

01673

Nº 3

2 E j.



U. N. A. M.

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Valor Nutritivo de la Semilla de Jaramila Hibiscus Sabdariffa para la Alimentación Animal

TESIS PRESENTADA ANTE LA DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

PARA LA OBTENCION DEL GRADO DE: MAESTRA EN PRODUCCION ANIMAL POR

M.V.Z. Nemesio Hernández Cortés

Asesorante

M. en C. MVZ. Francisco Quintroón Espinosa

M. en C. MVZ. Humberto Troncoso Alzamirano

M. Sc. MVZ. Luis Alberto Herrera Ancona



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

México, D. F.

1994



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

VALOR NUTRITIVO DE LA SEMILLA DE JAMAICA (Hibiscus  
sabdariffa) PARA LA ALIMENTACION ANIMAL.

Tesis presentada ante la  
División de Estudios de Posgrado de la  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
de la  
Universidad Nacional Autónoma de México

para la obtención del grado de:  
MAESTRA EN PRODUCCION ANIMAL

por  
Xanath Hernández Ordoñez.

Asesores: M. en C. MVZ. Francisco Castrejón Pineda.  
M. en C. MVZ. Humberto Troncoso Altamirano.  
M. Sc. MVZ. Luis Alberto Heredia Ancona.

México, D. F., 1994.

## AGRADECIMIENTOS

La autora desea expresar su sincero agradecimiento a todas aquellas personas que hicieron posible la realización de este trabajo, en especial a:

Al M. en C. MVZ. Francisco Castrejón Pineda de la FMVZ-UNAM.

Al MSc. MVZ Luis Alberto Heredia Ancona de la FMVZ-UNAM y Avicola Roxana.

A la Q. Oralia Ladron de Guevara y colaboradoras de la Unidad de Aminoácidos de la HPLC del Departamento de Biología Molecular del Instituto de Investigaciones Biomédicas.

Al MSc. Q. Rene Miranda de Química Orgánica de FESC-UNAM.

A la Q. Antonieta Aguirre y colaboradores del laboratorio de Bromatología de la FMVZ-UNAM.

Al MSc. Ing José Luis Pablos de la FMVZ-UNAM y de la Comisión Nacional del Agua.

## CONTENIDO

	<u>PAGINA</u>
RESUMEN . . . . .	1
INTRODUCCION . . . . .	4
JUSTIFICACION . . . . .	9
OBJETIVO E HIPOTESIS . . . . .	10
MATERIAL Y METODOS . . . . .	11
RESULTADOS . . . . .	18
DISCUSION . . . . .	22
CONCLUSIONES . . . . .	29
APENDICE 1 . . . . .	30
APENDICE 2 . . . . .	52
LITERATURA CITADA. . . . .	57

INDICE DEL APENDICE 1

CUADROS DE RESULTADOS	PAGINA
1 COMPOSICION DE LA SEMILLA DE JAMAICA . . . . .	30
2 COMPOSICION DE LA FIBRA DE LA SEMILLA DE JAMAICA . . . . .	31
3 COMPOSICION MINERAL DE LA SEMILLA DE JAMAICA	32
4 COMPOSICION DE ACIDOS GRASOS DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE JAMAICA . . . . .	33
5 AMINOACIDOS TOTALES DE LA PROTEINA DE LA SEMILLA DE JAMAICA . . . . .	34
6 PRESENCIA DE FACTORES ANTINUTRICIONALES . . .	35
7 DIETAS UTILIZADAS EN LA PRUEBA CON BORREGOS	36
8 COMPOSICION QUIMICA DE LA DIETAS UTILIZADAS EN LA PRUEBA CON BORREGOS . . . . .	37
9 COMPOSICION QUIMICA DE LAS MATEIAS PRIMAS USADAS EN LA ELABORACION DE LAS DIETAS DE LOS BORREGOS . . . . .	38
10 CONSUMO DIARIO DE ALIMENTO EXPERIMENTO CON BORREGOS . . . . .	39
GRAFICA DEL CONSUMO DE ALIMENTO . . . . .	40
11 GANANCIA DE PESO EXPERIMENTO CON BORREGOS .	41
GRAFICA DE LA GANANCIA DE PESO . . . . .	42
12 CONVERSION ALIMENTICIA EXPERIMENTO CON BORREGOS . . . . .	43
GRAFICA DE LA CONVERSION ALIMENTICIA . . .	44
13 ANALISIS ECONOMICO EXPERIMENTO BORREGOS .	45

