

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



**INFLUENCIA DE DIFERENTES NIVELES DE GALLINAZA
EN LA DIGESTIBILIDAD DE LA RACION
EN NOVILLOS DE ENGORDE**

POR:

**SANTIAGO ALDANA MENDEZ
MARIO JAVIER RODRIGUEZ LINARES
MANUEL DE JESUS SARMIENTO DURON**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO**

SAN SALVADOR, FEBRERO DE 1991

Tesis
A357i



000840
612.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR : DR. JOSE BENJAMIN LOPEZ GUILLEN

SECRETARIO GENERAL : DRA. GLORIA ESTELA GOMEZ DE PEREZ

d) por la Secretaria de la Facultad de A.C.A.A. 22-III-91.

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO : ING. AGR. JOSE MARIA GARCIA RODRIGUEZ

SECRETARIO : ING. AGR. JORGE ALBERTO ULLOA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA


ING. AGR. JORGE RODOLFO MIRANDA GAMEZ

ASESOR :


ING. AGR. CARLOS HENRIQUEZ NAVARRETE

JURADO EXAMINADOR


ING. AGR. RAMON ANTONIO GARCIA SALINAS


ING. AGR. JOSE GABRIEL ROSALES MARTINEZ, M. Sc.


ING. AGR. RAFAEL ANTONIO MAGAÑA, M. Sc.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el Centro de Desarrollo Ganadero ubicado en el Cantón El Matazano, municipio de Soyapango, el cual se encuentra a 625 msnm, temperatura promedio de 23 °C, humedad relativa promedio de 76% y precipitación promedio de 1859 mm, ubicado a 13°41' latitud norte y 89°09' longitud oeste. El objetivo fue evaluar el efecto biológico de diferentes niveles de gallinaza de pollos (pollinaza) en la digestibilidad de la ración en novillos de engorde. Tuvo una duración de 91 días, 35 de los cuales correspondieron al período preliminar donde se proporcionó un 25% de pollinaza a la ración para lograr una adaptación a la nueva alimentación, y el período experimental duró 56 días. Se utilizaron cuatro novillos Holstein encastados y castrados con una edad entre 14-16 meses y peso promedio de 127,0 kg. Los tratamientos consistieron en incluir diferentes niveles de gallinaza en la ración, así: $T_1 = 0\%$ (testigo); $T_2 = 15\%$; $T_3 = 30\%$; y $T_4 = 45\%$. La alimentación fue a base de concentrados que contenían un promedio de 17,50% PT y 65,94% TDN. Se utilizó el diseño experimental de cuadrado Latino. A los resultados obtenidos se les efectuó análisis de varianza, y no se encontró diferencia estadística entre tratamientos ($P = 0.05$), ni se observaron problemas fisiológicos en ninguno de ellos.

Los coeficientes de digestibilidad aparente fueron determinados mediante fórmula matemática, y se obtuvieron resultados así: Energía 73,18%; 72,33%; 70,59%; 71,37%, proteína cruda 80,01%, 80,05%, 82,55%, y 77,19%; fibra cruda 55,18%, 55,68%, 55,72%, y 65,83% para los tratamientos T₁, T₂, T₃ y T₄ respectivamente. El análisis económico demostró que con el tratamiento T₄ se obtuvo menor costo por kg de concentrado.

En base a los resultados se concluyó que la pollinaza puede utilizarse hasta en un 45% en la ración, proporcionando nutrientes de buena calidad sin que se presenten trastornos fisiológicos y que económicamente su uso se vuelve interesante.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer de la manera más sincera, a las personas e instituciones que de una u otra forma colaboraron desinteresadamente en la realización del presente trabajo, especialmente al personal de la División de Investigación Pecuaria del Centro de Desarrollo Ganadero, Soyapango, por su valiosa colaboración en la realización del presente trabajo.

- A nuestro asesor, Ing. Agr. Carlos Henríquez Navarrete, por su paciente y desinteresada colaboración y acertadas sugerencias.
- A la Unidad de Química de nuestra Facultad, especialmente al Br. Campos, por su instrucción en los análisis de laboratorio.
- A los compañeros: Br. René López Beltrán y al Br. Héctor Fuentes Flor, por su colaboración en la fase de campo.
- A la señora Marina del Carmen Rodríguez, por su ayuda en el mecanografiado del documento.
- A los miembros del Jurado Examinador: Ingenieros : Ramón Antonio García Salinas, José Gabriel Rosales Martínez y Rafael Antonio Magaña, por su colaboración y acertadas observaciones.

DEDICO ESTA TESIS

- A DIOS TODOPODEROSO

- A MIS PADRES :
Mauricio Humberto Rodríguez
Gloria M. Linares de Rodríguez

- A MIS HERMANOS :
Marta Trinidad
Mauricio Humberto

- A MIS FAMILIARES, COMPAÑEROS Y AMISTADES:
Que de alguna forma han contribuido en mi formación profesional, mis más sinceros agradecimientos.

Mario Javier

DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO :

Por darme vida y permitir llegar con bendición a culminar mi carrera.

- A MI PADRE :

Jorge Arturo Sarmiento U.

Por su amor, comprensión y apoyo, sin los cuales no hubiera podido llegar al final de esta meta.

- A MI MADRE :

María Teófila Durón de Sarmiento

Por su sacrificio, dedicación, comprensión, consejos y amor, lo cual me fortaleció para continuar en los momentos difíciles de mis años de estudio.

- A MI ESPOSA : Vilma Esther

Con amor, por su ayuda, comprensión y cariño.

- A MIS HIJAS : Cecilia Ivonne, Idalia Yasmín

Que me han llenado de ilusión, cariño y esperanza, que es el incentivo para lograr mis metas.

- A MI QUERIDO E INOLVIDABLE : Jorge Antonio

Quien fue mi hermano, mi confidente y amigo y cuyo recuerdo vivirá siempre en mi corazón.

- A MIS HERMANOS :
José Arturo
Blanca Esperanza
Leticia del Carmen
Reina Concepción
Por su amor filial, y constante apoyo en los momentos más difíciles.

- A MIS SUEGROS : Pedro Francisco (De grata recordación)
Victoria Argentina
Por su amor, comprensión y sabios consejos.

- A MIS FAMILIARES :
Con afecto y cariño, por acrecentar mi espíritu de superación.

- A MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO Y TRABAJO :
Por el mutuo apoyo, aliento de superación y su amistad sin
cera.

- A MIS MAESTROS :
Por su valiosa enseñanza, en mi formación profesional.

- A MIS AMISTADES :
Que de una u otra forma han contribuido en mi formación profesional, mis más sinceros agradecimientos.

Manuel de Jesús Sarmiento Durón

I N D I C E

	Página
RESUMEN	iv
INDICE DE CUADROS	xv
INDICE DE FIGURAS	xviii
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Generalidades de la gallinaza	3
2.1.1. Composición general	3
2.1.2. Factores que influyen en la composición química	5
2.1.3. Valor nutritivo	7
2.1.4. Tipos	9
2.1.5. Calidad	10
2.2. Conservación de las excretas de aves	12
2.3. Formas de alimentación con gallinaza	14
2.3.1. En forma natural	14
2.3.2. Ensilajes	14
2.3.3. Con agua	15
2.3.4. Con agua y melaza	16
2.3.5. Con subproductos diversos	16
2.4. Usos de la gallinaza	16
2.4.1. Suministro de gallinaza	16
2.4.2. Cantidades en la ración	17
2.4.3. Riesgos en el uso	19

	Página
2.4.4. Efecto sobre la salud animal	19
2.5. Generalidades de digestibilidad	20
2.5.1. Digestibilidad de las proteínas microbianas	20
2.5.2. Digestibilidad de las proteínas alimenticias	21
2.5.3. Importancia de su estudio	22
2.5.4. Métodos para la determinación de la digestibilidad	23
2.5.5. Factores que la afectan	24
2.5.5.1. Nivel de alimentación ...	24
2.5.5.2. Composición química de la ración	27
2.5.5.3. Efecto del nivel de proteína bruta en la ración.	28
2.5.5.4. Efecto de la composición en carbohidrato	30
2.5.5.5. Factores dependientes del animal	31
2.6. Digestión y absorción	33
2.6.1. Población microbiana del rumen	33
2.6.1.1. Protozoos	34
2.6.1.2. Bacterias	35
2.7. Metabolismo del N en el rumen	36

	Página
2.7.1. Materias nitrogenadas	38
2.7.2. Componentes no protéicos	39
2.8. Características de las heces y excreción de los bovinos	40
2.8.1. Factores que afectan la composición de las heces	40
2.8.2. Cantidad y frecuencia de la excreción	42
3. MATERIALES Y METODOS	43
3.1. Localización del experimento	43
3.2. Condiciones climáticas	43
3.3. Instalaciones	43
3.4. Diseño experimental	43
3.5. Unidades experimentales	45
3.6. Fase de campo	45
a) Período preliminar	
b) Período experimental	
3.6.1. Raciones experimentales	46
3.6.2. Descripción de tratamientos	48
3.6.3. Factores en estudio	49
3.6.4. Toma de muestras	49
a) Suministro de concentrado	
b) Recolección de heces	
3.7. Fase de laboratorio	51

3.7.1.	Análisis químico proximal de alimen to	51
3.7.2.	Análisis químico proximal de heces.	52
3.7.3.	Determinación de energía de alimen to y heces	52
3.8.	Determinación de coeficientes	52
3.9.	Análisis de información	54
4.	RESULTADOS Y DISCUSION	55
4.1.	Consumo de materia seca	55
4.2.	Coefficientes de digestibilidad	59
5.	CONCLUSIONES	63
6.	RECOMENDACIONES	64
7.	BIBLIOGRAFIA	65
8.	ANEXOS	69

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Variación en la composición química de la <u>ga</u> <u>llinaza</u>	6
2	Efecto del tipo de animal sobre la composi- ción química de la <u>gallinaza</u>	7
3	Efecto del nivel de ingesta sobre la <u>digesti</u> <u>bilidad</u> de raciones en vacas lecheras	26
4	Composición de las dietas experimentales ex- presadas en base húmeda	47
5	Proporciones de <u>gallinaza</u> en los tratamien- tos experimentales	48
6	Distribución de los tratamientos por sub-pe- <u>ríodo</u>	49
7	Consumo promedio de nutrientes en las dietas experimentales	56
8	Coefficientes de digestibilidad aparente de las dietas experimentales (%)	59
A.1	Pesos promedio por subperíodo en <u>kg</u> de peso vivo	70

Cuadro		Página
A. 2	Análisis bromatológico de los tratamientos utilizados, según el NRC, 1989	70
A. 3	Contenido protéico y energético de las materias primas utilizadas en la elaboración de de las raciones experimentales	71
A. 4	Composición de las dietas experimentales ...	72
A. 5	Resultados del análisis bromatológico de las raciones experimentales	73
A. 6	Resultados del análisis bromatológico de heces	73
A. 7	Resultados del análisis bromatológico de la gallinaza	73
A. 8	Consumo de materia seca según peso metabólico por subperíodo (kg M.S./kg ^{0.75})	74
A. 9	Consumo de proteína digestible según peso metabólico por subperíodo (g/kg ^{0.75})	74
A.10	Consumo de energía digestible según peso metabólico por subperíodo (Kcal/kg ^{0.75})	75

Cuadro		Página
A.11	Análisis de varianza para consumo de materia seca	76
A.12	Análisis de varianza para consumo de energía digestible	76
A.13	Análisis de varianza para consumo de protef- na digestible	77
A.14	Análisis de varianza para coeficiente de di- gestibilidad de energía	78
A.15	Análisis de varianza para coeficiente de di- gestibilidad de proteína cruda	78
A.16	Análisis de varianza para coeficiente de di- gestibilidad de fibra cruda	79
A.17	Costo de concentrados por kg	80
A.18	Marcha analítica de laboratorio para determi- nación de energía	81

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Efecto del nivel de gallinaza sobre el consu <u>mo</u> de E.	57
2	Efecto del nivel de gallinaza sobre el consu <u>mo</u> de PT	58
3	Efecto del nivel de gallinaza sobre la diges <u>ti</u> bilidad de E, PT y FC	62
A-1	Bolsa colectora de heces	84
A-2	Arnés para novillos de engorde	85

INTRODUCCION

En El Salvador la producción bovina constituye una de las mejores fuentes alimenticias al aportar proteína animal en forma de carne y leche, además ofrece oportunidades de trabajo a la población rural y urbana. Uno de los problemas más críticos relacionados a la baja producción y productividad de la ganadería bovina, lo constituye el factor alimentación, agudizándose más en la época seca debido a la poca o nula disponibilidad de alimentos en este período; esto se debe más que todo a la baja disponibilidad de pastos y/o forrajes preservados que son la base para la producción animal, ya que producir únicamente con suplementos concentrados resulta demasiado caro para el ganadero, esto si consideramos que la única fuente de proteína que ha estado disponible ha sido la harina de semilla de algodón, cuya disponibilidad se ha venido reduciendo debido a la disminución en las áreas sembradas de este cultivo, así como a la importación de materias primas proteicas de alto costo.

Considerando estas situaciones se hace necesario la búsqueda de alternativas que disminuyan los altos costos de alimentación suplementaria.

Una de las soluciones es el uso eficiente de algunos subproductos pecuarios, entre los que se encuentran las excretas de aves que son de alto valor nutritivo, debido principalmente a su elevado contenido en proteína bruta 15-34%, del

cual, alrededor de un 50% es NNP.

El propósito del ensayo fue evaluar el efecto de diferentes niveles de gallinaza en la digestibilidad de las raciones en novillos de engorde.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Generalidades de la gallinaza

El valor del estiércol o excretas de aves como nutriente del suelo ha sido ampliamente reconocido desde hace muchos años. Sin embargo, pocos saben de su utilización en la alimentación de los rumiantes por su alto valor nutritivo. (10, 25).

