

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
DEPARTAMENTO DE GANADERIA

UTILIZACION DE LA GALLINAZA EN LA ALIMENTACION
DE BOVINOS

TESIS SOMETIDA A LA CONSIDERACION DE LA COMISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
DEL PROGRAMA CONJUNTO UCR — CATIE PARA OPTAR AL GRADO DE

Magister Scientiae

ARNOLDO RUIZ VALVERDE

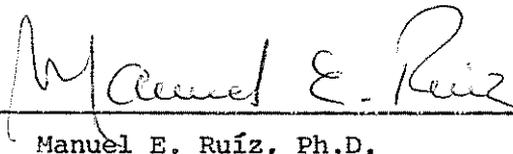
Turrialba, Costa Rica

1976

Esta tesis ha sido aceptada en su forma presente por la Comisión de Estudios de Posgrado del Programa Conjunto UCR-CATIE, como requisito parcial para optar al grado de

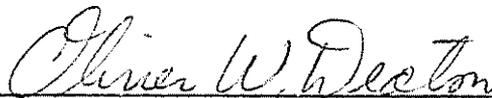
Magister Scientiae

JURADO:



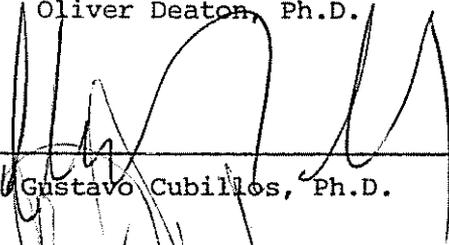
Manuel E. Ruíz, Ph.D.

Consejero



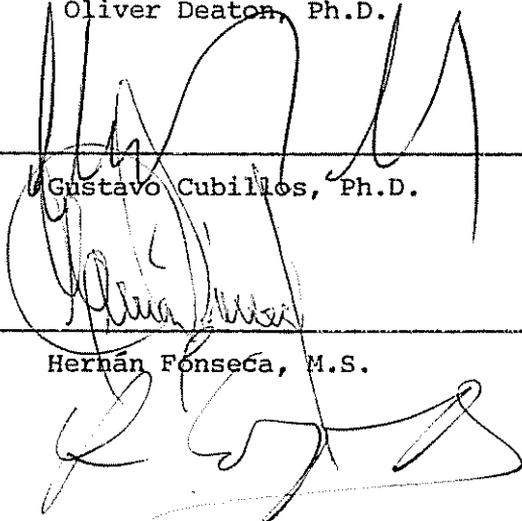
Oliver Deaton, Ph.D.

Comité



Gustavo Cubillos, Ph.D.

Comité



Hernán Fonseca, M.S.

Comité

Coordinador
Sistema de Estudios de Posgrado
de la Universidad de Costa Rica

DEDICATORIA

A mi familia

AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su gratitud:

Al Dr. Manuel E. Ruíz, Consejero y amigo por sus oportunos consejos y guía académica a lo largo del programa de estudios y en la conducción del presente trabajo.

A los miembros del Comité Consejero: Dr. Oliver W. Deaton, Dr. Gustavo Cubillos, e Ing. Hernán Fonseca, por las sugerencias y correcciones.

A todo el personal técnico y auxiliar del Departamento de Ganadería Tropical, por su valiosa colaboración y amistad.

Al Ing. José A. Torres, cuya colaboración hizo posible mi ingreso al programa de postgrado.

A mis padres y hermanos, por su cariño y apoyo incondicional.

A todos mis compañeros de promoción y demás personas cuya relación hizo agradable mi estada en el Centro.

BIOGRAFIA

El autor nació en San José, Costa Rica. Realizó sus estudios secundarios en el Colegio de La Salle.

Obtuvo el grado de 'Bachelor of Science' en Avicultura, en California State Polytechnic University, San Luis Obispo, California, E.U.A., en 1971.

En enero de 1974 ingresó al Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, del Convenio Universidad de Costa Rica-Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (UCR-CATIE), en Turrialba, Costa Rica, donde realizó estudios en el Departamento de Ganadería Tropical, obteniendo el título de *Magister Scientiae* en diciembre de 1976.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Producción de gallinaza	3
2.2 Composición química	4
2.3 Utilización del ácido úrico	6
2.4 Digestibilidad de la gallinaza	7
2.5 La gallinaza como fuente de proteína para rumiantes	8
2.6 Aspectos de sanidad relacionados al uso de la gallinaza	10
2.7 Utilización del nitrógeno no proteico (N _{NP}) según la fuente de carbohidratos	11
3. MATERIALES Y METODOS	14
3.1 Localización del trabajo	14
3.2 Experimento 1: Producción de carne en función de diversos niveles de gallinaza y de almi- dón en la ración	14
3.2.1 Animales y su manejo	14
3.2.2 Tratamientos y diseño estadístico	16
3.2.3 Recolección de datos	17
3.2.4 Análisis estadístico	17
3.3 Experimento 2: Utilización del nitrógeno de la ración en función de diversos niveles de ga- llinaza y almidón	19
3.3.1 Animales y manejo	19
3.3.2 Tratamientos y diseño estadístico	19
3.3.3 Recolección de datos	21
3.3.4 Análisis estadístico	21
3.4 Análisis económico	23
4. RESULTADOS	25
4.1 Experimento 1	25
4.1.1 Consumo	25
4.1.2 Ganancia diaria de peso	25
4.1.3 Conversión de alimentos	28
4.2 Experimento 2	29
4.2.1 Digestibilidad aparente y balance de nitrógeno	29
4.2.2 Relación entre la retención de N x 6,25 y la ganancia de peso	35

	<u>Página</u>
4.3 Análisis económico	39
5. DISCUSION	44
5.1 Respuesta del animal a la inclusión de gallinaza	44
5.2 Respuesta del animal a la inclusión de banano	49
5.3 Conversión de los alimentos	51
5.3.1 Conversión de alimentos, según el nivel de gallinaza	51
5.3.2 Conversión de alimentos, según el nivel de banano	52
5.4 Análisis económico	52
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
7. RESUMEN	59
7a. SUMMARY	62
8. LITERATURA CITADA	65
9. APENDICE	71

LISTA DE CUADROS

TEXTO

<u>Cuadro No.</u>		<u>Página</u>
1	Composición química de la excreta, % en base seca	4
2	Ración para el período de adaptación	15
3	sistema de adaptación	16
4	Arreglo de tratamientos para el experimento de producción de carne	16
5	ANDEVA para la ganancia de peso	18
6	Tratamientos comprendidos durante la primera prueba	20
7	Tratamientos comprendidos durante la segunda prueba	20
8	Promedio de ganancia diaria de peso, g/animal/ día	26
9	Eficiencia de conversión de los alimentos, a ganancia de peso, kg ganancia/kg MS	28
10	Digestibilidad aparente y balance de proteína (N x 6,25), según el nivel de gallinaza en la ración	31
11	Digestibilidad aparente y balance de proteína (N x 6,25), según el nivel de banano en la ración	34

APENDICE

1A	Consumo de materia seca, kg/100 kg PV/día	72
2A	Comparación entre los niveles observados y esperados de X_1 y X_2 en la prueba de producción de carne ² (Exp. 2)	73

<u>Cuadro No.</u>	<u>Página</u>
3A ANDEVA para ganancia de peso	74
4A Comparación entre los niveles observados y esperados de X_1 y X_2 en las pruebas de balance nitrogenado y de digestibilidad (Exp. 1)	75
5A ANDEVA para la retención de proteína (% del consumo), según los niveles de gallinaza	76
6A ANDEVA para la retención de proteína (% de absorbida), según los niveles de gallinaza	76
7A ANDEVA para digestibilidad de la proteína, según los niveles de gallinaza	77
8A ANDEVA para la digestibilidad de la materia seca, según los niveles de gallinaza	77
9A ANDEVA para la retención de proteína (% del consumo), según los niveles de banano	78
10A ANDEVA para la retención de proteína (% de la absorbida), según los niveles de banano...	78
11A ANDEVA para la digestibilidad de la proteína, según los niveles de banano	79
12A ANDEVA para la digestibilidad de la materia seca, según los niveles de banano	79
13A Composición de las raciones usadas en la prueba de producción de carne (Exp. 2) ...	80
14A Precio de los ingredientes	81

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura No.</u>		<u>Página</u>
1	Relaciones entre la ganancia de peso (Y_1), y la proporción de la energía total aportada por el banano (X_2) y la proporción de proteína cruda total aportada por la gallinaza (X_1)	27
2	Dependencia de la eficiencia alimenticia (Y_2) de la proporción de la energía total aportada por el banano (X_2) y de la proporción de proteína cruda total aportada por la gallinaza (X_1)	30
3	Efecto de la inclusión de gallinaza en la ración sobre la retención de proteína (N x 6,25)	32
4	Efecto de la inclusión de gallinaza en la ración sobre la retención absoluta de N x 6,25	33
5	Efecto de la inclusión de banano en la ración sobre la retención del N x 6,25	36
6	Efecto de la inclusión de banano en la ración sobre la retención absoluta de N x 6,25	37
7	Relación entre la retención absoluta de N (Y_5) y la ganancia relativa de peso (Y_1)	38
8	Análisis económico de la producción de carne con diferentes aportes energéticos del banano (X_2) y aportes proteicos de la gallinaza (X_1) para novillas de 198 kg de peso inicial	42
9	Diagrama representativo de las relaciones biológicas y económicas en un sistema de alimentación dependiente del nivel de sustitución de la proteína total por proteína de gallinaza y de la energía metabolizable total por energía metabolizable del banano..	45

Figura No.Página

10	Análisis económico de la producción de carne con diferentes aportes energéticos del banano (X_2) y aportes proteicos de la gallinaza (X_1) para novillos de 350 kg de peso inicial	55
----	--	----

1. INTRODUCCION

La mayoría de los países del trópico Americano se caracterizan por su vocación agrícola, fuerte presión demográfica y producto nacional bruto per capita relativamente bajo (134). Esto crea la necesidad de aumentar la producción agrícola para satisfacer las necesidades de una población creciente y conseguir divisas para equilibrar el déficit de la balanza de pagos.

Por consiguiente, es preciso desarrollar una tecnología asequible al pequeño agricultor que utiliza en aquellos países, la mayoría de las unidades de producción (10). Este pequeño productor, con sus medios de información limitados, siempre ha estado marginado y nunca ha podido aprovechar de la tecnología ya disponible por falta de capital y de tierra.

Uno de los factores limitantes de la agricultura tropical, lo constituye el drenaje de los terrenos (22, 33, 59, 86, 104, 120). La lluvia, en clima tropical, se caracteriza básicamente por su alta intensidad, favoreciendo así condiciones propicias al encharcamiento. Ciertos cultivos, como el frijol, base de la dieta y fuente de proteína vegetal más barata en América Latina (18) son muy sensibles al anegamiento. El control del exceso de agua gravitacional podría contribuir a producir más por unidad de superficie y de tiempo.

En lo que se refiere a desague superficial, el sistema de camellones puede adaptarse sin gran dificultad, a los medios de producción del pequeño agricultor. Estos camellones pueden hacerse con herramientas

investigaciones acerca del uso de los mismos en la alimentación animal, con resultados muy halagueños. Se han logrado desarrollar sistemas de alimentación a base de estos subproductos en asociación con urea, lo que permite pensar que se pueden obtener resultados similares con otras fuentes de nitrógeno no proteico, como el ácido úrico.

En consecuencia, el presente trabajo se diseñó con el propósito de:

1. Evaluar la economía metabólica del nitrógeno de la gallinaza, determinando la curva de respuesta fisiológica en función de niveles crecientes de gallinaza en la ración.
2. Estudiar el efecto del almidón en la economía metabólica del nitrógeno de la gallinaza.
3. Determinar la producción de carne en función del nivel de gallinaza y almidón.
4. Evaluar económicamente la respuesta biológica a la gallinaza y almidón.
5. Establecer pautas hacia el diseño de sistemas de producción de carne a base de gallinaza.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Para efectos de definición se hace necesario hacer una diferenciación entre excreta y gallinaza. Excreta se denominará a las heces puras obtenidas de gallinas o pollos enjaulados, mientras que gallinaza es el excremento obtenido de aves mantenidas sobre piso. Por consiguiente, la gallinaza no es sino el resultado de la acumulación de excreta, plumas y alimento desperdiciado sobre un material usado como cama.

2.1 Producción de gallinaza

Según datos de la Oficina de Estadística y Censos de Costa Rica (38), y utilizando los datos obtenidos por Eno (19) y Smith (58) acerca de la excreción diaria de las aves, según el tipo de explotación, se ha calculado que la producción anual de excreta aviar en la Meseta Central, lugar donde se encuentra el 98 por ciento de la población avícola comercial de Costa Rica, es de 12.687 y 46.946 toneladas métricas de materia seca para las explotaciones de postura y de engorde, respectivamente (56). Tomando la producción anual de excreta como estimador de la producción de gallinaza, se concluye que la disponibilidad de este subproducto no es una limitante para su uso en la alimentación animal.

Muchos factores pueden afectar la producción de gallinaza. Se ha establecido que la excreta fresca de gallina contiene alrededor de 75 por ciento de agua (10, 19, 20, 58). El peso de la excreta depositada por una gallina confinada en jaula durante 24 horas es de 138 g, o sea, alrededor de 50 kg por ave al año. Considerando un contenido de un 25 por ciento de materia seca (MS), se deduce que una gallina produce 12,5 kg de MS al año (19, 20, 58).

Una evaluación realizada por Eno (19), indica que una gallina Leghorn Blanca de 1,82 kg de peso, consume un promedio de 62,14 kg de alimento desde el momento de nacer hasta el final de su segundo año de vida. Durante este período habrá producido 240 huevos, con un promedio de 276 g cada uno, y habrá excretado 118 kg de heces frescas. Mediante el análisis químico del alimento, la gallina, los huevos y la excreta, en cuanto a su contenido de nitrógeno, Eno (19) comprobó que únicamente el 19 por ciento del nitrógeno contenido en la ración fue usado en producción de huevos y formación del cuerpo, el restante 81 por ciento, fue expulsado en forma de heces.

2.2 Composición química

La composición química de la excreta de gallina ha sido estudiada por varios investigadores. Un resumen de los resultados, en base seca, se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición química de la excreta, % en base seca^{a/}.

Componente	Promedio	Rango
Humedad	7,74	6,50 - 10,20
Extracto etéreo	1,61	1,30 - 2,46
Proteína cruda	28,70	15,20 - 36,80
Fibra cruda	13,80	10,70 - 19,30
Extracto no nitrogenado	38,21	33,90 - 41,00
Cenizas	26,50	18,80 - 40,80

^{a/} Datos obtenidos de varios laboratorios (35, 51, 61).

La gran variación en la composición química de la excreta es debida a diferencias en la clase de alimento, edad de la excreta, y otros factores

(19, 56). Por ejemplo, se ha observado que las aves alimentadas con dietas conteniendo 18 por ciento de proteína cruda (PC), excretan heces con un contenido de 38 a 46 por ciento de PC, mientras que aquéllas alimentadas con fórmulas de 16 por ciento de PC producen excreta de 28 a 36 por ciento de PC (58). Por otro lado, Ruíz y Ruíz (56) determinaron que el tipo de explotación y el tiempo de acumulación, son los factores principales que afectan la composición química de la gallinaza. También indican que existe una gran variabilidad en la composición química de la gallinaza de pollos de engorde, siendo esta variabilidad el doble de la encontrada en la de ponedoras, por lo que recomiendan determinar el contenido de proteína y de ceniza de la gallinaza, previo a su utilización.

Battcharya y Fontenot (4, 5) calcularon que alrededor del 45 por ciento de la PC total de la gallinaza está constituida por proteína verdadera, siendo la fracción restante, nitrógeno no proteico (NNP), del cual el ácido úrico forma la mayor parte (60%).

La excreta fresca, en el momento de su deposición, contiene alrededor de un 4 por ciento de nitrógeno. De este total, el 70 por ciento proviene de la orina y el 30 por ciento de material fecal. Más del 60 por ciento del nitrógeno total está en forma de ácido úrico, 9 a 10 por ciento en forma de sales de amoniaco, y el resto consiste de material fecal nitrigado (proteínas bacteriales, células de descamación, etc.). Del total de nitrógeno en la orina, el 85 por ciento está constituido por ácido úrico, y el restante por sales de amoniaco (10). Una vez secada, la excreta entre 47 y 64 por ciento de nitrógeno no proteico, del cual el ácido úrico puede formar entre el 30 y 60 por ciento (6, 52).

La mayor parte de la excreta aviar no es utilizada conforme se produce, y por consiguiente, el envejecimiento de ésta puede causar cambios en su composición química. Las mayores pérdidas ocurren en el contenido de nitrógeno y material orgánico (19), aunque durante los primeros 28 días no se observan cambios en el contenido de nitrógeno de la excreta (6). El nitrógeno probablemente se pierde como consecuencia de la volatilización del amoníaco y de la degradación bacteriana del ácido úrico y proteína (58). Una de las ventajas que presenta la acumulación de excreta sobre el material de cama (es decir, la formación de gallinaza), es la de una menor pérdida de nitrógeno comparado con lo que sucede con la excreta per se. Se ha estimado que la pérdida de nitrógeno en gallinaza acumulada por 6 meses es de 33 por ciento, lo que representa la mitad de lo esperado con excreta pura (19). Probablemente el mejor método para conservar el contenido de nutrientes en la excreta aviar sea su acumulación en forma de gallinaza, donde se seca rápidamente. En esta forma relativamente seca, puede ser luego removida y almacenada sin pérdidas adicionales de nutrientes (19). El tratamiento con calor es eficiente para lograr la esterilización del material, pero resulta en pérdidas de hasta el 19 por ciento del nitrógeno total, principalmente el nitrógeno amoniacal (24, 27).

