procesos que sufren los materiales nutritivos desde que se incorporan a la corriente sanguínea hasta que se eliminan del organismo los productos finales. Se hace a menudo referencia al metabolismo total o energético, al metabolismo de las proteínas, de los hidratos de carbono, de las grasas, minerales, agua, y algún compuesto en particular.

2.2.1. METABOLISMO ENERGETICO

Se refiere a todos los cambios químicos que provocan liberación de energía en el organismo animal. Esta energía viene originalmente de la luz solar y es depositada en los vegetales como resultado de la fotosíntesis. (H.C., grasas y proteínas).

Los mecanismos internos crean una necesidad extrema de energía que debe ser suplida en la proporción exacta para producir el crecimiento y rendimiento deseado.

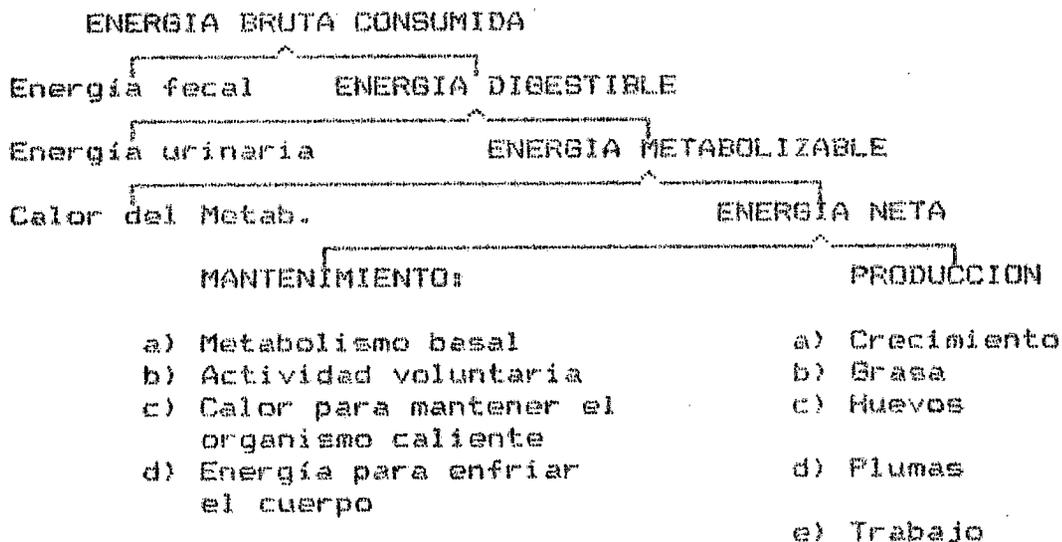
La energía presente en los hidratos de carbono, grasas y proteínas, es utilizada por el animal en mayor o menor proporción según sus necesidades corporales. Mas adelante tienen lugar pérdidas en la orina en forma

de restos de nitrógeno y otros compuestos no oxidados por el organismo. Cuando la energía digestible es corregida de acuerdo a estas pérdidas, la resultante se denomina, "valor de energía metabolizable del alimento".

Durante el metabolismo del nutriente, tienen lugar nuevas pérdidas de energía (incremento calórico), la energía que queda en el alimento y que es disponible para el mantenimiento y producción del animal se denomina energía neta.

Fig. 5.

DISTRIBUCION Y UTILIZACION DE LA ENERGIA CONSUMIDA POR LAS AVES. (22)



2.2.2. METABOLISMO PROTEICO

En la digestión de las proteínas, estas son atacadas por los enzimas hidrolíticos que deshacen su forma tridimensional en fragmentos individuales para ser expuestas al ataque en cada unión péptida; conjuntamente con los enzimas del jugo gástrico las transforman en metaproteínas, proteosomas, peptonas, y péptidos; estas dos últimas fracciones de proteína son hidrolizadas parcialmente en aminoácidos por acción de la tripsina del jugo pancreático, y la eripsina convierte las proteosomas, peptonas y los péptidos en aminoácidos.

Una vez que los aminoácidos resultantes de la digestión proteica entran en la corriente sanguínea, son conducidos a los diversos tejidos del organismo; algunos se usan para la construcción de nuevos tejidos (crecimiento), en la formación de ciertas hormonas (secretina, pancreozimina), y los que no se usan de esta forma, son descompuestos en sustancias simples, que a su vez; unos forman grasas y glucosa nuevamente, y otros constituyen el producto final del metabolismo de los aminoácidos que es el ácido úrico y el CO_2 .



Gran parte de la proteína se convierte en derivados de hidratos de carbono que proporcionan la cantidad de glucosa necesaria para mantener el nivel normal de ésta, en la sangre.

2.2.3. METABOLISMO GRASO

Las grasas o lípidos de la ración, son desdobladas por acción de la bilis que, las saponifica, emulsiona y disuelve éstas y los ácidos grasos, que han sido residuo, junto con la glicerina, de la transformación por la lipasa pancreática y la pepsina del jugo gástrico. La glicerina se metaboliza como hidrato de carbono y los ácidos grasos se oxidan, mediante la oxidasa, en sus productos finales que son el CO_2 y el Agua.

Una vez digeridas, las grasas, se almacenan en forma de grasas neutras en el tejido adiposo y otros lugares del organismo: como en la cavidad abdominal, en el mesenterio y alrededor de la molleja. El tejido animal obtiene sus reservas de los lípidos de la ración y de las grasas derivadas del acetyl-coenzima. Ha conseguido durante la lipogénesis de los hidratos de carbono y ciertos aminoácidos.

Las grasas que son absorbidas a través del

intestino que no se eliminan, a excepción de una pequeña cantidad de lipoides sebáceas que se excretan por la piel. No hay límites para el almacenamiento de la grasa; mientras que si existen para los hidratos de carbono, en forma de glucógeno. Cuando los depósitos del glucógeno alcanzan el máximo, el exceso de carbohidratos se almacena en forma de grasa.

2.2.4. METABOLISMO DE LOS HIDRATOS DE CARBONO

La transformación de los hidratos de carbono, en especial del almidón; se realiza por acción de la ptialina y la amilopeptina, en dextrina y luego en maltosa, la cual es transformada en azúcares simples por acción de las invertasas del jugo intestinal.

Después de que los azúcares simples resultantes de la digestión de los hidratos de carbono entran en la circulación y llegan al hígado, son en su mayoría convertidos en glucógeno; sin embargo cierta cantidad de glucosa llega a algunos tejidos en donde se quema para producir calor y trabajo.

Varios fermentos; incluidos la fosfatasa, deshidrogenasa y descarboxilasa, participan en el metabolismo de la glucosa. La mayoría de la energía; utilizada por el animal para su actividad, para las

reacciones químicas que implica su metabolismo, crecimiento y la vida misma, se deriva de los compuestos de alta energía (adenosín-fosfato y creatina-fosfato), producidos por las diversas etapas implicadas en el metabolismo de la glucosa.

La cantidad de glucógeno hallada en el hígado y en los músculos, depende de la naturaleza de la ración y la actividad física lograda por el animal. Durante un ejercicio muscular continuo se forma ácido láctico en los músculos que es retirado gradualmente de la sangre por el hígado y convertido nuevamente en glucógeno, mientras los músculos lisos, y del esqueleto escretan continuamente de las reservas de glucógeno para fines energéticos. El músculo cardíaco emplea la glucosa de la sangre para su energía de mantenimiento y trabajo muscular.

Aunque la glucosa sufre numerosas reacciones para convertirse en CO₂ y Agua, se puede generalizar su oxidación mediante la siguiente reacción: (17)



(17) SCOTT N. L. Alimentación de las aves, 1973

El exceso de carbohidratos sobre la cantidad susceptible de almacenamiento en forma de glucógeno, es quemado o convertido en grasa y almacenado como futura fuente de energía.

2.3. REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS DE LAS AVES

2.3.1. NECESIDADES DE ENERGIA

Las necesidades de energía deben ser expresadas en términos de energía metabolizable para un crecimiento y desarrollo normales, requeridas por animal y por día. Esto es difícil, especialmente en pollos, dado que sus necesidades de energía aumentan día a día en su primera fase de crecimiento, por esto se expresa los niveles de energía en kilocalorías de energía metabolizable por kilo de ración. El grado óptimo de ingestión de energía y el consumo aproximado de pienso del pollo de carne a cada nivel de energía, con raciones equilibradas se muestra en los anexos Nro. 1, 2, y 3.

2.3.2. NECESIDADES DE PROTEINAS

Las proteínas en la nutrición científica de las aves, no están basadas en la proteína bruta contenida en la ración; en su lugar, están considerados los

niveles alimentarios y disponibilidad biológica de cada aminoácido esencial. Las necesidades totales de proteína que tienen las aves varían según: edad, especie, sexo, clima y estado del animal. Las necesidades de proteína en las diferentes etapas de crecimiento se ilustra en los anexos Nro. 1, 2, y 3.

2.3.3. NECESIDADES DE CARBOHIDRATOS

Los carbohidratos están compuestos de azúcares, almidón y hemicelulosa, siendo su principal fuente los granos de cereales y sus subproductos. En la alimentación estos carbohidratos se utilizan como combustible y formadores de grasa, pero principalmente se utilizan como alimentos energéticos; por lo tanto debe existir la mayor cantidad posible en las raciones, ya que una "deficiencia ocasionaría penuria alimenticia y con esto las alteraciones intestinales, parasitismo e infecciones reducen el índice de mortalidad".

"Cuando la cantidad de hidratos de carbono consumida es mayor que la que el animal puede utilizar para sus necesidades energéticas inmediatas o para ser almacenadas en forma de glucógeno; el exceso puede convertirse en grasa y depositarse en el organismo como futura fuente de energía". (18)

2.3.4. NECESIDADES DE LÍPIDOS O GRASAS

La grasa en la dieta de las aves, fundamentalmente es una fuente de calor y de energía, que proporciona mayor cantidad que los carbohidratos (4, 5 Kcal * Kg.). Su adición produce un ligero aumento en el crecimiento y mejora la eficiencia en la utilización del pienso.

La cantidad de grasa añadida a la ración depende del nivel energético contenido en los demás nutrientes, en este caso sirve de suplemento energético a la ración y también depende en parte del costo. La cantidad puede oscilar en porcentajes del 1 al 8%, pero por lo general se utiliza del 4 al 5% en las diferentes raciones para aves; en el cuadro siguiente, se especifica los porcentajes utilizados en las diferentes etapas de desarrollo del ave.

{18} TITUS H., et. al., Alimentación Científica de la gallina, pág 3.

CUADRO Nº 5.

PORCENTAJES DE GRASA DE LA RACION PARA AVES

Ración	Rac. de inicio	Rac. de crecim.	Rac. de rep. in.	Rac. de rep. fi.	Rac. de acaba.
Grasa	2,5-4	3 - 4	3,0-4,5	3,0-3,5	2,5-2,6

Fuente: Vivar C. José, Curso de Avicultura, folleto.

2.3.5. NECESIDADES DE MINERALES

Son numerosísimas las funciones de los elementos minerales en el organismo animal; por ejemplo, el calcio está presente en la cáscara del huevo casi como carbonato cálcico puro, está presente en el hueso más del 90%, etc. Y así sucesivamente, numerosos elementos minerales cumplen funciones importantes en el desarrollo normal del organismo. Los minerales por ser unos de mayor importancia que otros se han clasificado en: estructurales, homeostáticos y oligoelementos o trazas. En el cuadro adjunto se muestra las cantidades requeridas en el alimento.

CUADRO Nº 6.

ELEMENTOS MINERALES ESENCIALES PARA LAS AVES. CANTIDADES
REQUERIDAS EN EL ALIMENTO.

Elemento	Requerim. de pollos		Requerim. de galli.	
	0-8 sem.	0-20 sem.	20 sem + de 20 sem.	
	%	%	%	%
Estructurales:				
Calcio	1,0	0,6	3,3 xx	3,7 xx
Fósforo	0,45	0,4	0,35	0,35
Homeostáticos:				
Sodio	0,15	0,12	0,12	0,12
Potasio	0,40	0,40	0,40	0,40
Cloro	0,15	0,10	0,10	0,10
Vestigiales u Oligoelementos:				
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Magnesio	500,00	500,00	500,00	500,00
Manganeso	50,00	50,00	33,00	33,00
Zinc	40,00	30,00	40,00	60,00
Hierro	80,00	45,00	45,00	55,00
Cobre	5,00	5,00	5,00	5,00
Molibdeno	0,20	0,20	0,20	0,20
Selenio	0,15	0,10	0,10	0,10
Yodo	0,35	0,35	0,30	0,30
Cobalto X	-	-	-	-
Cromo	?	?	?	?

x Requerido solamente como parte de la vitamina B₁₂

xx Cantidades en g/ave/día.

FUENTE: Jull Merley A. Avicultura, pág: 325

2.3.6. NECESIDADES DE VITAMINAS

Las aves son particularmente susceptibles a las

carencias vitamínicas. Las razones son:

- Las aves obtienen poco beneficio de la síntesis microbiana de las vitaminas en el tracto intestinal. Por lo tanto deben ser suplementadas adecuadamente, para la puesta en marcha de las reacciones metabólicas del organismo.

- La gran densidad de concentración existente en las granjas avícolas da lugar a muchos stress en las aves, originando un incremento de sus necesidades vitamínicas.

La vitamina B₁ y la B₆, la biotina y el ácido fólico, están frecuentemente presentes en cantidades adecuadas en las raciones de maíz y la harina de soya; la mayoría de las otras vitaminas no son proporcionadas en cantidades adecuadas por los ingredientes alimenticios normales y por consiguiente deben añadirse al pienso cantidades suplementarias de estas vitaminas para asegurar los niveles dietéticos adecuados. En la tabla adjunta se presenta estos valores, los mismos que tienen las siguientes acotaciones:

a. Estos niveles se recomiendan para una óptima producción animal bajo condiciones prácticas ambientales y de manejo normales.

b. En caso de tensión o de condiciones desfavorables, suplementos adicionales pueden proporcionarse en el alimento o en agua de bebida.

c. Procesos de fabricación y composición agresiva de alimentos pueden requerir incrementos de vitaminas sensibles.

En general, los valores indicados se manifiestan por Kg. de alimento (aproximadamente 90% MS).

Los niveles vitamínicos se dan como:

* DL-alfa-tocofenil acetato para vitamina E

* Bisulfito sódico de menadiona para vitamina K

CUADRO N° 7.

NIVELES DE SUPLEMENTACION VITAMINICA RECOMENDADOS PARA AVES
DOMESTICAS.