En términos generales se entiende por gallinaza como las excretas de aves independientemente provengan de gallinas ponedoras o de pollos de engorde, pero la tendencia actual es denominar a las excretas de pollo de engorde como pollinaza.^{1/}

2.1.1. Composición general

La gallinaza contiene componentes orgánicos e inorgánicos diversos que pueden ser aprovechados por los rumiantes (4, 11).

Su energía proviene de la parte de los carbohidratos remanentes después de la digestión, ya que este proceso de los alimentos no es completo; así como del alimento que cae a la camada (6, 11).

Contiene también proteínas, productos del metabolismo del nitrógeno y asimismo diferentes compuestos nitrogenados que

^{1/} MENDEZ SERMEÑO. 1990. Usos de la gallinaza. (Comunicación personal).

no son proteínas (N.N.P.); pero que pueden ser aprovechados por la microflora y microfauna de los rumiantes, para sintetizar proteínas que serán aprovechadas por el animal (4, 7, 13, 24, 26).

El alto contenido de proteína bruta de la gallinaza es debido a que la mayor parte del nitrógeno está constituido por compuestos de NNP, variando la importancia de esta fracción entre el 40-80% del nitrógeno total y entre los que lo integran el más importante es el ácido úrico (40-80%), seguido en importancia por compuestos amoniacales (10% - 20%) (13, 16). Este ácido úrico contenido en las excretas es bien utilizado por los microorganismos del rumen constituyendo una fuente de nitrógeno para los rumiantes de una calidad superior a la de la urea, debido fundamentalmente a su baja solubilidad en agua, lo que la hace mejor aprovechable por las bacterias del rumen al producir amoníaco lentamente (7, 10, 13, 16).

La gallinaza contiene una cantidad muy variable de cenizas; por lo menos 18%. Parte bastante apreciable de ellas es el calcio y fósforo. La cantidad y composición de cenizas depende del tipo de ave del que la gallinaza se recoge y de las instalaciones en que se crían las aves (6, 11, 24).

La excreta de pollos de engorde contienen mayores cantidades de proteína cruda y extracto libre de nitrógeno (ELN) y menores cantidades de fibra cruda y cenizas que la excreta de gallinas ponedoras. En ambos casos sólo el 40% de la proteína cruda es proteína verdadera y el resto lo integran compues

tos nitrogenados que no proceden de la proteína, y que en el rumen contribuyen a la síntesis de proteína. El alto contenido de cenizas de la excreta hace de este material una buena fuente de minerales, sobre todo de calcio y fósforo, elementos que, se sabe, pueden ser aprovechados eficientemente por los rumiantes (4, 6).

2.1.2. Factores que influyen en la composición química

La composición química de la excreta varía, debido principalmente a la condición fisiológica y al tipo de alimentación de las aves y al tipo de piso (6).

En el contenido de nutrientes de la gallinaza influyen los siguientes factores :

- Fuente de excreta
- Tipo, cantidad y tiempo de uso de la camada.
- Número de animales por unidad de área
- Tipo y cantidad de alimento derramado en la camada
- Condiciones climáticas de las galeras; y
- Métodos de manejo de la gallinaza una vez producida (1, 6).

En galeras con piso de tierra, la contaminación con esta última puede alterar considerablemente la composición de la gallinaza. En consecuencia, es lógico suponer que la composición química de la gallinaza es muy variable, ya que se han encontrado valores que oscilan entre los límites indicados en

el Cuadro 1 y Cuadro 2.

El efecto de la humedad sobre el contenido de proteína cruda de la gallinaza se observa también al comparar la temperatura y el grado de ventilación de las galeras. Mientras mayor es la temperatura y mejor la ventilación, más rápidamente disminuye la humedad de la excreta, menores son las pérdidas de nitrógeno y mayor es el contenido de proteína cruda de la gallinaza (6).

En la gallinaza de pollos de engorde, se constata también un descenso del ELN y un incremento de las cenizas con respecto a la excreta pura. El menor contenido de proteína cruda de la gallinaza de aves ponedoras, se atribuye no sólo al menor contenido de proteína de la ración que consumen, sino también a su mayor contenido de humedad, la cual favorece la liberación de nitrógeno en forma de amonio (6).

Cuadro 1. Variación en la composición química de la gallinaza.

COMPONENTES	VALORES ENCONTRADOS, %
Humedad	3 - 15
Proteína cruda	14 - 34
Grasa	1 - 4
Fibra cruda	16 - 32
Cenizas	6 - 35
Extracto libre de nitrógeno	10 - 40

Fuente : CABEZAS, M.T. y MURILLO, B. 1976.

Cuadro 2. Efecto del tipo de animal sobre la composición química de la gallinaza.

COMPONENTES	POLLOS DE ENGORDE	GALLINAS PONEDORAS
Materia seca, %	75	63
<u>Composición de la Materia seca, %</u>		
Proteína cruda	25,5	20,4
Proteína verdadera	11,50 (41.1%)	9,20
Contenido equivalente protéico (NMP)	14,0 (54.9%)	11,20
Grasa	2,50	1,70
Fibra cruda	20,20	21,10
Extracto libre de nitrógeno	34,80	30,50
Cenizas	17,0	26,30
Calcio	1,70	5,70
Fósforo	1,50	2,20

Fuente : CABEZAS, M.T. y MURRILLO, B.

2.1.3. Valor nutritivo

De acuerdo a la composición, la gallinaza es en especial un alimento que puede considerarse protéico. Contiene aproximadamente el doble de proteína cruda que los pastos (14% - 34%); lo cual la hace sumamente apropiada para la alimentación en la época que el zacate es el único alimento, o más aún, cuando se alimenta con rastrojos y sin suplemento protéicos (11).

La gallinaza es por su contenido de proteína un gran complemento cuando el único suplemento es la melaza. Puede sustituir a la harina de algodón en raciones para engorde pero dependiendo esto de los otros componentes de la ración (1, 11).

El valor energético de la gallinaza no es alto. Su valor se compara al del heno de calidad media y es menor que el de la melaza, el lúpulo de cebada y es parecido al zacate de calidad regular. Su cantidad de fibra cruda es bastante alta; pero no se le puede usar como forraje, por su estado físico que no es semejante al de un pasto tosco (11).

Por lo general, la digestibilidad de la materia seca y la energía proveniente de la gallinaza es comparable a la de un forraje de buena calidad, mientras que la digestibilidad de su proteína es similar a la de la harina de algodón (6).

La proteína digerible de la gallinaza se utiliza por los rumiantes para propósitos de producción con igual eficiencia que la harina de soya o la harina de algodón, cuando aporta hasta un 50% del total de proteína cruda de la ración. En los casos en que contribuye con niveles superiores a 50%, la eficiencia de su utilización como fuente de proteína disminuye en relación a las harinas de semillas oleaginosas. Sin embargo, es aprovechada con un grado de eficiencia suficiente como para emplearla como fuente única de proteína en raciones para mantenimiento de peso o bajos índices de producción (6, 7).

La inclusión de gallinaza en las raciones se ve limitada hasta cierto punto por su sabor un tanto desagradable para los animales, problema que puede ser resuelto en parte agregando a la ración cantidades no menores de 20% de melaza o pelletizando la ración completa, de forma que enmascare el sabor y el olor de la gallinaza. En todo caso, se ha encontrado que

cuando este material se proporciona en su forma natural, sin ser sometido a procesos especiales y en presencia de cantidades adecuadas de melaza, puede ser incluida a niveles hasta de 20-25% de la ración, sin menoscabo del consumo y de la eficiencia de utilización del alimento. En la mayoría de los casos, se ha observado que los animales necesitan un período de 2 a 3 semanas para adaptarse al consumo de raciones con 15% ó más de gallinaza (6).

Uno de los problemas más comunes que se enfrentan en el uso de gallinaza en la alimentación del ganado, es la presencia de sustancias extrañas como piedras, clavos y otros objetos que pueden ser dañinos para los animales que la consumen. Dichos materiales, pues, deben ser eliminados en la forma más completa posible si se quiere obtener un producto de calidad alimenticia adecuada para los animales (6).

2.1.4. Tipos

Se encuentran dos tipos de gallinaza :

- a) Gallinaza seca, con cama de granza de arroz o cascarilla de café. Se recoge retirándola al final de los ciclos de las galeras de pollo de engorde, pollitas de reposición, o gallineros de producción de huevos, con las aves en el suelo.^{1/}

^{1/} MENDEZ SERMEÑO. 1990. Usos de la gallinaza. (Comunicación personal).

b) Gallinaza fresca, procedente del suelo debajo de las jaulas (27).

En ambos casos, el suministro de la gallinaza disminuye los costos de alimentación, al mismo tiempo que se incrementan las fuentes de nitrógeno y de minerales esenciales. Debemos de tener en cuenta que el suministro de este alimento en algunos casos va acompañado de gérmenes patógenos y de los residuos de medicamentos administrados a los animales productores (4, 6).

Existen varios métodos para la conservación y eliminación de gérmenes patógenos de la gallinaza, los cuales van encaminados a incrementar la palatabilidad, mejorar el aprovechamiento de los nutrientes, destrucción de gérmenes patógenos y control del olor. Uno de los métodos es el tratamiento químico de la gallinaza con formalina al 37% - 40%, usando 2 litros por tonelada aplicado con agua y asperjando sobre el ensilaje con una bomba de mochila (2, 27).

2.1.5. Calidad

La calidad la determinan :

- El tipo de aves e instalaciones del gallinero.

Gallinaza de pollos de engorde (sobre piso de cemento con cama) es la mejor (11); gallinaza de ponedoras es menos nutritiva entre otras razones, porque contiene más minerales (calcio) que merman el valor energético (11); y gallinaza recogida deba

jo de jaulas o baterías es de menor calidad ya que fermenta más que la de cama (más pérdida de nutrientes) (11).

- El tipo de cama usada

Cama de granza de arroz; cascarilla de café; cascarilla algodón; contribuyen a un mejor valor alimenticio de la gallinaza de cama de viruta o aserrín, que tiene menor valor alimenticio (6, 11).

- El manejo del lote de aves

Cuando el manejo del lote de aves es bueno, la cama en la que cae la gallinaza se mantiene más seca y por lo tanto, se conserva mejor el valor alimenticio potencial de los excrementos. En cama seca es menor la fermentación y hay menor pérdida de nutrientes. Si el manejo de la alimentación (concentrados) no es eficiente, puede eso producir que más alimento caiga sobre la cama y se mezcle con los excrementos, lo cual es un desperdicio para el criador de aves; pero aumenta el valor nutritivo de la gallinaza si se usara para alimentación (11).

- La historia del lote

Enfermedades de las aves producen que la cama sea más húmeda (diarrea) lo que aumenta la fermentación (11).

Aves criadas sobre piso de tierra al recogerse la gallinaza contendrá un poco más de cenizas provenientes del suelo, así como microorganismos patógenos.

La gallinaza fermenta, ya que es excretada húmeda y no se seca inmediatamente, en este caso es importante una buena ventilación de la galera, ya que durante la fermentación y como consecuencia de ella se producen pérdidas de nutrientes como carbohidratos y proteína (11).

2.2. Conservación de excretas de aves

Los métodos de conservación de la gallinaza juegan un papel importante, no sólo en su almacenamiento, sino también porque limitan las pérdidas por la degradación de la materia orgánica, protéica y también por la destrucción de gérmenes patógenos que puedan haber (11).

Debido al bajo contenido en materia seca, la gallinaza que denominamos fresca y que proviene del suelo debajo de las jaulas, se debe deshidratar (27, 26).

Los métodos de deshidratación o secado se pueden hacer de dos formas, como se expone a continuación, con sus ventajas e inconvenientes (27).

- Secado natural

A. Ventajas :

- a) El material seco es fácil de incorporar en raciones completas.
- b) Escaso nivel de contaminación
- c) El material seco se almacena mejor
- d) Bajo costo de energía para el secado

e) Escasas necesidades de manejo.

B. Inconvenientes :

a) Elevadas pérdidas de nitrógeno (no protéico)

b) Pérdidas relativamente altas de energía

c) Puede haber existencia de gérmenes patógenos

d) Frecuentemente se forman apelmollamientos que requieren su desmenuzamiento antes de su utilización.

e) El empleo de este método se limita a regiones secas o semisecas.

- Secado (por aire caliente)

A. Ventajas :

a) Buena aceptación por el animal

b) El material seco es fácil de incorporar a la dieta y de almacenar.

c) Las altas temperaturas destruyen los patógenos

d) Ausencia de olor

B. Inconvenientes :

a) Durante el proceso puede haber contaminaciones del aire, necesitándose un equipo desodorizante.

b) Consumo elevado de energía para el secado.

c) Los equipos de deshidratación son costosos

d) Los costos de energía y tiempo son elevados para transportar el material a y desde las deshidratadoras al destino de utilización.

Dado el elevado costo de la deshidratación, la gallinaza se puede utilizar fresca después de un tratamiento químico con

ácidos orgánicos, tales como el ácido acético y el ácido propiónico o una mezcla de los dos, formalina y ácido fosfórico (24, 27).

2.3. Formas de alimentación con gallinaza

2.3.1. En forma natural

Se puede acumular la gallinaza seca en un lugar a la intemperie libre de lluvia y humedad y darla al ganado en esa forma natural; es necesario acostumar a los animales al consumo de ella y para esto es conveniente mezclarla al principio con algún alimento apetecible al ganado, tal como la melaza; la gallinaza puede ser dada junto con los otros suplementos que se ha decidido dar al ganado (si es que se decidió dar varios) mezclándolo todo en una ración compuesta. Si no acarrea mucho trabajo y molestia, ésta es la mejor forma de uso pero no la única. Se han reportado resultados alentadores utilizando mezclas de aproximadamente partes iguales de melaza, gallinaza y bagazo de caña con suplementación de una oleaginosa protéica (19).

2.3.2. Ensilajes

Se puede conservar la gallinaza en forma de ensilaje; ésta forma es conveniente cuando se trata de gallinaza con un

porcentaje de humedad relativamente alto y sin posibilidades de ser secada, es decir gallinaza fresca (2).