2.3 Utilización del ácido úrico

Rodríguez y Zorita (52) identificaron el ácido úrico como la 2, 6, 8, trioxipurina, conteniendo 8,21 cal/g N y en solución puede presentarse en dos formas: cetónica y alcohólica. El ácido úrico es eficientemente utilizado por los microorganismos del rumen y se puede considerar como una

mejor fuente de nitrógeno que la urea, ya que es mucho menos soluble en agua y, por consiguiente, más lentamente disponible a las bacterias, por lo que está menos sujeto a pérdidas debidas a una alta producción de amoníaco (45, 46). En este respecto, Oltjen et al. (46) han encontrado una mayor retención de nitrógeno en dietas con ácido úrico, en comparación a dietas similares conteniendo urea, biuret o fosfato de urea. En contraste con la ureasa, la uricasa debe de ser inducida mediante la administración de ácido úrico en el alimento (11), lo que se puede lograr en pocas horas, aunque se han encontrado aumentos en la tasa de hidrólisis del ácido úrico aún tres semanas después de iniciada la adaptación (10, 46).

2.4 Digestibilidad de la gallinaza

La digestibilidad aparente de la proteína cruda, por parte de los rumiantes, mejora con aumentos en el contenido de proteína cruda en concentrados y forrajes, siempre y cuando la energía y otros nutrimentos no sean limitantes. Lowman y Knight (35), usando excreta seca de 26 por ciento de proteína, en diferentes combinaciones con cebada, encontraron que, conforme aumenta el porcentaje de excreta en la ración, disminuía la digestibilidad de la materia seca, materia orgánica y energía de la ración. Sin embargo, la digestibilidad del nitrógeno mejoró. Por el contrario, otros trabajos tanto en ovinos como bovinos, reportan una disminución en la digestibilidad de la proteína, como también en la retención de N como efecto de la gallinaza (3, 4, 5).

Smith (58) estimó que en ovejas alimentadas con excreta de pollos de engorda, a niveles desde 19 hasta 100 por ciento de la ración, la digestibilidad de la proteína cruda de la excreta es de 81 por ciento. Este valor

relativamente alto no puede ser tomado como un buen índice de su potencial como suplemento proteico, ya que una proporción importante de su proteína cruda está constituida por NNP (principalmente ácido úrico) y, según Helmer y Bartley (31), conforme aumenta el nivel de NNP de la ración, el valor biológico de la PC total disminuye a consecuencia de un aumento en la excreción de nitrógeno en la orina. Las pérdidas de nitrógeno en la orina no están consideradas al calcular la digestibilidad.

Trabajando con ovejas alimentadas con raciones en las que la gallinaza sustituía 25, 50 y 100 por ciento de la proteína total, Bhattacharya y Fontenot (3, 5) calcularon que la digestibilidad del nitrógeno de la gallinaza varía de 70,4 a 57,7, dependiente del nivel de sustitución. Los valores para la retención del nitrógeno dietético fueron de 15,0; 15,0 y 8,6 por ciento para los niveles de sustitución de 25, 50 y 100 por ciento, respectivamente (5).

2.5 La gallinaza como fuente de proteína para rumiantes

Tanto la gallinaza como la excreta dadas en forma aislada no son muy aceptadas por el ganado (37), demostrándose en varias pruebas que el ganado tiene preferencia por aquellas raciones con los más bajos contenidos de gallinaza (21, 22, 59). Por otro lado, la inclusión de gallinaza, a razón de 15 o 30 por ciento de la MS, en un ensilaje de maíz forrajero ha resultado en un aumento en el consumo voluntario del ensilaje, comparado con el obtenido al suministrar el ensilaje con o sin 0,5 por ciento de urea (en base húmeda) (30). Resultados similares reportan Zorita et al. (65, 66), utilizando excreta seca, y sin tratamiento previo, a niveles del 50 por ciento de la ración.

De los trabajos antes mencionados y de diversas pruebas de palatabilidad, realizadas por otros investigadores, se puede concluir que la aceptación de la gallinaza por parte de los animales no presenta mayor problema una vez mezclada con otros ingredientes de la ración, lográndose consumos aceptables después de un corto período de adaptación (3, 4, 15, 21, 22, 28, 30, 44, 48, 62).

En trabajos realizados con ovejas se ha determinado que la gallinaza puede llegar a suplir desde 25 hasta 50 por ciento del nitrógeno de la ración, sin mayor detrimento en la respuesta de los animales (3, 4, 11, 15, 18, 23, 64). Niveles superiores al 50 por ciento han sido asociados con menores ganancias de peso (3, 15, 63), y un aumento en la excreción de nitrógeno (2, 4). En contraste con estos resultados, Rodríguez y Zorita (52) concluyen que las excretas de aves desecadas no tienen ningún efecto sobre la retención de nitrógeno cuando se incluyen en raciones para ovejas a niveles de 35,7 hasta 80 por ciento de la ración. Resultados similares se han logrado con novillos de engorde, obteniéndose ganancias de peso de alrededor de 1 kg/día con raciones que tenían hasta 40 por ciento de gallinaza (15, 17, 28, 59). Brugman et al. (8) consideran que la gallinaza es baja en energía, lo que estaría limitando la respuesta de animales alimentados con altos niveles de gallinaza. Tanto la calidad de la canal, como el grosor de la capa de grasa, porcentaje de corte, grado de marmoleo y otras características, no han sido afectadas por la inclusión de gallinaza o excreta en la dieta de los animales (13, 15, 18, 23, 28, 44).

Los trabajos que se han realizado acerca del uso de la gallinaza en la producción de leche son escasos. Sin embargo, los resultados son muy

semejantes. Así, Pereira et al. (49), utilizando raciones que contenían hasta el 36 por ciento de gallinaza, no lograron identificar ningún efecto detrimental en la producción y características de la leche, ni en el consumo de alimento, cambio de peso en los animales y aceptabilidad de la ración. Por otro lado, Thomas et al. (63), utilizando excreta deshidratada como un suplemento proteico para una ración baja en proteína, no logró detectar ninguna diferencia en cuanto a la producción de leche de vacas alimentadas con excreta y aquellas alimentadas con un suplemento proteico comercial. Estos resultados son similares a los obtenidos por Maurice y Child (36) y Noland et al. (44), quienes concluyeron que la producción de leche no se ve afectada por la adición de gallinaza, usando como indicadores el peso al destete de terneros cuyas madres recibieron en pastoreo un suplemento compuesto por 80 por ciento de gallinaza y 20 por ciento de maíz molido. También Zorita et al. (65) concluyeron que la inclusión de un 50 por ciento de excreta seca en la ración de ovejas lactantes no tiene ningún efecto detrimental sobre la producción de leche.

2.6 Aspectos de sanidad relacionados al uso de la gallinaza

Aunque la mayoría de los trabajos indican que la gallinaza puede ser satisfactoriamente usada en la alimentación animal, el USDA y FDA* no han aprobado su uso, debido al temor de transmisión de microorganismos patogénicos y a la acumulación de drogas muy comunmente usadas en la producción avícola, que podrían poner en peligro tanto la salud del animal como del público

* Departamento de Agricultura y Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos, respectivamente.

que consume su carne o leche (29). Griel et al. (27) encontraron que los problemas de aborto, aumentan con la inclusión de gallinaza en las raciones para vacas gestantes. Se postuló que esto era resultado de la actividad estrogénica de la gallinaza, pero en otros trabajos, usando niveles más altos de estrógeno, no se presentaron problemas de aborto (27). Además, Zorita et al. (66), utilizando una ración de 60 por ciento de excreta, secada al aire libre, en ovejas gestantes, no lograron detectar ningún problema en el parto, peso al nacimiento y ganancias de peso al destete de sus corderos,

Son numerosos los trabajos que se han realizado usando la gallinaza y la excreta en forma natural (sin tratamiento previo), sin que se halla detectado ningún tipo de disturbio digestivo-sanitario en el animal (25, 26, 28, 37, 52, 60, 65, 66). Análisis de diversos tejidos de animales alimentados con gallinaza, no han revelado la presencia o acumulación de drogas peligrosas, por lo que se deduce que la acumulación de éstas no representa un problema para la salud pública (8, 9). Tanto Rhodes (53) como Fontenot y Webb (21), han concluido que la ingestión de excreta no resulta en una acumulación de drogas en los tejidos del animal, y que tanto la calidad como el sabor de la carne no cambian.

2.7 Utilización del nitrógeno no proteico (NNP) según la fuente de carbohidratos

Se ha establecido la necesidad de una fuente de carbohidratos fácilmente fermentables, que provean la energía para la síntesis proteica a partir de NNP (1, 41, 50, 54). La melaza de caña de azúcar es uno de los subproductos del trópico que, debido a su alto contenido de azúcares solubles,

suple esa necesidad (46, 54). Por otro lado, se ha encontrado que la forma de la energía puede regular la eficiencia de utilización del NNP en la síntesis de proteína microbiana, o de servir en la economía metabólica de la proteína absorbida, al suplir los niveles de glucosa requeridos por el rumiante (34, 40, 41). Así, Herrera (32) encontró que las ganancias de peso en vacas de desecho, en raciones isoenergéticas e isoproteicas, eran mayores cuando la ración contenía almidón que cuando contenían melaza (azúcares) únicamente. Por ejemplo, con la inclusión del 30 por ciento de la energía total en forma de almidón, se lograba un aumento de 33 por ciento en la ganancia de peso en relación a la obtenida sin presencia de almidón.

Estudios *in vitro* han demostrado que el almidón es la mejor fuente de carbohidratos para la utilización del NNP en la síntesis proteica microbiana (1, 7, 40). Son varias las razones que se han propuesto para explicar estos resultados. Se argumenta, entre otras, que la menor tasa de hidrólisis del almidón, en comparación con la melaza, asegura una disponibilidad más constante de carbohidratos fermentables, lo que estaría más acorde con la capacidad sintética de las bacterias del rumen (32). Por otro lado, el escape de pequeñas partículas de almidón hacia las porciones más bajas del tracto digestivo, podría convertirse en una importante fuente de glucosa, a través de la absorción de la misma en el intestino delgado. Esto significaría una economía en el balance energético del animal, ya que esta glucosa no se vería sometida a las pérdidas de energía asociadas a la fermentación ruminal, además de que su utilización es superior a cualquiera de los productos de fermentación (44). Por otro lado, en raciones a base de melaza, el rumiante puede estar en una condición de deficiencia en azúcares,

dado que la melaza se fermenta totalmente en el rumen y no supliría glucosa para el metabolismo animal (32). Esta situación se remediaría al incluir almidones en la ración.

Los resultados obtenidos *in vitro* fueron confirmados por los obtenidos *in vivo* por Singh y Sawhey (57), quienes encontraron que la inclusión de almidón, en una ración en que el 50 por ciento de la proteína provenía de la urea, resulta en un aumento en la retención de nitrógeno, y consecuentemente, en un aumento en la ganancia diaria de peso. Lo último es coincidente con los resultados de Herrera (32).

Estos resultados sobre la utilización de la urea son aplicables en cierto modo a la utilización de la gallinaza, dado que gran parte de su contenido proteico está formado por ácido úrico (NUP), por lo que se espera que la utilización del nitrógeno de la gallinaza también sea afectada por la fuente de energía.

3. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo consta de dos experimentos, los cuales se realizaron simultáneamente. El primer experimento estuvo constituido por dos pruebas metabólicas destinadas a evaluar *IN VIVO*, la utilización del nitrógeno de la gallinaza, y cómo esta utilización es afectada por el nivel de gallinaza y de almidones en la ración. Los resultados de estas pruebas metabólicas se usaron para explicar los resultados obtenidos en el segundo experimento, el cual consistió de una prueba de producción de carne con distintos niveles de gallinaza y banano (fuente de almidón) en la ración.

3.1 Localización del trabajo

Ambos experimentos se llevaron a cabo en la Estación Experimental del Departamento de Ganadería Tropical del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en Turrialba, Costa Rica, que se encuentra localizada en una zona tropical húmeda, con una altura de 600 metros sobre el nivel del mar. La temperatura promedio es de 22°C y la precipitación pluvial es de 2800 mm/año, con una humedad relativa de 90 por ciento.

3.2 Experimento 1: Producción de carne en función de diversos niveles de gallinaza y de almidón en la ración

3.2.1 Animales y su manejo

Para este experimento se usaron 78 hembras de 200 kg de peso vivo y 20 meses de edad, de diferentes razas (Romo Sinuano, Cebú, sus cruces recíprocos y con Charolais), distribuidas al azar en 13 tratamientos.

Cada tratamiento incluyó seis animales (repeticiones).

Los animales fueron sometidos a un período de adaptación de dos semanas, durante el cual se fue reduciendo gradualmente el pastoreo de pasto Estrella Africana, y aumentando el consumo de banano verde (20% MS; 4,5% PC; 3,00 Mcal EM/kg MS) y de una ración cuya composición se encuentra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Ración para el período de adaptación^{a/}.

Ingrediente	Proporciones en base seca	Caracterización química (BS)			
		% MS	% PC	% FC	EM Mcal/kg
Bagazo	2,04	78,00	1,80	41,50	0,80
Melaza	47,45	64,00	3,50	9,90	3,47
Gallinaza	34,70	90,00	20,00	15,00	2,00
Harina de carne y hueso	15,81	91,00	44,00	2,30	2,52
Ración total	100,00	77,58	13,67	8,68	2,05

^{a/} El nitrógeno de la gallinaza aporta el 45,7% de la proteína total de la ración.

El método de adaptación que se aplicó se esquematiza en el Cuadro 3. Durante este período también se acostumbró a los animales al manejo propio del confinamiento en jaulas metabólicas.

Los animales fueron desparasitados, tanto interna como externamente antes de ser sometidos a los tratamientos, y se mantuvieron en la prueba por un período de 107 días, al cabo de los cuales se dio por terminado el experimento.

Cuadro 3. Sistema de adaptación.

Días	Pastoreo horas/día	Alimentación en jaula, kg MS/100 kg peso vivo/día	Ración
0 - 3	10,00	0,136	0,346
4 - 6	5,00	0,272	0,692
7 - 9	2,50	0,272	1,038
10 - 12	1,25	0,454	1,384
13 - 15	0,00	0,454	1,730

3.2.2 Tratamientos y diseño estadístico

Se aplicó un diseño irrestrictamente al azar con dos variables y 5 niveles dentro de cada variable. El arreglo de los tratamientos fue factorial en una versión "incompleta" tal como se presenta en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Arreglo de tratamientos para el experimento de producción de carne.

% de la energía metabolizable total suplida por banano	% del N total como N de gallinaza				
	0	20	40	60	80
0	I		II		III
5		IV		V	
15	VI		VII		VIII
25		IX		X	
50	XI		XII		XIII

Las 13 raciones fueron isoproteicas (12% PC en base seca) e isocalóricas (2,5 Mcal de energía metabolizable/kg MS) (Cuadro 10A), y fueron ofrecidas diariamente en igual proporción (3% del peso vivo) en todos los tratamientos.

3.2.3 Recolección de datos

Los animales fueron pesados al inicio del experimento, repitiéndose los pesajes cada 14 días. Estos datos sirvieron para calcular el programa de alimentación, ya que éste se hacía en una proporción constante al peso corporal según lo indicado previamente. Estos datos también sirvieron para la estimación de la ganancia diaria por regresión lineal del peso sobre el tiempo experimental transcurrido, según el modelo:

$$Y = a + bX$$

donde: Y = peso corporal, kg

a = peso inicial, kg

b = ganancia de peso, kg/día

X = tiempo transcurrido en el experimento, días

Se llevaron registros de consumo de alimentos mediante la medición diaria de la diferencia entre el alimento ofrecido y el rechazado.

3.2.4 Análisis estadístico

Las respuestas de crecimiento fueron corregidas en un ajuste por covarianza con ganancia de peso post-destete y peso al inicio del experimento, resultando ambos ajustes significativos.

El análisis de varianza se hizo en la siguiente forma:

Cuadro 5. ANDEVA para la ganancia de peso.

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	12
Efecto almidón	4
Efecto gallinaza	4
Interacción A/G	4
Error	65
Total	77

Se llevaron a cabo análisis de regresión entre los niveles de gallinaza (X_1) y los niveles de banano (X_2), vs. la ganancia diaria de peso respectiva (Y_1), y la eficiencia de conversión alimenticia (Y_2), según la siguiente función:

$$Y = a + bX_1 + cX_2 + dX_2^2 + eX_1X_2$$

donde: Y = ganancia diaria de peso o eficiencia alimenticia

X_1 = nivel de sustitución de la proteína total por proteína de gallinaza, %

X_2 = nivel de sustitución de la energía metabolizable total por energía metabolizable de banano, %

a = valor de Y cuando X_1 y $X_2 = 0$

b, c, d, e = coeficientes de regresión

3.3 Experimento 2: Utilización del nitrógeno de la ración en función de diversos niveles de gallinaza y almidón

3.3.1 Animales y manejo

Se emplearon 10 toretes Romo Sinuanos de siete meses de edad, con un peso promedio de 150 kg.