	A	B ₅	E ^[2]	K	B ₁	B ₂	Niacina	Acido Panto - ténico	B ₆	B ₁₂	Acido Fólico	Biotina	Colina	C ^[4]
	U.I.	U.I.	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
Pollito y Pollita Iniciación	12000- 15000	2500- 3000	30- 60	6- 10	2- 3	7- 9	40- 50	10- 15	5- 7	0,03- 0,04	1,0- 1,5	0,007- 0,12[3]	500- 600	100- 150
Pollita Crecimiento, Reemplazo	8000- 10000	1500- 2000	20- 40	2- 4	1- 2	4- 6	25- 40	8- 10	3- 5	0,015- 0,025	0,8- 1,2	0,03- 0,08	300- 400	50- 100
Pollo para carne	10000- 12000	2000- 3000	30- 50	3- 5	2- 3	5- 6	30- 40	10- 12	4- 6	0,02- 0,03	0,5- 1,5	0,05- 0,10[3]	500- 600	100- 150
Gallinas, Postura	10000- 12500	2000- 2500	20- 30	2- 4	2- 3	5- 7	30- 40	10- 12	3- 5	0,015- 0,025	0,8- 1,2	0,04- 0,06	400- 600	100- 200
Gallinas, Reproduc- toras	12500- 15000	2500- 3000	50- 50	4- 6	2- 3	7- 9	40- 60	10- 15	5- 6	0,03- 0,04	1,0- 1,5	0,15- 0,25	500- 700	100- 200

FUENTE : F. Hoffmann - La Roche & Cia; CH-4002, Basilea (Suiza), 1986

ELABORACION : ROCHE - 1986

[1] Por Kg. de alimento (aprox. 90% H.S)

[2] Grasa en la ración mayor a 3%: + 5 mg/Kg de alimento por cada 1% de grasa;
para mejorar la respuesta inmunológica: + 150 mg/Kg

[3] En raciones a base de trigo: + 0,1 - 0,15 mg/Kg

[4] En condiciones de tensión

2.3.7. NECESIDADES DE AGUA

El agua debe considerarse como otro nutriente importante e indispensable, ya que participa en las funciones más diversas del organismo. El agua tiene varias funciones en el organismo:

- Permite la digestión (hidrólisis)
- Ayuda al metabolismo celular
- Es un enfriador del cuerpo
- Actúa en la homeostasis (PH, presión osmótica, concentración de electrolitos)
- Forma parte de las sustancias coloidales
- Es un disolvente de ácidos, sales y gases
- Sirve como vehículo de medicamentos, vacunas y aditivos nutricionales

El contenido de agua en el cuerpo del ave varía entre 60 a 75 % del peso, dependiendo de la edad. Se considera que el ave consume de 2 a 2,5 veces de agua por cada gramo de alimento seco (con 10% de humedad). El incremento en el consumo de agua es del 100% cuando la temperatura aumenta de 21 a 32°C. {22}

Las necesidades de agua de estos animales son:

Por especie: Parrilleros y pollas

de reemplazo:	20% del peso vivo
Ponedoras:	10-15% del peso vivo
Gallos:	5% del peso vivo.

{22} VALDIVIA R. et. al. Curso de Nutrición Aviar, 1988



Por edades:

Primer mes de vida	15-80	cm ³ /día
Segundo mes	80-125	cm ³ /día
Del tercer al cuarto mes	125-150	cm ³ /día
Ponedoras	150-250	cm ³ /día {10}

Con respecto a la cantidad de materia seca ingerida, las necesidades de agua en las aves son el doble de aquella cuando la temperatura del lugar oscila entre 16°C.

2.3.8. NECESIDADES DE ADITIVOS

En los piensos, para asegurar que los nutrientes alimentarios sean ingeridos, digeridos, protegidos de la destrucción, absorbidos y transportados a las células del organismo; se incluye ciertos aditivos no nutritivos en un grado que incremente el valor nutritivo del pienso y disminuya el costo de alimentación para la producción de carne o huevos.

Clasificación de los aditivos para piensos:

{10} HERNANDEZ J. Manual de nutrición y alimentación del ganado (aviar) pág. 276

1. Aglomerantes; bentonitas pulverizadas, subproductos de la madera (hemicelulosa, lignina), harina de Guar. Estos afectan la textura y firmeza de los gránulos.
2. Saborizantes, melaza, cacao, algarrobo. Que se han empleado para mejorar la palatabilidad del pienso.
3. Antibióticos, arsenicales y nitrofurados como el furasol, oxitetraciclina, tetraciclina, penicilina, etc. En pequeñas cantidades ayudan a proteger los alimentos de la destrucción microbiana e impiden la producción de productos tóxicos por la microflora intestinal.
4. Antifúngicos, como la sal luprosil, violeta de genciana. Que se han empleado para impedir los mohos del tracto digestivo.
5. Coccidiostáticos: Coxistac, Elancoban, Amprol-plus y otros, para evitar la enfermedad de coxidiosis en pollos de carne.
6. Antioxidantes: Etoxiquín, BHT, BHA, entre otros. Necesarios para proteger los ácidos grasos poli-insaturados y las vitaminas liposolubles, de la destrucción por la peroxidación.
7. Carotenoides: entre ellos, Lucantin-CX, Carophill-R, Carophill-Y, Achiote (bixina), algas y pigmentos, los cuales se añaden para mejorar la pigmentación de las patas y carne del broiler y yemas de huevo. (17)

(17) SCOTT M. L. Alimentación de las aves, pág 352

CAPITULO III

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. CARACTERISTICAS DE LAS MATERIAS PRIMAS

Maxwell (23), al hablar sobre las características de las materias primas en estudio, proporciona un esquema general, que incluye los siguientes aspectos a analizar: definición, composición química, color, olor, textura y prueba de peso o densidad.

3.1.1. CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS

3.1.1.1. MAIZ AMARILLO MOLIDO

a. Definición.- El maíz amarillo molido es el producto íntegro resultante de la molienda del grano entero y sano. Es un cereal de mayor uso en la alimentación animal y humana, por sus cualidades energéticas y su alto contenido de vitamina A, carotenoides y xantofilas; se usa en raciones para aves, dependiendo en gran parte, de la elección de los restantes alimentos.

(23) MAXWELL L. COOLEY, etc. *al*, *Feeds Ingredients Guide, Folleto*

Como regla general, no se deberá sobrepasar del 45% en pollitas y del 50 al 60% en pollos y ponedoras; pero si se mezcla con alimentos ricos en aminoácidos esenciales, calcio y vitaminas, el límite de utilización puede elevarse hasta el 70%. No es aconsejable sobrepasar estas proporciones, puesto que las mezclas ricas en maíz causan la aparición del canibalismo.

Aún siendo el componente más importante en las mezclas, no es indispensable; puede ser reemplazado por otras semillas; es preciso también no olvidarse que su contenido en proteínas, calcio y fósforo es menos elevado que el trigo, y que dichas proteínas son cualitativamente más pobres que las de otros alimentos.

b. CUADRO Nº 8

COMPOSICION QUIMICA DEL MAIZ

Nutriente	% Esperado	% Rango
Humedad	13,0	12,0 - 16,0
Proteína	8,8	8,7 - 10,0
Grasa	4,0	4,0 - 5,0
Fibra	2,5	2,0 - 4,0
Cenizas	1,5	1,2 - 2,0
Calcio	0,20	0,01 - 0,25
Fósforo	0,25	0,20 - 0,55

FUENTE: Maxwell L. Cooley et. Feeds Ingredients Guide, folleto.

c. Color.- Este cereal presenta un color característico que va desde el ligeramente amarillo hasta el amarillo dorado. Parte de este color amarillo del maíz, depende de la xantofila y la vitamina A, aunque esta no se relacione con la intensidad del color por la variabilidad de relaciones existentes entre los carotenos activos y las xantofilas inactivas. El color puede permanecer inalterado durante dos o tres

años de almacenamiento aunque determina una fuerte disminución en el contenido de vitaminas.

d. Olor.- Un buen maíz debe ser de un olor dulce, fresco y exento de moho o acidéz.

e. Textura.- Un maíz molido para mezclas, debe ser molturado usando una criba de 3,1 mm., con la finalidad de que por lo menos el 95% del producto atraviese una criba Nº 16. Mientras que el maíz molido en forma gruesa, tiene que atravesar totalmente por una criba Nº 4 y quedar retenido en una criba Nº 16.

f. Densidad específica.- Puede estar comprendido entre 73 a 78 Kg. por hectolitro. Aunque las variedades de granos pequeños, cristalinos y bien secos son más pesadas que las de granos grandes que están mal madurados y secos. (alrededor de 70 Kg. o menos).

3.1.1.2. TORTA DE SOYA

a. Definición.- Es el producto resultante de la extracción del aceite, ya sea por medio de solventes o por extracción. La harina de soya integral, no es muy utilizada en

alimentación de aves por que no consigue un crecimiento normal debido al valor biológico de sus proteínas, y por que contiene numerosos principios tóxicos que son termolábiles.

Una forma mas eficaz en la alimentación de pollos de carne, consiste en la utilización de copos de las semillas de soya, cuya fabricación torna a las proteínas mas digestibles, y el producto es enriquecido por un mayor contenido energético.

La torta de soya es considerada como la fuente mas extendida y completa en proteínas vegetales por su alto valor nutritivo, calidad de su fracción proteica, así como por su gran apetitividad para las aves, por lo que es indispensable su tostación, debido a que dicha acción térmica aumenta el valor de algunos aminoácidos indispensables, particularmente el de la metionina, lo que hace que dicha proteína se aparezca mas a la proteína de harinas animales.

El contenido en lisina es particularmente elevado (esencial en el crecimiento), y el de triptófano algo inferior,

es también rica en fósforo y en compuestos fosforados, particularmente en lecitina que aporta no sólo el fósforo orgánico, sino también la vitamina A. Su contenido en vitaminas es mediocre, por lo que hay que incrementar suplementos vitamínicos o productos ricos en vitaminas a la ración.

La torta de soya proporciona buenos resultados cuando se emplea sustituyendo la mitad de la proteína animal necesaria para equilibrar los piensos destinados a los pollos, pollitas y ponedoras. Sin embargo una ración del 20% de proteína, a base de torta de soya, presenta el inconveniente de que es carente en metionina, por lo que es necesario incorporar metionina sintética o productos ricos en metionina como es la harina de peacado de buena calidad.

b. CUADRO Nº 9



COMPOSICION QUIMICA DE LA TORTA DE SOYA

Nutriente	% Esperado	% Rango
Humedad	10,5	10,0 - 12,0
Proteína	44,0	42,0 - 45,0
Grasa	1,0	0,5 - 1,5
Fibra	6,5	5,0 - 7,0
Cenizas	6,0	5,0 - 6,0
Calcio	0,25	0,15 - 0,35
Fósforo	0,60	0,50 - 0,80
Actividad Ureasa	---	índice

FUENTE: Maxwell L. Cooley, et. al, Feeds Ingredients Guide, folleto.

c. Color.- La torta de soya, de buena calidad, presenta una coloración ligeramente canela (tostado) a un color pardo ligero.

Si el producto presenta una coloración parda oscura, es indicación de que ha recibido un sobrecalentamiento, que lo hace que sea un producto indeseable. Por el contrario, un color

muy claro indica que la torta tiene una considerable actividad ureasa y que por consiguiente el tratamiento térmico que ha recibido fué inadecuado.

d. Olor y/o sabor.- Cuando la torta de soya ha sido tratada térmicamente en una forma correcta, tiene una agradable olor dulce y su sabor se asemeja al de maní tostado, pero mas suave.

e. Textura.- La presente tabla muestra los requerimientos, en cuanto a textura, que debe cumplir la torta de soya para que sea aceptada comercialmente.

CUADRO Nº 10

TEXTURA COMERCIAL DE LA TORTA DE SOYA

% sobre la malla # 14	0,5 máximo
% sobre la malla # 16	9,5 máximo
% retenido en la malla # 200	2,5 máximo

f. Densidad específica.- Para que una torta de soya sea aceptada comercialmente como de buena calidad y sin alteraciones, ya sea por otras materias primas o materiales terrosos (arena),

debe contemplar un peso específico de 57,78 Kg/Hl; aunque puede variar desde 54,57 hasta 61 kg/Hl.

3.1.1.3. HARINA DE PESCADO

a. Definición.- Constituye el producto seco y triturado procedente de una cantidad baja en tejidos de pescado entero o residuos de la pesca, con o sin extracción de aceite. Su elevado contenido en proteínas, aminoácidos esenciales (lisina, metionina y triptófano), vitamina B₁₂, y factores de crecimiento, la hacen indispensable en la elaboración de productos alimenticios, destinados a las aves que se crían industrialmente, por poseer una elevada digestibilidad.

La harina de pescado que contiene un 4% de sal común se la considera como inócua y si sobrepasa el 6%, si no es tóxica resulta peligrosa para la alimentación. Su contenido en cenizas es elevado aunque depende del contenido en huesos, espinas, o si está alterado con arena. En lo que respecta al fósforo, los pollos necesitan una dieta que contenga por lo menos un 0,45% de fósforo inorgánico metabolizable; lo

que puede ser satisfecho con una dieta que contenga un 5% de harina de pescado, de preferencia rica en proteína y baja en contenido de materias grasas.

Para las aves es preferible no descender del 5% de la mezcla total, si se quiere obtener buenos resultados; mientras que para los broilers, se hacen dietas hasta con una proporción del 10 al 12%, con lo que se consigue un máximo rendimiento. No es aconsejable alimentar con mayores proporciones puesto que las aves rechazan el alimento, y además se corre el riesgo de que la carne de pollo y los huevos exhiban un olor a pescado, por lo que en algunos casos incluso se ha suprimido, de la dieta, la harina de pescado en el período de cebamiento o acabado.

b. CUADRO Nº11

COMPOSICION QUIMICA DE LA HARINA DE PESCADO

Nutriente	% Promedio	% Rango
Humedad	6,5	5,5 - 8,5
Proteína	60,0	58,0 - 70,0
Grasa	6,0	4,0 - 8,0
Fibra	1,0	0,5 - 1,5
Cenizas	21,0	15,0 - 26,0
Calcio	6,0	5,0 - 7,0
Fósforo	3,0	2,5 - 4,0

FUENTE: Maxwell L. Cooley, Feeds Ingredients Guide foli

c. Color.- Dependiendo de las variedades de pescado, desde un ligero canela o pardo ligero (pardo claro) derivado de las especies: sábalo y blanco, hasta un pardo rojizo que se debe a la especie sardina.

El olor de la harina de pescado es característico a pescado cocido con un ligero aroma aceitoso.

d. Textura.- Para ser aceptada comercialmente debe ser fina, que el 100% atraviese una malla Nº 9 y que aproximadamente el 98% pase a través de una malla Nº 10. La densidad específica puede estar comprendida entre 46,5 y 57,8 Kg/Hl siendo la óptima de alrededor de 51,4 Kg/Hl.