CUADRO	<u>PAGINA</u>
14 DIETAS USADAS EN EL EXPERIMENTO CON POLLOS INICIADOR . . . . .	46
15 DIETAS USADAS EN EL EXPERIMENTO CON POLLOS FINALIZADOR . . . . .	47
16 COMPOSICION QUIMICA DE LAS MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS PARA LA ELABORACION DEL ALIMENTO EXPERIMENTO POLLOS . . . . .	48
17 CONSUMO TOTAL DE ALIMENTO PROMEDIO EXPERIMENTO CON POLLOS . . . . .	49
18 GANANCIA DE PESO PROMEDIO EXPERIMENTO CON POLLOS . . . . .	50
19 CONVERSION ALIMENTICIA EXPERIMENTO CON POLLOS . . . . .	50
20 ANALISIS DE COSTOS POR CONCEPTO DE ALIMEN- TACION PRUEBA CON POLLOS . . . . .	51

INDICE DEL APENDICE 2

CUADRO	<u>PAGINA</u>
1 COMPOSICION DE LA SEMILLA DE JAMAICA . . . . .	52
2 COMPOSICION MINERAL DE LA SEMILLA DE JAMAICA	53
3 COMPOSICION DE AMINOACIDOS EN LAS SEMILLAS DE JAMAICA MADURAS . . . . .	54
4 COMPOSICION DE LA PROTEINA AISLADA DE SEMILLA DE JAMAICA . . . . .	55
5 PRODUCCION DE CALIZ DE JAMAICA EN LA REPUBLICA MEXICANA . . . . .	56

## RESUMEN

HERNANDEZ ORDONEZ, XANATH. Valor nutritivo de la semilla de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) para la alimentación animal (bajo la dirección de Francisco Castrejón Pineda, Humberto Troncoso Altamirano y Luis Alberto Heredia Ancona).

La presente investigación constó de dos fases. La primera de ellas se realizó en las instalaciones del laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, durante el primer semestre de 1991, con el objeto de evaluar la composición química de la semilla de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*). Los análisis de laboratorio tuvieron como objetivo obtener valores descriptivos de la calidad nutritiva, entre los que destacan el contenido de energía bruta (5373 Kcal/Kg), de proteína bruta (22.03%) de la cual el 83% es verdadera, altos niveles de extracto etéreo (19.63%) y de fibra bruta (29.42%).

La segunda fase realizada en Tezoyuca Morelos durante el segundo semestre de 1991 y primero de 1992, tuvo como objetivo evaluar biológicamente la semilla de Jamaica en ovinos en crecimiento y en pollos.

En la prueba con ovinos en crecimiento, se usaron 56 animales de la raza pelibuey con un peso promedio inicial de 14.5 Kg, el período experimental duró 60 días, siendo el propósito de este ensayo evaluar cuatro dietas con



diferentes contenidos de semilla de Jamaica, aportando porcentajes de las necesidades de proteína (80, 40, 20 y 0%) se utilizó un diseño completamente al azar empleando un análisis de covarianza, usando el peso inicial como covariable. Las ganancias diarias de peso por animal fueron: 0.133, 0.147, 0.118 y 0.103 Kg/animal/día respectivamente siendo estas diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.01$ ). En cuanto al consumo de alimento promedio diario se obtuvieron los siguientes resultados 0.517, 0.703, 0.836, 0.836 Kg/animal respectivamente, siendo los tratamientos 1 (0%) y 2 (20%) estadísticamente diferentes ( $p < 0.01$ ).

La conversión alimenticia fue de 5.02, 5.72, 6.0, 6.44 para las cuatro dietas empleadas y estas diferencias son estadísticamente significativas ( $p < 0.01$ ).