Al igual que el Experimento 1, los animales fueron adaptados con una ración común para todos, descrita en el Cuadro 2. El sistema de adaptación fue igual al que se presenta en el Cuadro 3.

Una vez finalizado el período de adaptación, los toretes fueron confinados permanentemente en jaulas metabólicas individuales. Se realizaron dos pruebas de balance metabólico. En la primera, los animales recibieron las raciones en estudio durante una etapa preliminar de siete días, lo que fue seguido por un período de recolección total de heces y orina de cinco días. La segunda prueba de balance metabólico comenzó de inmediato con una etapa preliminar de siete días, y cinco días de recolección.

3.3.2 Tratamientos y diseño estadístico

Para ambas pruebas se utilizó un diseño completamente al azar, asignándose un par de animales a cada uno de los siguientes tratamientos (Cuadros 6 y 7).

La selección de los tratamientos fue hecha con el fin de detectar tendencias, tanto en las respuestas a los niveles de gallinaza, como a los niveles de banano (almidón).

Todas las raciones fueron balanceadas de tal manera que fueran

Cuadro 6. Tratamientos comprendidos durante la primera prueba.

Tratamientos	% del N total suplido por la gallinaza	% de energía metabolizable total suplida por banano	Unidades experimentales
I	0	15	2
II	20	15	2
III	40	15	2
IV	60	15	2
V	80	15	2

Cuadro 7. Tratamientos comprendidos durante la segunda prueba.

Tratamientos	% del N total suplido por la gallinaza	% de la energía metabolizable total suplida por el banano	Unidades experimentales
VI	40	0	2
VII	40	5	2
VIII	40	15	2
IX	40	25	2
X	40	50	2

isoproteicas (14% PC) e isoenergéticas (2,5 Mcal EM/kg de MS). Los ingredientes usados y su caracterización química se presentan en el Cuadro 2.

3.3.3 Recolección de datos

Se tomaron datos de consumo diario de alimento, los cuales fueron calculados mediante la diferencia entre la cantidad de alimento ofrecido y la cantidad de alimento rechazado. Estos datos permitieron el cálculo del consumo total de proteína en g/animal/día y el consumo de materia seca en kg/animal/día.

La producción total de heces y orina fue pesada diariamente y se tomó una muestra compuesta de cada una, para determinar su contenido de proteína cruda y de humedad por análisis proximal (2).

Con estos análisis se calculó:

- Excreción total de proteína, g/animal/día
- Excreción de proteína en las heces, g/animal/día
- Excreción de proteína en la orina, g/animal/día
- Excreción de materia seca en las heces, kg MS/animal/día

Finalmente, utilizando los datos de consumo y excreción, se calcularon la retención diaria de proteína y digestibilidad de la proteína y MS, indicada por los siguientes parámetros:

- Retención total de proteína, g/peso 0,75/día
- Retención total de la proteína consumida, %
- Retención total de la proteína absorbida, %
- Digestibilidad de la proteína cruda, %
- Digestibilidad de la materia seca, %

3.3.4 Análisis estadístico

Los datos obtenidos con los diferentes niveles de gallinaza (X_1) fueron analizados por regresión según la siguiente función:

$$Y = a + bX_1$$

donde: Y = retención de nitrógeno (o cualquier variable enumerada en 3.3.3)

X_1 = % de reemplazo del N total por N proveniente de la gallinaza

a = valor de Y cuando $X_1 = 0$

b = Coeficiente de regresión

La respuesta a los niveles de almidón (X_2) fue analizada según la siguiente función:

$$Y = a + bX_2 + cX_2^2$$

donde: Y = retención de nitrógeno (o cualquier variable enumerada en 3.3.3)

X_2 = % de la energía metabolizable total proveniente del banano

a = valor de Y cuando $X_2 = 0$

b y c = coeficientes de regresión

También, para ambas variables, se llevó a cabo un análisis de varianza según el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \Sigma_{ijk}$$

$i = 1, 2, 3, \dots 5$

$j = 1, 2, \dots 5$

k = animales dentro de tratamiento según Cuadros 6 y 7

donde: Y_{ijk} = una observación en el animal k bajo tratamiento ij

- μ = media general
 α_i = efecto del nivel i de gallinaza
 β_j = efecto del nivel j en banano
 Σ_{ijk} = error experimental

3.4 Análisis económico

El efecto de la inclusión de gallinaza en la ración se analizó por regresión entre los niveles de sustitución vs. el costo de la ración (Y), los costos diarios de alimentación, según la siguiente función:

$$Y = a + bX_1$$

donde:

- Y = costo de la ración o costo de alimentación
 X_1 = nivel de sustitución de la proteína total por proteína de gallinaza, %
 a = valor de Y cuando $X_1 = 0$
 b = coeficiente de regresión

El ingreso bruto se calculó multiplicando la función de producción por el precio de venta de la carne. La función usada para el cálculo del ingreso bruto se presenta a continuación:

$$I.B. = P_0 (a + bX_1 + cX_2 + dX_2^2 + eX_1X_2)$$

donde: I.B. = ingreso bruto total

P_0 = precio de venta de la carne, CR $\$/\text{kg}$ en pie

X_1X_2 = variables ya definidas

a = ganancia de peso cuando X_1 y $X_2 = 0$

b, c, d, e = coeficientes de regresión

En vista de que los otros costos variables (mano de obra, medicamentos, consumo de sal y hueso, etc.) permanecieron constantes para todos los tratamientos, se sumaron a los costos fijos, y a este índice se le denominó K_0 .

El cálculo del beneficio neto se realizó en la siguiente forma:

$$\text{B.N.} = \text{I.B.} - (Y_{10} - K_0)$$

Utilizando las funciones correspondientes para cada uno de los términos, la ecuación para el cálculo del beneficio neto es la siguiente:

$$\text{B.N.} = P_0 (a + bX_1 + cX_2 + dX_2^2 + eX_1X_2) - PV (K_1)P_b +$$

$$\alpha P_g X_1 - K_0$$

donde: B.N. = beneficio neto, CR ¢ /animal/día

P_0 = precio de la carne, CR ¢ /kg en pie

X_1 y X_2 = las variables ya definidas

PV = peso vivo del animal, kg

K_1 = consumo de MS kg/100 kg de peso

P_b = precio de la ración cuando no contiene gallinaza

α = valor que multiplicado por el precio de la gallinaza da un valor igual a la disminución causada por la inclusión de una unidad porcentual de gallinaza en la ración

P_g = precio de la gallinaza, CR ¢ /kg de MS

K_0 = costos fijos más otros costos variables que permanecieron constantes para todos los tratamientos

4. RESULTADOS

4.1 Experimento 1

4.1.1 Consumo

No se encontraron tendencias o variaciones importantes en el consumo de materia seca (MS) total por efecto del nivel de banano o gallinaza empleado. Los datos por grupo experimental se muestran en el Cuadro 1A. El promedio de consumo fue de 2,77 kg/100 kg de peso vivo/día.

Los consumos de gallinaza y banano resultaron en niveles de sustitución de proteína y energía ligeramente diferentes a los planeados (Cuadro 2A); sin embargo, estas diferencias no fueron superiores a 3,54 por ciento de los niveles esperados, razón por la cual se consideraron los niveles planeados para todos los análisis estadísticos.

4.1.2 Ganancia diaria de peso

La ganancia diaria de peso, según los niveles de gallinaza y banano, se muestran en el Cuadro 8.

Se nota claramente que la ganancia de peso disminuye conforme aumenta el nivel de sustitución de proteína verdadera por proteína de gallinaza.

El banano tuvo un efecto cuadrático positivo sobre la ganancia de peso. Estas relaciones se expresan en la siguiente función:

$$Y_1 = 580 - 4,76 X_1 + 4,47 X_2 - 0,094X_2^2 + 0,051X_1 X_2$$

$$R^2 = 0,81 \quad (P \leq 0,01)$$

Cuadro 8. Promedio de ganancia diaria de peso, g/animal/día.

Nivel de reemplazo	Gallinaza, % proteína total					Promedios
	0	20	40	60	80	
Banano, % energía metabolizable total	0	580	344		298	407
	5		512	337		424
	15	653	411		271	445
	25		541	530		535
	50	520	524		398	480
Promedios	584	526	426	433	322	458

donde: Y_1 = ganancia de peso, g/animal/día
 X_1 = nivel de sustitución de la proteína total por proteína
de gallinaza, %
 X_2 = nivel de sustitución de la energía metabolizable
total por energía metabolizable del banano, %

Esta relación indica que la ganancia de peso aumenta conforme aumenta el nivel del banano en la ración. El aumento se mantiene hasta un nivel de sustitución de la energía metabolizable dependiente del nivel de X_1 , ya que existe un término de interacción entre X_1 y X_2 . La Fig. 1 muestra los tres componentes de la respuesta animal (efecto de X_1 , efecto de X_2 y la interacción).

El análisis de varianza corroboró el análisis de regresión mostrando diferencias significativas entre tratamientos, aunque el efecto del

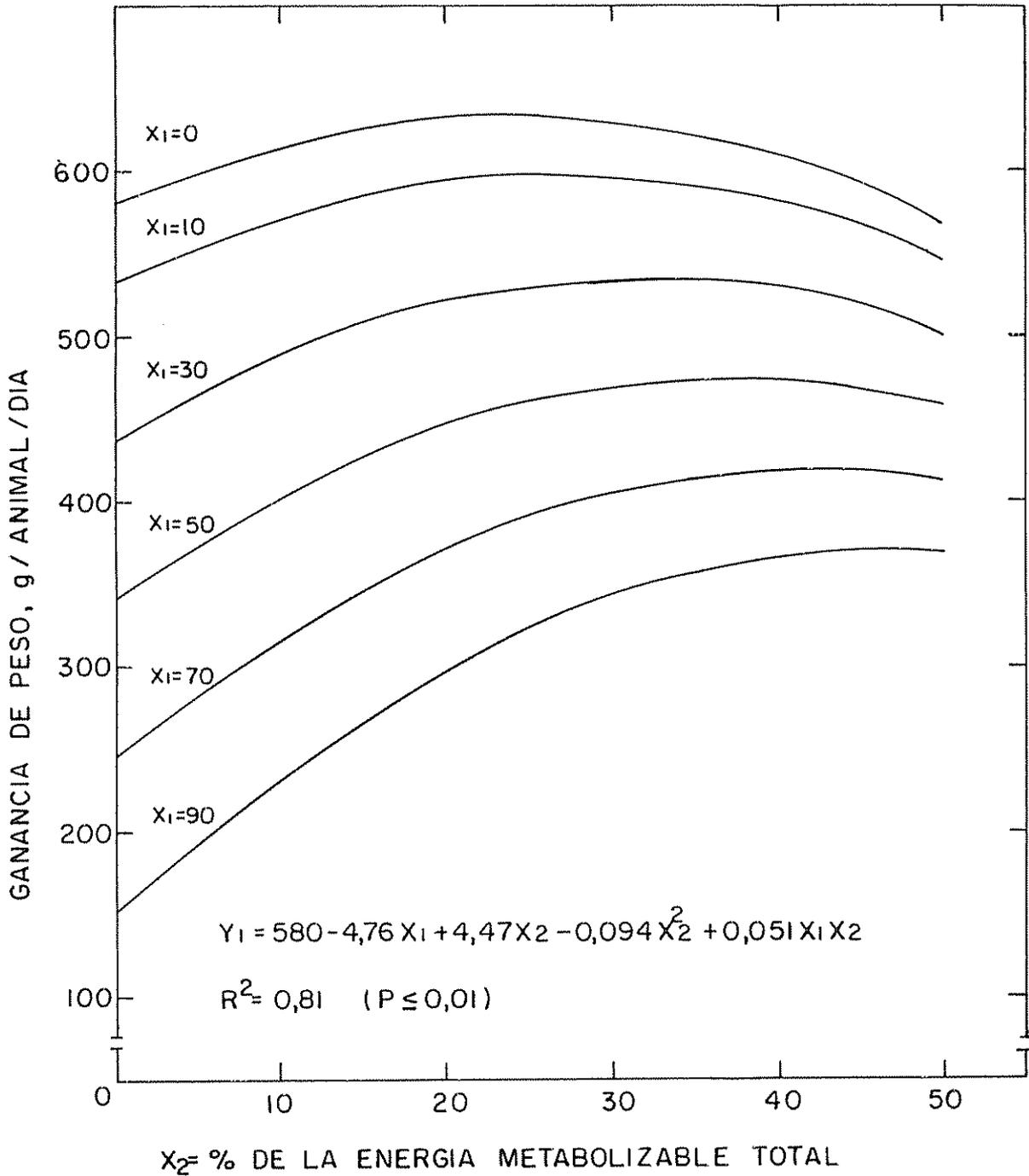


FIG. 1 RELACIONES ENTRE LA GANANCIA DE PESO (Y₁), Y LA PROPORCION DE LA ENERGIA TOTAL APORTADA POR EL BANANO (X₂) Y LA PROPORCION DE PROTEINA CRUDA TOTAL APORTADA POR LA GALLINAZA (X₁)

banano fue significativo en su forma lineal. El cuadro del análisis de varianza se presenta en el Cuadro 3A del Apéndice.

4.1.3 Conversión de alimentos

Los resultados de la eficiencia de conversión de los alimentos, en base seca por tratamiento, se presentan en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Eficiencia de conversión de los alimentos, a ganancia de peso, kg ganancia/kg iS.

Nivel de reemplazo	Gallinaza, % proteína total					Promedio	
	0	20	40	60	80		
Banano, % de la energía metaboli- zable total	0	0,085		0,053		0,051	0,063
	5		0,087		0,056		0,072
	15	0,104		0,067		0,045	0,072
	25		0,087		0,084		0,086
	50	0,083		0,087		0,065	0,078
Promedio	0,091	0,087	0,069	0,070	0,054		0,074

En el cálculo de los datos del Cuadro 9, se usaron los datos de ganancias de peso y consumo observados por tratamiento. Al igual que la ganancia de peso, la eficiencia de conversión de los alimentos disminuye al aumentar el nivel de gallinaza y a mejorar en forma cuadrática conforme aumenta el nivel de banano en la ración, hasta alcanzar un máximo valor. Estas relaciones se describen en la siguiente ecuación que se desarrolla en la Fig. 2:

$$Y_2 = 0,087 - 0,00059x_1 + 0,00081x_2 - 0,000015x_2^2 + 0,0000066 x_1x_2$$

$$R^2 = 0,79 \quad (P \leq 0,01)$$

donde: Y_2 = eficiencia de conversión, $\frac{\text{ganancia diaria, kg}}{\text{consumo diario, kg MS}}$

x_1 = nivel de sustitución de la proteína total por proteína de gallinaza, %

x_2 = nivel de sustitución de la energía metabolizable total por energía de banano, %

Similarmente a lo observado en la Fig. 1, la Fig. 2 muestra que el punto de máxima eficiencia de conversión alimenticia se desplaza a medida que aumenta el nivel de gallinaza en la ración.

4.2 Experimento 2

4.2.1 Digestibilidad aparente y balance de nitrógeno

En el experimento 2 existieron problemas de consumo total de la ración aunque la porción de banano de cada ración fue consumida en su totalidad. Consecuentemente, los niveles de sustitución para x_1 y x_2 fueron muy distintos a los planeados (Cuadro 4A), por lo que todos los análisis estadísticos de las pruebas de balance de nitrógeno y de digestibilidad se analizaron con los consumos observados.

En base a los consumos reales, los resultados referentes a la eficiencia de la utilización de la proteína cruda total se presentan en el Cuadro 10.