El ensilaje elimina muchos de los gérmenes de enfermedades, excepto las causantes del botulismo, y está comprobado que se elimina la Salmonella (11, 13).

Para que ocurra la fermentación adecuada que produce la conservación del alimento, es necesario agregar humedad a la gallinaza hasta que el producto contenga entre 45% y 65% de humedad (35% a 55% de materia seca) según la fuente de dicha humedad. Se ha indicado que en el ensilado de excretas con más del 30% de humedad se reducen pérdidas de nitrógeno al 3-7%, limitándose asimismo la contaminación por microorganismos a niveles muy tolerables (13).

2.3.3. Con agua

Se puede agregar agua a la gallinaza (9). Se agrega hasta obtener una mezcla de 45-50% de materia seca. Es necesario asegurar una mezcla uniforme del agua con la gallinaza. Se coloca sobre un lugar elevado para que en caso de lluvia no se estanque agua en la base del silo. Simplemente se deposita en el lugar y por su estado físico la gallinaza húmeda se compacta lo suficiente como para que las condiciones en el fondo del material sean apropiadas para la proliferación de bacterias que producen los ácidos (láctico, en forma especial) que aseguran la conservación del material hasta su uso (11).

2.3.4. Con agua y melaza (agua miel)

Agregando esta mezcla según los mismos criterios mencionados anteriormente, se obtienen una fermentación aún menor y por lo tanto un producto final de mejor calidad (11)

Para asegurar la fermentación de la gallinaza no sólo en el fondo sino también en la superficie y para evitar que la lluvia deteriore el ensilaje (altera la cantidad de humedad en el producto) se cubre el ensilaje con polietileno preferiblemente negro).

2.3.5. Con subproductos diversos

Se le puede agregar a la gallinaza para ensilar una fuente combinada de humedad y nutrientes tales como: pulpa de café, residuos de verduras varias o verduras no aptas para consumo humano, y en general todo subproducto o material que puedan aportar la humedad necesaria para el ensilaje y también nutrientes (11).

2.4. Usos de la gallinaza

2.4.1. Suministro de gallinaza

Procurar las máximas ganancias medias diarias y tra-

tar de evitar las pérdidas de peso que se originan hasta que los animales se encuentran plenamente adaptados al tipo de alimentación con gallinaza, es conveniente hacer un programa previo de adaptación a este tipo de alimentación, consistente en suministrar los 10 primeros días tan sólo el 10% de la ración total, del día 11 al día 20 se suministrará un 20% y del día 20 en adelante se va incrementando hasta llegar a un máximo de un 30%. A partir del 2º mes, los animales se encuentran plenamente adaptados y la velocidad de crecimiento es prácticamente la misma que si alimentásemos a los animales únicamente con materias primas de buena calidad. En Venezuela se han visto corrales en los que los animales llegaban a consumir hasta un 60% de gallinaza, pero, en contraposición, la ganancia media diaria no superaba los 1,000 gramos/día (27).

2.4.2. Cantidades en la ración

Hay mucha experiencia en el uso de gallinaza para engorde pero muy poca experiencia en su uso para vacas lecheras. En El Salvador, se han realizado investigaciones referente a su uso como suplemento concentrado en la alimentación de vacas en producción en un sistema de semi-estabulación. La cantidad de suplemento concentrado era ajustada al final de cada semana y se proporcionó a razón de 1 lb. de concentrado por cada 2 de leche, obteniendo resultados satisfactorios en la producción de leche, lo que indica que la mayoría de nutrientes

contenidos en la gallinaza son biológicamente aprovechados por el animal (2).

Mapoon, L.K, et. al. (1979) en condiciones tropicales utilizaron en una mezcla 37% de gallinaza en dietas basadas en melaza para toros en engorde, éstos tuvieron buena salud durante todo el ensayo (185 días) y no hubo problema digestivo, sin embargo en la la. etapa los animales mostraron barrigas extendidas, como en el caso de timpanismo; pero ésta no persistió (11).

Meyreles, L. y Preston, T.R. (1980), bajo condiciones tropicales compararon 2 niveles de gallinaza: 1,5 y 3,0 kg/ animal/día en una dieta básica de melaza, gallinaza y semilla de algodón, y observaron que los animales que recibían la melaza y gallinaza en comederos separados respondieron mejor desde el punto de vista de consumo voluntario, ganancia en peso y conversión alimenticia (21).

A los reemplazos se les puede acostumar desde cuatro meses de edad (en caso que el manejo de la cría incluya el destete antes de los cuatro meses) y se puede dar hasta el parto. La cantidad diaria puede ser de 2 a 4 kg de materia seca (4 a 9 libras aproximadamente) de acuerdo con la edad del animal; lo que puede proporcionar al mismo de 350 a 800 gramos de proteína cruda, dependiendo de la cantidad dada, y de la calidad de la gallinaza (11).

El límite superior de la cantidad de la gallinaza a ser proporcionada depende de la calidad y de la energía a ser da-

da al animal, ya que con exceso de gallinaza en la ración disminuye el valor energético de la misma cuando ella reemplaza a alimentos energéticos (11).

2.4.3. Riesgos en el uso

Ciertos microorganismos causantes de enfermedades son comunes en aves y becerros; tales como Salmonella y Coccidiosis. Los medicamentos usados en el tratamiento de los lotes enfermos, tales como antibióticos diversos, se encuentran en la gallinaza de esos lotes. Ciertos elementos metálicos como arsénico y otros, son usados en la alimentación de aves (4). En el uso de la gallinaza para ovinos y bovinos de reemplazos (de 5 a 6 meses de edad en adelante), en Israel y otros países se ha comprobado que estos riesgos en forma práctica no han afectado a los animales y no han habido enfermedades o mortandad que pudiera ser atribuida a la gallinaza (7, 11). Sin embargo en nuestro país hay reportes de problemas de botulismo causados por Clostridium botulinum (6).

2.4.4. Efecto sobre la salud animal

El uso de la gallinaza en la alimentación animal entraña posibles peligros debido a los organismos patógenos y residuos de drogas que podría encontrarse en dicho material. Este problema ha sido investigado intensamente durante los últimos a-

ños en los países de clima templado, y hasta la fecha no se ha notificado ningún caso en el que la alimentación con gallinaza haya estado relacionada con la producción de enfermedades o con toxicidad en el ganado bovino. No obstante, es evidente la necesidad de emprender nuevos estudios para determinar si esto mismo ocurre bajo las condiciones prevalentes en los países tropicales. Otro aspecto que se considera importante mencionar es el hecho de que la alimentación con gallinaza no produce efectos adversos sobre el sabor de la carne y la leche producida por los animales (6, 7, 10).

2.5. Generalidades de Digestibilidad

Para balancear apropiadamente una ración es necesario evaluar el contenido nutritivo del alimento y la digestibilidad de los nutrientes. El contenido de éstos se evalúa mediante procedimientos químicos, y la digestibilidad a través del uso de pruebas de digestión. Con estas pruebas se determina el contenido de nutrientes de los alimentos consumidos y las heces excretadas; la diferencia entre lo que se ingiere y lo que se excreta es el alimento digerible. El coeficiente de digestión es el porcentaje de alimento que es digerido.

2.5.1. Digestibilidad de las proteínas microbianas

Se admite que el 80% del nitrógeno microbiano se encuena

tra en forma de proteína verdadera y el 20% restante en forma de ácidos nucleicos que no tendrían ningún valor para el rumiante. Este valor es sólo relativamente satisfactorio; la proporción de nitrógeno aminada es inferior al 80%, pero una pequeña parte de las bases nitrogenadas que provienen de la digestión de los ácidos nucleicos podría ser utilizada por el rumiante para la síntesis de sus propios ácidos nucleicos.

El valor del 70% para la digestibilidad real de las proteínas verdaderas en el intestino delgado no puede ser más que una aproximación según los conocimientos actuales, sobre todo en lo que se refiere a la cantidad de nitrógeno endógeno procedente del intestino delgado. En todo caso subestima la digestibilidad; por otra parte, en Gran Bretaña, se propone el mismo valor, pero para la digestibilidad aparente (17).

2.5.2. Digestibilidad de las proteínas alimenticias

Se admite que la totalidad de las materias nitrogenadas no degradadas en el rumen están bajo forma aminada. Ello es probable, ya que todos los componentes no proteicos y los ácidos ribonucléicos se degradan enteramente en el rumen, aunque no sea totalmente cierto para todos los casos (17).

Para calcular la digestibilidad real de estas proteínas alimenticias en el intestino delgado se admite que la fracción que no es digerida, ya no sufre posteriores degrada

ciones en el intestino grueso y se excreta en su totalidad en las materias nitrogenadas fecales o materias nitrogenadas aparentemente no digeribles.

Con el fin de obtener una estimación, se ha calculado la relación entre las cantidades ingeridas de materias nitrogenadas, de la materia orgánica digerible y de la materia orgánica no digerible (17).

2.5.3. Importancia de su estudio

El análisis químico es el punto de partida para la determinación del valor nutritivo de los alimentos, pero el valor efectivo de las sustancias ingeridas depende del provecho que de ellos pueda obtener el cuerpo del animal.

La evaluación de la digestibilidad supone la determinación de qué cantidad de un determinado nutriente o sustancia alimenticia desaparece en el tracto digestivo, o dicho de otra manera, qué cantidad de material no se degrada y absorbe mientras pasa a través del animal. Esta es una faceta importante de la utilización de los nutrientes, ya que los residuos no digeridos y las excreciones fecales asociadas con la digestión son la única pérdida que se encuentra en la utilización de los alimentos, pues llega a ser de 45-60% en las raciones fibrosas (9).

Las pruebas de digestión se realizan con dos propósitos :

- 1) Evaluar la utilización por el animal de un determinado nutriente, sustancia alimenticia o ración; y
- 2) Establecer cuantitativamente el aporte de sustancias nutritivas digeribles. Estos objetivos podrían comprender además el estudio del efec

to de los distintos métodos de preparación de los alimentos, de los aditivos, combinaciones óptimas de los ingredientes de una ración, de la edad, de las diferencias entre las distintas especies, etc. Aparte del objetivo específico, si se utilizan los datos de digestibilidad junto con los análisis químicos adecuados, sirven para la investigación de la nutrición de los animales domésticos más que cualquier otro tipo de datos (9, 18).

2.5.4. Métodos para la determinación de la digestibilidad

Los métodos de digestibilidad in vivo se basan esquemáticamente en calcular el coeficiente de digestibilidad por diferencia entre lo ingerido y lo excretado.

Dada la complejidad que supone la determinación del coeficiente de digestibilidad por los métodos in vivo, se ha intentado mediante técnicas de laboratorio, reproducir artificialmente las mismas reacciones que se originan en el curso de la digestión de los alimentos, en el aparato digestivo de los animales, para calcular de forma más sencilla y rápida el coeficiente de digestibilidad. Estos métodos se denominan métodos in vivo.

Los distintos métodos se clasifican de la forma siguiente:

- Métodos in vitro
- Métodos in vivo:
 - Métodos directos
 - Métodos indirectos (14).

2.5.5. Factores que la afectan

El coeficiente de digestibilidad de los diferentes principios inmediatos de los alimentos depende de numerosos factores que influyen de una manera directa o indirecta sobre la ingestión voluntaria, la digestión y la absorción y, en definitiva, sobre la utilización digestiva de la energía química y otros nutrientes en los alimentos. Todos estos factores pueden clasificarse en dos grandes grupos, el primero de los cuales está representado por aquellos que están relacionados directamente con el animal; y el segundo los que están relacionados con la alimentación.

Entre los factores ligados al animal solamente la especie resulta ser importante, ya que la raza, la edad y el estado fisiológico no parecen tener una gran importancia sobre la digestibilidad de los alimentos (14, 18).

Entre los factores ligados a la alimentación podemos destacar: el nivel de alimentación, la composición química, el estado vegetativo de la planta, el método de conservación o de procesado de los alimentos y la influencia de un alimento sobre la digestibilidad de los restantes que componen la ración (14, 18).

2.5.5.1. Nivel de alimentación

Numerosas observaciones realizadas en diferentes especies animales demuestran que la digestibilidad disminu

ye a medida que aumenta el nivel de alimentación (18).

Cuando se reduce la ingestión de alimento por debajo del nivel de mantenimiento, los animales tienden a ser más eficientes en la digestión de alimentos y en el aprovechamiento de nutrientes. Los cambios pueden tener mayores efectos metabólicos que sobre la capacidad digestiva por sí sola. Durante el período de crecimiento rápido los no rumiantes pueden consumir tres veces el nivel de mantenimiento, pero esta ingestión elevada de alimento sólo ejerce un pequeño efecto depresor sobre la digestibilidad de la ración. Cuando los rumiantes son alimentados sólo a base de forrajes, el nivel de ingesta tiene poca influencia sobre la digestibilidad, pero la influencia se hace mayor conforme se aumenta la proporción de concentrados en la ración total. Las cifras del Cuadro A-3 muestran que cuando vacas lecheras se alimentaron con una ración compuesta por el 75% de heno de alfalfa y 25% de una mezcla de concentrado con igual contenido de proteína cruda, había poco cambio en los coeficientes de digestibilidad que cuando el nivel de ingesta se aumentó de 1.0 a 2.8 veces el nivel de mantenimiento. Esta reducción se hizo mayor cuando la ración contenía proporciones iguales de heno y concentrados. En estas vacas, conforme el nivel de ingesta alcanzaba 4.0 veces, el de mantenimiento, siendo el concentrado el 75% de la ración, los coeficientes de digestión declinaron por lo menos 10.0 unidades porcentuales y el contenido de nutrientes digestibles totales (TDN) de la ración mixta bajó -

Cuadro A-3. Efecto del nivel de ingesta sobre la digestibilidad de raciones en vacas lecheras

Relación heno:grano, %	Nivel de ingesta ^a	Coeficientes de digestión, %					NDT
		Materia seca	Proteína cruda	Extracto etéreo	Carbohidratos		
75:25	1.0	69.3	74.7	75.1	75.2	61.3	
	2.8	68.7	72.8	72.3	69.7	69.9	
50:50	1.0	73.7	75.0	79.9	76.1	64.9	
	3.3	70.2	71.7	77.9	71.1	61.5	
25:75	1.0	79.9	78.8	86.8	82.7	70.4	
	4.0	70.0	68.3	74.5	72.1	61.2	

^a Veces del NDT para mantenimiento.

de 70.4 a 61.2, es decir un decremento del 12%. Depresiones más severas han sido observadas cuando se suministra de 5.0 a 6.0 kg sobre el nivel de mantenimiento (18).