En cuanto al experimento con pollos se usaron 120 pollitos Vantres criados en jaulas en batería hasta la semana 4 y en corraletas en piso, con cama de paja de la semana 4 a la 7, con la finalidad de evaluar cuatro dietas con diferentes contenidos de semilla de Jamaica (20, 10, 5 y 0% de inclusión del total de la ración) en un diseño completamente al azar usando un análisis de varianza para detectar diferencias entre los tratamientos. En esta experiencia no se detectaron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ), para las variables ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

Con lo que se concluye que la semilla de Jamaica tiene un buen potencial en la alimentación animal. Sin embargo, es necesario hacer más estudios al respecto antes de generalizar el uso de la misma en las zonas en que este recurso esta disponible.

VALOR NUTRITIVO DE LA SEMILLA DE JAMAICA (Hibiscus  
sabdariffa) PARA LA ALIMENTACION ANIMAL

INTRODUCCION:

Los ingredientes no tradicionales representan una fuente potencial de nutrientes para los animales domésticos. En vista de la dependencia externa para la elaboración de alimentos balanceados, la investigación en esta área se justifica ampliamente y debe ser prioritaria abarcando los aspectos de disponibilidad, costos, calidad nutricional, sanidad y toxicidad de dichos recursos.

La Jamaica (Hibiscus sabdariffa) es un arbusto anual de la familia de las malváceas, originaria de la India, presenta un desarrollo rápido que alcanza una altura de 2.5 a 3 m. Sus tallos rojizos, con hojas digito partidas en tres lóbulos crenado-dentado, flores solitarias sésiles, con el cáliz y las brácteas gruesas y rojas de sabor ácido; corola amarilla y fruto capsular, es cultivada en climas cálidos de la costa de Guerrero, Colima y Nayarit (25).

El principal objetivo del cultivo de Jamaica es la obtención de su cáliz, ya que se usa para la fabricación de refrescos embotellados, jaleas y esencias para gelatinas y golosinas (13). Por otra parte, la semilla de Jamaica queda en el campo sin ser aprovechada adecuadamente. Al respecto, estudios realizados en la India señalan una producción de semilla de 0.4 a 0.6 ton/Ha (7, 37), por lo

que en el país se desaprovecha una alternativa que puede ser una fuente de nutrientes.

La revisión de la literatura revela que la semilla de Jamaica ha sido estudiada como fuente potencial de aceite para uso industrial (33, 34), concentrándose la mayor parte de las investigaciones en la determinación de los ácidos grasos que contiene la semilla de Jamaica, lo que ha producido una serie de resultados un tanto controversiales en cuanto a la composición de los mismos; así como, las proporciones en que se encuentran, esto es más notorio para los ácidos linolénico (14.4 a 30.1%), palmítico (17.4 a 35.2%) y mirístico (0.2 a 2.0%). Además se indica la presencia de otros ácidos grasos no útiles para la nutrición animal, de cierta toxicidad, principalmente el epoxyoléico (trazas a 5.3%) y citroprenadol (trazas a 2.9%) ( 2, 3, 4, 19, 20, 26, 33, 34, 36). Sólo dos estudios indican otros componentes de la semilla. El primero de ellos realizado por Al-Wandawi et al. en 1984 (4), en el que estudiaron la composición química y mineral de la semilla de Jamaica, estos investigadores consideran que la semilla de Jamaica podría constituir una nueva fuente de proteína, la cual en su investigación representó un 25% de la materia seca; en la composición mineral, destacan por su riqueza el potasio (1600 ppm), el sodio (740 ppm), magnesio (580 ppm) y calcio (300 ppm). Los demás componentes se muestran en los cuadros 1, 2, y 3 del apéndice 2.

Kalyane en 1986 (18), analiza la calidad de la proteína juzgada por la cantidad relativa de aminoácidos esenciales, y la proporción entre estos y los aminoácidos no esenciales, concluyendo que es una proteína de calidad satisfactoria. Los criterios para juzgar la calidad de la proteína fueron: el valor de A/E el cual es igual a la relación de 10 veces el porcentaje de un solo aminoácido esencial entre el total de aminoácidos esenciales del alimento, y después fueron comparados con los valores de A/E de la proteína del huevo y de la leche de vaca, sus resultados son mostrados en el cuadro 4 del apéndice 2.