El análisis de varianza mostró diferencias significativas ($P < 0,05$) entre tratamientos para la retención de proteína, expresada como porcentaje

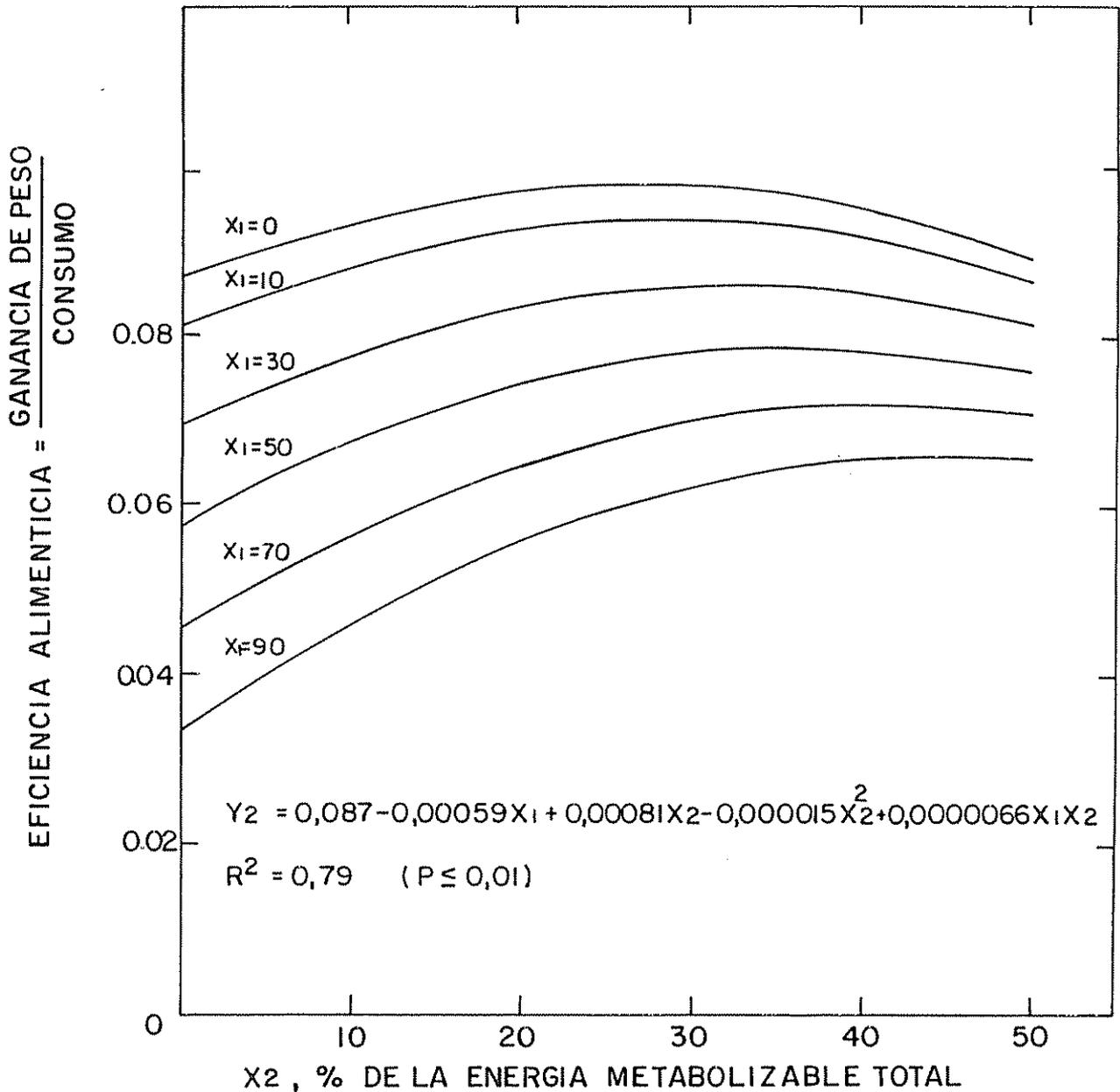


FIG. 2 DEPENDENCIA DE LA EFICIENCIA ALIMENTICIA (Y_2) DE LA PROPORCION DE LA ENERGIA TOTAL APORTADA POR EL BANANO (X_2) Y DE LA PROPORCION DE PROTEINA CRUDA TOTAL APORTADA POR LA GALLINAZA (X_1)

Cuadro 10. Digestibilidad aparente y balance de proteína (N x 6,25), según el nivel de gallinaza en la ración.

Parámetros	Nivel de sustitución			
	0	39,0	60,3	73,0
Retención de N x 6,25				
En relación al consumo, %	31,8	27,6	25,4	20,2
En relación al absorbido, %	66,6	53,8	51,9	37,7
En base a peso metabólico, g/kg ^{0,75} /día	3,9	3,4	3,0	2,4
N x 6,25 urinario, g/animal/día	96,1	120,5	121,6	168,0
Digestibilidad del N x 6,25, %	47,8	51,2	49,3	53,6
Digestibilidad de la MS, %	61,9	64,1	61,5	69,0

de la proteína absorbida (Cuadro 6A), no así para la retención expresada como porcentaje del consumo, como tampoco para la digestibilidad de la proteína y materia seca de las raciones (Cuadros 5A, 7A y 8A).

La retención de proteína cruda expresada, tanto en porcentaje del consumo (Y_3), como porcentaje de la proteína absorbida (Y_4), o en gramos de proteína retenidos por kg^{0,75} (Y_5) disminuye linealmente en función del nivel de gallinaza en la ración (X_1). Las ecuaciones obtenidas, cuyas representaciones gráficas aparecen en las Figs. 3 y 4, son las siguientes:

$$\begin{array}{ll}
 Y_3 = 32,46 - 0,14X_1 & R^2 = 0,90 \quad (P \leq 0,06) \\
 Y_4 = 67,43 - 0,35X_1 & R^2 = 0,88 \quad (P \leq 0,10) \\
 Y_5 = 3,98 - 0,02X_1 & R^2 = 0,91 \quad (P \leq 0,05)
 \end{array}$$

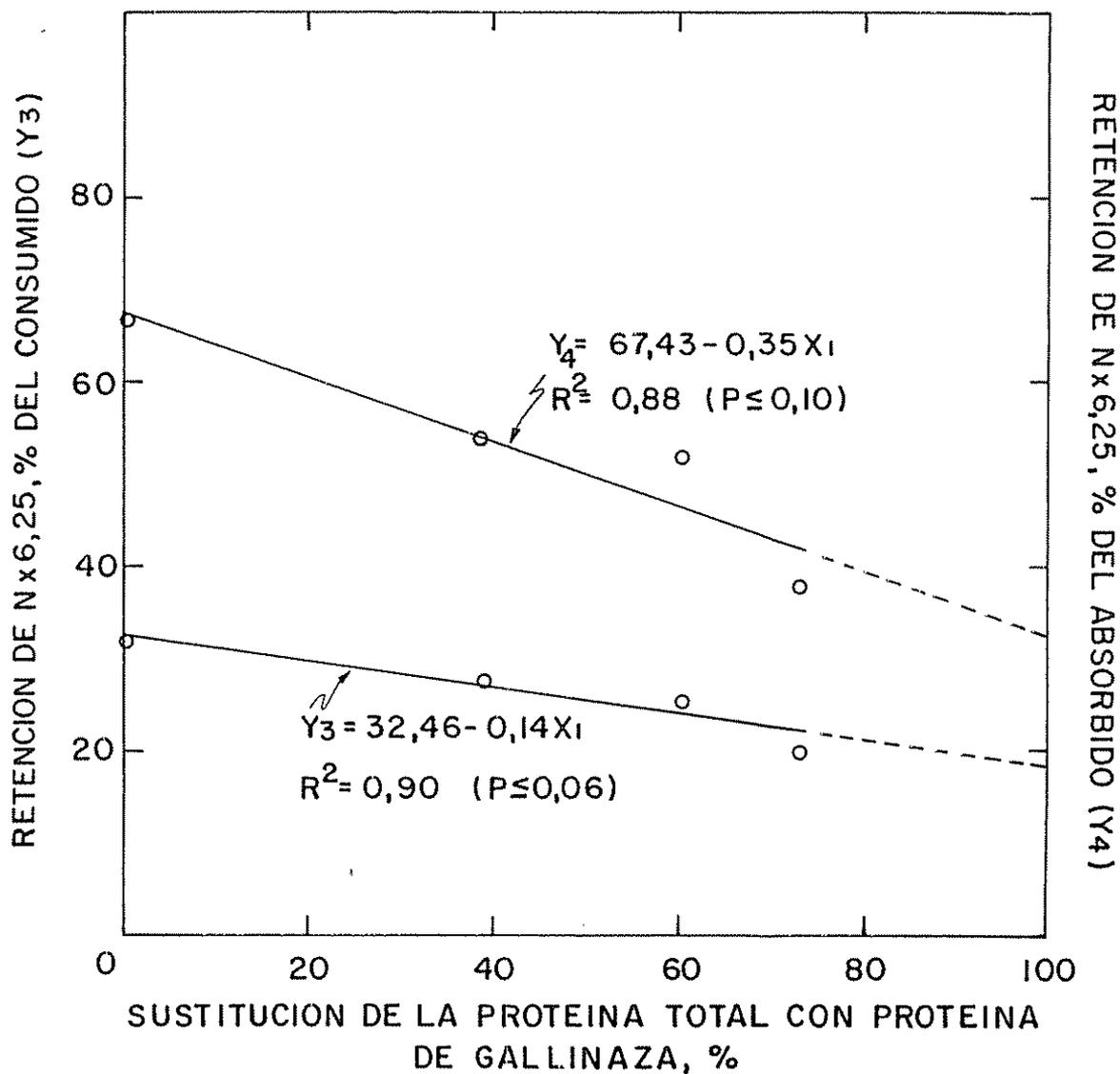


FIG. 3 EFECTO DE LA INCLUSION DE GALLINAZA EN LA RACION SOBRE LA RETENCION DE PROTEINA(Nx6,25)

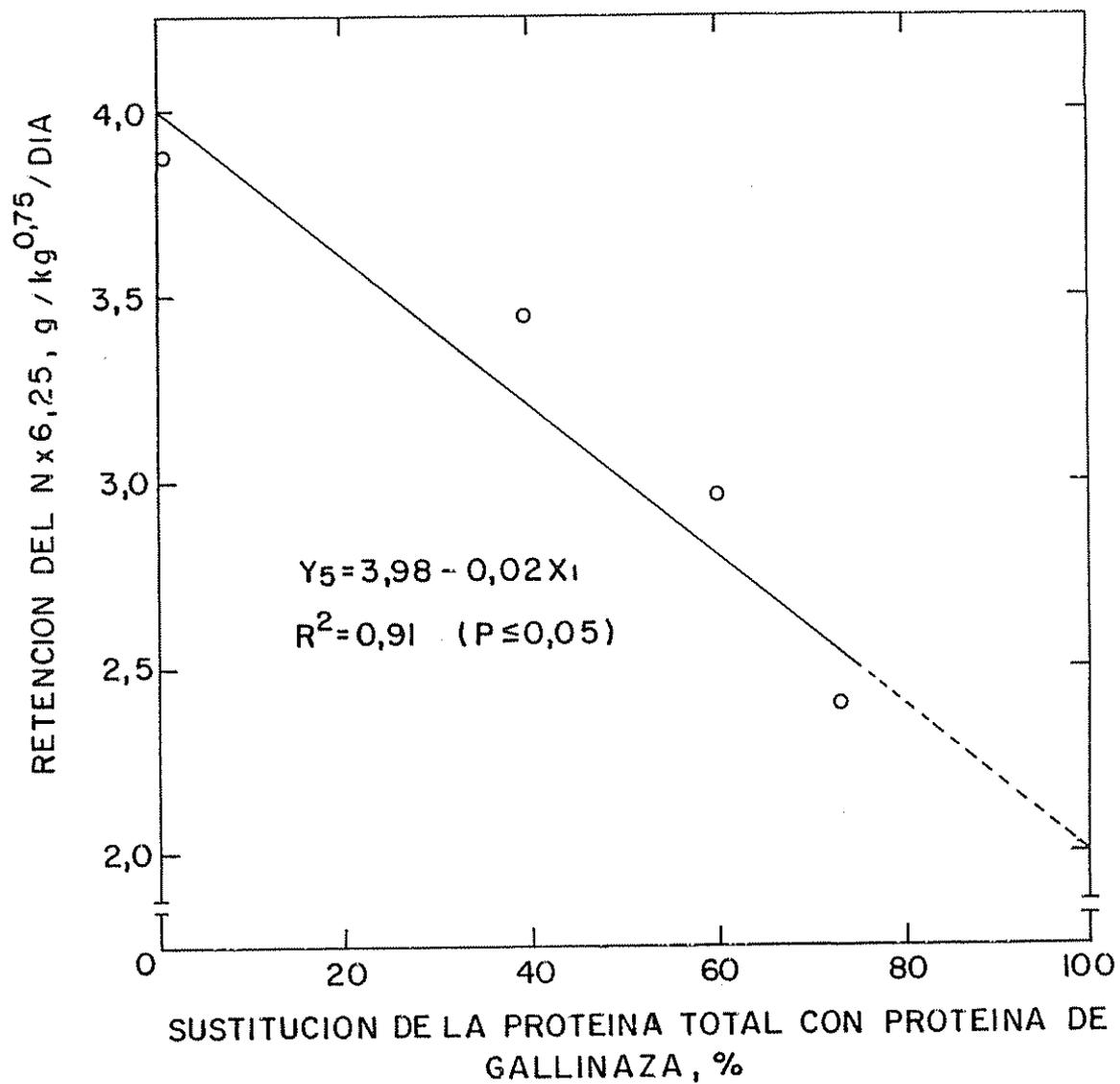


FIG. 4 EFECTO DE LA INCLUSION DE GALLINAZA EN LA RACION SOBRE LA RETENCION ABSOLUTA DE N x 6,25

Los promedios de digestibilidad aparente y retención de N x 6,25, según los niveles de banano, se presentan en el Cuadro 11. En contraste a lo observado con variaciones en el nivel de gallinaza, la inclusión de banano en la ración (X_2) causa un aumento en la retención de proteína cruda, expresada como porcentaje de la consumida (Y_6), porcentaje de la absorbida (Y_7), o en gramos de proteína retenidos por $\text{kg}^{0,75}/\text{día}$ (Y_8). El análisis de varianza solo detectó diferencias significativas para la retención de proteína expresada como porcentaje de la absorbida (Cuadros 9A, 10A, 11A y 12A).

Cuadro 11. Digestibilidad aparente y balance de proteína (N x 6,25), según el nivel de banano en la ración.

Parámetros	Nivel de sustitución				
	0	6,7	16,2	25,0	58,5
Retención de N x 6,25					
En relación al consumo, %	20,9	22,4	27,6	34,9	30,8
En relación al absorbido, %	32,1	41,6	53,8	64,9	69,8
En base a paso metabólico, g/ $\text{kg}^{0,75}/\text{día}$	2,3	2,0	3,4	4,8	3,5
N x 6,25 urinario, g/animal/día	182,8	105,7	120,5	128,8	64,2
Digestibilidad del N x 6,25, %	65,6	50,0	51,2	53,8	44,2
Digestibilidad de la MS, %	73,6	63,3	64,1	68,5	66,2

Las relaciones matemáticas para cada uno de los parámetros medidos

están desarrolladas en las Figs. 5 y 6 y se presentan a continuación:

$$\begin{aligned} Y_6 &= 19,34 + 0,78X_2 - 0,01X_2^2 & R^2 &= 0,90 \quad (P \leq 0,06) \\ Y_7 &= 31,32 + 1,77X_2 - 0,02X_2^2 & R^2 &= 0,99 \quad (P \leq 0,01) \\ Y_8 &= 1,78 + 0,15X_2 - 0,002X_2^2 & R^2 &= 0,78 \quad (N.S.) \end{aligned}$$

Consecuentemente, las máximas retenciones de nitrógeno, según cada uno de los tres parámetros considerados, ocurren cuando

$$X_2 = 39,3\%, \text{ para máxima retención de N en proporción al N consumido } (Y_6)$$

$$X_2 = 46,6\%, \text{ para máxima retención de N en proporción al N absorbido } (Y_7)$$

$$X_2 = 36,4\%, \text{ para máxima retención absoluta de N por peso metabólico } (Y_8)$$

4.2.2 Relación entre la retención de N x 6,25 y la ganancia de peso

El promedio de sustitución de EM por energía del banano, agrupando todos los niveles de gallinaza, fue de 16,15 por ciento. Este valor se sustituyó en la función Y_1 para producir una función Y_1^1 comparable a la función Y_5 de retención de nitrógeno en que ambas sólo dependen de X_1 y ambas se refieren a un nivel de 16,15 por ciento de la EM total proveniente del banano.