2.5.5.2. Composición química de la ración

Uno de los factores más importantes que afecta a la digestibilidad de los alimentos es la propia composición química de los mismos. Pero esta influencia difiere notablemente para cada uno de los principios inmediatos, siendo el contenido en proteína bruta y la naturaleza de los hidratos de carbono las características químicas que más afectan el coeficiente de digestibilidad de la energía (14).

Cuando los animales reciben un régimen compuesto por varios alimentos, el valor energético digestible del conjunto no es igual a la suma de los valores de la energía digestible de cada uno de los alimentos componentes. Este fenómeno suele denominarse con el término de digestibilidad asociada (14).

Por ejemplo, en los rumiantes la digestibilidad de la celulosa disminuye por la adición de almidón o glucosa a la dieta (14). Esto ocurre cuando los granos se añaden a las raciones de alimentos toscos o fibrosos, particularmente si estas últimas son pobres en nitrógeno, y esto es debido a que los microorganismos que fermentan el almidón se desarrollan a costa de la flora celulolítica. Ocurre lo mismo con la melaza,

que tiene un efecto depresivo sobre la digestibilidad de la celulosa (14).

Por el contrario, la adición de alimentos nitrogenados a un régimen de forrajes groseros, pobres en nitrógeno, puede aumentar la digestibilidad aparente. Un ejemplo en este sentido puede ser la incorporación de urea a una ración de paja (14).

Todos estos efectos debidos a la interacción de los alimentos en los rumiantes parecen reducirse progresivamente a medida que la microflora del rumen se adapta al cambio de sustrato. (14).

De interpretación más difícil es la disminución de digestibilidad aparente producida por una adición de grasas y aceites a las raciones de rumiantes. A diferencia de las especies monogástricas, los rumiantes tienen una tolerancia escasa para las grasas, lo que sugiere que el efecto del aceite sobre la digestibilidad de los glúcidos estructurales está íntimamente relacionada con las fermentaciones del rumen (14).

Como norma general, y para todas las especies animales, la adición de alimentos que contribuyan a aumentar la velocidad de pasaje digestivo reducen el coeficiente de digestibilidad.

2.5.5.3. Efecto del nivel de proteína bruta en la ración

Este efecto es muy distinto según se trate de animales

monogástricos o rumiantes.

En el caso particular de los rumiantes el nivel de proteína bruta afecta a la digestibilidad de la energía porque influye sobre el crecimiento de los microorganismos del rumen. Un mayor nivel de proteína aumenta la digestibilidad de la fibra bruta y así, cuando una ración a base de pasto o residuos de cosecha con bajo porcentaje de nitrógeno, es suplementada con un concentrado protéico, la digestibilidad de la celulosa se incrementa notablemente debido a que el crecimiento de los microorganismos del rumen, y en particular los celulóliticos queda inhibida, por una falta de nitrógeno. Si la digestión de los componentes de la pared celular se ve afectada por el bajo contenido en proteína bruta de la ración, es evidente que también se verá afectada la digestión en el abomaso y tracto intestinal de todos los componentes citoplasmáticos, originando como resultado final un descenso en el valor en la energía digestible del alimento. Este fenómeno es tan claro que en rumiantes adultos en engorde, en los que las necesidades nitrogenadas de mantenimiento y de producción son muy pequeñas, el nivel de proteína recomendado en la ración es normalmente muy superior al real, al objeto de incrementar el valor energético digestible de la ración (14).

El valor de la proteína sobre-pasante es un efecto estimulatorio sobre el consumo, además que complementa la proteína microbial llegando al intestino (14).

Suplementos ricos en almidón sobrepasante y aditivos que conllevan a un aumento en la producción relativa de ácido propiónico en el rumen, evitan pérdidas de energía en forma de calor, y por lo tanto se utilicen con mayor eficiencia.

El maíz, pulimento de arroz y sorgo tienen características las cuales permiten que escapen parcialmente a la fermentación ruminal (24).

2.5.5.4. Efecto de la composición en carbohidrato.

Más que el contenido total en glúcidos es la naturaleza de estas sustancias orgánicas el factor que más influye en la digestibilidad de la energía de los alimentos de origen vegetal.

Es evidente que para que las sustancias alimenticias del citoplasma puedan ser atacadas por los enzimas digestivos se requiere una previa digestión o destrucción de las membranas celulares. Las membranas de las células de los vegetales están formadas por una estructura en forma de red con una armadura de celulosa, con partículas de hemicelulosa e incrustada en diferentes grados de lignina, existiendo también porcentajes variables de sílice, cutina, queratina y lignocelulosa (14). El coeficiente de digestibilidad de cada una de estas fracciones hidrocarbonadas es muy variable, por lo que sus contenidos respectivos en el alimento influyen de una manera

importante sobre la digestibilidad de todos los materiales orgánicos. De acuerdo con lo anterior, el contenido en fibra bruta de un alimento afectará de una manera importante a la digestibilidad de todos los componentes orgánicos y, por tanto, al valor de la energía digestible. Recuérdese que por fibra bruta (Weende) se entiende al residuo orgánico seco y desgrasado que persiste después de dos hidrólisis sucesivas, una ácida y otra alcalina, estando constituido fundamentalmente este residuo por una mezcla de celulosa, hemicelulosa, lignina, suberina y cutina (14).

2.5.5.5. Factores dependientes del animal

La diversa capacidad de digestión y utilización de los alimentos y, por tanto la digestibilidad de la energía ingerida, depende de la estructura anatómica y del desarrollo del aparato digestivo de cada especie animal y del particular curso de los distintos actos fisiológicos: la masticación, la intensidad de las acciones enzimáticas de las funciones digestivas, velocidad de crecimiento de los distintos microorganismos que viven en el aparato digestivo, etc. (14).

Entre las distintas sustancias orgánicas es la celulosa la que presenta mayores variaciones de digestibilidad de unas especies animales a otras. Como es sabido el aprovechamiento digestivo de la celulosa no se realiza por la acción de las enzimas contenidas en los jugos digestivos sino por la acción

fermentativa anaeróbica de la microflora que vive y se desarrolla en el rumen de los bovinos, y en menor grado en el intestino grueso de los animales monogástricos (14).

Las diferencias de digestibilidad debidas a la especie, son en general de poca magnitud (3-4% para el ganado ovino, por ejemplo). Sin embargo en ciertos casos existen grandes diferencias individuales, pero que analizadas en varias ocasiones debidamente se comprueba que son debidas siempre a causas patológicas como defectos en la dentaruda, parasitismo intestinal, nerviosismo, etc. No obstante, existen ciertos casos particulares en los que resulta muy difícil poder explicar las causas de variación que se presentan en ciertos individuos. Según Blaxter, citado por Gálvez. F. y C. de Blas (1980), las diferencias de la digestibilidad de la energía entre individuos no excede a una unidad.

En general, la edad no parece tener una influencia sobre la digestibilidad de los alimentos, aunque ciertos autores estiman que los animales jóvenes digieren mejor (a excepción de la fibra bruta), que los adultos. Pero esta afirmación no puede ser justificada nada más que con el hecho de que con la edad aparecen ciertas alteraciones en la dentadura y en el tubo digestivo (14, 18).

La temperatura ambiente, el ejercicio y el estado de lactación o gestación no afectan prácticamente a la digestibilidad de la energía digerida (14).

2.6. Digestión y absorción

La digestión suele definirse como el proceso de preparación de los alimentos para su absorción por el aparato digestivo. Esta amplia definición podría desde luego incluir la maceración del alimento, masticación y rumiación, así como los cambios producidos por enzimas de origen microbiano, gástrico o entérico y demás jugos digestivos. Los fisiólogos de la nutrición tienden a limitar el significado de la palabra digestión, significando sólo la acción de los gérmenes y de los jugos digestivos en el interior del tubo digestivo; sin embargo, en el caso de los rumiantes es difícil excluir del término la masticación que sucede durante la toma de alimentos y la rumiación. Muchos autores, especialmente los que estudian la digestibilidad de las sustancias alimenticias, tienden a emplear una definición tácita que significaría la desaparición del alimento del tracto digestivo. Esta definición tan amplia incluiría por tanto la digestión y la absorción. (9).

2.6.1. Población microbiana del rumen

El rumen representa un sistema de fermentación continua que favorece especialmente la proliferación de una población microbiana extremadamente densa y activa: del orden de $10^5 - 10^6$ protozoos y de 10^{10} bacterias por ml. de líquido ruminal.

El alimento llega al rumen a intervalos frecuentes a lo largo de 5 a 9 horas por día y se diluye en una gran cantidad de líquido que es aportado tanto por el agua de bebida como por el continuo flujo de saliva: de 10 a 12 litros por cada kg. de materia seca ingerida (9). La saliva segregada esencialmente por las glándulas parótidas es una solución tampón (ph 8.2) de bicarbonatos y fosfatos de Na y de K, que contiene asimismo urea en un porcentaje similar al del plasma sanguíneo. El nivel de materia seca del contenido del rumen está generalmente comprendido entre el 10 y el 15% y desciende hasta un 5% en el retículo. La masticación durante la rumia reduce el tamaño de las partículas y aumenta la superficie de ataque para los microorganismos (9).

2.6.1.1. Protozoos

Los protozoos del rumen, casi exclusivamente ciliados, pertenecen a una treintena de especies, de tamaño extremadamente variable, y pertenecen en su mayoría a dos tipos principales : los holotridos y los oligotridos o entodiniomorfos (17).

Los holotridos fermentan rápidamente la sacarosa y las fructosanas y almacenan las hexosas liberadas en forma de un poliholosido de reserva, similar a la amilopectina, que metabolizarán más tarde lentamente. Los entodiniomorfos ingieren y digieren los granos de almidón y pueden igualmente ingerir cloro

plastos y partículas de tejidos celulósicos. Gracias a su intervención, los dos tipos de protozoos reducen la cantidad de glúcidos rápidamente fermentecibles disponibles para la población bacteriana, regulando así la velocidad de fermentación (17).

Los protozoos cubren sus necesidades nitrogenadas a partir de los alimentos que llegan al rumen y de las enormes cantidades de bacterias que ingieren (17).

2.6.1.2. Bacterias

La población bacteriana es responsable de la mayor parte de la degradación de los alimentos en el rumen. Al igual que los protozoos obtienen del alimento del rumiante la energía (ATP) y los nutrientes necesarios para su conservación, crecimiento y proliferación. Se caracteriza por su elevada densidad (que varía en el mismo sentido que la concentración nutritiva de la ración), por su extrema complejidad, por la predominancia de anaerobios estrictos y por la presencia de bacterias celulolíticas capaces de degradar los poliholósidos de las membranas vegetales (17).

Han sido estudiadas las principales especies bacterianas del rumen, su metabolismo (sustratos utilizados y productos finales) y sus necesidades nutricionales en nitrógeno, minerales y vitaminas. Para la síntesis de sus proteínas utilizan

esencialmente amoníaco; una gran parte de ellas, tales como las bacterias celulolíticas, lo requieren de manera esencial, no pudiendo utilizar otra fuente nitrogenada, mientras que otras tienen una necesidad específica de ciertos aminoácidos y péptidos. Como media, la población bacteriana tendría un crecimiento máximo a partir de $3/4$ partes de nitrógeno amoniacal y $1/4$ parte de nitrógeno aminado (17).

Entre las especies bacterianas del rumen, lo mismo que entre las bacterias y los protozoos, existen numerosas interrelaciones de simbiosis, competición y predación. Las especies bacterianas del rumen están más o menos especializadas y pueden clasificarse según la naturaleza de los sustratos que utilizan (poliholósidos de las membranas, azúcares, ácidos, proteínas, lípidos...), o según los productos que formen (metano...). Las bacterias celulolíticas no son capaces de utilizar los azúcares sencillos (glucosa..) que producen, y por lo que otras especies compiten. Por el contrario, para desarrollar una actividad máxima las bacterias necesitan disponer de sustratos carbonados tales como isobutirato, 2-metilbutirato e isovalerianato, que provienen de la desaminación de los aminoácidos correspondientes y que es llevada a cabo por otras especies bacterianas (17).

2.7. Metabolismo del nitrógeno

La población del rumen obtiene de la degradación de los componentes nitrogenados del alimento, péptidos, aminoácidos

y, sobre todo, amoníaco (que también puede provenir de la urea endógena), que le son necesarios para su crecimiento y su proliferación. Ya que estos últimos procesos implican la síntesis de proteína, la degradación y síntesis de componentes nitrogenados son procesos simultáneos.

El nivel de degradación de los componentes nitrogenados del alimento en el rumen depende esquemáticamente de dos tipos de factores: por un lado, de un conjunto de características de estos componentes, que determinan su sensibilidad y accesibilidad a las enzimas microbianas y, por otro, de la intensidad y duración de estas acciones enzimáticas (17).

Los componentes nitrogenados son degradados tanto más intensamente, y en general tanto más rápidamente, en cuanto que son más accesibles y menos resistentes a las enzimas microbianas, y ello depende de sus características físico-químicas y de su localización en los tejidos vegetales y en las células (17).