Farjou y Wandawi (14), en 1983 investigaron sobre el efecto de la incorporación de la semilla de Jamaica como base de la dieta de ratones y ratas, los cuales se alimentaron por períodos de seis y doce semanas con comprimidos que contenían semilla de Jamaica en niveles del 20%. Las ratas mostraron un crecimiento normal, con una ganancia de peso que no fue diferente a la de los controles y no presentaron cambios en su conducta, motricidad o susceptibilidad a patógenos. Al término de la prueba se sacrificaron y se les realizó la necropsia, encontrando al análisis histopatológico, como única anomalía, cierta infiltración linfocitaria perivascular en el hígado de tres ratones a las seis semanas, pero no a las doce semanas la cual los autores asociaron con el alto contenido de grasa de la semilla, también fue observada una reducción en los triglicéridos séricos, aunque el colesterol sérico total

permanecio sin alterar. Esto fue asociado con una reducción significativa en las lipoproteínas pre-beta séricas con lo que concluyen que la semilla de Jamaica es nutritiva, segura y posiblemente tenga un efecto anti-atheroma cuando es incluida a la dieta.

Samy (35), en 1980, realizó pruebas de digestibilidad de la semilla de Jamaica con y sin la extracción de aceites, en gallos de pelea, encontrando los siguientes valores para la semilla sin extracción: proteína cruda digestible (15.36 %); extracto etéreo digestible (14.40 %); elementos libres de nitrógeno digestibles (22.52 %); fibra cruda digestible (5.53 %); total de nutrientes digestibles (75.81%); valor de almidón (84.06 %); energía metabolizable calculada (3184 Kcal/Kg), los correspondientes valores para la semilla extractada fueron: 27.50%; 0.68%; 32.51%; 7.29%; 68.83%; 64.23 % y 2891 Kcal/Kg respectivamente.

Sarojini et al en 1985 (36), adicionaron aceite de semilla de Jamaica refinado para alimentar ratas en niveles de 10% durante cuatro, ocho y doce semanas, el grupo control recibió aceite de cacahuete al 10%, sus resultados mostraron un menor consumo de alimento y una menor ganancia de peso para el grupo alimentado con aceite de Jamaica refinado que para el control, y no se encontró diferencia en la digestibilidad, ni en la composición de lípidos en suero o en hígado, como tampoco se encontró alguna anomalía anatómica del hígado.

## JUSTIFICACION

En la literatura revisada, no existen informes que señalen el valor nutritivo de la semilla de Jamaica como alimento para ruminantes y son escasos en aves. Sin embargo, existen experiencias en las regiones de mayor producción de Jamaica, principalmente por parte de los productores de ovinos, bovinos y caprinos del estado de Guerrero quienes indican que la semilla es consumida por los animales, pero no existen evaluaciones de su valor nutritivo.

La superficie cultivada de Jamaica en el país está circunscrita casi en su totalidad al estado de Guerrero, contribuyendo con una menor proporción los estados de Colima y Nayarit (Cuadro 5, apéndice 2).

La producción anual de cáliz de Jamaica es de 1518 toneladas en 7963 Ha cosechadas (11) con una producción de semilla estimada de 3981.5 toneladas (7.37), de las cuales corresponden 3973 toneladas al estado de Guerrero, donde podría ser una buena alternativa de alimentación en la época de estiaje (noviembre a mayo); ya que la cosecha de Jamaica se realiza antes de comenzar esta.

Por otro parte, se ha comprobado que la composición química, tanto de semillas como de forrajes varía de región en región, aún dentro de un mismo país (32), razón por la

cual se realizó la siguiente investigación con el objetivo general de estudiar el valor nutritivo de la semilla de jamaica y su aprovechamiento por los ovinos y aves. Así, se plantearon los objetivos y la hipótesis.



**OBJETIVOS :**

1. Realizar la caracterización química-bromatológica de la semilla de Jamaica.
2. Evaluar el efecto de la inclusión de semilla de Jamaica, en diferentes niveles, en la dieta de borregos en crecimiento.
3. Evaluar el efecto de la inclusión de la semilla de Jamaica, en diferentes niveles, en dietas para pollo de engorda durante el ciclo completo

**HIPOTESIS:**

La inclusión de semilla de Jamaica en la dieta de los borregos en crecimiento y en la dieta para pollos no tiene efecto adverso en el desarrollo de los mismos.