En base a un estudio de regresión entre datos predecidos para 10 diferentes valores de X_1 , se produjo la relación graficada en la Fig. 7. Nótese que la ganancia de peso es relativa al peso promedio metabólico de los animales, el cual a su vez depende del tratamiento que hayan recibido. Es claro que la línea no interseca la ordenada en su punto de origen

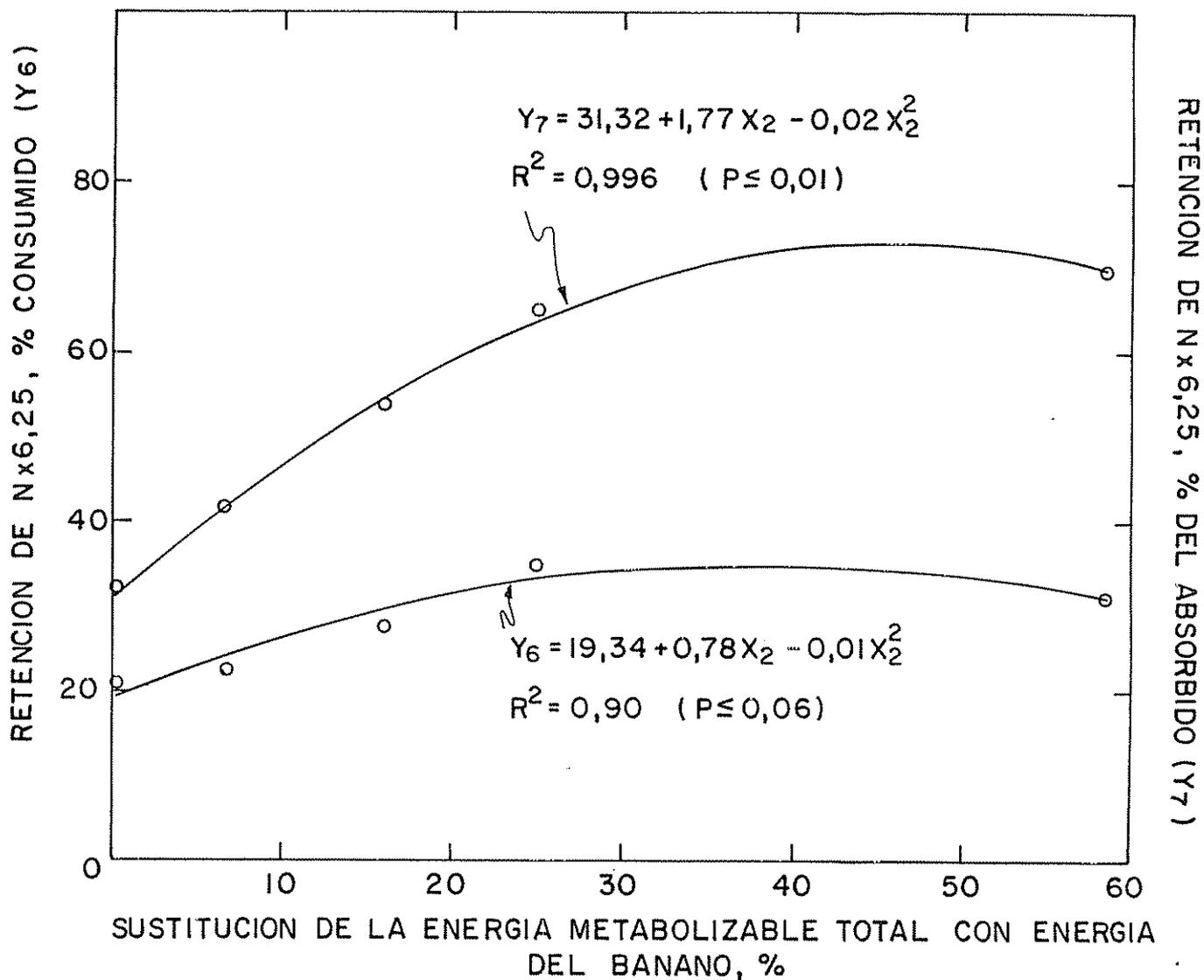


FIG. 5 EFECTO DE LA INCLUSION DE BANANO EN LA RACION SOBRE LA RETENCION DEL N x 6,25

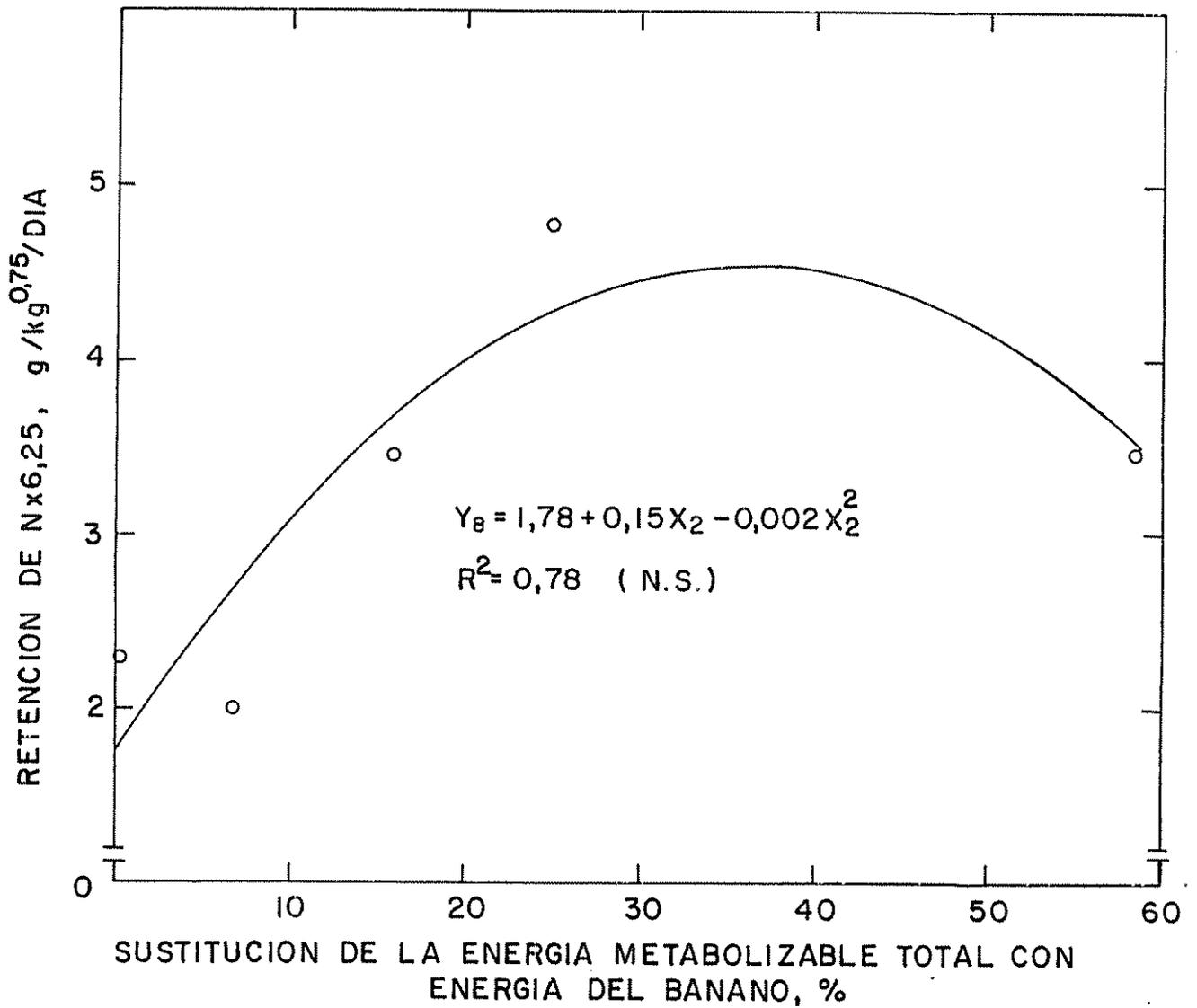


FIG. 6 EFECTO DE LA INCLUSION DE BANANO EN LA RACION SOBRE LA RETENCION ABSOLUTA DE N x 6,25

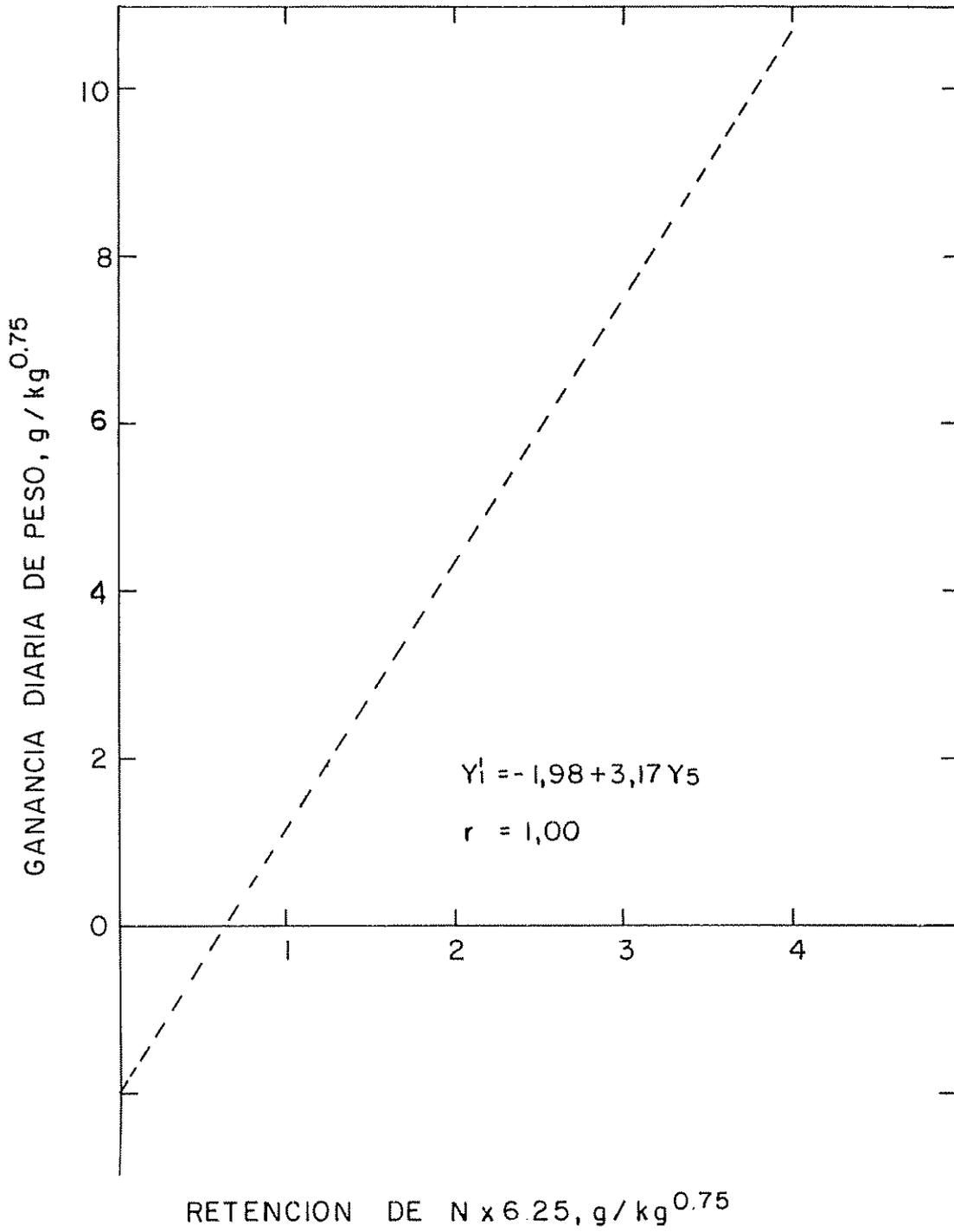


FIG. 7 RELACION ENTRE LA RETENCION ABSOLUTA DE N (Y₅) Y LA GANANCIA RELATIVA DE PESO (Y₁)

sino que a un valor de $-2 \text{ g/kg}^{0,75}/\text{día}$. Esto implica que si la retención de N es cero (balance perfecto) el animal perderá peso. Similarmemente, el punto de intersección de la abscisada es valor de retención necesario ($0,61 \text{ g/kg}^{0,75}/\text{día}$) para que el animal no pierda ni gane peso.

4.3 Análisis económico

Se calculó el costo de la ración, en función de X_1 , usando los datos de los Cuadros 1A, 13A y 14A.

La inclusión de gallinaza en la ración tendió a disminuir el precio de la misma. Dicha tendencia fue lineal y es expresada por la siguiente función:

$$Y_g = 0,6254 - 0,0029X_1, \quad R^2 = 0,99 \quad (P \leq 0,01)$$

donde:

Y_g = costo de la ración, CR $\$/\text{kg}$ MS

X_1 = nivel de sustitución de la proteína total por
proteína de gallinaza, %

La inclusión de banano no causó ningún cambio en el precio de la ración, ya que el costo de la energía metabólica del banano fue igual al de la energía metabólica de la melaza, a la cual sustituía.

Dado que los consumos fueron relativamente constantes (promedio $2,77 \text{ kg MS}/100 \text{ kg peso vivo}/\text{día}$), los costos de alimentación/animal/día reflejaron en gran medida los precios de las raciones. Es decir, los niveles de banano no causaron variaciones y la gallinaza causó disminuciones en el costo de alimentación. Consecuentemente, las variaciones en el costo de alimentación se pueden describir con la función

lineal Y_{10} :

$$Y_{10} = 3,936 - 0,02X_1, \quad R^2 = 0,99 \quad (P \leq 0,01)$$

Para hacer la función Y_{10} más útil, se puede introducir el componente precio de la gallinaza (P_g) en CR $\$/\text{kg}$ MS, quedando la función Y_{10} como sigue:

$$Y_{10} = 3,936 - P_g X_1 \text{ donde: } P_g \text{ es igual a } 0,02. \text{ Además,}$$

la constante 3,936 es el costo diario de alimentación con la ración sin gallinaza. Esta se puede expresar como $PV (2,77) P_b$, donde PV = peso promedio del animal;

$$2,77 = \text{consumo de MS, kg/100 kg de peso vivo/día}$$

$$P_b = \text{precio de la ración sin gallinaza, } \$/\text{kg}$$

La función Y_g , por lo tanto, quedaría indicada de la siguiente manera:

$$Y_{10}' = PV (2,77) P_b + P_g X_1$$

y se presta a situaciones cambiantes de precios de ingredientes alimenticios, incluyendo la gallinaza.

Con el fin de calcular el beneficio neto (BN) se tomaron en cuenta los costos diarios de alimentación (Y_{10}), el ingreso bruto diario por concepto de ganancias de peso y los costos fijos más otros costos variables que permanecieron constantes para todos los tratamientos. La función de BN resultante de la consideración de los factores antes mencionados es la siguiente:

$$BN = P_0 Y_1 - Y_{10}' - K_0 \quad \text{o, en su forma expandida,}$$

$$BN = P_0 (580 - 4,76X_1 + 4,47X_2 - 0,094X_2^2 + 0,051X_1X_2) -$$

$$PV (2,77) P_b + \alpha P_g X_1 - K_0$$

donde: P_0 = precio de la carne, CR $\text{¢}/\text{kg}$ en pie ($\text{¢}13,50$ para propósitos del presente análisis)

PV = peso vivo del animal, kg

P_b = precio de la ración cuando no contiene gallinaza, CR $\text{¢}/\text{kg}$ MS ($\text{¢}0,625$ para propósitos del presente análisis)

P_g = precio de la gallinaza, CR $\text{¢}0,37/\text{kg}$ MS, para efectos del presente análisis

X_1 y X_2 = las variables ya definidas

K_0 = costos fijos más los costos variables que permanecieron constantes para todos los tratamientos (CR $\text{¢}0,516$ para propósitos del presente análisis)

= es el valor que multiplicado por P_g de un producto igual a 0,02.

En el caso del presente análisis = 0,0541.

El desarrollo de esta función para diferentes niveles de gallinaza y de banano se presenta en la Fig. 8.

El cálculo de, tanto el nivel de gallinaza como el de banano, que producen el máximo beneficio neto, se realiza con las siguientes derivadas:

$$\frac{\delta \text{ B.N.}}{\delta X_1} = -P_0 (4,76) + P_0 (0,051X_2) + 0,0541 P_1 = 0$$

$$\frac{\delta \text{ B.N.}}{\delta X_2} = P_0 (4,47) - 2P_0 (0,094X_2) + P_0 (0,051X_1) = 0$$

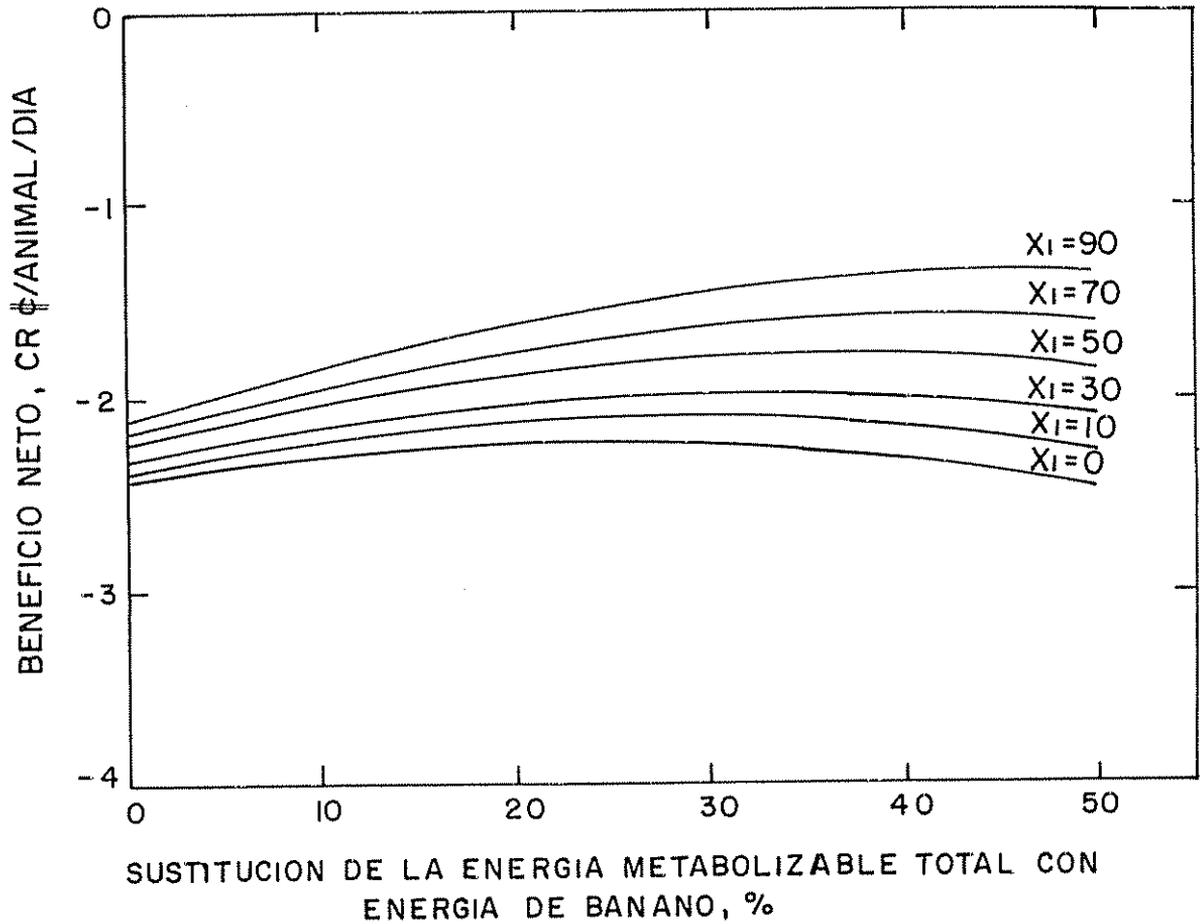


FIG. 8 ANALISIS ECONOMICO DE LA PRODUCCION DE CARNE CON DIFERENTES APORTES ENERGETICOS DEL BANANO (X_2) Y APORTES PROTEICOS DE LA GALLINAZA (X_1) PARA NOVILLAS DE 198 KG DE PESO INICIAL

Teóricamente, el máximo beneficio neto se logra cuando:

$$X_1 = 259,5\% \text{ de sustitución}$$

$$X_2 = 93,2\% \text{ de sustitución}$$

Obviamente, la solución para X_1 no es real. El máximo nivel de nitrógeno que podría aportar la gallinaza en una ración es de 90 por ciento. Consecuentemente, la combinación óptima de X_1 y X_2 sería cuando $X_1 = 90$ por ciento y $X_2 = 48,1$ por ciento. En la Fig. 8 se puede localizar este punto óptimo. Al cambiar el nivel de X_1 , se nota un desplazamiento del nivel de X_2 correspondiente, asociado con el máximo beneficio.