Su solubilidad en el líquido ruminal juega un importante papel (17). Los componentes no protéicos y proteínas tales como la caseína y la proteína del cacahuete, que son solubles, se ven así, atacados mucho más rápidamente que la zeína del

maíz o el gluten de trigo. Pero la fermentabilidad de las proteínas depende también de otras características, además de su solubilidad, tales como su estructura y la superficie de ataque que ofrecen a las proteasas microbianas; así, la vida media de la ovoalbúmina en el líquido ruminal, a pesar de ser soluble en él, es de más de dos horas, mientras que la de la caseína no dura más que de 6 a 21 minutos (17).

Por último, los componentes nitrogenados, incluso aunque posean una elevada fermentescibilidad, no pueden ser degradados por enzimas bacterianas mientras que se encuentren contenidos en las células o sus orgánulos (cloroplastos) (17).

2.7.1. Materias nitrogenadas

Las materias nitrogenadas se encuentran sometidas en el rumen a una degradación más o menos intensa y rápida, y en la que el amoníaco es el principal producto final.

Esta degradación es muy rápida para los componentes nitrogenados no protéicos (amidas, péptidos, aminoácidos libres...) solubles en el líquido ruminal. Es prácticamente inmediata en el caso de la urea endógena que es degradada bajo la acción de las ureasas libres que se encuentran siempre en concentraciones importantes.

Las proteínas pueden ser atacadas, después que hayan sido liberadas de las células, mediante la rotura de las membranas

en el curso de la masticación o bajo la acción de las bacterias celulolíticas. Las proteasas se encuentran esencialmente en la superficie de las bacterias o en los cuerpos microbianos (protozoos), y las peptidasas, en su mayoría, en el interior de estos últimos. Los aminoácidos libres no se encuentran en concentraciones importantes en el líquido ruminal a pesar de que no son absorbidos desde el rumen en cantidades significativas; en parte son utilizados directamente o desaminados, dando amoníaco y compuestos carbonados. Estos últimos pueden utilizarse para la síntesis de proteínas de ciertas bacterias, tales como las celulolíticas, o ser fermentados, dando como productos finales ácidos grasos volátiles (17).

La concentración en amoníaco del líquido ruminal es consecuencia del equilibrio entre su producción y su utilización por la población microbiana, estando esta última actividad condicionada por la cantidad de energía disponible. El amoníaco es absorbido a través de la pared del rumen en cantidades proporcionales a su concentración (17).

2.7.1.1. Componentes no protéicos

Los componentes nitrogenados no protéicos, que son extraídos en el laboratorio por etanol al 80%, están situados en las vacuolas de las células vivas. Abundan en los tejidos conductores del aparato digestivo, lo mismo que en las raíces.

Representan del 15 al 25% del nitrógeno en los forrajes verdes, siendo esta proporción más elevada en los tallos que en las hojas y en las leguminosas que en las gramíneas.

Están formadas en su mayoría por amidas y aminoácidos libres, en general no esenciales (17), y también por péptidos de bajo peso molecular, aminas, nucleótidos y otros compuestos poco o mal conocidos.

Los componentes nitrogenados no protéicos de los alimentos se difunden muy rápidamente en el líquido ruminal y son, junto con la urea de la saliva (o la urea añadida a la ración), las fuentes nitrogenadas más rápidamente disponibles para la población microbiana. Son degradadas en su totalidad, con producción de amoníaco, a excepción de una pequeña parte (compuesta en su mayoría por ciertos aminoácidos libres) que eventualmente podría pasar al tracto digestivo posterior (17).

2.8. Características de las heces y excreción de los bovinos.

2.8.1. Factores que afectan la composición de las heces

El material fecal excretado por los animales está compuesto por: (1) residuos no digeridos del material alimenticio; (2) residuos de bilis y de los jugos gástricos, pancreá

tico y entérico; (3) restos celulares procedentes de la mucosa intestinal; (4) productos de excreción eliminados por el intestino; y (5) restos celulares y metabolitos de los microorganismos que crecen en el intestino grueso y, probablemente, algunos procedentes de los preestómagos en el caso de los rumiantes. El porcentaje de materia fecal que aporta cada una de estas fuentes no ha sido determinado todavía en los rumiantes. Mitchell, citado por Church, D.C. (1974), he hecho una revisión de algunas antiguas publicaciones sobre el tema y cita varios autores que han estudiado al efecto de que el material de las heces de las especies monogástricas es, prácticamente, una masa de células bacterianas. Virtanen citado por Church, D.C. (1974), emite la teoría de que prácticamente, todo el nitrógeno de las heces de vacas alimentadas con dietas purificadas procede de las proteínas microbianas, basando su estimación sobre el contenido de ácido diaminopimélico y sobre la digestibilidad estimada de los microorganismos del rumen. Quizás una cantidad sustancial del N podría derivar de los restos celulares desprendidos del recubrimiento de los intestinos y metabolizados por los microorganismos.

El color de las heces se debe a los colorantes de las plantas y el estercobilinógeno que se produce en la reducción bacteriana de los pigmentos biliares. El olor se debe a la presencia de sustancias aromáticas, indol y escatol principalmente, derivados de la desaminación y decarboxilación

del triptófano en el intestino grueso (9)

2.8.2. Cantidad y frecuencia de la excreción

La cantidad de materia seca excretada diariamente depende de numerosas variables, aunque los dos factores más importantes parecen ser la cantidad de alimentos consumidos y su digestibilidad.

La frecuencia de excreción en ganado vacuno, se han recogido haciendo observaciones en animales en pastoreo. Johnstone-Wallace y Kenndey, citado por Church, D.C. (1974), comunicaron que la defecación de vacas jóvenes fue por término de unas 12 veces por día cuando se encontraban en pastoreo. El peso fecal diario fue de alrededor de 45 libras en húmedo ó de 6.4 libras de materia seca. Wagnon, citado por Church, D.C. (1974), también comunicó casi una media de 12 defecaciones por día en vacas jóvenes pastando en un tiempo ligeramente corto. Los pastos fuertemente agotados reducían la expulsión fecal (menos aporte) a unas 9 defecaciones por día; una posterior disminución a 4 defecaciones por día es corriente en pastos excesivamente agotados o cuando se trata de forraje seco.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del experimento

El ensayo se realizó en las instalaciones del Departamento de Reproducción Animal del Centro de Desarrollo Ganadero, ubicado en el Cantón El Matazano, Municipio de Soyapango, el cual se encuentra a 625 msnm, localizado geográficamente entre las coordenadas 13°41' latitud norte y 89°09' longitud oeste.

3.2. Condiciones climáticas

Las características climáticas predominantes de la zona del ensayo son :

- Temperatura promedio anual	:	23 °C
- Temperatura máxima anual	:	30.4 °C
- Temperatura mínima anual	:	18.2 °C
- Humedad relativa promedio anual	:	76.0 %
- Humedad relativa absoluta mínima anual	:	10 %
- Precipitación pluvial anual	:	1859.0 mm

3.3. Instalaciones

Se utilizaron 4 corrales con un área de 21.12 m² cada

uno, los cuales constaban de 3.52 m^2 de área techada y 17.6 m^2 de área soleada con piso de cemento.

Los corrales estaban divididos por una pared de ladrillo de una altura de 1.0 m y malla ciclón a una altura total de 1.85 m.

Se utilizaron bebederos de ladrillo revestidos de cemento, con capacidad de 60 lts cada uno y distribuidos en cada corral.

Se usaron comederos de ladrillo revestidos con cemento, con un volumen de 0.40 m^3 , uno en cada corral.

3.4. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de cuadrado latino, utilizándose cuatro tratamientos con 4 repeticiones. Matemáticamente se representa con la siguiente expresión (8):

$$Y_{ijk} = U + \alpha_i + T_j + B_k + E_{ijk}$$

Donde :

Y_{ijk} = Es la observación en la i -ésima fila y K -ésima columna para el j -ésimo tratamiento.

U = Media experimental

α_i = Efecto de la i -ésima fila

T_j = Efecto del j -ésimo tratamiento

B_k = Efecto de la K -ésima columna

E_{ijk} = Error experimental

3.5. Unidades experimentales

Para este trabajo de investigación se utilizaron 4 no villos Holstein encastados y castrados con una edad entre 14-16 meses y con un peso promedio de 127,0 kg. Estos animales fueron sometidos a un período de adaptación de 5 semanas, tiempo durante el cual fueron acostumbrados al nuevo ambiente: permanencia en el corral, suministro de concentrado, adaptación a la bolsa colectora y arnés.

3.6. Fase de campo

Esta fase duró 91 días, dividida en un período preliminar de 35 días y un período experimental de 56 días. En el período preliminar se trasladaron de CEGA-Morazán al C.D.G., luego se tuvieron confinados durante un período de 5 semanas, ésto con el propósito de llevar a cabo medidas sanitarias, estandarizar peso y adaptación al nuevo manejo y a las instalaciones, hacer los ajustes necesarios de manera que las heces se recolectaran convenientemente en la bolsa colectora y poder ajustar el consumo de alimento en relación a la conversión (crecimiento compensatorio), así como tener una aproximación en la cantidad de heces excretadas. Los animales se trataron contra parásitos internos, se vitaminaron con AD₃E, se les hizo la prueba de tuberculosis y se pesaron semanalmente.

Durante este período la alimentación consistió en un concentrado de 12% PT y 65,59% TDN el cual contenía 32% de melaza, 40% de harina de sorgo, 25% de pollinaza, 2% de sales minerales; y 1% de urea.

Al final de este período los animales alcanzaron un peso promedio de 170 kg, dicho incremento fue resultado del crecimiento compensatorio, debido al mal estado nutricional en que se encontraban.

El período experimental se realizó durante los meses de junio a agosto de 1990, con una duración de 56 días.

En total el período experimental se dividió en 4 sub-períodos de 14 días cada uno. Cada sub-período consistió en 8 días de preparación o adaptación al tratamiento y 6 días de recolección total de heces y toma de muestras para análisis proximal.

3.6.1. Raciones experimentales

La alimentación fue a base de una dieta de un concentrado con 17,50% PT \pm 1,0 y 65,94% TDN \pm 5,19 de tal modo que todos fuesen isoprotéicos e isoenergéticos. Estos datos fueron estimados de las Tablas del NRC y se pretendió cumplir con las recomendaciones para ganancia máxima de peso diario. (Cuadro A-2).

Para la elaboración de las dietas se utilizaron las materias primas siguientes: bagazo y melaza de caña de azúcar,

harina de sorgo, pulimento de arroz, harina de pescado, harina de soya, urea, sebo de res, sales minerales y gallinaza (Cuadro 4), la cual procedía de una granja de pollos de engorde con cama de granza de arroz y piso de cemento, luego fueron almacenadas en sacos bajo techo.

Cuadro 4. Composición de las dietas experimentales expresadas en base húmeda.

INGREDIENTES	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
	% B.H.	% B.H.	% B.H.	% B.H.
Gallinaza	-	15.0	30.0	45.0
Bagazo	20.0	12.2	10.9	7.3
Melaza	25.0	25.0	23.0	24.0
Harina de sorgo	16.0	15.0	5.0	5.0
Pulimento de arroz	15.0	15.0	15.0	10.0
Harina de pescado	6.0	5.0	4.5	2.0
Harina de soya	14.0	8.0	6.0	-
Urea	2.0	1.8	1.6	1.7
Sebo de res	-	1.0	2.0	3.0
Sales minerales	2.0	2.0	2.0	2.0
	100.0	100.0	100.0	100.0

Las dietas se elaboraron en una mezcladora de tipo horizontal con capacidad de 5 qq y se formularon en base a la composición química de sus ingredientes (Cuadro A-3, A-4).

3.6.2. Descripción de tratamientos

Los tratamientos evaluados en el ensayo se basaron en diferentes niveles de gallinaza, incluyéndose en las dietas en las siguientes proporciones (Cuadro 5).

Cuadro 5. Proporciones de gallinaza en los tratamientos experimentales.

Tratamiento	gallinaza (% base húmeda en la ración)
T ₁	0
T ₂	15
T ₃	30
T ₄	45

El arreglo de los tratamientos durante los cuatro sub-períodos quedó distribuido de la siguiente manera (Cuadro 6).

Cuadro 6. Distribución de los tratamientos por sub-período.

T/A	A	N	I	M	A	L
A_1		A_2		A_3		A_4
T_1		T_2		T_3		T_4
T_2		T_3		T_4		T_1
T_3		T_4		T_1		T_2
T_4		T_1		T_2		T_3

3.6.3. Factores en estudio

Durante el transcurso del ensayo se hicieron las respectivas mediciones sobre :

- Consumo de alimento
- Calidad de alimento
- Cantidad de heces excretadas
- Calidad de heces excretadas

3.6.4. Toma de muestras

Se tomaron muestras de alimento ofrecido y de heces excretadas.

El alimento se elaboraba cada 5 días y se les ofrecía a los animales diariamente a la misma hora, 8:00 am y 4:00 pm.

Para determinar el consumo por día se pesó lo ofrecido y lo rechazado, ésto se realizó durante los ocho días de preparación o adaptación al tratamiento y los 6 días de recolección de heces de cada sub-período.

Simultáneamente a cada elaboración de alimento, se tomó una muestra previamente identificada de aproximadamente 250 gr; la cual se almacenó en bolsas plásticas para su posterior análisis químico.

El período de recolección de heces duró seis días consecutivos en cada sub-período, y éstas se recolectaron y pesaban 3 veces diarias a la misma hora: 7:30 am, 1:00 pm; y 6:00 pm, debido a que su elevado peso hacía descender de posición la bolsa colectora.

La bolsa colectora de heces (Fig. A-1), es de lona impermeable y va provista de una especie de capucha en la que existe una abertura para el paso de la cola del animal. Posee unas correas de nylon que se amarran al arnés que se le colocan al animal (Fig. A-2).

Inmediatamente después de cada recolección y peso de heces se extraía el 5% previamente identificado, se depositaba en una bolsa plástica, se almacenaba en refrigeración a

8 °C y luego al final de cada día se homogenizaban las 3 sub muestras fecales para obtener la muestra representativa del día, para realizar posteriormente el análisis químico proximal y la determinación de materia seca.