**MATERIAL Y METODOS.**

El trabajo se realizó en dos fases: La primera de ellas consistió en la caracterización química-bromatológica de la semilla de Jamaica (que fue recolectada en diferentes localidades del estado de Guerrero), en la cual se determinó tanto la composición químico-proximal como la presencia de alguno de los tóxicos más comunes en este tipo de ingrediente. La segunda, consistió en pruebas de comportamiento con borregos en crecimiento y pollos de engorda.

**FASE 1****Análisis de laboratorio.**

La semilla se recolectó en bultos de aproximadamente 50 Kg, se transportó a las instalaciones de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, donde se realizó un muestreo de la semilla siguiendo las indicaciones de Sosa, reseñada por Aguirre (1), la muestra fue trasladada al laboratorio de bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia donde se molió en un molino de Wiley utilizando una criba de 0.5 mm. Una vez obtenida la muestra, la semilla fue transportada a una explotación comercial de ovinos de la raza pelibuey localizada en Tezoyuca, estado de Morelos donde se realizaron las pruebas de alimentación.

Para la caracterización bromatológica se efectuaron las siguientes determinaciones:

Análisis químico proximal (Association of Official Analytical Chemists (A. O. A. C. 1984, 5).

Determinación de ácidos grasos en la fracción grasa mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (Perkins 1985, 30).

Pruebas de proteína verdadera y digestibilidad de la proteína (A. O. A. C. 1984, 5).

Determinación de aminoácidos por el método de cromatografía en columna, para la determinación de la metionina y cisteína, el extracto proteico primero se hizo reaccionar con Iodoacético para evitar las pérdidas durante la hidrólisis, mientras que para la determinación del triptófano, el extracto proteico fue hidrolizado con metano Sulfónico durante 22 h a 110°C (A. O. A. C. 1984, 5).

Determinación de las paredes celulares y fracciones de la fibra por el método de Van Soest (A. O. A. C. 1984, 5).

Pruebas de digestibilidad in vitro (Tilley & Terry) (A. O. A. C. 1984, 5).

Determinación de energía bruta mediante una bomba calorimétrica (A. O. A. C. 1984, 5).

Determinación de minerales:

Fósforo determinado por colorimetría, método del molibdo vanadato de amonio (A. O. A. C. 1984, 5).

Sodio y potasio determinados por flamometría (A. O. A. C. 1984, 5).

Flúor determinado por el método de electrodo específico de ion selectivo (A. O. A. C. 1984, 5).

Calcio, magnesio, manganeso, zinc, hierro, cobre, cobalto, selenio, arsénico, cadmio, plomo y molibdeno se determinaron por el método de espectrofotometría de absorción atómica (Perkin-Elmer 2380 en el Manual de Técnicas Perkin Elmer 1975, 29).

El cloro se determinó mediante titulación con nitrato de plata (A. O. A. C. 1984, 5).

Determinación de factores antinutricionales:

Nitratos y nitritos mediante fotocolorimetría (A. O. A. C. 1984, 5).

Oxalatos mediante titulación (A. O. A. C. 1984, 5).

Saponinas y glicósidos por medio de espectrofotometría. (A. O. A. C. 1984, 5).

Gospol mediante espectrofotometría. (DRAFT International Standard 1985, 12).

FASE 2.

Pruebas biológicas.

En la segunda fase, la prueba de alimentación con ovinos tuvo una duración de dos meses (24 de octubre al 24 de diciembre de 1991), antecedidos por un período de 21 días de adaptación de los animales al alimento y a los corrales de experimentación (del 2 al 23 de octubre de 1991)(9). Se usaron 56 ovinos machos y hembras (25 y 31 respectivamente) de la raza pelibuey en crecimiento (recién destetados), con un peso promedio de 14.49 Kg ( $S \pm 1.110$ ) a los cuales se

les administró la semilla de jamaica (molida en un molino de martillos) en diferentes niveles de inclusión aportando diferentes porcentajes de las necesidades de proteína: 80% para el tratamiento 1; 40% para el tratamiento 2; 20% para el tratamiento 3 y 0% para el tratamiento 4 o testigo; en un diseño completamente al azar con 2 repeticiones con 7 animales cada una. El consumo de alimento y agua fue ad libitum. Las variables a medir en este estudio fueron: consumo de alimento, el cual se midió diariamente por corral; ganancia de peso, para evaluarlo se efectuaron 3 pesajes el primero de ellos realizado el 24 octubre, el segundo el 24 de noviembre y el tercero el 24 de diciembre. Con esto se calculó la conversión alimenticia (Kg de alimento necesarios para ganar 1 Kg de peso corporal y se calculó dividiendo el consumo de alimento entre la ganancia de peso).