5. DISCUSION

Con el fin de facilitar la interpretación de los datos obtenidos en este trabajo, se propone el diagrama de la Fig. 9, el cual representa las relaciones biológicas y económicas de un sistema de alimentación con gallinaza y banano de desecho.

El diagrama considera que ni la gallinaza ni el banano afectan el consumo. Es decir, el valor de la constante K , es de 2,77 kg de MS/100 kg de peso vivo/día. Las implicaciones son de que los resultados de este experimento son explicables sólo por las variaciones cualitativas del consumo.

5.1 Respuesta del animal a la inclusión de gallinaza

La sustitución de la proteína total de la ración por proteína de gallinaza, resultó en una disminución lineal de la retención de la proteína cruda (Figs. 3 y 4). Esta disminución se debió principalmente a un aumento en la cantidad de nitrógeno, excretado en la orina (Cuadro 10).

Estos resultados contrastan parcialmente con los obtenidos por Battacharya y Fontenot (3), quienes no hallaron ningún cambio en la retención de nitrógeno con niveles de gallinaza de hasta un 50 por ciento de sustitución, de la proteína proporcionada con harina de soya (equivalente a 50 por ciento de sustitución en condiciones similares a este experimento). Sin embargo, cuando la gallinaza sustituyó completamente a la soya (equivalente a 100 por ciento de sustitución en este experimento), la retención de nitrógeno disminuyó significativamente. Es posible

que en el presente experimento, una función polinomial hubiera sido más adecuada que la lineal empleada. De este modo, no existirían las pequeñas divergencias con el trabajo de Battacharya y Fontenot (3). Sin embargo, no hubiera sido significativo dado el escaso número de observaciones.

Si se considera el hecho de que la gallinaza es un material que ya ha sido digerido previamente por otro animal, se esperaría que la calidad y digestibilidad de los distintos principios nutritivos, que en ella se encuentran, sean bastante bajos, principalmente para el caso de la proteína verdadera. A este respecto, Battacharya y Fontenot (4) encontraron que del contenido total de proteína de la gallinaza de pollos de engorde, alrededor del 45 por ciento es proteína verdadera, de la cual un 23,4 por ciento es digestible. Esto implicaría que la otra fracción nitrogenada importante de la gallinaza, constituida principalmente por NNP (ácido úrico), estaría aportando la mayor porción del nitrógeno disponible de las raciones altas en gallinaza. La inclusión de NNP en sustitución de la proteína verdadera de la ración, ha sido asociada con menores ganancias de peso y un aumento en la excreción de nitrógeno urinario (31, 47).

Por otro lado, los porcentajes de retención de nitrógeno obtenidos en el presente trabajo (Cuadro 10) fueron más altos que los obtenidos por Battacharya y Fontenot (3), quienes obtuvieron valores de 22,03; 15,36; 14,94; y 7,61 para la retención de nitrógeno expresada como porcentaje del consumo; y 30,80; 21,77; 21,84 y 13,18 para la retención expresada como porcentaje del absorbido, a niveles de sustitución de la proteína de la soya

por gallinaza de 0; 25; 50; y 100 por ciento, respectivamente. Los mayores niveles de retención observados en este trabajo es posible que hayan sido causados por el uso de animales muy jóvenes (8 meses de edad) con una rápida tasa de síntesis proteica y crecimiento.

Asociando la retención absoluta de nitrógeno con la ganancia relativa de peso, se encontró una alta correlación ($r = 1,0$) entre ambas variables (Fig. 7), lo que explica las disminuciones en las ganancias diarias de peso que se producen al aumentar los niveles de gallinaza en la ración (Fig. 1). En este punto, es preciso ejercer cautela ya que se están correlacionando funciones resultantes de dos experimentos separados, con animales que diferían en edad (8 vs. 20 meses) y sexo. Con estas consideraciones, es sin embargo de valor el examinar brevemente la Fig. 7. Tal como se había hecho notar en la Sección 4.2.2, el mantenimiento de peso está relacionado con una retención de $0,61 \text{ g/kg}^{0,75}$ / día. Lo que a primera vista parece incongruente (el balance debería ser = 0), en realidad es lógico si se considera que el animal no sólo pierde nitrógeno por la vía urinaria y fecal sino que también hay pérdidas en el sudor (16), la piel y el cabello (39) y la respiración (12). Por otro lado, considerando el proceso fermentativo en el rumen las pérdidas por eructación deben ser importantes.

Datos obtenidos por Ruíz (55) indican que el requisito de proteína para mantenimiento de peso de novillos es de 89 g/100 kg de peso vivo/día. Si se compara este dato con $0,61 \text{ g}$ de proteína cruda retenida/ $\text{kg}^{0,75}$ /día (19,3 g de P.C./100 kg/día), obtenidos en el presente estudio, entonces el novillo en mantenimiento tendría una pérdida total calculada en

69,7 g de P.C./150 kg de peso vivo/día. Estas proyecciones están sujetas a estudios de comprobación.

Otro factor que podría haber estado afectando las ganancias de peso de los animales consumiendo gallinaza, es un posible menor consumo de energía por parte de estos animales. Aunque todas las raciones se calcularon isoproteicas e isoenergéticas, existe la posibilidad de que el valor energético usado para la gallinaza (2,44 Mcal de E.D./kg MS), encontrado por Battacharya y Fontenot (4) esté sobreestimado. A este respecto, Lowman y Knight (35) y Bull y Reid (10), dan valores de 1,54 a 1,74 Mcal de E.M. y 1,875 Mcal de E.D./kg de MS de excreta deshidratada, respectivamente. Además, Fontenot y Taylor (6), en una revisión posterior se refieren a un valor de 1,1 Mcal de E.M./kg MS para la gallinaza de ponedoras. Sería ilógico pensar que un material con estos contenidos de energía, enriquezca su valor energético mediante su acumulación sobre un material bajo en energía digestible (viruta o cascari-lla de arroz), que comúnmente se usa como cama en la formación de la gallinaza.

Haciendo una corrección posterior, usando el valor de 1,54 Mcal de E.M./kg de MS, se calculó que el contenido de E.M. de las raciones estudiadas fluctuó desde 2,27 a 2,50 Mcal de EM/kg de MS. Suponiendo que la calidad de la proteína no había sido limitante, las ganancias de peso deberían haber estado entre los 500 y 750 g/animal/día (43). Empero, el promedio general de ganancia de peso fue de 471 g, o sea, alrededor de 25 por ciento menos de lo esperado. Esto permite concluir que la disminución en las ganancias de peso, al aumentar el nivel de gallinaza

en la ración, se deben principalmente a la menor calidad de la proteína de la gallinaza.

5.2 Respuesta del animal a la inclusión de banano

La inclusión de banano (almidón) en la ración resultó en un aumento inicial en la retención de nitrógeno (Figs. 5 y 6); el nivel de banano que produce la máxima retención absoluta de nitrógeno fue de 37,5 por ciento de sustitución de E.M. total por E.M. del banano, a un nivel promedio de 38 por ciento de N total proveniente de la gallinaza (Fig. 6). El efecto benéfico del almidón sobre la retención de nitrógeno puede tener varias causas actuando en forma simultánea. Por ejemplo, es conocido que el almidón es más lentamente fermentable que los azúcares y al sustituir la melaza por banano se lograría una tasa de fermentación de energía más constante y acorde con la capacidad sintética de los microorganismos del rumen. Sin embargo, el efecto benéfico sobre la retención de nitrógeno (y también sobre la ganancia de peso), no se mantuvo a niveles superiores al 37,5 por ciento de sustitución, sino que por el contrario, la retención de nitrógeno tiende a disminuir. Es muy posible que a estos niveles de sustitución, sea la falta de un carbohidrato rápidamente fermentable, como la melaza, el factor limitante en la síntesis de proteína, lo que resultaría en una menor retención de proteína.

A este respecto Orskov (48) indica que el escape de monómeros hacia los intestinos, puede tener efectos negativos si el animal depende en gran parte de la síntesis microbiana como fuente de proteína, ya que esa energía no estaría disponible para que esa síntesis se lleve a cabo.

Esto tiene grandes implicaciones si se consideran animales en distintas etapas de crecimiento. En animales de crecimiento rápido, los requisitos de proteína exceden considerablemente la máxima capacidad sintética de proteína por parte de los microorganismos del rumen. Si en esta situación, parte del carbohidrato disponible escapa la fermentación ruminal, los animales tendrían una deficiencia aún mayor de proteína, a menos que la proteína de la ración escape sin degradación (48). Este razonamiento podría aplicarse a raciones con un alto contenido de gallinaza. Si se considera que alrededor de un 45 por ciento del contenido total de proteína de la gallinaza está constituido por proteína verdadera, y que dicha proteína es la porción no digestible de la proteína ingerida por las aves, se podría concluir que la digestibilidad de la proteína verdadera de la gallinaza debe ser muy baja. A este respecto, Battacharya y Fontenot informan que del contenido total de proteína verdadera de la gallinaza, únicamente el 23,4 por ciento es digestible (4).

La inclusión de almidón en la ración resultó en un aumento de las ganancias diarias de peso, hasta un nivel de sustitución de la energía metabolizable entre 23,8 y 48,2 por ciento dependiendo del nivel de X_1 (Fig. 1). Aumentos en el nivel de banano, más allá del punto óptimo resultaron en una disminución en la ganancia de peso. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Herrera (32) con vacas de desecho, quien encontró que el nivel de sustitución energética que produce la máxima respuesta biológica es de 30 por ciento. La explicación de estos efectos es similar a las propuestas para el efecto del almidón sobre la retención de nitrógeno, admitiendo una correlación lineal entre retención y ganancia de peso (Fig. 7).

5.3 Conversión de los alimentos

Observando el Cuadro 9 se puede deducir que la eficiencia de conversión de los alimentos fue baja en todos los tratamientos (4,46 a 10,35 por ciento). Esta baja conversión se debió principalmente a las bajas ganancias de peso observadas (271 a 653 g/animal/día). Las razones para las bajas ganancias de peso ya fueron expuestas en párrafos anteriores. Es conveniente hacer notar que las raciones no fueron ofrecidas *ad libitum*, por lo que los consumos de M.S. fueron muy similares para todos los tratamientos (2,70 a 2,82 por ciento de peso vivo). Se esperaba que de haber ofrecido las raciones a libre consumo, los animales hubieran aumentado el consumo, lo que posiblemente hubiera resultado en mejores ganancias de peso, y consecuentemente, en una mejor eficiencia de conversión. Sin embargo, esto no se permitió en este trabajo, dado que su objetivo principal era el de evaluar la gallinaza como fuente de proteína para los rumiantes.

Otro factor que se debe de considerar es el hecho de que los animales utilizados en el presente experimento fueron hembras, las cuales tienen ganancias de peso menores que los machos (42). Se ha establecido que con machos se obtienen ganancias de peso 20 por ciento superiores al de las hembras a igual consumo de alimentos (50), lo que implica un aumento de 20 por ciento en la eficiencia de conversión de alimentos.

5.3.1 Conversión de alimentos, según el nivel de gallinaza

La inclusión de gallinaza en la ración resultó en una disminución lineal de la eficiencia de conversión de los alimentos (Fig. 2),

probablemente causado por la menor calidad de la proteína en las raciones que contenían gallinaza. Por otro lado, no se debe descartar la posibilidad de deficiencias de minerales trazas en las raciones con gallinaza a pesar del alto contenido de ceniza (15 por ciento) en este producto (56). Obviamente, cualquier deficiencia nutricional afectaría la eficiencia de conversión alimenticia.

5.3.2 Conversión de alimentos, según el nivel de banano

Al igual que las ganancias de peso, la eficiencia de conversión de los alimentos presentó una tendencia cuadrática al aumentar el nivel de banano en la ración (Fig. 2). El punto de sustitución que corresponde a la máxima respuesta biológica dependió del nivel de gallinaza y se encuentra entre los valores de 26,4 por ciento (cuando $X_1 = 0$) y 46,0 por ciento (cuando $X_1 = 90$ por ciento), cifras muy similares al rango de máxima respuesta en ganancia de peso (sección 5.2).

5.4 Análisis económico

Aunque la gallinaza es un producto de desecho, el cual no tiene un precio establecido en el mercado, y que inclusive se puede conseguir sin costos, se le asignó un valor de CR 0,37/kg MS, con lo cual se cubre su costo de transporte y la posibilidad de que adquiriera precio.

Debido al bajo precio de la gallinaza, en comparación con otras fuentes de proteína tradicionales, exceptuando la urea, la inclusión de gallinaza resulta en una reducción lineal del precio de la ración (función Y_9). Considerando que el consumo de materia seca se mantuvo constante para todos los tratamientos, los costos diarios de alimentación (función Y_{10})

reflejan directamente el precio de la ración.

Es obvio que los máximos beneficios (o mínimas pérdidas con los índices económicos actuales) se obtendrán cuando X_1 se encuentre en su nivel máximo. En la práctica esto sólo es posible al 90 por ciento de sustitución del N total por N de gallinaza. En contraste, el nivel óptimo de X_2 es variable, dependiendo del nivel de gallinaza. Las soluciones de X_2 están entre 23,5 (cuando $X_1 = 0$) y 48,2 (cuando $X_1 = 90$).

La decisión final de cuánta gallinaza debe de utilizarse o no, será dictada por el precio que adquiera en el mercado, y cómo se compara el mismo con otras fuentes de nitrógeno. En cuanto al banano (almidón), el nivel de sustitución variará según varíe el nivel de gallinaza, siempre y cuando el precio de la energía metabolizable del banano sea igual al de la energía metabolizable de la melaza. La fórmula que permite el nivel óptimo económico para un nivel dado de gallinaza es la siguiente:

$$X_2 = 23,78 + 0,27X_1$$

la cual no depende de cambios en el precio de la gallinaza pero sólo es aplicable cuando el costo de la energía metabolizable del banano sea igual a la de la melaza.

Se puede notar en la Fig. 8 que con ninguna de las raciones estudiadas resultó económica la producción intensiva de carne. También se puede notar que, a pesar de la menor ganancia de peso obtenida al aumentar el nivel de gallinaza en la ración, las pérdidas económicas se reducen, debido a que la disminución en el precio de la ración, causada por

la inclusión de gallinaza (Fig. 8) es de mayor magnitud que las pérdidas causadas por las menores ganancias de peso.

En el caso del banano, las pérdidas también se reducen conforme aumenta el nivel de banano (almidón) en la ración hasta cierto punto (Fig. 8), después del cual las pérdidas tienden a aumentar. Este punto crítico varía según el nivel de gallinaza, tendiendo a aumentar linealmente al aumentar el nivel de sustitución de la proteína total por proteína de gallinaza. La correspondencia con los puntos de máxima ganancia diaria, se deben a que los costos de alimentación no varían debido a la inclusión de banano en la ración y a que todos los otros costos permanecieron constantes para todos los tratamientos.