3.1.1.4. SALVADO DE TRIGO (AFRECHO)

a. Definición.- Es la envoltura externa gruesa del grano de trigo que ha sido limpiado y pulido. Se obtiene mediante cernido del producto procedente de la trituración de los granos al pasar sucesivamente a través de unos cilindros acanalados de los laminadores, y generalmente sometido a un nuevo tratamiento para desembarazar la harina que todavía se encuentra adherida. Constituye posiblemente el alimento más utilizado en la cría de los animales, debido a su apetitosidad, su buen valor nutritivo y biológico, así como por su acción beneficiosa sobre las funciones digestivas.

El salvado contiene una notable cantidad de fósforo orgánico (1,3%), que se encuentra especialmente en forma de fitina, posee poca cantidad de calcio lo que implica un

exceso de acidéz, que puede ser motivo de la incidencia de estados fisiológicos de acidosis en todos los animales que lo consumen, en grandes cantidades, por mucho tiempo.

Contiene un alto porcentaje de las vitaminas del complejo B (B₁, B₂, ácido pantoténico y nicotamina), mientras que la vitamina E existe en débil cantidad. Comercialmente puede ser alterado por sustancias vegetales como el polvillo de arroz, serrín de madera, harina de corozo, etc. y por sustancias minerales tales como: tierra, arena, arcilla, caolín, etc.

El dosificado del afrecho de trigo, en raciones destinadas a la iniciación de polluelos es de un máximo del 8% de la dieta, con alternativa de utilizar en proporciones más elevadas siempre que no se eleve demasiado el contenido de fibra total de la ración y no existan impedimentos económicos que así lo permitan. En el cebamiento de los pollos y el desarrollo de pollitas de reemplazo se puede usar de un 7% a un 10% respectivamente, sin embargo en gallinas ponedoras se puede elevar hasta un 12% del contenido total de la ración.

Al fabricar piensos con el contenido adecuado de afrecho de trigo que sea residuo de un trigo de buena calidad aseguramos la acción preventiva sobre la aparición del canibalismo y de la perosis en las gallinas, además de que favorece al desarrollo y a la belleza del plumaje.

b. CUADRO Nº12

COMPOSICION QUIMICA DE AFRECHO DE TRIGO

Nutriente	% Esperado	% Rango
Humedad	12,5	11,0 - 14,0
Proteína	15,0	13,5 - 17,0
Grasa	4,0	3,0 - 4,8
Fibra	12,0	10,0 - 15,0
Cenizas	6,0	5,0 - 7,0
Calcio	0,10	0,05 - 0,14
Fósforo	0,15	1,10 - 1,50

FUENTE: Maxwell L. Cooley, Feeds Ingredients Guide, folleto.

c. Color.- Su color es característico y va desde el canela muy ligero hasta un gris rojizo, dependiendo de la variedad de trigo.

d. Olor.- Si el trigo de que proviene es de excelente calidad, su olor es suave, limpio y libre de moho, acidéz o cualquier otro olor, lo que puede ser un indicativo de una condición fuera de calidad o alteración.

e. Textura.- Si proviene de la molturación correcta cerca del 1 al 3% es retenido sobre una malla Nº 6 y aproximadamente el 90% del mismo atravieza una malla Nº 10.

f. Densidad Específica.- Un afrecho de trigo normal, sin adulteraciones, tiene un porcentaje esperado de aproximadamente 19,25 Kg/Hl, pudiendo variar desde un 16,0 hasta un 25,65 Kg/Hl.

3.1.2. CALCULO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS MATERIAS PRIMAS.

En vista de que para el cálculo de la Digestibilidad es necesario los datos reales de la

composición en nutrientes de cada alimento, a continuación se detalla los datos en base a una matriz de análisis tomada del laboratorio de control de calidad de la planta piloto de piensos de UTPL, el mismo que nos muestra lo siguiente:

CUADRO Nº 13

o
CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS ALIMENTOS

Descripción: Maíz

1. Color: bueno regular ...X... malo
2. Olor: característico ..X.. no característico
3. Textura: buena regular ...X... mala
4. Presencia de mohos:Sin comentario.....
5. Daño por insectos - roedores:....sin comentario..
6. Densidad: 70,60 Kg/Hl. Comentario: Sin comentario
7. Evaluación de granos:

Grano	Grano	Material	Granos	Otros	Dañados por
			Quebra.	Granos	Calentam.
		Extraño			

X	---	0,50	0,45	---	2,00
---	-----	------	------	-----	------

TOTAL GRANOS DAÑADOS: 2,50%

FUENTE : Análisis de laboratorio



ELABORACION: Autores

Descripción: Torta de soya

1. Color: bueno...X... regular malo
2. Olor: característico ..X.. no característico
3. Textura: buena..... regular ...X... mala
4. Presencia de mohos - comentario: ..sin comentario.
5. Actividad ureasa - comentario:negativo.....
6. Densidad: 61.10 Kg/Hl. comentario: sin comentario

Descripción: Harina de pescado

1. Color: Caract. ...X... No caract. Malo
2. Olor: Caract. ...X... No caract. Otros ...
3. Textura: Buena ...X... Regular Mala
4. Mohos: Exentos:...X... Parcial Total....
5. Insectos: Exentos.X... Parcial Total....
6. Densidad: 54,50 Kg/Hl Comentario: sin comentario

Descripción: Afrecho de trigo

1. Color: Caract. ...X... No caract. Malo
2. Olor: Caract. ...X... No caract. Otros ...
3. Textura: Buena RegularX... Mala
4. Mohos: Excentos ..X... Parcial Total ...
5. Densidad: 31,20 Kg/Hl. Comentario: sin comentario

CUADRO Nº 14

GRANULOMETRIA DE LOS ALIMENTOS

ABERTURA	G R A N U L O M E T R I A			
	MAIZ MOLIDO (%) Retenido	TORTA DE SOYA (%) Retenido	HARINA DE PESCADO (%) Retenido	AFRECHO DE TRIGO (%) Retenido
2,00 mm.	0,53	2,22	17,17	6,53
1,00 mm.	18,22	12,06	44,00	20,25
710 um.	20,60	13,29	20,54	19,21
500 um.	20,84	15,06	10,22	19,74
355 um.	12,66	19,11	3,87	13,25
250 um.	9,87	36,37	2,10	19,91
FONDO	16,92	1,57	1,60	0,78
[*] % Granulometría	18,75	14,28	61,17	26,78

[*] Quedan retenidos en el tamiz de malla de 1 y 2 mm.

FUENTE : Análisis en el Laboratorio

ELABORACION : Autores

CUADRO Nº 15

ANALISIS BROMATOLOGICO DE LAS MATERIAS PRIMAS

a) Maíz molido

REFERENCIA	Humedad %	Proteína Bruta %	Extracto Etéreo %	Fibra Cruda %	Cenizas Totales %	Extracto no Nitrogenado %	Sustancia Seca %
N-01	11,15	10,60	4,49	2,40	3,00	65,36	88,85
N-02	12,10	8,30	4,00	2,05	1,22	72,33	87,90
N-03	13,00	8,20	3,10	2,00	1,34	72,36	87,00
N-04	14,30	8,20	3,10	1,90	1,30	71,20	85,70
N-05	14,70	8,30	3,17	2,00	1,30	70,53	85,30
N-06	10,00	9,90	3,11	1,55	1,37	74,07	90,00

FUENTE : Análisis en el Laboratorio

ELABORACION : Autores

CUADRO Nº 16

ANALISIS BROMATOLOGICO DE LAS MATERIAS PRIMAS

b) Torta de Soya

REFERENCIA	Humedad %	Proteína Bruta %	Extracto Etéreo %	Fibra Cruda %	Cenizas Totales %	Extracto no Nitrogenado %	Sustancia Seca %
M-01	8,10	42,00	1,63	8,11	5,80	34,36	91,90
M-02	9,90	39,50	0,73	5,60	7,00	36,27	90,10
M-03	10,30	42,30	0,83	8,42	6,12	32,05	89,70
M-04	10,80	41,00	2,33	5,70	6,58	33,59	89,20
M-05	11,00	43,20	2,09	7,30	5,88	30,53	89,00
M-06	11,50	39,70	3,47	9,64	7,00	29,69	88,50

FUENTE : Análisis en el Laboratorio

ELABORACION : Autores

CUADRO Nº 17

ANALISIS BROMATOLOGICO DE LAS MATERIAS PRIMAS

c) Harina de Pescado

REFERENCIA	Humedad %	Proteína Bruta %	Extracto Etéreo %	Fibra Cruda %	Cenizas Totales %	Extracto no Nitrogenado %	Sustancia Seca %
N-01	10,00	58,40	9,80	0,60	16,14	3,06	90,00
N-02	9,30	60,40	7,29	0,71	19,00	2,70	90,70
N-03	8,30	63,30	8,15	0,80	17,33	0,12	91,70
N-04	9,00	64,50	6,72	0,80	18,38	0,60	91,00
N-05	8,30	69,40	7,24	0,60	13,99	0,47	91,70
N-06	8,20	70,00	7,00	1,00	13,21	0,59	91,80

FUENTE : Análisis en el Laboratorio

ELABORACION : Autores

CUADRO Nº 18

ANALISIS BROMATOLOGICO DE LAS MATERIAS PRIMAS

d) Afrecho de trigo (salvado)

REFERENCIA	Humedad %	Proteína Bruta %	Extracto Etéreo %	Fibra Cruda %	Cenizas Totales %	Extracto no Nitrogenado %	Sustancia Seca %
N-01	13,00	14,14	2,50	15,15	4,70	52,51	87,00
N-02	12,10	15,00	3,26	18,50	4,89	52,25	87,90
N-03	12,90	17,00	4,23	16,44	5,10	45,33	87,10
N-04	7,60	18,10	3,70	17,00	4,50	49,10	92,40
N-05	10,40	19,00	2,00	18,44	4,70	45,46	89,60
N-06	7,70	19,75	3,26	17,80	4,86	46,63	92,30

FUENTE : Análisis en el Laboratorio

ELABORACION : Autores

3.2. PARTE EXPERIMENTAL

3.2.1. SELECCION DE LAS AVES

3.2.1.1. POLLOS DE 3 SEMANAS

Para la consecución de la parte experimental se ha recurrido a pollos parrilleros, producidos por la incubadora INDIA, de la variedad BROILERS, los mismos que se encontraban en buen estado de salud y en excelentes condiciones para el ensayo; con un peso aproximadamente igual en los ocho ejemplares utilizados con la finalidad de asegurar por lo menos seis muestras representativas.

Los pesos se expondrán a continuación:

CUADRO N° 19

PESO DE LOS POLLOS DE 3 SEMANAS DE EDAD

No.	W (g)
1	488
2	474
3	540
4	478
5	547
6	352
7	589
8	415

FUENTE: Análisis de laboratorio

ELABORACION: Autores

3.2.1.2. GALLOS DE MAS DE 8 SEMANAS

Se los ha utilizado en las mismas condiciones anteriores, pero con un peso superior, lo que se demuestra en el cuadro siguiente:

CUADRO Nº 20

PESO DE LOS GALLOS DE MAS DE 8 SEMANAS DE EDAD

No.	W (g)
1	1820
2	2470
3	2290
4	2209
5	2144
6	1928
7	2034
8	1672

3.2.2. PROCEDIMIENTO PARA LA ESTIMACION DE LA DIGESTIBILIDAD

3.2.2.1. PROCEDIMIENTO "IN VIVO"

3.2.2.1.1. EXPOSICION DE LOS URETERES EN POLLOS

Puesto que en las aves, la orina y las heces son excretadas

conjuntamente, es difícil estudiar la excreción urinaria o fecal de un nutriente. El procedimiento más satisfactorio, para separar las heces y la orina, es la exposición de los uréteres quirúrgicamente de modo que un separador adecuado desvíe el flujo urinario desde la cloaca a un dispositivo que lo recoja. Este método es utilizado preferiblemente para recolecciones poco duraderas, especialmente en pollos.

3.2.2.1.2. COLOSTOMIA EN GALLOS

Es un método utilizado para separar las heces y la orina, en la cual se efectúa una nueva abertura al exterior del intestino grueso. La cloaca se deja generalmente intacta y el flujo urinario no es interrumpido. La nueva abertura del recto a través de la piel debe ser mantenida abierta con una cánula u otro dispositivo, a fin de que las heces sean evacuadas normalmente. Este es utilizado para recolecciones prolongadas, en las aves

adultas.

3.2.2.1.3. DETERMINACION DE LA ENERGIA METABOLIZABLE "VERDADERA" (24)

"Este procedimiento se puede utilizar para determinar la digestibilidad de la grasa, fibra bruta, energía o cualquier otro nutriente" (17); que es la técnica utilizada en esta investigación.

1. Las aves deben ser colocadas en las jaulas, por lo menos con unas dos semanas antes del primer experimento, para evacuar la ^{comida} ~~camada~~ de la molleja y el ave se acostumbre al nuevo ambiente.

2. Se ponen en ayuno las aves durante 24 horas antes del ensayo. No hay necesidad de restringir el agua.

(24) SANDSTONE BUILDING, *Industria avícola*, pág. 78, 1981
septiembre

(17) SCOTT N. et. al. *Alimentación de aves*, pág. 490

3. Se alimentan por lo menos ocho gallos de peso físico similar, con 25 gramos del ingrediente de pienso que se ensaya; en porciones de 5 - 10 gramos, y se fuerza al interior del buche a través de un embudo cuya punta debe estar dentro de 1 cm. de la base de la clavícula.

4. Se retornan las aves a las jaulas y se suspenden bandejas debajo para recoger los excrementos. Deben ser suficientes para evitar la pérdida de excrementos.

5. Se colocan jaulas individuales de 8 aves adicionales de tamaño similar, y se ponen bandejas por debajo. Estos gallos no reciben alimento y sirven como controles en ayunas.

6. Se recoge el excremento cuantitativamente para cada ave, individualmente, se limpian las plumas, escamas, polvo, etc. en todo lo posible.

7. Se secan los excrementos a 60°C, aunque temperaturas como 105°C son satisfactorias.

8. Se deja estar las muestras para que se equilibren con la humedad atmosférica.

9. Se pesan individualmente las muestras de excrementos. Se las puede mezclar las del mismo tratamiento; se prueba el calorímetro tres veces cada muestra de pienso, y dos veces las muestras de excrementos.

10. Se calcula la pérdida de energía endógena multiplicando el promedio de gramos de excrementos de las aves en ayunas por la energía bruta por gramo.