3.7. Fase de laboratorio

Los análisis químicos proximales de las muestras de alimento y heces se realizaron en el laboratorio de la Unidad de Química de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

Para lo cual se empleó, el procedimiento de laboratorio conocido como Análisis Inmediato de Weende, utilizándose las marchas analíticas de la A.O.A.C. de 1980 (3, 15)

3.7.1. Análisis químico proximal del alimento

Las muestras de alimento se llevaron al laboratorio y se colocaron en estufa a 65 °C durante 48 horas, luego se molieron en un molino Wiley para posteriormente realizarles el análisis proximal (EE, PC, FC, Cenizas) y otras semejantes se colocaron en estufa a 105 °C durante 48 horas para la determinación de materia seca.

3.7.2. Análisis químico proximal de heces

Se descongelaron las muestras no permitiendo que permanecieran a temperatura ambiente por mucho tiempo para evitar pérdidas de humedad.

Al igual que en análisis químico de alimento se llevaron a estufa a 65 °C, se molieron, se homogenizaron por tratamiento y sub-período y fueron almacenados en recipientes de vidrio identificados. El análisis proximal y la determinación de materia seca se efectuaron de igual forma que en concentrado.

3.7.3. Determinación de energía de alimento y heces

Se usó una bomba calorimétrica adiabática, tipo CBM, marca Berthelot Malher para medir la energía de los alimentos y las heces. El proceso de laboratorio se basó en el instructivo o manual que acompaña a la bomba calorimétrica (Anexo 18) (23).

3.8. Determinación de coeficientes

La determinación de la digestibilidad de proteína y energía, se basó en el principio: la digestibilidad de un alimento o nutriente es la cantidad ingerida menos la que

se encuentra en las heces. El método utilizado fue el de Recolección Total y se calculó mediante la fórmula siguiente:

- Determinación de coeficiente de digestibilidad aparente de proteína.

$$CD_P = \frac{XA - YH}{XA} \times 100$$

- Donde :
- CD_P = Coeficiente de digestibilidad de proteína
 - X = Concentración protéica del alimento
 - A = Cantidad de alimento ingerido
 - Y = Concentración protéica de las heces
 - H = Cantidad de heces excretadas

- Determinación de coeficiente de digestibilidad de energía digestible.

$$CDe = \frac{XA - YH}{XA} \times 100$$

- Donde :
- CDe = Coeficiente de digestibilidad aparente de energía
 - X = Concentración energética, del alimento
 - A = Cantidad de alimento ingerido
 - Y = Concentración energética de las heces
 - H = Cantidad de heces excretadas.

3.9. Análisis de información

A los resultados obtenidos a cerca de consumo de Mate
ría Seca, consumo de Energía Digestible, Consumo de Proteína
Digestible, digestibilidad de Energía, de Proteína Cruda de
Fibra Cruda se les aplicó el análisis de varianza (Cuadros
A-11, A-12, A-13, A-14, A-15, A-16).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Consumo de materia seca

Se midió el consumo promedio de materia seca, de cada uno de los tratamientos, se obtuvo los resultados siguientes : 137,0; 129,36; 137,22; y 140,73 gr/kg^{0.75} respectivamente. En base al análisis estadístico (Cuadro A-11), puede observarse que para el consumo de materia seca no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, subperíodos y animales.

Los resultados obtenidos se muestran de acuerdo con Smith, citado por Cañequé y Gálvez (1984), al reportar que no existen diferencias significativas en el consumo de materia seca ingerida y utilización de los nutrientes en terneros alimentados con raciones conteniendo 12,8% de harina de algodón ó 20,5% de excretas de aves.

Así mismo Harmon, citado por Cañequé y Gálvez (1984), reporta buenos resultados en el consumo de alimento, cuando utilizó raciones que contenían entre 25% y 50% de excretas de aves.

El consumo de materia seca, mostró un comportamiento muy similar para cada uno de los tratamientos experimentales; excepto uno que tuvo un ligero descenso. Esto demuestra que el uso de gallinaza en niveles hasta del 45% en la ración, no afecta el consumo de materia seca.

Según el resultado estadístico de consumo de Proteína Digestible y Energía (Cuadros A-12, A-13), no existen diferencias significativas entre los tratamientos, sub-períodos y animal.

El consumo de proteína y energía digestible se muestra en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Consumo promedio de nutrientes en los tratamientos experimentales.

CONSUMO/ANIMAL	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
- Proteína digestible (g/kg ^{0.75})	3.04	3.09	3.20	2.72
- Energía digestible (Kcal/kg ^{0.75})	55.46	53.00	48.52	49.76

La proteína digestible, mostró un comportamiento casi similar en los primeros tres tratamientos y un ligero descenso en el tratamiento cuatro; lo que nos indica que posiblemente al aumentar el nivel de 45% de gallinaza en la ración; podría disminuir el consumo de proteína digestible en el animal.

La energía digestible tiene una tendencia decreciente, a medida que se aumenta el nivel de gallinaza en la ración; por lo que se puede asegurar que el aporte energético de la gallinaza es bajo.

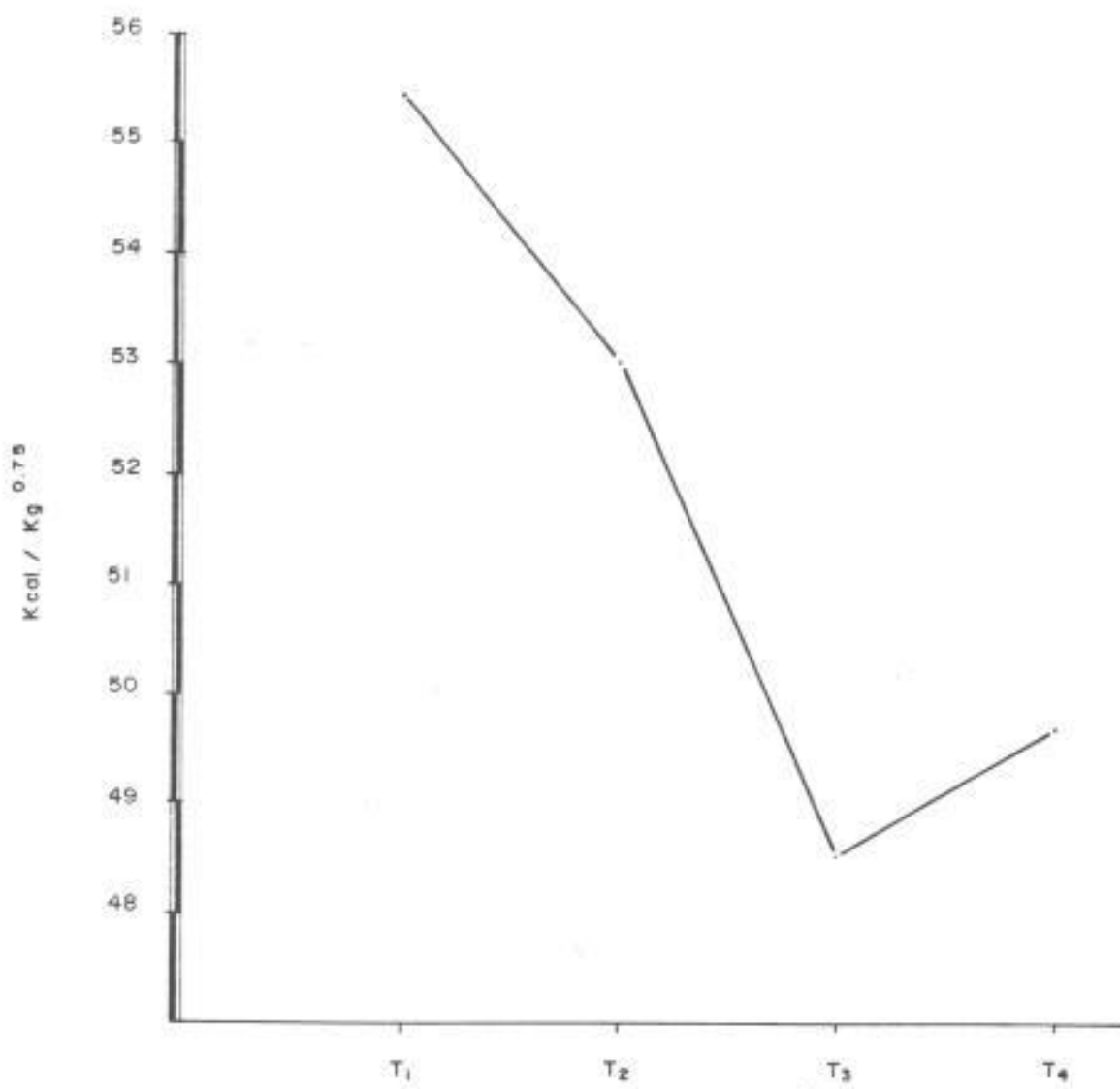


Fig. 1 — Efecto del nivel de gallinaza sobre el consumo de energía.

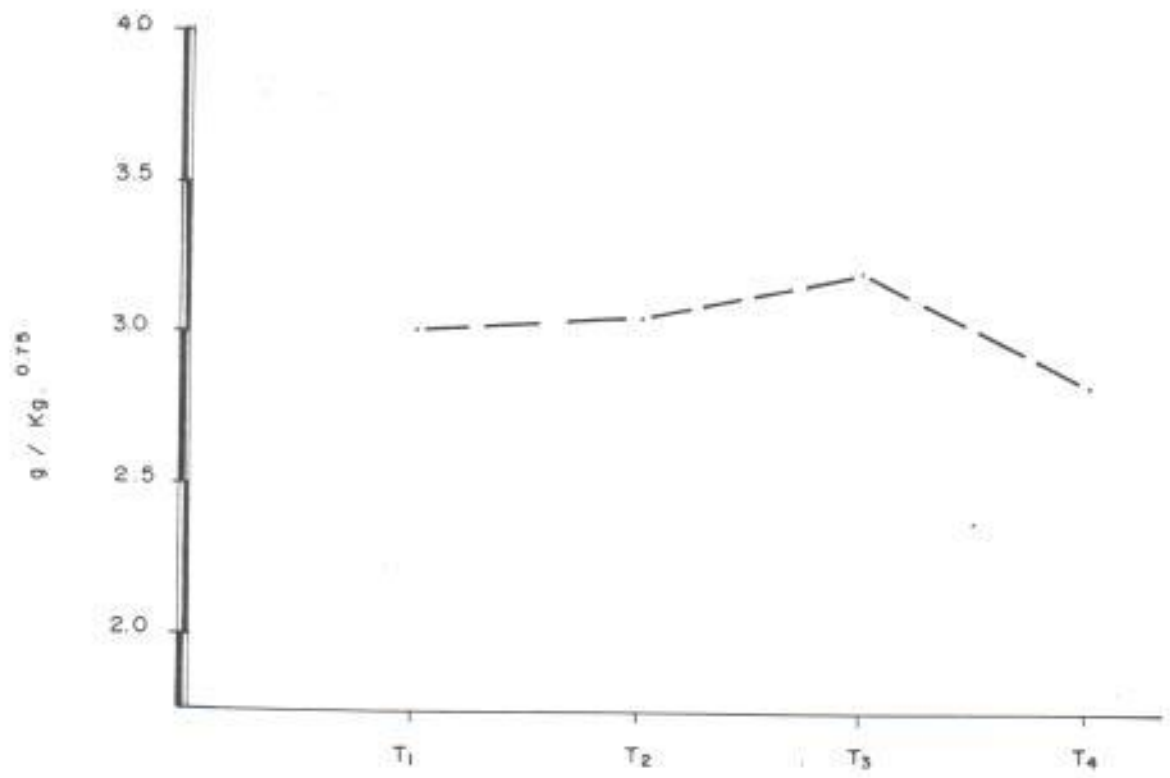


Fig. 2 — Efecto del nivel de gallinaza sobre el consumo de proteína cruda .

4.2. Coefficientes de digestibilidad

Los valores de los coeficientes de digestibilidad se muestran en el Cuadro 8. El análisis estadístico para la digestibilidad de energía y proteína cruda (Cuadros A-14, A-15) indica que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos en estudio, entre subperíodos y animales ($P < 0.01$).

Cuadro 8. Coeficientes de digestibilidad aparente de las dietas experimentales (%).

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
- Digestibilidad de energía	73.18	72.33	70.59	71.37
- Digestibilidad proteína cruda.	80.01	80.05	82.55	77.19
- Digestibilidad de fibra	55.18	55.68	55.72	65.83

Los resultados obtenidos de energía y proteína cruda se muestran superiores a los valores que reporta Cabezas, M.T. y Murrillo, B. (1976), de igual forma con Bully Reid, citado por Cañeque, V. y Gálvez, J.F. (1984), quienes aseguran que niveles superiores al 20% tienden a disminuir la digestibilidad de la ración. Sin embargo, los resultados antes mencionados concuerdan con los obtenidos por Cañeque y Gálvez, J.F. (1984),

quienes aseguran que con niveles de 40%, 50% y 60% de excretas de aves en la ración se lograron coeficientes de digestibilidad de la materia orgánica mayores al 65%, así como provocar condiciones favorables del rumen (pH, NH_3 , AGV), lo que indica la posibilidad de una buena utilización de las excretas de aves para bovinos, los valores de digestibilidad de energía y proteína para las raciones ensayadas disminuyen al aumentar el nivel de excretas en la ración, aunque en poca proporción.

El comportamiento de los coeficientes de digestibilidad de los tratamientos se observan bastante similares, esto favorecido por el contenido energético de las raciones que va en aumento, así como por el elevado contenido de proteína bruta de la gallinaza.

Con los coeficientes de digestibilidad resultantes, se evidencia el efecto de la composición química de la gallinaza y de su alto valor nutritivo en los diferentes niveles utilizados en las raciones, así como a la buena interacción de los otros componentes de la ración, favoreciendo con esto a la buena digestibilidad de los nutrientes.