Considerando que la operación de engorda intensiva en corral usualmente se realiza con toretes o novillos, y que la carne así producida, se exporta, se hizo una extrapolación de los datos obtenidos para novillas, a toretes de 350 kg de peso vivo, cuya carne se vende a CR ₡5,02/kg en pie. También se consideró que los toretes muestran un 20 por ciento más de eficiencia que las novillas. Los resultados se presentan en la Fig. 10.

La respuesta esperada de los toretes a diversos niveles de gallinaza y banano, siguen la misma tendencia que la de las novillas (Figs. 8 y 10) con la única variante de que para el caso de los toretes, las pérdidas económicas a niveles bajos de gallinaza son mayores, sucediendo todo lo contrario a niveles altos. Estos resultados son debidos al hecho de que a cualquier nivel de gallinaza, los toretes (mayor peso vivo) realizan un consumo total de M.S. 55 por ciento mayor que las novillas, mientras

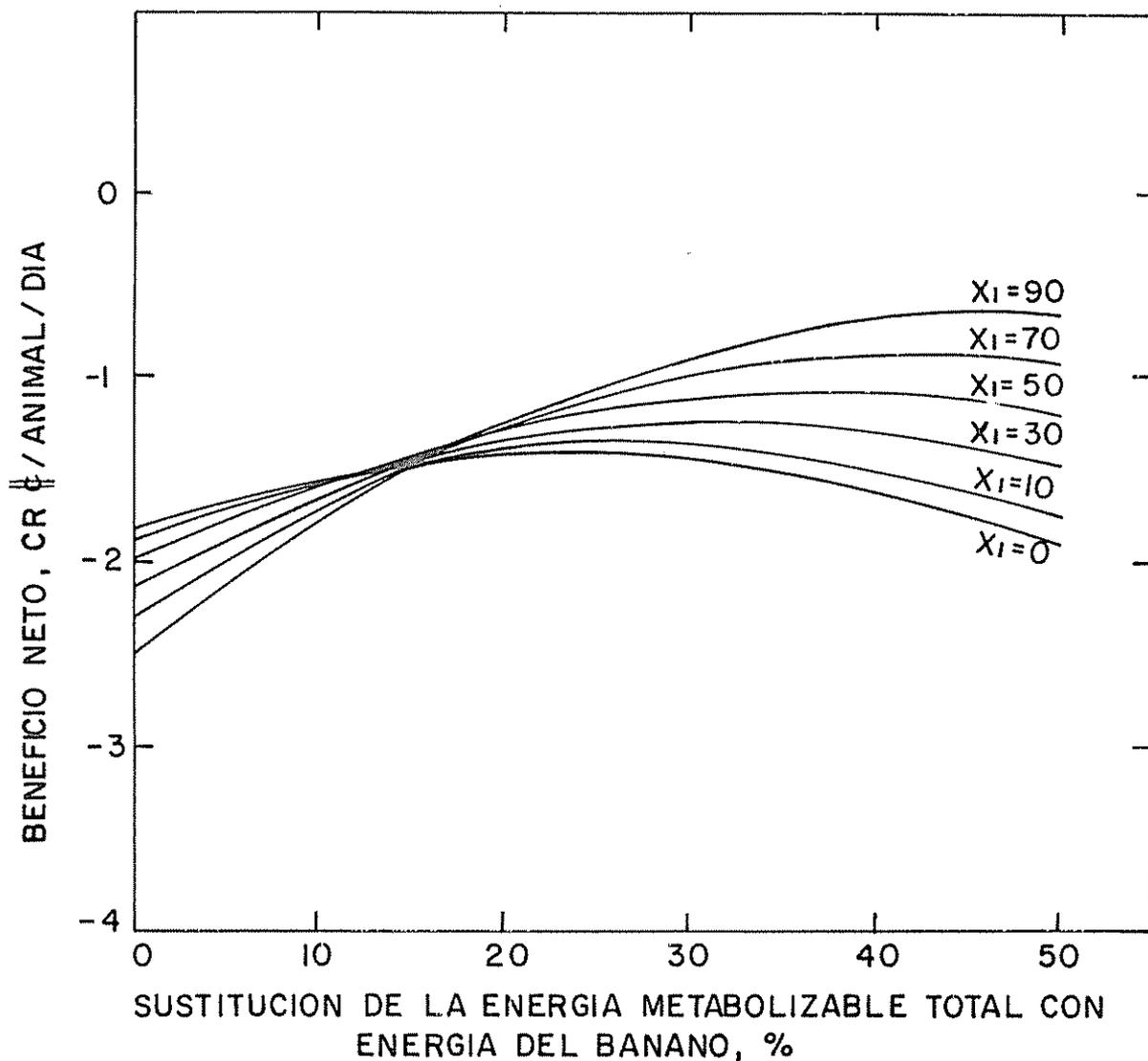


FIG. 10 ANALISIS ECONOMICO DE LA PRODUCCION DE CARNE CON DIFERENTES APORTES ENERGETICOS DEL BANANO (X_2) Y APORTES PROTEICOS DE LA GALLINAZA (X_1), PARA NOVILLOS DE 350 KG DE PESO INICIAL

que su ganancia relativa es de sólo 20 por ciento mayor. Como las diferencias en los índices económicos mencionados (beneficio neto) están principalmente determinadas por las diferencias en el precio de la ración, el mayor consumo total hace que las diferencias económicas entre tratamientos se hagan mayores.

De todas estas apreciaciones económicas, es evidente que los precios de venta de la carne, aún en el mercado internacional, son extremadamente bajos. Este hecho, sumado a la baja eficiencia de conversión de alimentos, resultan en pobres perspectivas económicas para sistemas de alimentación basadas en la utilización de gallinaza y banano. Esta situación se mantendrá mientras continúe la disparidad entre el precio de venta de la carne y los costos de los insumos.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en que se realizó este trabajo y según los resultados obtenidos, se puede concluir:

1. La inclusión de gallinaza en la ración resulta en una disminución en la retención de proteína cruda, debido principalmente a un aumento en la excreción de nitrógeno urinario.
2. La inclusión de almidón en la ración mejora la retención de proteína cruda hasta cierto punto después del cual la retención comienza a disminuir. Dicho punto cambia según el nivel de sustitución de la proteína total por proteína de gallinaza.
3. La ganancia de peso disminuye al aumentar los niveles de gallinaza en la ración, lo cual está directamente asociado con una menor retención de proteína cruda.
4. Aumentos en la proporción de la energía en forma de almidón, en la ración, causan aumentos en la ganancia de peso hasta un punto crítico, a partir del cual las ganancias disminuyen, encontrándose esta tendencia muy similar a la observada para retención de proteína cruda.
5. La eficiencia de conversión de los alimentos siguen las mismas tendencias a las observadas para la ganancia de peso.
6. Ninguna combinación de las variables estudiadas resultó económicamente rentable para la producción de carne; sin embargo, tanto la inclusión de gallinaza como la inclusión de banano en la ración tienden a reducir las pérdidas económicas, a través

de una disminución en el costo de alimentación, la primera, y a través de una mejor eficiencia de conversión alimenticia la segunda.

7. Los precios vigentes de la carne y los costos de los insumos (aún en el caso de desperdicios) no permite recomendar un sistema intensivo de producción de carne en la actualidad.
8. Debido a que los datos de la literatura acerca del valor energético de la gallinaza no son uniformes, se recomienda continuar los estudios de evaluación nutricional de este desecho avícola.

7. RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el propósito de evaluar el valor nutritivo de la gallinaza como fuente de proteína para rumiantes, y cómo es afectado por la inclusión de banano (almidón) en la ración. Con este fin, se efectuaron dos experimentos.

El primer experimento consistió de dos períodos de balance metabólico cuyo propósito fue el de evaluar los efectos de la sustitución (%) de la proteína cruda total por proteína de gallinaza (X_1) y de la sustitución (%) de la energía metabolizable (EM) por EM de banano (X_2) sobre la retención de proteína. En un diseño completamente al azar, se utilizaron 10 toretes Romo Sinuano (8 meses y 150 kg de peso vivo). En el primer período los niveles estudiados fueron: 0; 39; 60; y 73 por ciento para X_1 , y 16 por ciento para X_2 . Durante el segundo período los niveles estudiados fueron: 0; 7; 16; 25; y 58 por ciento para X_2 y 38 por ciento para X_1 .

La inclusión de gallinaza en la ración resultó en una disminución lineal de la retención de proteína, principalmente a través de un aumento en la excreción de N en la orina. Esta relación se expresa en la siguiente forma: $Y_5 = 3,98 - 0,02X_1$ ($R^2 = 0,91$; $P \leq 0,05$), donde Y_5 = retención de proteína g/kg^{0,75}. Por el contrario, la inclusión de banano (almidón) en la ración resultó en un aumento de la retención de proteína hasta un nivel donde $X_2 = 37,5$ por ciento. Niveles superiores a este valor de X_2 causaron una disminución en la retención de proteína. Esta relación es descrita por la función: $Y_7 = 1,78 + 0,15X_2 - 0,002X_2^2$ ($R^2 = 0,78$ N.S.),

donde Y_7 = retención de proteína, $g/kg^{0,75}/día$, y X_2 = porcentaje de la EM total que es aportado por el banano.

En el segundo experimento, se usó un diseño completamente al azar, con un arreglo factorial incompleto. Se sometieron 78 novillitas Romo Sinuano (20 meses y 200 kg de peso vivo) a raciones que contenían diversos niveles de X_1 y X_2 . Todas las raciones estudiadas se calcularon isonitrogenadas (11,5% PC) e isocalóricas (2,5 Mcal EM/kg MS). El experimento tuvo una duración de 107 días. Los niveles X_1 y X_2 estudiados fueron: 0, 20, 40, 60 y 80 por ciento; y 0, 5, 15, 25 y 50 por ciento, respectivamente.

Los resultados obtenidos para las ganancias de peso (Y_1 en g/animal/día) se describen con la función: $Y_1 = 580 - 4,76X_1 + 4,47X_2 - 0,094X_2^2 + 0,051X_1X_2$ ($R^2 = 0,81$; $P \leq 0,01$). Esta relación indica que la inclusión de gallinaza en la ración causa una disminución lineal en las ganancias de peso, mientras que la inclusión de banano tiene un efecto cuadrático, que tiende a aumentar las ganancias de peso hasta un punto crítico para luego comenzar a disminuir. Este punto crítico de X_2 se desplaza desde 23,5 (cuando $X_1 = 0$) hasta 48,2 (cuando $X_1 = 90$). Similarmente, la eficiencia de conversión alimenticia, es afectada en la siguiente forma: $Y_2 = 0,087 - 0,00059X_1 + 0,0081X_2 - 0,000015X_2^2 + 0,0000066X_1X_2$ ($R^2 = 0,79$; $P \leq 0,01$). Y_2 está definida como la proporción ganancia (kg/día)/consumo (kg MS/día). El nivel de X_2 que produce la máxima respuesta varía desde 26,4 a 46 por ciento, para $X_1 = 0$ ó 90 por ciento, respectivamente.

Ninguna de las raciones estudiadas resultó económicamente rentable.

Sin embargo, se notó que la inclusión de gallinaza tiende a reducir las pérdidas, a través de una disminución en el costo de la ración. Similarmente, la inclusión de banano disminuye las pérdidas económicas a través de una mejor eficiencia alimenticia.

7a. SUMMARY

This study was designed with the purpose of evaluating the nutritive value of poultry litter as a source of protein for ruminants. Also, the effect of starch levels (given as green bananas) on nitrogen utilization, was studied. With this purpose in mind, two experiments were conducted simultaneously.

One of two experiments conducted consisted of two nitrogen balance studies designed to (a) evaluate the utilization of poultry litter nitrogen (X_1) as substituted in various proportions (%) of the total crude protein (CP) in the ration, and (b) to study the effects of substituting (%) metabolizable energy (ME) of the ration with ME of bananas (X_2). During the first trial, poultry litter CP accounted for 0, 39, 60 and 73 per cent of the total CP content, and the level of X_2 was maintained at 16 per cent. In the second trial, green bananas ME substituted 0, 7, 16, 25 and 58 per cent of the total ME content of the ration, with X_1 held constant at 38 per cent. For both trials, 10 Romo Sinuano bull calves (8 months and 150 kg body weight) were used in a completely randomized design.

It was found that CP retention decreases as the level of poultry litter CP in the ration increases. This relationship is expressed by the following equation: $Y_5 = 3,98 - 0.02X_1$ ($R^2 = 0.91$; $P \leq 0.05$), where $Y_5 = \text{g of CP retained/kg}^{0.75}$ and $X_1 = \text{percentage of the total CP substituted by poultry litter CP}$. On the other hand, the inclusion of green bananas increases nitrogen retention up to the point where green

bananas' ME substitutes 37.5 per cent of the total M.E. Higher amounts of bananas beyond this point resulted in a decrease in protein retention. This relationship is mathematically expressed by the equation: $Y_7 = 1.78 + 0.15X_2 - 0.002X_2^2$ ($R^2 = 0.78$ N.S.) where Y_7 = daily protein retained, g/kg^{0.75} and X_2 = percentage of the total ME as green bananas' M.E.

For the second experiment, an incomplete factorial arrangement in a completely randomized design was used. A total of 78 heifers of different breeds (20 months and 200 kg live weight) were fed rations containing different levels of poultry litter and green bananas. All rations were isonitrogenous and isocaloric (11.5% CP and 2.5 Mcal of ME/kg of dry matter). The experiment lasted for 107 days. Poultry litter protein contributed 0, 20, 40, 60 and 80 per cent of the total CP content of the ration (X_1) while green bananas' ME accounted for 0, 5, 15, 25 and 50 per cent of the total ME content (X_2).

The inclusion of poultry litter protein resulted in a decrease of the average daily gain. This relationship is expressed by the following equation: $Y_1 = 580 - 4.76X_1 + 4.47X_2 - 0.094X_2^2 + 0.051X_1X_2$ ($R^2 = 0.81$; $P \leq 0.01$), where Y_1 = weight gain, g/animal/day. This relationship indicates that the inclusion of poultry litter in the ration results in a linear decrease of the weight gains, while the energy from green bananas has a quadratic effect, increasing the weight gain up to a "critical point" of substitution, and decreasing weight gain with higher levels of substitution beyond this point. The level of green bananas in the ration that produces the maximum biological response, is dependent on the level of poultry litter, and it ranges from 23.5 per cent (when $X_1 = 0$) to 48.2 per cent (when $X_1 = 90$). Feed conversion is similarly affected as may be

observed in the equation: $Y_2 = 0.087 - 0.00059X_1 + 0.0081X_2 - 0.000015X_2^2 + 0.0000066X_1X_2$ ($R^2 = 0.79$; $P \leq 0.01$), where Y_2 is defined as the ratio weight gain (g/animal/day)/dry matter consumption (kg/animal/day). The level of X_2 that produces the maximum response fluctuates between 26.4 per cent (when $X_1 = 0$) and 46.0 per cent (when $X_1 = 90$).

None of the rations studied were economically profitable. Nevertheless, the inclusion of poultry litter and green bananas in the ration tend to decrease economic losses, through a reduction on the feed costs with the former, and an improvement of the feed conversion with the latter.

8. LITERATURA CITADA

1. ARIAS, C. et al. The influence of different amounts and sources of energy upon urea *in vitro* utilization by rumen microorganisms. *Journal of Animal Science* 10:683. 1951.
2. BATEMAN, J. V. Nutrición animal. Manual de métodos analíticos. Herrero, México, 1971. 469 p.
3. BHATTACHARYA, A. N. y FONTENOT, J. P. Utilization of different levels of poultry litter nitrogen by sheep. *Journal of Animal Science* 24:1174. 1965.
4. _____ y FONTENOT, J. P. Protein and energy value of peanut hull and wood shavings poultry litter. *Journal of Animal Science* 25:367. 1966.
5. _____ y FONTENOT, J. P. Utilization of poultry litter nitrogen by sheep. *Journal of Animal Science* 23:867. 1964. (compendio).
6. _____ y TAYLOR, J. C. Recycling animal waste as a feedstuff. A review. *Journal of Animal Science* 41:1438. 1975.
7. BLOOMFIELD, P. H., MUHRER, M. E. y EFANDER, W. H. Relation of energy source to urea utilization by rumen microorganisms. *Journal of Animal Science* 17:1189. 1958.
8. BRUGMAN, H. H. et al. Nutritive value of poultry litter. *Journal of Animal Science* 23:869. 1964. (compendio).
9. _____ et al. Drug residues in lamb carcasses fed poultry litter. *Journal of Animal Science* 27:1132. 1968. (compendio).
10. BULL, L. S. y REID, J. T. Nutritive value of chicken manure for cattle. *International Symposium on Livestock Wastes. Proceedings.* Columbus, Ohio, 1971. p. 293.
11. CHALUPA, W. Metabolic aspects of nonprotein nitrogen utilization in ruminant animals. *Federation Proceedings* 31:1152. 1972.
12. COSTA, G. Hypothetical pathway of nitrogen metabolism. *Nature* 188:549. 1960.
13. CREGER, C. R., GARDNER, F. W. y FARR, F. M. La cama de gallineros sirve para engordar ganado. *Agricultura de las Américas.* Junio, 1974.