11. Se calcula el valor de "EMV" (para cada ave alimentada) de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$EMV = \frac{\text{Energía bruta alimentada} - \text{Energía bruta excretada por gallo alimentado}}{\text{Pérdida de energía endógena}} \times \text{\# gramos alimentados}$$

Donde:

Energía bruta alimentada = # gramos de alimento por energía bruta por gramo de alimento.

Energía bruta excretada por el gallo alimentado = gramos de excrementos por energía bruta por gramo de excrementos.

3.2.2.2. PROCEDIMIENTO "IN VITRO"

Existen muchos métodos para determinar la digestibilidad a nivel de laboratorio, entre ellos tenemos:

- Digestibilidad "in vitro" en cultivos de prueba, es una adaptación de TECATOR (19) de el método propuesto por Van Soest, aplicable a forrajes e incubados con rumen líquido en una cámara de fermentación.

- Procedimiento enzimático "in vitro" (4), utilizando para determinar la digestibilidad de

la proteína de cebada y otros cereales. Usa las enzimas pepsina, pancreatina y pronase; incubando la muestra y midiendo el contenido de nitrógeno usando la técnica modificada del micro-Kjeldahl ADAC. (1)

3.2.2.2.1. DIGESTIBILIDAD EN PEPSINA DE LA PROTEINA DE ORIGEN ANIMAL (25)

Este procedimiento se aplica a determinaciones hechas sobre: harina de pescado, harina de carne, harina de carne y huesos, residuos en digestores, harina de ballena, harina de sangre y harina de plumas.

1. Se extrae el extracto de la muestra, la cual debe estar molida de forma que pase a través de un tamiz de 2 mm de abertura, con cualquier disolvente de grasas.

(19) TECATOR et. al. Manual del equipo FIBERTEC archivo PBCC - UTPL

(4) CENDES et. al. Digestibilidad IN VITRO de alim. balanc.

(1) ADAC Manual de análisis de la ADAC

(25) ICONTEC Determinación de la Digestibilidad en pepsina de la proteína de origen animal, norma colombiana, CDU 636.084, C15.42/72

2. Digestión con pepsina, la muestra desengrasada se transfiere al frasco del agitador de 250 cm³. Se agregan 150 cm³ de la solución pepsina-ácido clorhídrico (0,2%) recién preparada y previamente calentada a 42 a 45°C. Se tapa el frasco, se coloca dentro del agitador y se incuba con agitación continua a 45°C durante 16 horas.

3. Se transfiere el contenido del frasco del agitador a los tubos de centrifuga de 50 cm³ en porciones iguales; se somete a centrifugación a no menos de 1750 rpm durante 5 minutos. Se recoge el residuo total en el mismo tubo.

4. Se decanta, se lava el frasco del agitador 2 veces con porciones de 15 a 20 cm³ de agua caliente y se adiciona el agua de lavado al tubo que contiene la muestra. Se agita bien, se centrifuga y se decanta el agua de lavado. Se lava el residuo una vez más con agua caliente y luego dos veces con

alcohol. Luego se pasa a un filtro y se filtra con succión suave.



5. El papel conteniendo la muestra se seca en estufa a temperatura de 110°C durante 30 minutos. Posteriormente se enfría, se pesa y se calcula el residuo no digerible.

6. Determinación de la proteína no digerible, se la realiza por cualquier método, ya sea por el colorimétrico o por el Kjeldahl.

7. Se calcula el porcentaje de residuo no digerible (A) y el porcentaje de proteína no digerible (B), tomando como base la muestra original; la proteína total (C) se calcula por cualquier método.

1. El porcentaje de proteína cruda en el residuo no digerible se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$B \times 100$$

$$Pr = \frac{\quad}{\quad}$$

A

Siendo:

Pr = Contenido de proteína cruda en el residuo no digerible, en porcentaje.

A = Residuo no digerible, tomando como base la muestra original, en porcentaje.

B = Proteína no digerible, en porcentaje.

2. El porcentaje de proteína cruda en la muestra no digerible, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$P_m = \frac{B * 100}{C}$$

Siendo:

P_m = Contenido de proteína cruda no digerible en la muestra, en porcentaje.

B = Proteína no digerible, en porcentaje.

C = Contenido de proteína total.

3. El porcentaje de proteína cruda contenida en la muestra digerible se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$P = 100 - B$$

Siendo:

P = Contenido de proteína cruda digerible en la muestra, en porcentaje.

3.2.2.3. PROCEDIMIENTO TEORICO

Este procedimiento consiste en la lectura en tablas de la digestibilidad de los nutrientes de las diferentes materias primas. Estos cuadros se detallan a continuación:

CUADRO Nº 21

PORCENTAJES PROMEDIOS DE DIGESTIBILIDAD DE LOS ALIMENTOS

ALIMENTO	% DE DIGESTIBILIDAD				MEDIA
	Sustancia Orgánica	Proteína Bruta	Grasa Bruta	Fibra Cruda	Sust. de Ex. trac. libres de Nitrogeno
	%	%	%	%	%
HARINA DE PESCADO					
60-65 % prot. bruta					
3-8 % grasa bruta	81 (88)	84 (90)	88 (91)	-- [--]	-- (50)
65-70 % prot. bruta					
3-8 % grasa bruta	82	84	88	--	--
MAIZ					
	87 (88)	93 (79)	45 (88)	28 (6)	90 (92)
RESIDUOS DE EXTRAC. DE SOYA					
	65 (74)	89 (80)	66 (38)	-- (1)	46 (80)
SALVADO DE TRIGO					
	46 (45)	63 (61)	62 (58)	44 (8)	41 (46)

NOTA : Los datos en paréntesis corresponden a la tabla 14 del libro Alimentación Científica de las gallinas de Titus en la pág. 229- 231.

FUENTE : Jeroch Nutrición de Aves,
Titus Alimentación Científica de la gallina, pág. 229-231

3.3. OBTENCION DE MUESTRAS DEL ALIMENTO CONSUMIDO REALMENTE

Para la obtención de las heces destinadas al análisis de digestibilidad debe tomarse en consideración los siguientes aspectos:

3.3.1. DOSIFICACION DEL ALIMENTO PURO

Para distribuir la muestra a analizar, de cada una de las materias primas (alimento), primeramente se muelen y pesan en porciones que varía de acuerdo a la edad y al volúmen de las mismas. A continuación se anota los valores dosificados para cada uno de los lotes a ensayar.

CUADRO N° 22

PESO DE LA SUSTANCIA SECA DE LA RACION INGERIDA EN POLLOS DE
3 SEMANAS

N°	M A T E R I A S P R I M A S			
	Maíz	Torta Soya	Harina Pescado	Af. Trigo
POLLOS	gx (c/u)	gx (c/u)	gx (c/u)	gx (c/u)
6	30.0	20.0	20.0	20.0

CUADRO Nº 23

PESO DE LA SUSTANCIA SECA DE LA RACION INGERIDA EN GALLOS,
MAS DE 8 SEMANAS

Nº	M A T E R I A S P R I M A S			
	Maíz molido gx (c/u)	Torta de soya gx (c/u)	Harina de Pescado gx (c/u)	Afrecho de trigo gx (c/u)
6	30.0	30.0	25.0	25.0

3.2.2. CALCULO DEL CONSUMO DE ALIMENTO

Al haber suministrado la muestra pesada, a cada ave, se suspende la alimentación por el lapso de 24 a 30 horas, luego se recoge las heces individuales, se secan, se enfrían y se pesan.

Con estos antecedentes se procede al cálculo del consumo de alimento o peso digerido realmente, mediante la siguiente ecuación:

Consumo Peso de la sustancia Peso seco
de = seca de la Ración - de las
Alimento Ingerida Heces

CUADRO N° 24

PESO SECO DE LAS HECES

PESO SECO DE LAS HECES					
AVES	No.	Maíz Molido	Torta de Soya	Harina de Pescado	Afrecho de Trigo
		g * (c/u)	g * (c/u)	g * (c/u)	g * (c/u)
Pollos de tres Semanas	1	3,2586	8,5535	6,4479	11,7865
	2	4,0620	8,6069	10,5835	12,8001
	3	5,4468	10,7579	13,2925	12,5384
	4	4,3895	9,9405	11,4373	11,7608
	5	4,5658	7,2480	10,6851	16,0200
	6	4,4291	7,7124	9,4011	17,9020
Gallos de más de ocho semanas	1	5,5339	15,3128	9,2152	14,8349
	2	4,6588	9,9478	10,1277	10,9639
	3	6,1368	17,4332	13,7505	11,4011
	4	6,4780	11,8748	12,2633	14,1072
	5	7,3505	14,8531	11,4845	12,2962
	6	4,3195	16,1320	11,5626	11,4877

CUADRO Nº 25

PESO DEL ALIMENTO CONSUMIDO REALMENTE

PESO DEL ALIMENTO CONSUMIDO					
AVES	No.	Maíz Molido g * (c/u)	Torta de Soya g * (c/u)	Harina de Pescado g * (c/u)	Afrecho de Trigo g * (c/u)
	1	26,7414	11,4465	13,5521	8,2135
	2	25,9380	11,3931	9,4165	7,1999
Pollos de tres	3	24,5532	9,2421	6,7075	7,4616
Semanas	4	25,6105	10,0595	8,5627	8,2392
	5	25,4342	12,7520	9,3149	7,2047
	6	25,5709	12,2876	10,5989	5,5425
	1	24,4661	14,6872	15,7848	10,1651
	2	25,3412	20,0522	9,8723	14,0361
Gallos de más	3	23,8632	12,5668	11,2495	13,5989
de ocho semanas	4	23,5220	18,1252	12,7367	10,8928
	5	22,6495	15,1469	13,5155	12,7038
	6	25,6805	13,8680	13,4374	13,5123

CUADRO Nº 26

ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LAS HECEES

POLLOS DE 3 - 4 SEMANAS

a) Maíz Molido

REFERENCIA	HUMEDAD (*) %	PROTEÍNA BRUTA %	EXTRACTO ETEREO %	FIBRA CRUSA %	CENIZAS %	EXTRACTO NO NITROGENADO %	SUSTANCIA SECA %
001	2,197	6,050	2,463	16,756	14,444	58,088	97,801
002	3,394	6,762	2,626	11,527	11,870	64,401	96,666
003	2,113	5,566	4,729	8,598	9,236	69,758	97,887
004	2,854	5,688	2,668	9,610	10,646	69,134	97,146
005	2,210	6,572	2,503	9,792	10,913	68,009	97,790
006	2,552	7,927	2,436	7,577	9,012	70,496	97,448

(*) Tomado en base seca a 105 C.

FUENTE : Análisis en el Laboratorio

ELABORACION : Autores

CUADRO Nº 27

ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LAS HECEES

POLLOS DE 3 - 4 SEMANAS

d) Torta de Soya

REFERENCIA	HUMEDAD %	PROTEÍNA BRUTA %	EXTRACTO ETEREO %	FIDRA CRUDA %	CENIZAS %	EXTRACTO NO NITROGENADO %	SUSTANCIA SECA %
S-1	7,742	15,565	1,662	18,721	13,275	43,036	92,258
S-2	7,553	16,563	1,666	12,853	9,685	51,680	92,447
S-3	5,637	17,224	1,598	15,411	11,616	49,514	94,363
S-4	6,686	19,952	2,075	11,280	10,447	49,560	93,314
S-5	5,816	17,546	0,809	13,748	11,080	45,091	94,164
S-6	5,994	16,826	2,763	21,957	12,550	41,910	94,006

FUENTE : Análisis en el Laboratorio

ELABORACION : Autores

CUADRO Nº 28

ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LAS HECEs

POLLOS DE 3 - 4 SEMANAS

c) Harina de Pescado

REFERENCIA	HUMEDAD %	PROTEÍNA BRUTA %	EXTRACTO ETEREO %	FIBRA CRUDA %	CENIZAS %	EXTRACTO NO NITROGENADO %	SUSTANCIA SECA %
HP-1	2,095	18,692	5,565	3,074	20,448	53,116	97,915
HP-2	2,373	17,749	5,183	3,003	24,202	47,490	97,627
HP-3	2,219	16,066	3,559	2,269	26,370	49,477	97,701
HP-4	2,292	14,412	4,398	2,060	22,233	54,651	97,750
HP-5	3,130	16,020	3,177	2,443	26,682	48,548	96,870
HP-6	2,380	17,902	1,256	3,089	21,119	54,254	97,620

FUENTE : Análisis en el Laboratorio
 ELABORACION : Autecre



ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LAS HECEs

POLLOS DE 3 - 4 SEMANAS

d) Afrecho de Trigo

REFERENCIA	HUMEDAD %	PROTEINA BRUTA %	EXTRACTO ETEREO %	FIBRA CRUDA %	CENIZAS %	EXTRACTO NO NITROGENADO %	SUSTANCIA SECA %
AT-1	7,056	5,929	3,124	17,677	14,299	51,915	92,944
AT-2	7,178	7,145	2,651	18,736	13,531	50,779	92,822
AT-3	6,839	7,728	1,796	15,202	10,590	57,845	93,161
AT-4	6,601	4,139	1,740	16,239	12,970	50,311	93,399
AT-5	7,086	6,249	1,993	16,992	11,694	55,986	92,914
AT-6	6,813	7,753	1,842	16,944	11,715	54,933	93,187

FUENTE : Análisis en el Laboratorio

ELABORACION : Autores

CUADRO Nº: 30

ANALISIS BROMATOLOGICO DE LAS HECES

GALLOS, MAS DE 8 SEMANAS)

a) Maiz molido

REFERENCIA	HUNEDAD %	PROTEINA BRUTA %	EXTRACTO ETEREO %	FIBRA CRUDA %	CENIZAS %	SUSTANCIA SECA %	EXTRACTO NO NITROGENADO %
N-1	7,202	7,418	4,952	9,295	11,297	92,798	59,836
N-2	7,883	10,635	4,456	10,813	12,062	92,117	54,151
N-3	7,195	8,254	3,356	11,126	14,023	92,805	56,046
N-4	7,306	5,013	3,594	6,748	12,844	92,694	64,495
N-5	7,290	5,992	3,385	6,199	12,010	92,710	65,124
N-6	7,491	4,252	4,895	8,478	18,368	92,509	61,516
\bar{x}	7,394	6,927	4,106	8,776	12,600	92,605	60,194