Puede observarse que el análisis estadístico para fibra cruda (Cuadro A-16), muestra que no hubo diferencias altamente significativas entre tratamientos y subperíodos ($P < 0.01$), pero sí entre animales, siendo uno el que indudablemente introdujo la variabilidad.

Los resultados obtenidos se muestran de acuerdo con Byely,

et al 1980, que empleó niveles altos de excretas de aves que incrementan el contenido de fibra y simultáneamente el de ácido úrico por lo que se logra una buena digestibilidad aumentando el nivel de NH_3 en el rumen. Asimismo, Cañeque y Gálvez, F.J. 1984, reportan que al aumentar los niveles de excretas tiende a disminuir la digestibilidad de los nutrientes.

Para el caso de fibra, tiene lugar un ligero aumento en la digestibilidad a medida se incrementa el nivel de excretas de aves en la ración, esta mejora en la digestibilidad en la fibra es debido a la buena utilización que los rumiantes hacen de la contenida en ellas, a pesar de que se incrementa el contenido en este elemento de la ración por el mayor aporte de excretas. Las pequeñas variaciones en la digestibilidad de los nutrientes anteriormente mencionados se debieron al buen aprovechamiento de la fracción fibrosa.

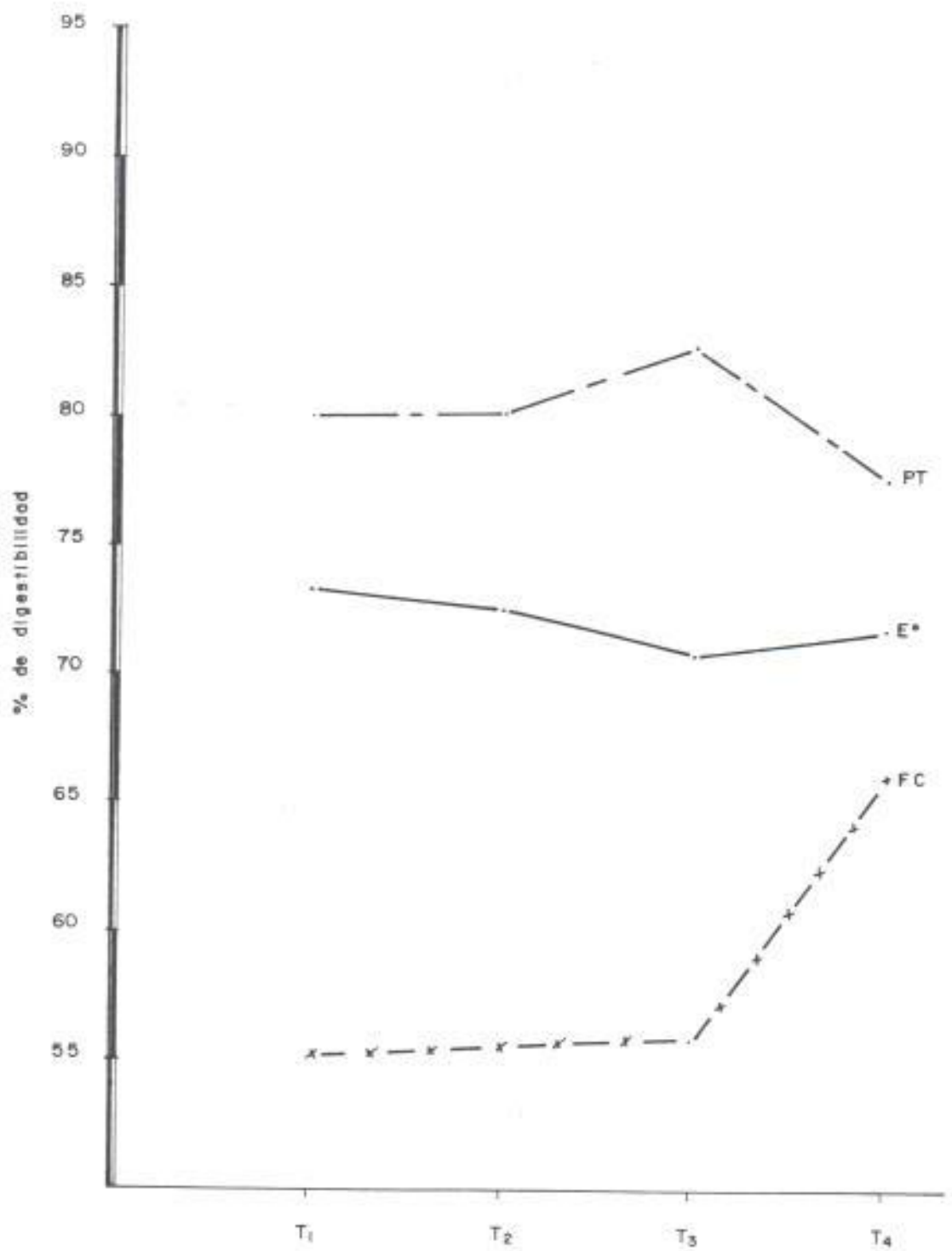


Fig. 3 - Efecto del nivel de gallinaza sobre la digestibilidad de proteína cruda, energía y fibra cruda .

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a la información obtenida durante la investigación se concluye que :

- Las dietas experimentales no presentaron diferencias en la digestibilidad aparente de la proteína cruda, energía y fibra cruda, por lo que en la alimentación de novillos de engorde puede proporcionarse cualquiera de los niveles de gallinaza evaluados.
- Según los resultados obtenidos, en raciones para bovinos, la gallinaza aporta nutrientes que pueden suplir los aportados por otras fuentes de mayor costo (soya, algodón, etc.), sin que presenten trastornos fisiológicos los animales.
- Económicamente se justifica su uso, ya que las dietas con niveles altos de este recurso, representa disminución en los costos de alimentación.

6. RECOMENDACIONES

- Considerar que la gallinaza a utilizar esté en condiciones adecuadas con el fin de evitar posibles peligros.
- Para efectos económicos es recomendable evaluar estos mismos niveles de gallinaza, pero utilizándolos en dietas de menor contenido de proteína cruda.
- Evaluar estos mismos niveles de gallinaza por períodos más largos, con el propósito de medir rendimiento y calidad de canal, ganancia de peso e índice de conversión.
- Evaluar el uso de la gallinaza como suplemento protéico en dietas basadas en forrajes frescos o preservados.

BIBLIOGRAFIA

1. ACOSTA MANZANO, R.G. 1976. Sustitución de la torta de algodón por gallinaza y efecto del estado sexual en ceba de machos Holstein. Tesis Mag. Sc. Bogotá, Col. Programa Universidad Nacional/Instituto Colombiano Agropecuario. p. 51-54.
2. ALVARADO MAGAÑA, E.; RIVAS GRANDE, P. 1984. Ensilaje y uso de la gallinaza en alimentación de vacas lecheras. División de Investigación del C.D.G., Soyapango, El Salvador.
3. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. 1980. Methods of analysis. 13th ed. Washington, D.C. Association of Official Analytical Chemist.
4. BHATTACHARYA, A.N.; TAYLOR, J.C. 1975. Recycling animal waste as a feedstuff: A Review. Journal of Animal Science 41(5) American Society of Animal Science. P. 1438-1453.
5. BYELY, J. et.al. 1980. El estiércol seco de aves de corral como ingrediente de piensos. Revista Mundial de Zootecnia. Italia 34(): 35-42
6. CABEZAS, M.T.; MURILLO, B. 1976. Valor nutritivo de la gallinaza para el ganado bovino. Cuadernos de Divulgación Agropecuaria del Banco Hipotecario de El Salvador No. 40. P. 3-9.

7. CAÑEQUE, V.; GALVEZ, J.F. 1984. Utilización de las excretas de aves en la alimentación de rumiantes. Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Madrid, España. Serie Ganadera No. 19. P. 23-59.
8. COCHRAN, W.G.; COX, G.M. 1983. Diseños experimentales. México. Editorial Trillas. P. 145.
9. CHURCH, D.C. 1974. Fisiología digestiva y nutritiva de los rumiantes. Vol. 1. Trad. Pedro Ducar Maluenda. Zaragoza, España, Acribia. P. 137-141.
10. CROSS, D.L. et. al. 1978. Efficacy of broiler litter silage for beef steers. Journal of Animal Science. 47(2) American Society of Animal Science. p. 544-547.
11. EDELMAN, Z. 1985. La gallinaza y uso en la alimentación de rumiantes. s.n.t.
12. ETGEN, W.M.; REAVES, P.M. 1989. Ganado lechero, alimentación y administración. Trad. Vicente Agur Armer. México, Limusa. P. 82-88.
13. PRAGA, M.S. et. al. 1979. Alimentos del ganado. 2 ed. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid. Monografía No. 65. España. P. 190-192.
14. GALVEZ, J.F.; DE BLAS, C. 1980. Principios y fundamentos de la alimentación energética de los animales. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid. Monografía No. 82. España. P. 50-65.

15. HARRIS, L.E. 1970. Métodos para el análisis químico y la evaluación biológica de alimentos para animales. Center for the Tropical Agriculture, Universidad de Florida. P. 5208.
16. KOENIG, S.E. et. al. 1978. Animal performance and microbial adaptation of ruminants fed formaldehyde treated poultry waste. Journal of Animal Science 46(2). American Society of Animal Science. P. 490-496.
17. LEROY, A.M. 1981. Alimentación de los rumiantes. Trad. J. Carlos de Blas y María Jesús Fraga. Madrid, España. Mundi Prensa. P. 128-129.
18. MAYNARD, L.A. et. al. 1981. Nutrición animal. Trad. Ernesto Riquelme Villagran. 4 ed. México. McGraw-Hill. P. 34-39.
19. MAPOON, C.K. et. al. 1979. Uso de gallinaza en dietas de melaza y bagazo para engorde de toros. Producción Animal Tropical. 4(2). Rep. Dom. P. 145-147.
20. MENDEZ SERMENO, A. 1990. Uso de gallinaza, Santa Ana, El Salvador (Comunicación Personal).
21. MEYRELES, L.; PRESTON, T.R. 1980. Gallinaza para bovinos. Producción Animal Tropical 5(3). Rep. Dom. P. 256-259.
22. NATIONAL ACADEMY SCIENCES N.R.C. 1989. Nutrients Requirements of Dairy Cattle. 6th ed. Washington, D.C.

23. OPERATING INSTRUCTIONS. Berthelot Malher Calorimeter
1984. Milán, Italia.
24. PRESTON, T.R.; LENG, R.A. 1989. Adecuando los sistemas
de producción pecuaria a los recursos disponibles:
Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque so-
bre la nutrición de rumiantes en el trópico. Con-
sultorios para el desarrollo rural integrado en el
trópico (CONDRIT). Cali, Colombia. p. 93-94.
25. SALAZAR MORENO, H. 1974. Estudios de los niveles de es-
tiércol de pollo como estimulante del crecimiento en
pollos asaderos. Tesis Escuela Nacional de Agricul-
tura y Ganadería. Managua, Nicaragua. P. 1-3.
26. SMITH, L.W.; LINDAHL, I.L. 1977. Alfalfa Vs. poultry
excreta as nitrogen supplements for lambs. Journal
of Animal Science 44(1), American Society of Animal
Science. P. 152-156.
27. VIÑA M. DE LA. 1983. Utilización de la gallinaza en el
cebo de terneros. Alimentación. Departamento de Ru-
miantes NANTA. Monografía ONE-85. España. p. 123-
128.

8. ANEXOS

Cuadro A-1. Pesos promedios por sub-períodos en kg de peso vivo.

ANIMAL 1	ANIMAL 2	ANIMAL 3	ANIMAL 4
160.91	174.54	179.09	172.27
181.36	190.45	195.45	207.27
195.23	199.27	202.27	217.27
214.77	207.27	219.77	224.77

Cuadro A-2. Análisis bromatológico de los tratamientos utilizados, según el N.R.C.

	PT %	TDN %	FC %
T ₁	17.07	60.26	13.04
T ₂	16.58	64.70	11.98
T ₃	17.13	68.17	14.06
T ₄	16.27	70.64	15.13
\bar{X}	16.76	65.94	

teórico.

Cuadro A-3. Contenido protéico y energético de las materias primas utilizadas en la elaboración de las raciones experimentales.

Materias primas	% M.S.	% P.T.	% T.N.D.
Bagazo	91	1.5	44.00
Pollínaza	92	22.00	89.00
Melaza	75	3.04	72.00
Harina de sorgo	87	9.70	80.00
Pulimento de arroz	89	8.20	88.00
Harina de pescado	92	66.70	73.00
Harina de soya	90	42.20	94.00
Urea	93	281.00	-
Sebo	99	-	177.00

Fuente: National Research of Council, 1989.

Cuadro A.4. Composición de las dietas experimentales.

MUESTRAS PRIMAS	T ₁			T ₂			T ₃			T ₄		
	Lbs (B.H.)	% PT (B.S.)	% NDT (B.S.)	Lbs (B.H.)	% PT (B.S.)	% NDT (B.S.)	Lbs (B.H.)	% PT (B.S.)	% NDT (B.S.)	Lbs (B.H.)	% PT (B.S.)	% NDT (B.S.)
Bagazo	20	0.28	8.01	12.20	0.17	5.85	10.90	0.15	4.36	7.30	0.10	2.92
Melaza	25	0.57	13.50	25.00	0.57	13.50	23.00	0.53	12.42	24.00	0.55	12.96
H. de sorpo	16	1.35	11.14	15.00	1.27	10.44	5.00	0.42	3.48	5.00	0.42	3.48
Pulimento de arroz	15	1.10	11.75	15.00	1.10	11.75	15.00	1.10	11.75	10.00	0.73	7.83
H. de pescado	6	3.68	4.01	5.00	3.07	3.36	4.50	2.76	3.02	2.00	1.23	1.34
H. de soya	14	5.32	11.85	8.00	3.04	6.77	6.00	2.28	5.08	-	-	-
Urea	2	5.62	-	1.80	5.06	-	1.60	4.50	-	1.70	4.78	-
Salas minerales	2	-	-	2.00	-	-	2.00	-	-	2.00	-	-
Gallinaza	-	-	-	15.00	3.04	12.28	30.00	6.07	24.56	45.00	9.11	36.85
Sebo	-	-	-	1.00	-	1.75	2.00	-	3.50	3.00	-	5.26
T O T A L	100	17.92	60.26	100.00	17.32	64.70	100.0	17.81	68.17	100.0	16.92	70.64

Cuadro A.5. Resultados del análisis bromatológico de las raciones experimentales.