La elaboración de la dietas se basó en sorgo, pollinaza, bagazo de caña y aceite de tal forma que la composición nutritiva de las diferentes dietas, aparecen en los cuadros 7, 8 y 9 del apéndice 1.

Asimismo se calculó el costo por kilogramo de alimento de cada una de las diferentes dietas y el costo por concepto de alimentación durante la duración de la prueba, se estimo un costo de la semilla de jamaica de \$ 80.00 (N\$0.08) por Kg, lo que representa una estimación del costo de recolección y transporte, primero a la ciudad de

México, y después a Tezoyuca Morelos, ya que actualmente la semilla carece de valor comercial.

Con respecto a la prueba de alimentación con semilla de Jamaica en pollos de engorda, la semilla como único proceso, fue molida en un molino de martillos, se usaron 120 pollos de la línea comercial de engorda Vantress, desde 3 hasta 49 días de edad en un diseño completamente al azar con 4 tratamientos: con 20, 10, 5, y 0 % de inclusión de la semilla de Jamaica para los tratamientos 1, 2, 3 y 4 respectivamente, cada uno de los tratamientos tuvo 3 repeticiones con 10 animales cada una.

Durante los primeros 28 días se mantuvieron en jaulas en batería dividida en 12 compartimentos y con una fuente de calor eléctrica de modo tal que se mantuvo una temperatura constante, la cual durante la primer semana fue de 33° C reduciéndose ésta gradualmente, a razón de 2° C semanales y en la cuarta semana se retiró la fuente de calor; la humedad relativa osciló entre 60 y 70 % durante todo el periodo, las tres últimas semanas los pollos fueron bajados al piso en corraletas con cama de rastrojo. El agua y el alimento fueron proporcionados ad libitum. Sus dietas se basaron en: sorgo, soya, aceite vegetal y gluten de maíz de forma tal que resultaron isoenergéticas e isoproteicas con 3200 Kcal/Kg y 23 % P.C. para el alimento iniciador (el cual se proporcionó durante las 4 primeras semanas) y 3200 Kcal/Kg y 18 % P.C. para el alimento finalizador (utilizado durante las 3 últimas semanas,

cuadros 14, 15 y 16 del apéndice 1). Además de los ingredientes mostrados en los cuadros, todas las dietas contenían 0.25 % de sal; 0.05 % de premezcla mineral comercial; 0.025 % de premezcla vitamínica comercial; 0.035 % de florafil; 0.06 % ETQ 20 %; 0.05 % de nicarbacina (125 p.p.m.) y como vehículo para esta premezcla 0.5 % de sorgo.

Las variables a medir fueron consumo de alimento, el cual fue medido diariamente; ganancia de peso que se midió en tres ocasiones; el día que fueron recibidos (12 de febrero de 1992), a las cuatro semanas (11 de marzo de 1992) y a las siete semanas (1 de abril de 1992); con los parámetros anteriores se calculó la conversión alimenticia, dividiendo el consumo promedio entre la ganancia de peso promedio.

#### ANALISIS ESTADISTICOS.

Los datos obtenidos en las pruebas con pollos (ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia) fueron examinados mediante un análisis de varianza (24). Los datos obtenidos en la prueba con borregos, fueron analizados mediante un análisis de covarianza, para evitar los errores ocasionados por las diferencias en peso inicial que presentaban los animales (24).

Las diferencias significativas de los tratamientos se compararon mediante la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey citada por Martínez (24)

Los resultados fueron procesados por el paquete estadístico: Statistical Analysis System (SAS) (24).