FUENTE : Análisis en el Laboratorio

ELABORACION : Autores

CUADRO Nº 31

ANALISIS BROMATOLOGICO DE LAS HECEES
GALLOS, MAS DE 8 SEMANAS

b) Torta de soya

REFERENCIA	HUMEDAD %	PROTEINA BRUTA %	EXTRACTO ETEREO %	FIBRA CRUDA %	CENIZAS %	SUSTANCIA SECA %	EXTRACTO NO NITROGENADO %
S-1	9,549	10,088	1,303	16,296	11,046	90,451	51,718
S-2	9,369	14,495	3,567	16,525	10,249	90,631	45,795
S-3	9,149	8,119	0,757	14,157	10,546	90,851	67,818
S-4	9,408	14,427	2,200	14,155	11,563	90,592	48,247
S-5	9,398	5,878	1,586	14,638	11,080	90,602	57,420
S-6	9,516	8,058	1,795	17,551	11,483	90,486	51,597
\bar{x}	9,398	10,177	2,801	15,553	10,994	90,601	53,765

FUENTE : Análisis en el Laboratorio

ELABORACION : Autores

CUADRO Nº 32

ANALISIS BROMATOLOGICO DE LAS HECES
GALLOS, MAS DE 8 SEMANAS

c) Harina de pescado

REFERENCIA	HUMEDAD %	PROTEINA BRUTA %	EXTRACTO ETEREO %	FIBRA CRUDA %	CENIZAS %	SUSTANCIA SECA %	EXTRACTO NO NITROGENADO %
HP-1	3,724	11,033	5,748	3,093	26,861	96,276	49,541
HP-2	2,366	9,979	6,779	3,106	28,369	97,634	49,401
HP-3	2,510	11,243	2,270	4,997	22,721	97,490	56,259
HP-4	2,586	10,501	4,855	4,070	20,673	97,414	57,315
HP-5	2,601	11,198	2,781	4,989	18,587	97,399	59,844
HP-6	2,398	9,595	2,525	3,896	25,350	97,602	56,236
\bar{X}	2,697	10,591	4,659	4,025	23,760	97,305	56,432

FUENTE : Análisis en el Laboratorio

ELABORACION : Autores

CUADRO Nº 33

ANALISIS BROMATOLOGICO DE LAS HECEs

GALLOS, MAS DE 8 SEMANAS

d) Afrecho de trigo

REFERENCIA	HUMEDAD %	PROTEINA BRUTA %	EXTRACTO ETEREO %	FIBRA CRUDA %	CENIZAS %	SUSTANCIA SECA %	EXTRACTO NO NITROGENADO %
AT-1	5,260	13,364	2,458	21,621	7,210	94,740	50,087
AT-2	5,474	16,799	2,989	19,353	11,872	94,526	43,513
AT-3	4,678	14,234	3,358	16,994	6,297	95,322	54,439
AT-4	5,387	12,735	2,834	17,048	7,446	94,613	54,550
AT-5	5,601	12,598	1,361	27,552	9,440	94,399	43,448
AT-6	5,497	5,415	3,245	20,231	8,944	94,503	56,668
\bar{x}	5,316	12,524	2,707	20,466	8,534	94,683	50,450

FUENTE : Analisis en el Laboratorio

ELABORACION : Autores

3.4. PROBLEMAS TECNICOS DE LA DETERMINACION DE LA DIGESTIBILIDAD APARENTE CON ANIMALES ESTABULADOS.

El método convencional para determinar la digestibilidad requiere el registro exacto de las cantidades de alimento ingerido y de heces eliminadas, puesto que ella se calcula realmente con estos datos, juntamente con el análisis químico del nutriente. Entre los problemas más importantes encontrados señalaremos los siguientes:

1. El primer problema técnico implicado en la determinación consiste en obtener una medida satisfactoria de las heces correspondientes a una cantidad determinada de alimento consumido.

2. También se presentan algunos problemas al intentar registrar cuantitativamente el consumo de alimento.

3. Se debe considerar que, no siempre la digestibilidad de los nutrientes de los ingredientes de una mezcla, es la misma que tienen cuando se administran individualmente.

4. Otro problema surge por efecto de la variabilidad, puesto que la digestibilidad de raciones idénticas varía en animales semejantes.

5. Un problema importante en la determinación de la

digestibilidad está relacionado con la aplicabilidad del método. Aquí surgen muchos inconvenientes que cabe destacar:

- a. La dosificación de la materia prima en ensayo
- b. La insertación del embudo a través del esófago, en el buche, a la profundidad necesaria.
- c. No tomar en cuenta, para el cálculo de la digestibilidad, la corrección en base a la pérdida de nutriente endógeno.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSION

La valoración de la digestibilidad es un intento de determinar la cantidad de un nutriente dado que es absorbido en el tracto gastrointestinal a partir de una cantidad dada del alimento a investigar. La digestibilidad puede determinarse por valoración exacta de la ingestión de alimento y producción de excretas, junto con el análisis bromatológico del nutriente.

El porcentaje de digestibilidad de un nutriente se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Digestibilidad del nutriente} = \frac{\text{PSSR} * \text{PPR} - \text{PSH} * \text{PPH}}{\text{PSSR} * \text{PPR}} * 100$$

Siendo:

PSSR = Peso de la sustancia seca de la ración ingerida

PPR = Porcentaje de proteína de la ración

PSH = Peso seco de las heces

PPH = Porcentaje de la proteína de las heces

NOTA: La fórmula puede ser aplicable a cualquier nutriente, como en este caso se ha asumido la proteína, del alimento.

4.1. DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES EN POLLOS

De lo expuesto anteriormente y mediante los análisis de laboratorio realizados (ver cuadros No. 22 y siguientes), se obtiene los siguientes resultados, los cuales se exponen en los cuadros No. 34 al 37.

4.2. DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES EN GALLOS

Igualmente al caso anterior, se ha expuesto los datos en los cuadros No. 29 y siguientes, los mismos que nos permiten obtener los resultados de la digestibilidad expuestos en los cuadros No. 38 al 41.

DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES
 POLLOS DE 3 SEMANAS

REFERENCIA # POLLOS	PRD (%)	EED(%)	FCB (%)	EnN D (%)	
M A I Z	1	93.800460	93.311720	24.165140	90.346500
	2	88.968980	91.150950	23.865570	87.944300
	3	87.676060	80.877560	21.947360	82.496800
H O L I D O	4	89.850620	90.239260	25.994570	85.792800
	5	87.949220	87.982968	25.478530	85.324600
	6	88.178630	88.436180	27.829480	85.948700

FUENTE : Análisis en el Laboratorio
 ELABORACION : Autores

CUADRO Nº 35

DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES
POLLOS DE 3 SEMANAS

REFERENCIA # POLLOS	PBD (%)	EED (%)	FCD (%)	EnN D (%)	
T O R T A	1	82.461252	61.631670	1.276160	46.433600
	2	83.847355	56.287950	1.228140	38.681500
	3	77.688166	60.249060	1.549900	18.578900
D E	4	79.921402	71.143770	1.641400	26.666900
S O Y	5	83.262489	50.654220	1.965700	46.582500
A	6	84.881171	62.413670	2.001600	45.566400

FUENTE : Análisis en el Laboratorio
ELABORACION : Autores

CUADRO Nº 36

DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES
POLLOS DE 3 SEMANAS

REFERENCIA # POLLOS	PBD (%)	EED(%)	FCD (%)	EnN D (%)	
H A R I N A P E S C A D O	1	91.337290	81.692560	-66,248000	-459,600000
	2	84.449780	66.347060	-123,810000	-830,700000
	3	83.131330	67.552810	-90,160000	-27303,000000
	4	87.222140	62.573470	-47,540000	-5108,300000
	5	87.667480	76.556240	-177,530000	-5418.500000
	6	87.978670	91.565870	-45,199000	-4222,400000

FUENTE : Análisis en el Laboratorio
ELABORACION : Autores

CUADRO Nº 37

DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES
 POLLOS DE 3 SEMANAS

REFERENCIA # POLLOS	PBD (%)	EED (%)	FCD (%)	EnN'D (%)	
A F R E C H O	1	75.289194	58.982980	40.865223	41.735300
	2	69.514429	60.873314	35.183061	37.801300
	3	71.500954	53.699809	38.074489	19.999600
	4	86.553052	58.185588	41.389907	30.164500
T R I G O	5	78.958466	42.549103	38.670683	12.649200
	6	71.623039	59.155345	30.993865	14.840900

FUENTE : Análisis en el Laboratorio
 ELABORACION : Autores

CUADRO Nº 38

DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES

GALLOS DE MAS DE 8 SEMANAS

a) Maiz molido

No GALLOS	D I G E S T I B I L I D A D			
	Proteína Bruta %	Extracto Etéreo %	Fibra Cruda %	Extracto no Nitrogenado %
1	87.09105	79.65563	28.55889	83.11270
2	80.10187	82.70032	18.08845	88.37370
3	79.40930	77.85470	13.81890	84.15590
4	86.79910	75.74790	23.30960	80.44010
5	82.31160	73.83650	24.05710	77.37630
6	93.81590	77.33770	21.24580	88.04200

FUENTE : Análisis en el Laboratorio
 ELABORACION : Autores

CUADRO Nº 39

DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES

GALLOS DE MAS DE 8 SEMANAS

b) Torta de soya

No GALLOS	D I G E S T I B I L I D A D			
	Proteína Bruta %	Extracto Etéreo %	Fibra Cruda %	Extracto no Nitrogenado %
1	87.74004	59.19718	2.09795	23.17160
2	87.83178	31.63044	2.15036	58.13260
3	88.84632	47.00027	2.29540	-22.96250
4	86.07173	62.62581	1.70304	43.14540
5	93.26338	62.42900	0.72160	6.88230
6	89.08550	72.18354	2.09795	6.54960

FUENTE : Análisis en el Laboratorio
 ELABORACION : Autores

CUADRO Nº 40

DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES

GALLOS DE MAS DE 8 SEMANAS

c) Harina de pescado

No GALLOS	D I G E S T I B I L I D A D			
	Proteína Bruta %	Extracto Etéreo %	Fibra Cruda %	Extracto no Nitrogenado %
1	93.03621	78.38001	--	--
2	93.30621	62.32885	--	--
3	90.23085	84.68043	--	--
4	92.01384	64.56052	--	--
5	92.58769	82.35448	--	--
6	93.66039	83.31682	--	--

FUENTE : Análisis en el Laboratorio

ELABORACION : Autores

CUADRO Nº 41

DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES

GALLOS DE MAS DE 8 SEMANAS

d) Afrecho de trigo (salvado)

No GALLOS	D I G E S T I B I L I D A D			
	Proteína Bruta %	Extracto Etéreo %	Fibra Cruda %	Extracto no Nitrogenado %
1	43.91694	41.65730	15.31475	43.39850
2	50.88465	59.79006	54.12230	63.47770
3	61.81570	63.79679	52.85881	45.23150
4	60.29719	56.77859	43.41187	37.30770
5	67.38789	66.52974	26.51087	52.99210
6	87.40134	54.26063	47.77614	44.15740

FUENTE : Análisis en el Laboratorio
 ELABORACION : Autores

4.3. ANALISIS ESTADISTICO Y DISCUSION DE RESULTADOS



En la presente investigación aplicada, se trata de determinar la calidad o valor biológico, en función de la digestibilidad, de las materias primas de mayor utilización en la fabricación de balanceados (maíz molido, torta de soya, harina de pescado, y afrecho de trigo) que actualmente se expenden en el país, para cualquier especie en explotación.

Para ello, se procede a tomar muestras en pollos y gallos, de acuerdo a la técnica expuesta en el literal 3.2.2.1.3., de lotes compuestos por veinte aves, las mismas que cumplen con los requerimientos en peso y especie necesarios.

La evaluación estadística de dichos resultados se realizó en base al diseño "Completamente Azarizado" y la Prueba de DUNCAN orientada a detectar las diferencias observadas en las digestibilidades de las materias primas en aves de diferente edad.

Dicho modelo estadístico está orientado a desdoblar la fuente de variabilidad total que observan las diferentes materias primas en estudio, en:

1. Aquella que puede provenir del grado de digestión o

capacidad de absorción del tracto digestivo de las aves.

2. La variación ocasionada por la composición química de cada una de las materias primas.

3. La variación inherente a cada una de las muestras; y

4. La variación originada por la heterogeneidad del ambiente en que se realizó los análisis químicos respectivos.

Tomando como testigo las especificaciones que el "Feed Ingredients Guide" y, Jeroch y Titus, han impuesto para dichas materias primas, se realiza el análisis estadístico con los resultados obtenidos en los análisis bromatológico y de digestibilidad de las materias primas.

CUADRO Nº 42

ESPECIFICACIONES DEL "FEED INGREDIENTS GUIDE"
PARA LOS ALIMENTOS

REQUISITOS	MAIZ M ^o	T. SOYA	H. PESCADO	A. TRIGO
Color	Lig. amar. amar. dor.	Lig. cane. Lig. pardo	Lig. cane. Pardo roj.	Lig. cane. gris roji.
Olor	dulce ---	dulce (a nuez)	aceitoso ---	limpio (suave)
Textura	pasa la criba No. 16 el 95%	sobre la No. 14 el 0,5% máximo	pasa la malla No. 9 el 100%	retenido en malla No. 6 de 1 a 3%
Densidad (Kg/Hl)	57,7812	57,7812	51,36	19,26

FUENTE : Feeds Ingredients Guide. folleto

ELABORACION: Autores

El cuadro No. 43 muestra los resultados obtenidos en los análisis de las materias primas según "Feeds Ingredients Guide":

CUADRO Nº 43

COMPOSICION QUIMICA DE LAS MATERIAS PRIMAS

Materias primas	ENSAYOS				
	Humedad	Proteína Bruta	Extracto Etereo	Fibra Cruda	Cenizas Totales
	%	%	%	%	%
Miz molido	13,0	8,8	4,0	2,5	1,5
H. de soya	10,5	45,0	0,5	6,5	6,0
H. de pesc.	6,5	60,0	6,0	1,0	21,0
Sal. de tri.	12,5	15,0	4,0	10,5	6,0

FUENTE : Maxwell. Feeds Ingredients Guide.

ELABORACION: Autores

Este diseño estadístico, en su parte correspondiente al modelo matemático, nos permite aprovechar, el máximo número de grados de libertad para la suma de cuadrados del error, lo que constituye una ventaja muy apreciable en lo que al análisis se refiere.

Por otro lado, dicho diseño fue utilizado en vista de que hipotéticamente, y en primera instancia, se estimó que

la variabilidad existente entre la composición química de cada una de las materias primas en estudio era muy pequeña y estaba repartida uniformemente. (cuadros Nos. del 15 al 18)

El cuadro No. 44 muestra los resultados promedios obtenidos en los análisis de laboratorio, conforme a las especificaciones de las materias primas dadas por el "Feeds Ingredients Guide" del cuadro anterior, y realizados según técnicas modificadas por "TECATOR", para cada una de las pruebas.