14. CUEVAS, S. Gallinaza como fuente de proteína en engorde de ovinos. *Revista Mexicana de Producción* 2:27. 1969.
15. CULLISON, A. E., McCAMPBELL, H. C. y WARREN, E. P. Use of dried broiler feces in steer rations. *Journal of Animal Science* 36:218. 1973.
16. CUTHBERSTON, D. P. y GUTHRIE, W. G. W. The effect of variations on protein and salt intake on the nitrogen and chloride contents of sweat. *Biochemical Journal* 28:1444. 1934.
17. DRAKE, C. L., McCLURE, W. H. y FONTENOT, J. P. Effect of level and kind of poultry litter for fattening steers. *Journal of Animal Science* 24:879. 1965.
18. EL-SABBAN, P. F., et al. Value of poultry waste as a feed for ruminants. *Journal of Animal Science* 31:107. 1970.
19. ENO, C. F. Chicken manure: its production, value, preservation and disposition. University of Florida Agricultural Experimental Station. Circular S-140. 1962.
20. FLIPOT, P., McHIVEN, H. y SUMMERS, J. D. Poultry wastes as a feed-stuff for sheep. *Canadian Journal of Animal Science* 55:291. 1975.
21. FONTENOT, J. P. y WEBB, K. E. Feed intake and feedlot performance of cattle fed different levels of broiler litter. Virginia Agricultural Experimental Station. Research Report 135. 1971.
22. _____ y WEBB, K. E. Acceptability of rations containing different levels of poultry litter. Virginia Agricultural Experimental Station. Research Report 135. 1971.
23. _____, WEBB, K. E. y LIBKE, K. G. Performance and health of ewes fed poultry litter. *Journal of Animal Science* 33:283. 1971. (compendio).
24. _____ y WEBB, K. E. Processing and variation in chemical composition of broiler litter. Virginia Agricultural Experimental Station. Research Report 135. 1971.
25. GALMEZ, J., SANTISTEBAN, E. y TORELL, D. Utilización de la cama de pollos broiler en la alimentación de ovejas lactantes y gestantes. *Agricultura Técnica (Chile)* 31:208. 1971.
26. _____, SANTISTEBAN, E., HAARDT, E. y CREMPIEN, C. Utilización de la cama de pollos broiler en la alimentación de corderos de engorde. *Agricultura Técnica (Chile)* 31:24. 1971.

27. GRIEL, L. C., KRADEL, D. C. y WICKERSHAM, E. W. Abortion in cattle associated with the feeding of poultry litter. *The Cornell Veterinarian* 59:226. 1969.
28. GUEDAS, J. R. y ZORITA, E. Las excretas de ave en la alimentación de los rumiantes. II. Pruebas experimentales con ganado vacuno en crecimiento. *Anales de la Facultad Veterinaria de León* 12:311. 1966.
29. HARMON, B. W., FONTENOT, J. P. y WEBB, K. E. The effect of processing method of broiler litter on nitrogen utilization by lambs. Virginia Agricultural Experimental Station. Research Report 135. 1971.
30. _____, FONTENOT, J. P. y WEBB, K. E. Ensiled broiler litter and corn forage. II. Digestibility, nitrogen utilization and palatability by sheep. *Journal of Animal Science* 40:156. 1975.
31. HELMER, C. G. y BARTLEY, E. E. Progress in the utilization of urea as a protein replacer for ruminants. A review. *Journal of Dairy Science* 54:35. 1971.
32. HERRERA, E. E. Engorda de vacas de desecho con subproductos de la caña y diversos niveles de almidón de banano. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974. 46 p.
33. JOHNSON, R. R. Influence of carbohydrate solubility on nonprotein nitrogen utilization in the ruminant. *Journal of Animal Science* 43:184. 1976.
34. LENG, R. A. y PRESTON, T. R. Caña de azúcar para la producción bovina: limitantes actuales, perspectivas y prioridades de la investigación. *Producción Animal Tropical* 1:1. 1976.
35. LOWMAN, B. G. y KNIGHT, D. W. A note on the apparent digestibility of energy and protein in dried poultry excreta. *Animal Production* 12:525. 1970.
36. MAURICE, L. R. y CHILD, R. D. Chicken litter as a supplement in wintering beef cows and calves on pasture. *Arkansas Farm Research* 14:5. 1965.
37. McINNES, P., AUSTIN, P. J. y JENKINS, D. L. The value of a poultry litter and wheat mixture in the drought feeding of weaner sheep. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 8:401. 1968.
38. MINISTERIO DE ECONOMIA, INDUSTRIA Y COMERCIO. Censos nacionales de 1973. Agropecuarios 3, San José, Costa Rica. Dirección General de Estadística y Censos, 1974. 534 p.

39. MITCHELL, H. H. y HAMILTON, T. S. The dermal excretion under controlled environmental conditions of nitrogen and minerals in human subjects, with particular reference to calcium and iron. *Journal of Biological Chemistry* 178:345. 1949.
40. MILLS, R.C., BOOTH, A. N., BOHSTEDT, G. y HART, G. E. The utilization of urea by ruminants as influenced by the presence of starch in the ration. *Journal of Dairy Science* 25:925. 1942.
41. _____., LARDINOIS, C. C., RUPEL, J. W. y HART, E. E. Utilization of urea and growth of heifer calves with corn molasses or cane molasses as the only readily available carbohydrate in the ration. *Journal of Dairy Science* 27:571. 1944.
42. MUÑOZ, H. y MARTIN, I. Crecimiento antes y después del destete en ganado Santa Gertrudis, Brahman y Criollo y sus cruces recíprocos. A.L.P.A. Memoria 4:7. 1969.
43. NATIONAL RESEARCH COUNCIL, NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. Nutrient requirements of beef cattle. 4a. ed. Washington, D.C., 1970. 55 p.
44. NOLAND, P. R., FORD, B. F. y RAY, M. L. The use of ground chicken litter as a source of nitrogen for gestating-lactating ewes and fattening steers. *Journal of Animal Science* 14:860. 1955.
45. OLIPHANT, J. M. Feeding dried poultry excreta for intensive beef production. *Animal Production* 18:211. 1974.
46. OLTJEN, R. R., et al. Evaluation of urea, biuret, urea phosphate and uric acid as nonprotein nitrogen sources. *Journal of Nutrition* 94:202. 1968.
47. _____., SLYTER, L. L. y WILSON, R. L. Urea levels, protein and diethylstilbestrol for growing steers fed purified diets. *Journal of Nutrition* 102:479. 1972.
48. ORSKOV, E. R. Digestión post-ruminal de carbohidratos: grado e implicaciones. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 3:1. 1969.
49. PEREIRA, R., GALVAO, F. E., DE FIGUEIREDO, J. A. y FERREIRA, Z. Efficiency of poultry litter compared to cotton seed meal as a source of protein for milking cows. *Arquivos da Escola de Veterinária* 25:143. 1973.
50. PRESTON, T. R. y WILLIS, M. B. Intensive beef production. Oxford, Pergamon Press, 1974. 567 p.

51. PRICE, F. Dried poultry waste as feed. Poultry Digest. May:248. 1972.
52. RODRIGUEZ, J. y ZORITA, D. E. Investigaciones básicas para la utilización de las excretas de ave en la alimentación de rumiantes: toxicidad, balance de nitrógeno y descomposición del ácido úrico. Anales de la Escuela Veterinaria de León 10:135. 1964.
53. RHODES, D. N. Flavour of beef fed on dried poultry waste. Journal of the Science of Food and Agriculture 22:236. 1971.
54. RUIZ, M. E. Sistemas de alimentación intensiva en corrales de engorda a base de subproductos del trópico. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1974. 62 p.
55. _____. New animal feeding systems based on the intensive use of tropical by-products. Conferencia dictada en el International Symposium in Feed Composition of Diets. Logan, Utah, USA, Julio 11-16, 1976. (en prensa).
56. RUIZ, A. y RUIZ, M. E. Utilización de la gallinaza en la alimentación de bovinos. I. Disponibilidad, composición química y digestibilidad de la gallinaza en Costa Rica. Revista Turrialba (en preparación).
57. SINGH, V. B. y SAWHNEY, P. C. Influence of different carbohydrates on growth and nutrient digestibility of rations containing urea in growing calves. Indian Veterinary Journal 44:236. 1967.
58. SMITH, L. W. Dehydrated poultry excreta as a protein supplement for ruminants. World Animal Review 11:6. 1974.
59. SOUTHWELL, B. L., HALE, O. M., y McCORMICK, W. C. Poultry house litter as a protein supplement in steer fattening rations. Georgia Agricultural Experimental Station. Mimeo Series N.S. 55. 1958.
60. SOUZA, R. M., et al. Influencia de local e suplementação com "cama" de galinheiro, na recria de novilhos mestiços em confinamento. Rev. Soc. Bras. Zoot. 3:107. 1974.
61. SWANSON, M. H. Some reflections on dried poultry waste. Poultry Digest, March:118. 1974.
62. THOMAS, J. W. Acceptability and digestibility of poultry and dairy waste by sheep. Michigan Agricultural Experimental Station, Research Report 117:42. 1970.

63. THOMAS, J. W., YOYO, P., TINNINITT, P. y ZINDEL, H. C. Dehydrated poultry waste as a feed for milking cows and growing sheep. *Journal of Dairy Science* 55:1261. 1972.
64. WEBB, K. E., et al. Different levels of broiler litter in ewe rations. *Journal of Animal Science* 36:218. 1973.
65. ZORITA, E., GUEDAS, J. R., SANTOS, S. y OVEJERO, F. J. Las excretas de aves en la alimentación de rumiantes. III. Pruebas experimentales con ovejas de ordeño. *Anales de la Facultad Veterinaria de León* 12:339. 1966.
66. _____, RODRIGUEZ, J. y BALBOA, J. Las excretas de aves en la alimentación para rumiantes. I. Pruebas experimentales con ovejas gestantes y lactantes. *Anales de la Facultad Veterinaria de León* 11:335. 1965.

9. A P E N D I C E

Cuadro 1A. Consumo de materia seca, kg/100 kg PV/día.

Nivel de reemplazo	Sustitución de PC total por PC de gallinaza, %					Promedios	
	0	20	40	60	80		
Sustitución de EM total por EM de banano, %	0	2,82		2,83		2,74	2,80
	5		2,66		2,80		2,73
	15	2,73		2,82		2,85	2,80
	25		2,82		2,82		2,82
	50	2,65		2,58		2,88	2,70
Promedios	2,73	2,74	2,74	2,81	2,82		2,77

Cuadro 2A. Comparación entre los niveles observados y esperados de X_1 y X_2 en la prueba de producción de carne (Exp. 1).

Tratamiento	% de la PC total proporcionada por gallinaza			% de la EM total proporcionada por banano		
	Esperado	Observado	Dif. %	Esperado	Observado	Dif. %
I	0	0	0,00	0	0	0,00
II	40	40,12	0,03	0	0	0,00
III	80	80,34	0,43	0	0	0,00
IV	20	19,67	1,65	5	4,96	0,80
V	60	60,16	0,27	5	5,00	0,00
VI	0	0	0,00	15	14,85	1,00
VII	40	40,27	0,67	15	14,51	3,27
VIII	80	79,42	0,73	15	14,54	3,07
IX	20	20,35	1,75	25	24,36	2,56
X	60	60,06	0,10	25	24,87	0,52
XI	0	0	0,00	50	51,77	3,54
XII	40	39,57	1,07	50	51,42	2,84
XIII	80	80,65	0,81	50	48,84	2,32

Cuadro 3A. ANDEVA para ganancia diaria de peso.

Fuente de variación	G.L.	C.M.
Tratamientos	12	80.989,52**
<u>Banano</u>		
Lineal	1	68.046,07*
Cuadrático	1	38.165,43
Residuo	2	22.431,29
<u>Gallinaza</u>		
Lineal	1	615.694,00**
Cuadrático	1	9.161,75
Residuo	2	25.448,70
<u>Interacción</u>		
Lineal	1	76.942,97*
Cuadrático	1	50.111,85
Residuo	2	8.996,04
Error	62	16.239,45
Total	74	

* = $P \leq 0,05$ ** = $P \leq 0,01$

Cuadro 4A. Comparación entre los niveles observados y esperados de X_1 y X_2 en las pruebas de balance nitrogenado y de digestibilidad (Exp. 2)^{a/}.

Tratamiento	Nivel de reemplazo de la PC total con PC de gallinaza (X_1)			Tratamiento	Nivel de reemplazo de la EM total con EM de banano (X_2)		
	Esperado	Observado	Dif. %		Esperado	Observado	Dif. %
I	0	0,00	0,00	VI	0	0,00	0,00
II ^{b/}				VII	5	6,73	26,92
III	40	38,97	2,58	VIII	15	16,18	7,87
IV	60	60,29	0,48	IX	25	24,99	0,04
V	80	73,00	8,75	X	50	58,48	17,68

^{a/} El nivel de X_2 para los tratamientos del I al V permaneció constante a 16,15 por ciento. Para los tratamientos del VI al X el nivel de X_1 permaneció constante a 38,25 por ciento.

^{b/} Los datos de este tratamiento fueron eliminados por enfermedad de los animales.

Cuadro 5A. ANDEVA para la retención de proteína (% del consumo) según los niveles de gallinaza.

Fuente de variación	G. L.	C. M.
Tratamientos	3	59,669 (N.S.)
Error	8	26,441
Total	11	

Cuadro 6A. ANDEVA para la retención de proteína (% de absor-bida) según los niveles de gallinaza.

Fuente de variación	G. L.	C. M.
Tratamientos	3	349,365*
Error	8	40,653
Total	11	

* $P \leq 0,05$

Cuadro 7A. ANDEVA para digestibilidad de la proteína según los niveles de gallinaza.

Fuente de variación	G. L.	C. M.
Tratamientos	3	15,522 (N.S.)
Error	8	36,739
Total	11	

Cuadro 8A. ANDEVA para la digestibilidad de la materia seca según los niveles de gallinaza.

Fuente de variación	G. L.	C. M.
Tratamientos	3	24,945 (N.S.)
Error	8	17,171
Total	11	

Cuadro 9A. ANDEVA para la retención de proteína (% del consumo), según los niveles de banano.

Fuente de variación	G. L.	C. M.
Tratamientos	4	60,029 (N.S.)
Error	9	119,431
Total	13	

Cuadro 10A. ANDEVA para la retención de proteína (% de la absorbida), según los niveles de banano.

Fuente de variación	G. L.	C. M.
Tratamientos	4	520,818*
Error	9	81,108
Total	13	

* P 0,05

Cuadro 11A. ANDEVA para la digestibilidad de la proteína,
según los niveles de banano.

Fuente de variación	G. L.	C. M.
Tratamientos	4	129,449 (N.S.)
Error	9	101,114
Total	13	

Cuadro 12A. ANDEVA para la digestibilidad de la materia
seca, según los niveles de banano.

Fuente de variación	G. L.	C. M.
Tratamientos	4	41,965 (N.S.)
Error	9	48,118
Total	13	

Cuadro 13A. Composición de las raciones usadas en la prueba de producción de carne (Exp. 2).

Ración	T r a t a m i e n t o s													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XVIII
Melaza ^{a/}	2,42	2,15	1,92	2,05	1,85	1,82	1,68	1,48	1,38	1,18	0,75	0,48	0,35	
Banano	--	--	--	0,62	0,62	1,88	1,88	1,88	3,12	3,12	6,25	6,25	6,25	
Harina de carne	0,75	0,38	0,05	0,58	0,21	0,75	0,38	0,05	0,58	0,20	0,68	0,35	--	
Gallinaza	--	0,78	1,55	0,40	1,18	--	0,80	1,58	0,42	1,20	--	0,78	1,58	
Bagazo	1,00	0,75	0,50	0,88	0,62	1,00	0,62	0,25	0,75	0,50	0,88	0,50	0,25	
Reemplazo de la proteína ^{b/}	0,0	40,3	79,9	19,7	60,2	0,0	40,3	79,4	20,4	60,8	0,0	39,7	80,8	
Reemplazo de la E.M. ^{b/}	0,0	0,0	0,0	5,0	5,0	15,0	14,9	15,0	25,1	25,2	49,9	49,8	49,9	
Proteína ^{b/}	12,4	11,7	11,4	12,2	11,5	12,4	11,9	12,0	12,6	11,8	11,8	11,9	11,4	
E. M. ^{c/}	2,56	2,44	2,28	2,33	2,33	2,50	2,43	2,35	2,45	2,31	2,48	2,45	2,27	
M. S. ^{b/}	72,0	73,4	76,1	66,3	67,9	55,0	56,0	57,0	47,9	49,0	35,4	35,5	36,6	

a/ Datos expresados en base fresca, kg/100 kg de peso vivo/día.

b/ Datos expresados en base seca, %.

c/ Datos expresados en Mcal/kg de materia seca (M.S.).

Cuadro 14A. Precio de los ingredientes.

Ingredientes	Precio, C.R. \$/kg en base fresca
Fanano verde	0,10
Melaza de caña	0,33
Harina de carne y hueso	1,45
Gallinaza	0,33
Bagazo de caña	0,005