MUESTRA	% MS	% PC	% EE	% FC	% ELN	% CENIZAS
Ración 1	91.86	20.23	5.88	12.33	52.92	8.64
Ración 2	91.58	19.96	6.14	11.87	50.42	11.61
Ración 3	91.81	20.04	7.91	14.20	43.63	14.22
Ración 4	90.17	17.40	5.27	14.87	45.96	16.50

Cuadro A.6. Resultados del análisis bromatológico de heces.

Heces R ₁	80.74	16.31	2.52	19.68	48.99	12.50
Heces R ₂	79.14	15.29	3.38	19.28	44.75	17.30
Heces R ₃	77.72	14.48	3.10	20.17	42.98	19.27
Heces R ₄	77.78	14.20	3.00	20.50	57.40	19.70

Cuadro A.7. Resultados del análisis bromatológico de la gallinaza utilizada

Gallinaza	88.00	21.63	2.20	23.00	35.17	18.00
-----------	-------	-------	------	-------	-------	-------

Cuadro A.8. Consumo de materia seca según peso metabólico por subperíodo (kg M.S./kg^{0.75}).

T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
0.13083	0.09142	0.15179	0.1634
T ₂	T ₃	T ₄	T ₁
0.14184	0.12346	0.13507	0.15031
T ₃	T ₄	T ₁	T ₂
0.14018	0.13361	0.13873	0.14525
T ₄	T ₁	T ₂	T ₃
0.13084	0.12813	0.13893	0.13345

Cuadro A.9. Consumo de proteína digestible según peso metabólico por subperíodo (g/kg^{0.75}).

T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
2.84	2.76	3.32	2.93
T ₂	T ₃	T ₄	T ₁
3.82	2.85	2.45	3.25
T ₃	T ₄	T ₁	T ₂
3.63	2.59	3.13	2.80
T ₄	T ₁	T ₂	T ₃
2.91	2.94	2.97	3.00

Cuadro A.10. Consumo de energía digestible según peso metabólico por subperíodo (Kcal/kg^{0.75})

T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
61.54	50.81	94.44	45.42
T ₂	T ₃	T ₄	T ₁
58.28	46.42	48.98	56.75
T ₃	T ₄	T ₁	T ₂
51.32	50.62	46.99	49.48
T ₄	T ₁	T ₂	T ₃
54.01	56.56	53.43	46.89

Cuadro A-11. Análisis de varianza para consumo de materia seca.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcalc.
Subperíodo (hileras)	3	109.25	36.417	0.14 ^{ns}
Animal (columna)	3	1826.13	608.708	2.57 ^{ns}
Tratamiento	3	1519.84	236.641	0.39 ^{ns}
Error	6	3631.00	605.170	
	15			

ns : No significativo

F. Tablas: Al 5% = 4.76

Al 1% = 9.78

Cuadro A.12. Análisis de varianza para consumo de energía digestible.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcalc.
Subperíodo (hileras)	3	25.11	8.37	0.75 ^{ns}
Animal (columnas)	3	118.50	39.5	3.53 ^{ns}
Tratamiento	3	118.91	39.64	3.54 ^{ns}
Error	6	67.21	11.20	
	15	329.74		

ns : No significativo

F. Tablas : Al 5% = 4.76

Al 1% = 9.78

Cuadro A.13. Análisis de varianza para consumo de proteína digestible.

F. de V.	G.L.	S.M.	C.M.	Fcalc.
Subperíodo	3	0.05	0.017	0.13 ^{ns}
Columna	3	0.55	0.182	0.41 ^{ns}
Tratamiento	3	0.51	0.169	1.31 ^{ns}
Error	6	0.78	0.129	
	14	1.88		

ns : No significativo
F. Tablas : Al 5% = 4.76
 : Al 1% = 9.78

Cuadro A.14. Análisis de varianza para coeficiente de digestibilidad de energía.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{calc.}
Subperíodo	3	80.16	26.721	1.92 ^{ns}
Columna	3	12.14	4.047	0.29 ^{ns}
Tratamiento	3	12.99	4.331	0.31 ^{ns}
Error	6	83.84	13.890	
	15	188.64		

ns : No significativo

F. Tablas : Al 5% = 4.76

Al 1% = 9.78

Cuadro A.15. Análisis de varianza para coeficiente de digestibilidad de proteína cruda.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{calc.}
Subperíodo	3	153.89	51.297	1.45 ^{ns}
Columna	3	26.22	8.740	0.25 ^{ns}
Tratamiento	3	69.80	23.268	0.66 ^{ns}
Error	6	212.05	35.341	
	15	461.96		

ns : No significativo

F. Tablas : Al 5% = 4.76

Al 1% = 9.78

Cuadro A.16. Análisis de varianza para coeficiente de digestibilidad de fibra cruda.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcalc.
Subperíodo	3	40.71	13.57	0.54 ^{ns}
Columna	3	421.71	140.57	5.63*
Tratamiento	3	352.46	117.49	4.70 ^{ns}
Error	6	149.87	24.98	
	15	964.75		

ns : No significativo

* : Significativo

F. Tablas : Al 5% = 4.76

Al 1% = 9.78

Cuadro A.17. Costo de concentrado por kg.

Tratamiento	¢ por 45.45 kg	¢ por kg
T ₁	48.10	1.058
T ₂	40.96	0.901
T ₃	33.49	0.737
T ₄	23.19	0.510

Anexo 19. Marcha analítica de laboratorio para determinación de energía.

PROCEDIMIENTO :

- Triturar y desecar la sustancia a ensayar, en estufa a 105 °C.
- Pesar 1 gr y prensar esta muestra con el hilo de ignición incorporado para obtener la correspondiente pastilla.
- Introducir la pastilla en la cápsula de cuarzo y conectar las extremidades del hilo de ignición a los electrodos. Cerrar la bomba y conectarla con la conducción de oxígeno utilizando el tubo suministrado con el aparato. Expulsar el aire de la bomba con ayuda de una lenta corriente de oxígeno, abriendo la válvula de la bomba durante unos 10 segundos.
- Cerrar la válvula y proceder a efectuar lentamente la carga de la bomba de oxígeno (25 - 30 bares). Desconectar la conexión de oxígeno.
- Introducir el vaso calorimétrico en el interior del recipiente del agua.
- Colocar la bomba dentro del vaso calorimétrico.
- Poner en su posición correcta el agitador y el termómetro y conectar los bornes de los electrodos de la bomba al circuito de encendido.
- Introducir en el vaso calorimétrico agua destilada en cantidad suficiente para cubrir la bomba. Esta cantidad

será idéntica a la utilizada en el momento del ensayo de calibrado (en nuestro caso 2 kg) y deberá estar a la misma temperatura que el agua del recipiente de doble pared que envuelve el calorímetro.

- Poner en marcha el agitador y cerrar la cubierta de plexi glass.
- Presionar el botón de encendido y deberá iluminarse la lámpara piloto.
- Después de 10 minutos, anotar cada minuto la temperatura del termómetro hasta que ésta se estabiliza, este proceso durará unos 3 minutos.
- Anotar este valor de temperatura (T_i).
- Presionar el interruptor que provocará la explosión en el interior de la bomba.
- Anotar la temperatura cada 30 segundos hasta alcanzar la temperatura máxima, ésta se alcanza en unos 3-4 minutos. Esta temperatura máxima es la temperatura final (T_f)

CALCULOS :

EC Poder calórico (P.C.) de la muestra está dado por :

$$P.C. = (T' - T) \cdot A + a$$

Donde : T' = Temperatura máxima o final

T_i = Temperatura inicial

A = Peso del agua calorimétrica

a = Equivalente en agua del calorímetro (ésta es determinada con una experiencia preliminar usand

do como muestra una sustancia con un poder calorimétrico conocido).

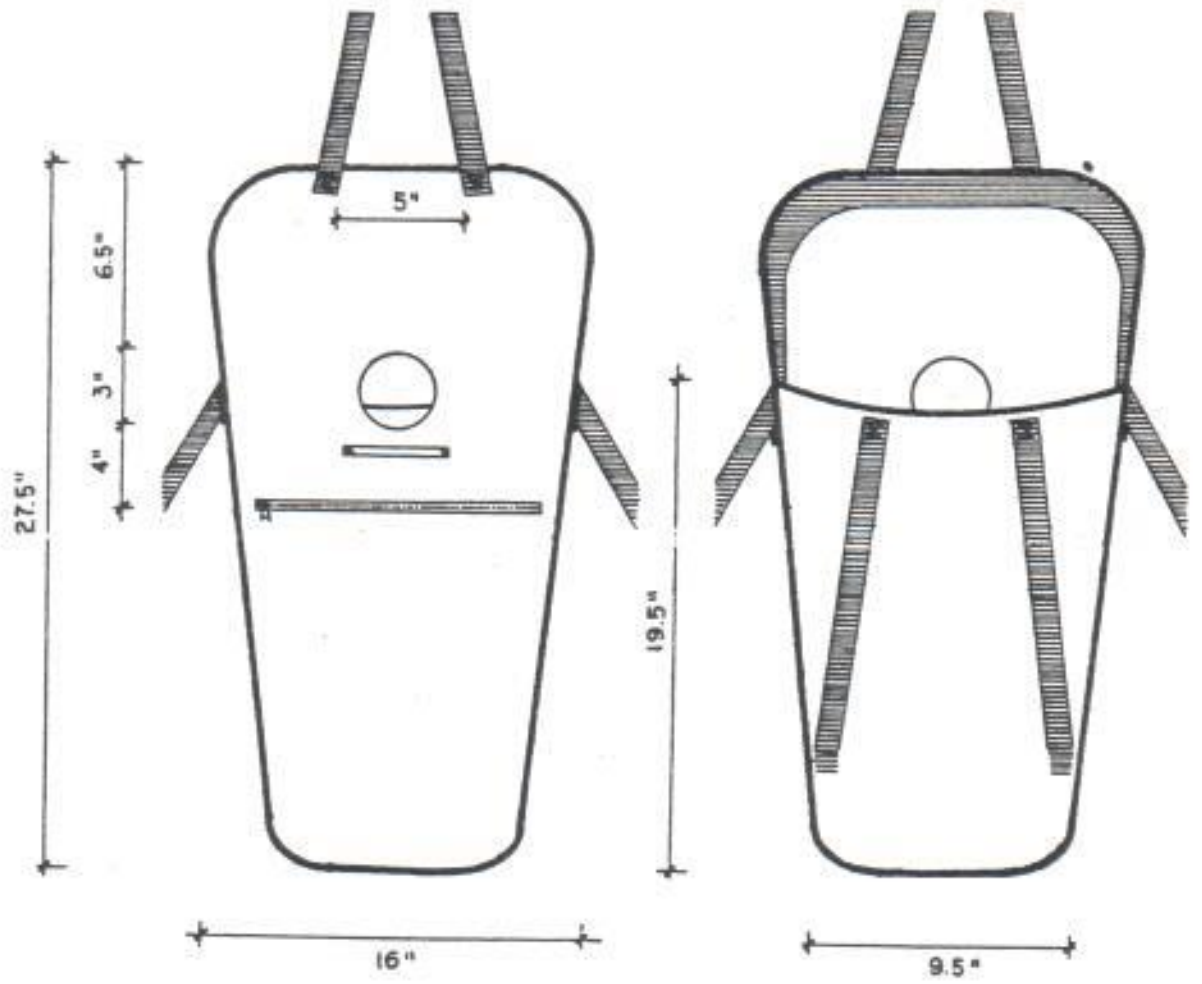


Fig. A-1. Bolsa Colectora de Heces

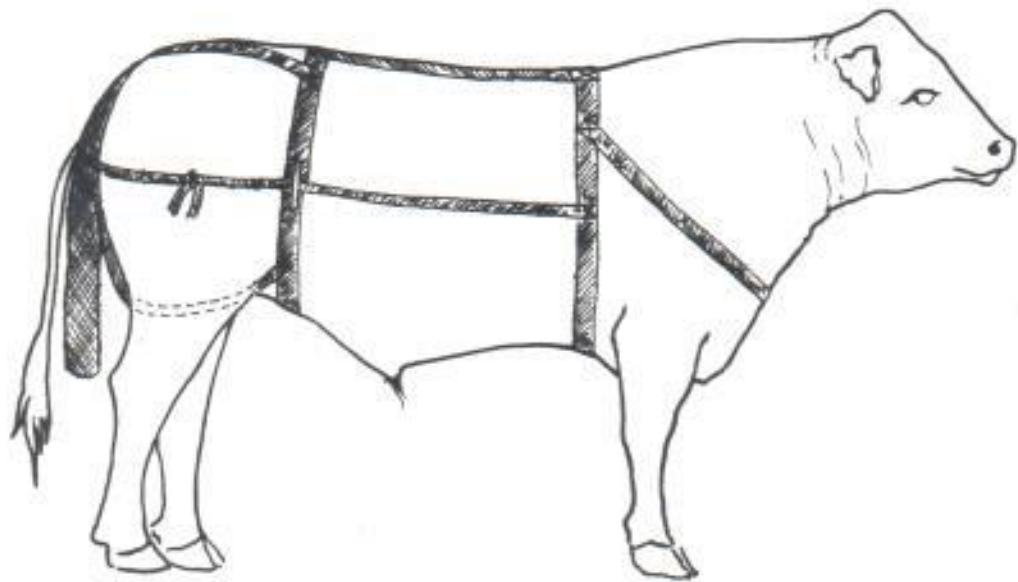


Fig. A-2 . Arnés para novillos de engorde .