CUADRO N° 44

COMPOSICION QUIMICA DE LAS MATERIAS PRIMAS LOCALES

MATERIAS PRIMAS	E N S A Y O S					TOTAL	X
	H	PH	EE	FC.	CT	FILAS	
Maíz molido	12.54	8.72	3.49	1.98	1.59	28.520	5.704
Torta soya	10.27	41.28	1.85	7.46	6.40	67.260	13.452
Harina de pescado	8.85	64.34	7.70	0.75	16.34	97.980	19.596
Afrecha trigo	10.62	17.16	3.16	17.22	4.79	52.950	10.590
Total columna	42.28	131.70	16.20	27.41	29.12	246.710	

FUENTE : Análisis en el Laboratorio
 ELABORACION : Autores

Por ser poco irrealizable y práctico tomar todas las muestras de materias primas que se producen en el país, dentro de cada provincia, se hizo una selección al azar, de las muestras o materias primas existentes en la planta de balanceados de la Universidad Técnica Particular de Loja.

Cálculo de la suma de cuadrados y grados de libertad (S.C. y G. de L.)

$$F.C. = \Sigma (\text{total filas})^2 / N = (246,715)^2 / 20 = 3043,415$$

$$S.C. \text{ Total} = \Sigma x^2 - F.C. = 4403,128 \text{ con } 19 \text{ G. de L.}$$

$$S.C. \text{ Ensayos} = 2205,178$$

$$S.C. \text{ Materias Primas} = 509,858$$

$$S.C. \text{ Error} = S.C. \text{ Total} - S.C. \text{ Ensayos} - S.C. \text{ Materias primas} \\ = 1688,092$$

Consecuentemente, los parámetros del ADEVA ordenados originan el cuadro que a continuación se representa:

CUADRO N° 45

ANALISIS DE VARIANZA (ADEVA)

Fuente de	G. de L.	S.C.	C.M.	Fc.	F. Tab.	
Varianza					5%	1%
Ensayos	4	2205,178	551,295	3,919	3,26	5,41
Mat. Primas	3	509,858	169,953	1,208	3,49	5,95
Error	12	1688,092	140,674			
Total	19	4403,128				

De donde:

ENSAYOS: $F_{t_{0,05}} = 3,26$ $F_c = 3,919$

Como: $3,919 > 3,26$

Si hay diferencia significativa porque

$F_c > F_t$.

MATERIAS PRIMAS: $F_{t_{0,05}} = 3,49$ $F_c = 1,208$

No hay diferencia significativa porque

$F_c < F_t$.

De donde : F.c. = Factor de corrección

F.t. = Factor tabulado

C.M. = Cuadrados medios

F.t. 0,005 = Factor tabulador al 5%

PRUEBA MULTIPLE DE SIGNIFICACION O DE DUNCAN

a) Desviación estandar de promedios: $S_{\bar{x}}$

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{CME}{r}} = \sqrt{\frac{140,674}{4}} = 5,9303 = 5,93$$

De donde: CME ---> Cuadrado medio del error

r ---> Repeticiones

Ordenando los promedios en orden ascendente, tenemos:

$$X_1 = 5,705$$

$$X_4 = 10,590$$

$$X_2 = 13,452$$

$$X_3 = 19,596$$

b) Promedios de comparación: P



VALORES DE P

VALORES DE	P			
	1	2	3	4
A.E.S.	12	3.08	3.23	3.33
Sx:				
A.L.S.	5,93	18,26	19,15	19,75

Se obtiene: $R_2 = 3,08 (5,93) = 18,26$

$R_3 = 3,23 (5,93) = 19,15$

$R_4 = 3,33 (5,93) = 19,75$

Las comparaciones conducen a:

$3 \text{ vs } 1 : 19,596 - 5,705 = 13,89 < 19,75 (R_4) \Rightarrow \text{NO HAY DIF.}$

$3 \text{ vs } 4 : 19,596 - 10,590 = 9,006 < 19,15 (R_3) \Rightarrow \text{NO HAY DIF.}$

$3 \text{ vs } 2 : 19,596 - 13,452 = 6,144 < 18,26 (R_2) \Rightarrow \text{NO HAY DIF.}$

$2 \text{ vs } 1 : 13,452 - 5,705 = 7,747 < 19,15 (R_3) \Rightarrow \text{NO HAY DIF.}$

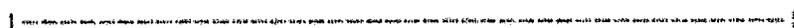
$2 \text{ vs } 4 : 13,452 - 10,590 = 2,862 < 18,26 (R_2) \Rightarrow \text{NO HAY DIF.}$

$4 \text{ vs } 1 : 10,590 - 5,705 = 4,885 < 18,26 (R_2) \Rightarrow \text{NO HAY DIF.}$

GRAFICO Nº 6

RESULTADOS DEL RANGO MULTIPLE DE DUNCAN

X_1	X_2	X_3	X_4
5,705	13,452	19,596	10,590



Realizando un análisis de los resultados obtenidos de la prueba de DUNCAN, para la comparación de todas las materias primas, en lo que respecta a la composición química de cada una de ellas; podemos afirmar que NO son estadísticamente iguales y que como es lógico todos sus nutrientes varían no solamente en cuanto a porcentaje encontrado en la materia seca sino también en cuanto se refiere a la constitución física y demás propiedades y además por ser incluso de diferente origen. Además se ha comprobado estadísticamente ya que los factores calculados son menores a los tabulados; lo que significa que no existe diferencia entre las composiciones químicas de cada una, por lo que se demuestra en consecuencia la hipótesis nula.

Comprende además un análisis, en base a la prueba de Duncan, comparaciones que conducen a unos resultados en los cuales se puede observar que las diferencias entre cada uno de los tratamientos son menores a los tabulados o expuestos por Duncan; lo que significa que no hay diferencia entre las

variables analizadas puesto que todas se correlacionan, como se indica en la gráfica N° 6.

Para averiguar si realmente, las materias en estudio se comportan de diferente manera en las aves, se ha tratado de ensayar en pollos, los mismos que han sido muestreados al azar, de los que se ha escogido seis ejemplares de cada lote compuesto por 20 pollos. Lo que se ha tratado de averiguar en este ensayo se demuestra en el análisis inmediato:

A fin de probar la bondad de ajuste de los resultados obtenidos cuantitativamente, mediante los respectivos análisis de laboratorio; y, comparar dichos valores con los valores esperados (ver cuadro N° 21), sometemos estos valores de digestibilidad al análisis estadístico, tomando como base los valores consignados en el cuadro N° 47 y siguientes:

CUADRO N° 47

DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES, ESPERADOS

Materias primas	DIGESTIBILIDAD			
	P.B.	E°E	F C	EnN
Maíz molido	79 (93)	45 (88)	6 (28)	90 (92)
Torta de soya	80 (89)	38 (66)	---	46 (80)
H. de pescado	84 (90)	88 (91)	---	--- (50)
Afrecho de trigo	61 (63)	58 (62)	8 (44)	41 (46)

NOTA: Valores correspondientes al cuadro N° 21

1. JUSTIFICACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Por ser casi imposible y poco práctico se ha tomado únicamente las muestras de seis pollos, de cada uno de los lotes; escogidos al azar. Dichas aves serán de la variedad Broiler y de tres semanas de edad.

2. COMPROBACION ESTADISTICA DE LA HIPOTESIS

2.1. HIPOTESIS NULA

Las digestibilidades de todas las materias primas en experimentación se iguales en los pollos:

$$H_0 = U_1 = U_2 = U_3 = U_4$$

2.2. HIPOTESIS ALTERNATIVA

Las digestibilidades de todas las materias primas bajo experimentación son diferentes:

$$H_1 \neq U_1 \neq U_2 \neq U_3 \neq U_4$$

3. ANALISIS DE LAS MATERIAS PRIMAS Y DIGESTIBILIDADES

3.1. DISTRIBUCION "F" Y ANALISIS DE VARIANZA

CUADRO Nº 48

PORCENTAJES DE DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES, PROMEDIOS
EN POLLOS

MATERIAS PRIMAS	DIGESTIBILIDAD TOTAL					\bar{x}
	P.D.	E.E.	F.C.	En H.	FILAS	
Maíz molido	89.403	88.666	24.880	86.300	289.257	72.314
Torta de soya	82.010	60.396	1.610	37.094	181.100	45.275
Harina de pescado	86.964	74.381	0.000	0.000	151.345	40.336
Afrecho trigo	75.573	55.574	37.529	26.198	194.874	48.718
Total columna	335.950	279.017	64.019	149.590	826.576	

FUENTE : Análisis en el Laboratorio
ELABORACION : Antunes

3.2. METODO DE CALCULO

3.2.1. FACTOR DE CORRECCION: Fc

$$F_c = \frac{(\sum \text{Filas})^2}{N} = \frac{(826.576)^2}{14} = 48801,992$$

3.2.2. SUMA DE CUADRADOS TOTALES: SCT

$$\begin{aligned}
SCT &= \sum \sum X^2_{ij} - Fc \\
&= 59663,553 - 48801,992 \\
&= 10861,561
\end{aligned}$$

3.2.3. SUMA DE CUADRADOS DE DIGESTIBILIDAD: SCD

$$\begin{aligned}
SCD &= \sum \frac{X^2_{.i}}{n} - Fc \\
&= 56168,472 - 48801,992 \\
&= 7366,480
\end{aligned}$$

3.2.4. SUMA DE CUADRADOS DE MATERIAS PRIMAS: SCMp

$$\begin{aligned}
SCMp &= \sum \frac{X^2_{.j}}{n} - Fc \\
&= 51626,779 - 48801,992 \\
&= 2824,787
\end{aligned}$$

3.2.5. SUMA DE CUADRADOS DEL ERROR: SCE

$$\begin{aligned}
SCE &= SCT - SCD - SCMp \\
&= 10861,561 - 7366,480 - 2824,787 \\
&= 670,294
\end{aligned}$$

ANALISIS DE VARIANZA (ADEVA)

CUADRO Nº 49

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL CUADRO Nº 48

FUENTE DE VARIACION	G de L.	S.C.	C.M.	Fc.	F. Tab.	
					0,05	0,01
Digestibilidad	3	7366,480	2455,493	25,64	4,35	8,45
Materias Primas	3	2824,787	941,596	9,83	4,35	8,45
Error	7	670,294	95,756			
TOTAL	13	56613,452				

Siendo: CM --> Cuadrados medios

Fc --> Factor calculado

F.Tab --> Factor tabulado

En donde:

DIGESTIBILIDAD: $F_c = 25,64$; $F_{tab.} = 4,35$

Como: $25,64 > 4,35$ === SI HAY DIFERENCIA ALTAMENTE
SIGNIFICATIVA

Porque $F_c > F_{tab.}$

MATERIAS PRIMAS: $F_c = 9,83$; $F_{tab.} = 4,35$

Como: $9,83 > 4,35$ === SI HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA

Porque $F_c > F_{tab.}$

3.2.6. PRUEBA MULTIPLE DE SIGNIFICACION O DE DUNCAN

a. Desviación estandar de promedios: $S_{\bar{x}}$

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{CME}{r}} = \sqrt{\frac{95,756}{3}} = 5,649$$

En donde:

CME = cuadrado medio del error

r = repeticiones

Ordenando los promedios en orden ascendente, tenemos:

$$X_3 = 40,336$$

$$X_2 = 45,275$$

$$X_4 = 48,719$$

$$X_1 = 72,314$$

b. Promedios de comparación: P

CUADRO Nº 50

VALORES DE LOS PROMEDIOS DE COMPARACION

	VALORES DE P.		
	2	3	4
A.E.S. (*)	3,35	3,47	3,54
A.L.S.	18,924	19,602	19,997

Siendo: A.E.S. = Amplitud Estudiantizada Significativa

A.L.S. = Amplitud Limitada Significativa

Se obtiene:

$$A.L.S. = R_2 = 5,649 (3,35) = 18,924$$

$$R_3 = 5,649 (3,47) = 19,602$$

$$R_4 = 5,649 (3,54) = 19,997$$

3.2.7. LAS COMPARACIONES CONDUCEN A:

$$1 \text{ vs } 3: 72,314 - 40,336 = 31,978 > 19,997 \Rightarrow \text{SI HAY DIF}$$

$$1 \text{ vs } 2: 72,314 - 45,275 = 27,039 > 19,602 \Rightarrow \text{SI HAY DIF}$$

$$1 \text{ vs } 4: 72,314 - 48,718 = 23,596 > 18,924 \Rightarrow \text{SI HAY DIF}$$

$$4 \text{ vs } 3: 48,718 - 40,336 = 8,382 < 19,602 \Rightarrow \text{NO HAY DIF}$$

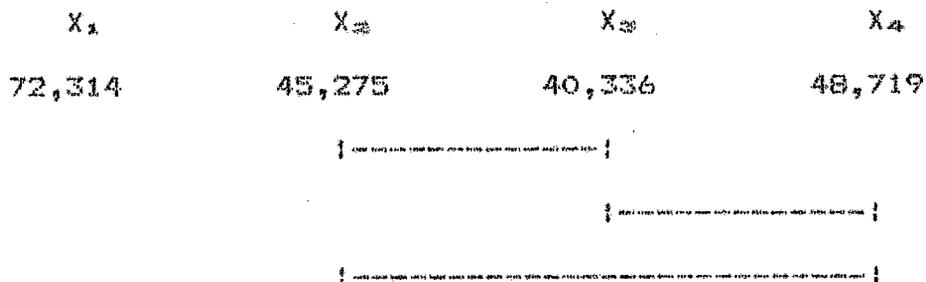
$$4 \text{ vs } 2: 48,718 - 45,275 = 3,443 < 18,924 \Rightarrow \text{NO HAY DIF}$$

$$2 \text{ vs } 3: 45,275 - 40,336 = 4,939 < 18,924 \Rightarrow \text{NO HAY DIF}$$

(*) Ver anexo 4 - Tabla de valores de P

3.2.8. RESULTADOS DEL RANGO MULTIPLE DE DUNCAN

GRAFICO Nº 7.



En lo referente al análisis de Digestibilidades de las materias primas en estudio, en pollos de tres semanas de edad, podemos anotar que existe una diferencia altamente significativa, al realizar el análisis de varianza, por lo cual se considera el análisis a través de la prueba de DUNCAN, el mismo que arroja los resultados según el GRAFICO No. 7, en el que se puede acotar lo siguiente:

Al realizar las comparaciones respectivas nos dá que el MAIZ (variable X_1) en relación con las demás materias primas, sus digestibilidades son diferentes con respecto a las demás; por lo que se puede concluir que el maíz en los pollos tiene la más alta digestibilidad y en este caso no se acepta la hipótesis nula. Su diferencia es altamente significativa con respecto a las demás debido a la diferencia en el contenido porcentual de nutrientes que en el maíz son más bajos, si comparamos con los dados por el CUADRO No. 51, lo que incide negativamente.