## RESULTADOS

De acuerdo al análisis bromatológico de la semilla de jamaica se puede observar que dicho ingrediente contiene el 22.03% de proteína bruta de la cual el 83.07% corresponde a proteína verdadera, aunado a un aporte de energía bruta elevado (5373 Kcal/Kg), le confiere a la semilla de jamaica un gran uso potencial como alternativa en la alimentación para los animales (Cuadro 1 apéndice 1). Sin embargo su alto contenido de fibra (29.42%) limita su uso en animales de estómago simple, sobre todo porque la fibra de la semilla de jamaica contiene cantidades apreciables de lignina (11.02%) y cutina (9.61%), materiales indigeribles aún para los microorganismos ruminales (Cuadro 2 apéndice 1).

En cuanto a los resultados obtenidos en la prueba de digestibilidad in vitro, estos muestran que la semilla de jamaica presenta una digestibilidad de la materia seca aceptable (78.9%).

Los análisis de los minerales revelaron que el calcio, potasio, fósforo sodio y magnesio fueron los elementos presentes en mayor cantidad (Cuadro 3 apéndice 1). Asimismo se puede apreciar que la proporción calcio fósforo que presenta la semilla de jamaica es de casi 2:1 la cual es adecuada para la alimentación animal.

Con respecto a los análisis de la composición del aceite de la semilla de jamaica se observó que los ácidos

grasos presentes en mayor cantidad son el linoleico (44%), oleico (25.17%), palmítico (17.8%) y esteárico (5.23%).

Los análisis de los aminoácidos presentes en la proteína de la semilla de jamaica, mostraron que los aminoácidos presentes en mayor proporción fueron el ácido glutámico, la arginina y el ácido aspártico, mientras que el triptófano no fue detectado (Cuadro 5 apéndice 1).

Tocante a los factores antinutricionales, solo fueron detectados oxalatos (0.58%), taninos (0.193%) y Gosipol (trazas)(Cuadro 6 apéndice 1).

En las pruebas de comportamiento los resultados obtenidos con los ovinos fueron los siguientes:

La respuesta de los distintos tratamientos en relación a la ganancia diaria de peso, mostró diferencias altamente significativas ( $p < .01$ ), observándose una mayor ganancia en el tratamiento 3 (20%) con 1.026 Kg por corral por día (0.147 Kg promedio por animal por día) seguido por el tratamiento 4 (0%) con 0.935 Kg por corral por día (0.133 Kg promedio por animal por día), posteriormente el tratamiento dos (40%) con 0.824 Kg por corral por día (0.118 Kg promedio individual por día) y finalmente el tratamiento I (80%) con 0.723 Kg por corral por día (0.103 Kg promedio individual por día), mostrando un incremento en la ganancia de peso del tratamiento 3 (20%) con respecto al testigo que corresponde a un 16.06% (cuadro 11 del apéndice 1). El modelo ajustado que describe el comportamiento de esta variable es :  $Y = 6.25 + 0.6545 X + e$ .

Con:  $p < 0.01$  y  $r^2 = 0.5415$  Lo que nos indica un pobre ajuste.

En cuanto al consumo de alimento total por corral, se pudo observar que los tratamientos 4 (0%) y 3 (20%) no fueron estadísticamente diferentes con 5.685 Kg/corral/día (0.836 Kg. promedio individual por día) y 5.855 Kg /corral/día (0.812 Kg promedio individual por día respectivamente; pero los grupos 1 (80%) y 2 (40%) fueron diferentes ( $p < .01$ ) con un consumo diario por corral de 3.62 y 4.92 Kg/corral/día (0.517 Kg 0.703 Kg promedio individual diario) respectivamente lo que representa un 36.32% y 13.46 % menos con respecto al testigo. (cuadro 10 del apéndice 1).

La respuesta para los diferentes tratamientos en relación a la conversión alimenticia mostró que el mejor resultado lo proporcionó el grupo 1 (80%) con un valor 5.02 Kg de alimento por Kg de peso vivo y el grupo 4 (0%) tuvo la conversión mas deficiente con 6.44 Kg de alimento por Kg de peso vivo en tanto que en término medio encontramos al grupo 2 (40%) y 3 (20%) con 5.72 y 6 Kg de alimento por Kg de peso vivo respectivamente, siendo todas estas diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.01$ ). (cuadro 12 del apéndice 1).