Las variables X_2 , X_3 , que representan a las materias de: trigo de soya y harina de pescado, estadísticamente se comportan de igual manera, por lo que están estrechamente relacionadas; debido a la semejanza en el contenido de nutrientes. Sin embargo, aún varían con los presentados por el CUADRO No. 51 dados por Jeroch y Titus.

Las materias primas como son: torta de soya (X_2) y afrecho de trigo (X_4), son iguales o se comportan de la misma manera, luego del análisis estadístico. Y finalmente las materias primas: harina de pescado y afrecho de trigo, representadas por las variables X_3 y X_4 , respectivamente, se comportan estadísticamente de igual manera en los pollos de tres semanas de edad, es decir no existe diferencia significativa en cuanto a valores de digestibilidad de estas materias primas y que prácticamente se absorben en el tracto digestivo en la misma cantidad.

Otro tema de estudio en este caso constituye: la digestibilidad de los nutrientes de las materias primas, en gallos de más de ocho semanas de edad, para lo que se ha realizado el análisis estadístico de acuerdo a lo expuesto a continuación:

1. JUSTIFICACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Estando conscientes de que es casi imposible, y poco práctica la recogida de muestras de todas las aves puestas en experimentación, se ha escogido al azar, de cada lote de 20 ejemplares, 6 gallos con un peso aproximadamente igual y de la misma variedad Broiler, de ocho semanas de edad, que al momento de la experiencia tuvieron que ser estabulados unos quince días antes.

2. COMPROBACION ESTADISTICA DE LA HIPOTESIS

2.1. HIPOTESIS NULA

Las Digestibilidades de los nutrientes de todas las materias primas en estudio, en los gallos, son iguales:

$$H_0 == U_1 == U_2 == U_3 == U_4$$

2.2. HIPOTESIS ALTERNATIVA

$$H_1 \neq U_1 \neq U_2 \neq U_3 \neq U_4$$

3. ANALISIS DE LAS MATERIAS PRIMAS Y DIGESTIBILIDADES

3.1. DISTRIBUCION "F" Y ANALISIS DE VARIANZA

CUADRO Nº 51

PORCENTAJES DE DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES, PROMEDIOS
EN GALLOS

MATERIAS PRIMAS	D I G E S T I B I L I D A D TOTAL					X
	P.E.	E.E.	F.C.	En N.	FILAS	
Maiz molido	84.921	77.055	21.513	83.583	247.872	66.968
Torta de soya	88.806	58.844	1.901	19.089	165.540	41.385
Harina de pescado	92.472	75.936	0.000	0.000	158.408	42.102
Afrecho trigo	61.950	57.135	39.998	47.760	206.843	51.711
Total columna	328.149	266.770	63.312	150.432	808.663	

FUENTE : Análisis en el Laboratorio
ELABORACION : Autores

METODO DE CALCULO

Factor de Corrección: Fc

$$F_c = \frac{(808,663)^2}{n} = 46709,703$$

14

Suma de Cuadrados Totales: SCT

SCT = 57395,011 - 46709,703

SCT = 10685,308

Suma de Cuadrados de Digestibilidades: SCD

SCD = 53591,398 - 46709,703

SCD = 6881,695

Suma de Cuadrados de Materias Primas: SCMp

SCMp = 49666,359 - 46709,703

SCMp = 2956,656

Suma de Cuadrados del Error: SCE

SCE = 10685,308 - 6881,695 - 2956,656

SCE = 846,957

ANALISIS DE VARIANZA (ADEVA)

CUADRO Nº 52

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL CUADRO Nº 51

FUENTE DE VARIACION	G de L	S.C.	C.M.	Fc.	F. Tab.	
					0,05	0,01
Digestibilidad	3	6881,695	2293,898	18,96	4,35	8,45
Materias Primas	3	2956,656	985,552	8,15	4,35	8,45
Error	7	846,957	120,994			
TOTAL	13	10685,308				

De donde:

DIGESTIBILIDAD: $F_c = 18,96$; $F_{tab.} = 4,35$

Como: $18,96 > 4,35 \implies$ SI HAY DIFERENCIA ALTAMENTE

SIGNIFICATIVA

POR QUE $F_c > F_{tab.}$

MATERIAS PRIMAS: $F_c = 8,15$; $F_{tab.} = 4,35$

Como: $8,15 > 4,35 \implies$ SI HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA

POR QUE $F_c > F_{tab.}$

3.2.6. PRUEBA MULTIPLE DE SIGNIFICACION O DE DUNCAN

a. Desviación Estándar de Promedios: S_x

$$S_x = \sqrt{\frac{120,994}{3}} = 6,35$$

3

Ordenando los promedios en orden ascendente, tenemos:

$$X_2 = 41,385$$

$$X_3 = 42,102$$

$$X_4 = 51,711$$

$$X_1 = 66,968$$

b. Promedios de Comparación: P

CUADRO N° 53

VALORES DE LOS PROMEDIOS DE COMPARACION

	VALORES DE P.		
	2	3	4
A.E.S.	3,35	3,47	3,54
A.L.S.	21,273	22,035	22,479

Se obtiene:

$$R_2 = 6,35 (3,35) = 21,273$$

$$R_3 = 6,35 (3,47) = 22,035$$

$$R_4 = 6,35 (3,54) = 22,479$$

3.2.7. LAS COMPARACIONES CONDUCEN A:

$$1 \text{ vs } 2: 66,968 - 41,385 = 25,583 \quad 22,479 \Rightarrow \text{SI HAY DIF.}$$

$$1 \text{ vs } 3: 66,968 - 42,102 = 24,866 \quad 22,035 \Rightarrow \text{SI HAY DIF.}$$

$$1 \text{ vs } 4: 66,968 - 51,711 = 15,257 \quad 21,273 \Rightarrow \text{SI HAY DIF.}$$

$$4 \text{ vs } 2: 51,711 - 41,385 = 10,326 \quad 22,035 \Rightarrow \text{NO HAY DIF.}$$

$$4 \text{ vs } 3: 51,711 - 42,102 = 9,609 \quad 21,273 \Rightarrow \text{NO HAY DIF.}$$

$$3 \text{ vs } 2: 42,102 - 41,385 = 00,717 \quad 21,273 \Rightarrow \text{NO HAY DIF.}$$

3.2.8. RESULTADOS DEL RANGO MULTIPLE DE DUNCAN

GRAFICO Nº 8.

RESULTADOS

X_1	X_2	X_3	X_4
66,968	41,385	42,102	51,711



Al realizar las comparaciones referentes a las digestibilidades realizadas por los gallos, de los nutrientes de las diferentes materias primas en estudio, podemos afirmar al igual de lo que sucede en los pollos de tres semanas de edad, el maíz molido (variable X_1) se comporta frente a las demás materias primas, de una manera diferente; es decir hay una diferencia significativa en relación a las digestibilidades.

Esta diferencia es debida a la capacidad de absorción de las aves; puesto que el maíz contiene mayor cantidad de Extractivos libres de nitrógeno (entre los que cuenta la mayor parte el almidón) que cualquiera de las otras materias primas, el tracto digestivo absorbe totalmente convirtiéndolo en glucosa o almacenándolo como grasa, lo que influye en el cálculo de las digestibilidades, y por ende en el análisis estadístico.

Las demás materias primas se comportan de igual manera, estadísticamente hablando, si se compara el comportamiento de la Torta de soya (X_2), harina de pescado (X_3), y afrecho de trigo (X_4); nos damos cuenta que todas están relacionadas entre sí, lo que significa que prácticamente son aprovechadas, por el tracto digestivo de los gallos, en igual intensidad.

Todas estas variables han sido tratadas al 95% de

probabilidad; lo que significa que de cada 100 análisis de digestibilidad en pollos y gallos, los 95 análisis serán considerados como verdaderos, o que también existen en los 100 análisis un error del 5%.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

La presente investigación aplicada tiene grandes interrogantes, que científicos, nutricionistas y médicos veterinarios han tratado de responder con técnicas ortodoxas. Una de esas grandes interrogantes consiste específicamente en la Digestibilidad de los Nutrientes de las diferentes especies animales y vegetales, con que cuenta el hombre y los animales para su alimentación.

Una de estas técnicas ha sido propuesta por Silbald como: "Determinación de la Energía Metabolizable Verdadera" tomada como patrón en análisis de digestión IN VIVO, mientras que otras técnicas como: "Digestibilidad en Pepsina de la Proteína Animal", propuestas por ACONTEC, normas colombianas han sido patentadas para determinar la digestibilidad IN VITRO.

Existen otros métodos mas complicados y que no están al alcance de nuestros medios como para aplicarlos, tales como: Exposición de los Uréteres en pollos y colostomía en gallos, Digestibilidad en Cultivos de Prueba (método microbiológico) y otros métodos enzimáticos; capaces de ser aplicados en ensayos de Digestión para cualquier especie animal.

El método utilizado en nuestro caso es el propuesto por Silbadl para la determinación de la Energía Metabolizable Verdadera, que según Scott puede ser aplicado a cualquier nutriente y en cualquier especie animal.

Hablando del método empleado podemos afirmar que puede ser utilizado con la mas absoluta confianza, ya que además de ser práctico y sencillo tiene la ventaja de ser confiable, teniendo en consideración todas las recomendaciones que se requieren al emplearlo.

Técnicamente podemos afirmar que existen ciertos inconvenientes, como se indicó en el epígrafe 3.4 que pueden ser superados si se utiliza un local adecuado, así como la jaula individual que debe reunir las condiciones y el sistema de recogida de muestras que debe ser lo mas exacto posible.

Los resultados obtenidos nos dan valores parecidos a los tabulados hallados en la literatura, lo que implica que el método usado es el correcto y que los análisis realizados en laboratorio son satisfactorios.

Luego de haber realizado el análisis estadístico podemos concluir que las materias primas en estudio se comportan estadísticamente de la misma manera, en pollos y gallos; y que el maíz molido se diferencia de las demás por

ser altamente digerido por el animal, lo que implica una diferencia estadística en los resultados.



Cabe indicar además que el método es altamente riesgoso, por cuanto, al alimentar o forzar su deglución, de las aves, se introduce mal el embudo a través del esófago, lo que trae el peligro de muerte al ave en experimento por asfixia o por tapan el esófago en la mitad del canal; ya que este debe ser almacenado directamente en el buche.

Señalaremos también que no se utilizaron otros métodos para determinar la digestibilidad, puesto que el laboratorio no contaba con el equipo y accesorios necesarios para el efecto.

Se obtuvieron los siguientes resultados de digestibilidad en pollos y gallos (Cuadros No. 34 al 40), los mismos que de acuerdo al contenido de principios nutritivos, de las materias primas locales, podemos asegurar son altamente reconocidos por su calidad y que nuestras materias primas pueden ser utilizadas, con suma confiabilidad, en la alimentación de aves o cualquier especie animal en explotación, intensiva o extensiva, puesto que son altamente digeribles.

En lo que respecta a la alimentación y nutrición, podemos asegurar con toda veracidad, que los datos

presentados en el siguiente texto pueden ser utilizados con toda confiabilidad, tanto por profesionales, nutricionistas, estudiante y/o cualquier otra persona relacionada con la alimentación y explotación de aves.

5.2. RECOMENDACIONES

Al hablar de métodos de Digestibilidad, de acuerdo a nuestra experiencia, recomendamos usar los métodos IN VIVO, puesto que son prácticos, sencillos y confiables, no recomendamos los métodos IN VITRO, debido a que además de utilizar aparatos muy costosos, en el país no contamos con las cepas de microorganismos ni medios de cultivo necesarios para el efecto, tampoco existen las enzimas, ni el personal capacitado como para asegurar un éxito en su determinación.

Los métodos teóricos, siguen en uso, ya que para la mayoría de las materias primas constan los cuadros necesarios para la formulación, lo que el presente estudio lo presenta limitado, por lo que recomendamos utilizar en formulación los cuadros de la NRC, Titus y Jeroch que dan valores de digestibilidad de los nutrientes de un numeroso listado de materias primas.

Recomendamos el uso, de las materias primas en estudio, por su alta digeribilidad por parte de las aves, en la formulación de raciones. Pero siempre y cuando se tenga en

consideración los siguientes antagonismos.

El maíz molido se puede utilizar en cualquier cantidad, aunque es recomendable utilizarlo entre un 50 al 60% de la ración, siempre que no se eleve demasiado los requerimientos en cuanto se refiere al contenido de energía y no influya demasiado el costo total del producto.

La torta de soya, se la puede utilizar en cualquier cantidad, siempre que no influya su costo en el valor del alimento pelletizado.

El uso de la harina de pescado está restringido por la cantidad de grasa de extracto etéreo contenido y debido al costo, además de que en el engorde de pollos al azar este contenido dá mal olor y sabor a la carne; en el crecimiento es necesario. Se recomienda el uso de un 4-6% en el primer caso y del 8% en el caso de iniciación de pollos y pollonas.

El uso del afrecho de trigo está restringido por la cantidad de fibra que contiene, además de los requerimientos que debe cumplir la ración en el caso de alimentación de aves. Se recomienda el uso de hasta un 6% de la ración.

CAPITULO VI

6. BIBLIOGRAFIA

1. ADAC. Manual de Técnicas. 1984
2. BERGNER HANS. 1970. Elementos de Nutrición Animal. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
3. BLOUNT W.P. 1970. Zootecnia Intensiva, Editorial Acribia. Zaragoza. España.
4. CENDES. 1986. Digestibilidad In Vitro de Alimentos Balanceados. Guayaquil. Ecuador.
5. CONCELLON MARTINEZ ANTONIO. 1984. Nutrición Animal Práctica. Editorial Aedos. 2a. Edición. Barcelona. España.
6. CRAMPTON E. W. y HARRIS L.E. 1974. Nutrición Animal Aplicada. Editorial Acribia. 2a. Edición. Zaragoza. España.
7. ENSMINGER & OLENTINE. 1978. Feeds & Nutrition (completa). The Ensminger Publishing Company. First Edition. The United States of America.
8. ENSMINGER M.E. 1979. Producción Avícola. Editorial El Ateneo. Reimpresión de la 1a. Edición (1976). Buenos Aires.
9. FEEDS I NUTRITION - Complete - Ensminger
10. HERNANDEZ B. JOSE M. 1980. Manual de Nutrición y Alimentación del Ganado. Editorial del Ministerio de Agricultura. 1a. Edición. Madrid. España.
11. HOFFMAN G. y VOLKER H. 1969. Anatomía y Fisiología de las Aves Domésticas. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
12. JEROCH H. y FLACHOWSKY G. 1978. Nutrición de Aves. Editorial Acribia. Zaragoza. España.

13. JULL MERLEY A. 1962. Avicultura. Editorial Uteha. 2a. Edición. México.
14. MORRISON F.B. 1977. Compendio de Alimentación del Ganado. Editorial Uteha, Reimpresión. México.
15. McDONALD P., EDWARDS R.A. y GREENHALGH J.F.D. 1975. Nutrición Animal. Editorial Acribia. 2a. Edición. Zaragoza. España.
16. SCHOLTYSEK SIEGFRIED. 1970. Manual de Avicultura Moderna. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
17. SCOTT M.L., YOUNG R.J. y NESHEIM M.C. 1973. Alimentación de las Aves. Ediciones BEA. 1a. Edición. Barcelona. España.
18. TITUS HARRY W. 1960. Alimentación Científica de las Gallinas. Editorial Acribia. 3a. Edición. Zaragoza. España.
19. TECATOR. Manual del Fibertec.
20. TORRIJOS G. ALFONSO J. 1976. Cria del Pollo de Carne Broilers. Editorial AEDOS. 2a. Edición. Barcelona.
21. VIVAR C. JOSE M. 1974. Curso de Avicultura. Editorial de la U.N.L.
22. VALDIVIA RICARDO, Curso de nutrición aviar, 1988.
23. MAXWELL L. COOLEY, etc. al., Feeds Ingredients Guide, Folleto.
24. SANDSTONE BUILDING, Industria Avícola, pág 78, 1981 septiembre.
25. ICONTEC Determinación de la Digestibilidad en pepsina de la proteína de origen animal, norma colombiana, CDU, 636,084, C15,42/72.

CAPITULO VII

7. A N E X O S

ANEXO Nº 1

CONTENIDO DE ENERGIA DE LA DIETA Y CONSUMO DE ALIMENTO

EN POLLOS PARRILLEROS

PREINICIO (0 - 2 semanas)

EM (Kcal/kg)	Consumo (Kg/periodo)	
	Machos	Hembras
2800	0.31	0.29
2900	0.30	0.28
3000	0.29	0.27
3100	0.28	0.26
3200	0.27	0.25
3300	0.26	0.24

INICIO (2 - 6 semanas)

2800	2.75	2.08
2900	2.65	2.01
3000	2.56	1.94
3100	2.48	1.88
3200	2.40	1.82
3300	2.33	1.77

ACABADO (6 - 8 semanas)

2900	2.23	2.00
3000	2.15	1.93
3100	2.09	1.87
3200	2.02	1.81
3300	1.96	1.76
3400	1.90	1.70

ANEXO Nº 2

NIVELES SUGERIDOS DE ENERGIA Y PROTEINA EN LA DIETA
PARA EL LEVANTE DE GALLINAS DE POSTURA

Kcal/kg	Proteína (%)					
	0-2 sem.		2-8 sem.		8-18 sem.	
	RL	RP	RL	RP	RL	RP
2640	--	--	18,0	17,1	13,5	14,1
2695	--	--	18,6	17,7	13,6	14,6
2805	20,0	20,0	19,5	19,0	14,5	15,2
2905	20,8	20,8	20,0	19,5	15,1	15,7
3000	21,5	21,5	20,7	20,2	--	16,2
3100	22,2	22,2	21,4	20,9	--	--

RL = Raza Liviana

RP = Raza Pesada

- Las pollas de RL deben alimentarse ad libitum
- Las pollas de RP deben restringirse cercanamente al 90% de su máximo consumo ad libitum.

ANEXO Nº 3

NIVELES SUGERIDOS DE ENERGIA Y PROTEINAS EN LA DIETA
PARA GALLINAS EN POSTURA.

EM	Temperatura ambiental (°C)					
	(13 - 18)		(18 - 24)		(26 - 31)	
	RL	RP	RL	RP	RL	RP
2695	--	--	16,4	15,6	18,0	17,1
2750	--	--	16,7	15,9	18,4	17,5
2805	16,0	15,2	16,9	16,0	18,6	17,7
2860	16,4	15,6	17,3	16,4	19,0	18,0
2915	16,7	15,9	17,6	16,7	19,4	18,4
2970	17,0	16,2	18,0	17,1	19,8	18,8

RL = Raza Liviana

RP = Raza Pesada

- Los niveles de proteínas exceden aproximadamente 1% del nivel mínimo como margen de seguridad.

- A estas temperaturas elevadas las dietas deberían contener 4% de grasa como mínimo.

ANEXO Nº 4

SIGNIFICANT RANGES FOR DUNCA'S MULTIPLE RANGE TEST
(continuado)

$\alpha = .05 (P, f)$

f	P							
	2	3	4	5	6	7	8	9
1	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
2	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09
3	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
4	3.93	4.01	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
5	3.64	3.74	3.79	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83
6	3.46	3.58	3.64	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68
7	3.35	3.47	3.54	3.58	3.60	3.61	3.61	3.61
8	3.26	3.39	3.47	3.52	3.55	3.56	3.56	3.56
9	3.20	3.34	3.41	3.47	3.50	3.52	3.52	3.52
10	3.15	3.30	3.37	3.43	3.46	3.47	3.47	3.47

f = Grados de libertad

DEGREES OF FREEDOM FOR THE NUMERATOR (v_1)

$\alpha = 0.5 v_1, v_2$

$v_1 \backslash v_2$	1	2	3	4	5	6	7	8
1	161.40	199.50	215.70	224.6	230.2	234.00	236.80	238.90
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.19	6.09	6.04
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07

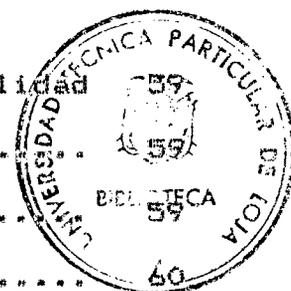
FUENTE: Design and Analysis of experiments, Segunda Edición, John Wiley y Sons, INC., New York, USA 1984, pág 524

INDICE

CERTIFICACION	ii
AUTORIA	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
SUMARIO	vi
RESUMEN	vii
INTRODUCCION	1
Objetivos	2
Importancia	2
REVISION DE LITERATURA	4
Digestión y Absorción	4
Anatomía del Sistema Digestivo de las Aves	4
Capacidad del Tracto Digestivo	8
Proceso de Digestión	8
Proceso de Absorción	13
Mecanismos de Absorción	14
Difusión	14
Transporte Activo	15
Pinositosis	17
Factores que afectan la Digestión y Absorción	18
Metabolismo de los nutrientes	19
Metabolismo energético	20
Metabolismo proteico	22

Metabolismo graso	23
Metabolismo de los Hidratos de Carbono	24
Requerimientos Nutritivos de las Aves	26
Necesidades de Energía	26
Necesidades de Proteínas	26
Necesidades de Carbohidratos	27
Necesidades de Lípidos o Grasas	28
Necesidades de Minerales	29
Necesidades de Vitaminas	30
Necesidades de Agua	33
Necesidades de Aditivos	35
MATERIALES Y METODOS	37
Características de las Materias Primas	37
Características Físico - Químicas	37
Maíz Amarillo Molido	37
Torta de Soya	40
Harina de Pescado	45
Salvado de Trigo (afrecho)	48
Cálculo de las Características Físicas de las Materias Primas	51
Granulometría de los alimentos	54
Análisis Bromatológico de las Materias Primas	55
Parte Experimental	57
Selección de las Aves	57
Pollos de 3 semanas	57
Gallos de más de 8 semanas	58

Procedimientos para la Estimación de la Digestibilidad	
Procedimientos IN VIVO	59
Exposición de los Uréteres en pollos	59
Colostomía en gallos	60
Determinación de la Energía Metabolizable Verdadera ..	61
Procedimiento IN VITRO	64
Digestibilidad en Pepsina de la Proteína de Origen	
Animal	65
Procedimiento TEORICO	69
Obtención de Muestras del Alimento Consumido Realmente	70
Dosificación del Alimento Puro	71
Cálculo del Consumo de Alimento	72
Análisis Bromatológico de las Heces	75
Problemas Técnicos de la Determinación de la	
Digestibilidad Aparente con Animales Estabulados	83
RESULTADOS Y DISCUSION	85
Digestibilidad de los Nutrientes en Pollos	86
Digestibilidad de los Nutrientes en Gallos	86
Análisis Estadístico y Discusión de Resultados	95
Prueba Múltiple de Significación o de DUNCAN	102
Justificación del Tamaño de la Muestra en Pollos	106
Comprobación Estadística de la Hipótesis	106
Hipótesis Nula	106
Hipótesis Alternativa	107
Análisis de las Materias Primas y Digestibilidades ...	107
Distribución F y Análisis de Varianza	107



Método de Cálculo	108
Factor de Corrección	108
Suma de Cuadrados Totales	108
Suma de Cuadrados de Digestibilidades	109
Suma de Cuadrados de Materias Primas	109
Suma de Cuadrados del Error	109
Análisis de Varianza (ADEVA)	109
Prueba Múltiple de Significación o de DUNCAN	111
Las Comparaciones Conducen a	112
Resultados del Rango Múltiple de DUNCAN	113
Justificación del Tamaño de la Muestra en Gallos	115
Comprobación Estadística de la Hipótesis	115
Hipótesis Nula	115
Hipótesis Alternativa	115
Análisis de las Materias Primas y Digestibilidades ...	115
Distribución F y Análisis de Varianza	115
Método de Cálculo	116
Factor de Corrección	116
Suma de Cuadrados Totales	116
Suma de Cuadrados de Digestibilidades	117
Suma de Cuadrados de Materias Primas	117
Suma de Cuadrados del Error	117
Análisis de Varianza (ADEVA)	117
Prueba Múltiple de Significación o de DUNCAN	119
Las Comparaciones Conducen a	120
Resultados del Rango Múltiple de DUNCAN	120

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	123
Conclusiones	123
Recomendaciones	126
BIBLIOGRAFIA	128
ANEXOS	130
Anexo No. 1	130
Anexo No. 2	131
Anexo No. 3	132
Anexo No. 4	133
INDICE	134

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.

1	Porcentajes de Digestibilidad de los Nutrientes prom.	xi
2	Medida del Canal Intestinal en Centímetros ..	8
3	Relación entre la Longitud Intestinal y la Corporal en Diversas Especies de Aves y otros Animales de Explotación	9
4	Enzimas del Proceso Digestivo	11
5	Porcentajes de Grasa de la Ración para Aves .	29
6	Elementos Minerales Esenciales para las Aves Cantidades Requeridas en el Alimento	30
7	Niveles de Suplementación Vitamínica Recomendados para Aves Domésticas	33
8	Composición Química del Maíz	39
9	Composición Química de la Torta de Soya	43
10	Textura Comercial de la Torta de Soya	44
11	Composición Química de la Harina de Pescado .	47
12	Composición Química de Afrecho de Trigo	50
13	Características Físicas de los Alimentos	52
14	Granulometría de los Alimentos	54
15	Análisis Bromatológico de las Materias Primas a) Maíz Molido	55
16	Análisis Bromatológico de las Materias Primas b) Torta de Soya	55

17	Análisis Bromatológico de las Materias Primas c) Harina de Pescado	56
18	Análisis Bromatológico de las Materias Primas d) Afrecho de Trigo (salvado)	56
19	Peso de los Pollos de 3 Semanas de Edad	58
20	Peso de los Gallos de mas de 8 Semanas de Edad	59
21	Porcentajes Promedios de Digestibilidad de los Alimentos	70
22	Peso de la Sustancia Seca de la Ración Ingerida en Pollos de 3 Semanas	71
23	Peso de la Sustancia Seca de la Ración Ingerida en Gallos de mas de 8 Semanas	72
24	Peso Seco de las Heces	73
25	Peso del Alimento Consumido Realmente	74
26	Análisis Bromatológico de las Heces en Pollos de 3 - 4 Semanas a) Maíz Molido	75
27	Análisis Bromatológico de las Heces en Pollos de 3 - 4 Semanas b) Torta de Soya	76
28	Análisis Bromatológico de las Heces en Pollos de 3 - 4 Semanas c) Harina de Pescado.	77
29	Análisis Bromatológico de las Heces en Pollos de 3 - 4 Semanas d) Afrecho de Trigo .	78
30	Análisis Bromatológico de las Heces en Gallos, mas de 8 Semanas a) Maíz Molido	79
31	Análisis Bromatológico de las Heces en Gallos, mas de 8 Semanas b) Torta de Soya ...	80

32	Análisis Bromatológico de las Heces en Gallos, mas de 8 Semanas c) Harina de Pescado	81
33	Análisis Bromatológico de las Heces en Gallos, mas de 8 Semanas d) Afrecho de Trigo	82
34	Digestibilidad de los Nutrientes en Pollos de 3 Semanas a) Maíz Molido	87
35	Digestibilidad de los Nutrientes en Pollos de 3 Semanas b) Torta de Soya	88
36	Digestibilidad de los Nutrientes en Pollos de 3 Semanas c) Harina de Pescado	89
37	Digestibilidad de los Nutrientes en Pollos de 3 Semanas d) Afrecho de Trigo	90
38	Digestibilidad de los Nutrientes en Gallos mas de 8 Semanas a) Maíz Molido	91
39	Digestibilidad de los Nutrientes en Gallos mas de 8 Semanas b) Torta de Soya	92
40	Digestibilidad de los Nutrientes en Gallos mas de 8 Semanas c) Harina de Pescado	93
41	Digestibilidad de los Nutrientes en Gallos mas de 8 Semanas d) Afrecho de Trigo	94
42	Especificaciones del Feed Ingredients Guide para los Alimentos	97
43	Composición Química de las Materias Primas .	98
44	Composición Química de las Materias Primas Locales	99

45	Análisis de Varianza (ADEVA)	101
46	Valores de F	103
47	Digestibilidad de los Nutrientes Esperados .	106
48	Porcentajes de Digestibilidad de los Nutrientes, Promedios en Pollos	108
49	Análisis de Varianza para el Cuadro No. 48 .	110
50	Valores de los Promedios de Comparación	112
51	Porcentajes de Digestibilidad de los Nutrientes, Promedios en Gallos	116
52	Análisis de Varianza para el Cuadro No. 51 .	118
53	Valores de los Promedios de Comparación	119

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico No.

1	El Sistema Digestivo de las Aves	7
2	Difusión	15
3	Transporte Activo	17
4	Picnositosis	19
5	Distribución y Utilización de la Energía Consumida por las Aves	21
6	Resultados del Rango Múltiple de DUNCAN	104
7	Resultados del Rango Múltiple de DUNCAN	113
8	Resultados del Rango Múltiple de DUNCAN	120