En lo referente a los costos se observó que el alimento 4 (testigo) presentó un mayor costo total por Kg de alimento comparado con los demás alimentos que en términos generales fueron mas baratos en la medida que

contenían mayor cantidad de semilla de Jamaica; así tenemos que los costos por concepto de alimentación durante todo el experimento fueron: \$ 57 201.00; \$ 107 144.00; \$ 144 225.00 \$ 154 518.00 para los tratamientos 1, 2, 3, 4 respectivamente, y los resultados del análisis económico se muestran en el cuadro 13 del apéndice 1, donde se puede observar la misma tendencia.

En el experimento con pollos no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre las respuestas a los diferentes tratamientos para ninguna de las tres variables en estudio: ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, ni a las 4 ni a las 7 semanas (cuadros 17, 18 y 19 del apéndice 1).

La mortalidad durante el experimento fue la siguiente:

1a semana 5

2a semana 2

3a semana 0

4a semana 0

5a semana 0

6a semana 0

7a semana 0

## DISCUSION

Comparativamente la cantidad de nutrimentos obtenida en los análisis de la semilla usada en esta investigación fue menor para proteína bruta (22.03% contra 25.20%), los elementos libres de nitrógeno (21.78% contra 26.64%) y el extracto etéreo (22.03% contra 25.20%) que los informados por Al Wandawi et al. (4) en la India. Mientras que las fracciones de cenizas (7.1% contra 5.57%) y fibra bruta (29.42% contra 16.30%) resultaron ser mayores que las señalados por estos investigadores.

De acuerdo a los resultados y aplicando las fórmulas propuestas por el National Research Council (NRC) (24, 25), se puede calcular una energía metabolizable de 3500 en ovinos y 3300 en aves, lo que representa en aporte muy alto en energía.

En cuanto a los minerales se observó que las variaciones no son muy grandes con respecto a lo publicado por Al-Wandawi et al. (4), encontrándose que la variación es mayor en lo que se refiere al calcio (1.29% contra un 0.3% citado por Al-Wandawi et al. ) (4).

En el contenido de ácidos grasos se encontró al ácido linoléico presente en el mayor nivel (43.63 %), rebasando las cantidades reportadas en la literatura, las cuales van del 14.4% a 30.1 %. La concentración de los otros ácidos grasos encontrados fue similar a lo indicado por algunos investigadores en la India (2, 3, 4, 19, 20, 26, 33, 34, 36), esto demuestra que existe una amplia variación en el

contenido y composición del aceite de la semilla de Jamaica de acuerdo a la región de producción. Asimismo, no se detectó la presencia de ácidos grasos "anormales" (cíclicos) como el epoxyoléico y el citroprenadol los cuales han sido señalados por varios autores principalmente en la India ( 2, 3, 4, 19, 20, 26, 33, 34, 36).

En lo relativo a la cantidad de aminoácidos, no fue detectado triptófano y la cantidad de ácido glutámico y cisteína fue menor a la indicada por Al- Wandawi *et al.* (4) (19.99 contra 23.45 y 0.55 contra 2.50 g/100g de proteína respectivamente). En cambio los contenidos de valina (5.29 contra 3.85 g/100g de proteína), metionina ( 3.68 contra 1.35 g/100g de proteína) y glicina (7.22 contra 5.28 g/100g de proteína) fueron mayores a valores publicados por los mismos investigadores, denotando una variación en la cantidad y composición de aminoácidos de la proteína de la semilla de Jamaica dependiendo de la zona de cultivo.

En cuanto a la presencia de factores antinutricionales se detectó la presencia de oxalatos los cuales pueden quelar al Ca y hacerlo indisponible, lo anterior puede predisponer a una deficiencia del elemento, por lo que se debe recomendar administrar una cantidad mayor de este macromineral en la dieta para evitar la deficiencia de calcio (8). Por otra parte, la semilla también contiene pequeñas cantidades de taninos, los cuales forman complejos con las proteínas lo que las vuelve inabsorbibles, disminuyendo también la digestibilidad del

ingrediente, así como el consumo voluntario del mismo ( 22, 23, 31).

También se detectó gosisol, el cual es un compuesto fenólico, tóxico tanto para aves como para mamíferos, sin embargo, la cantidad es tan pequeña que difícilmente alcanzaría niveles tóxicos aún para las aves (10, 16) .

Comparando la composición química de la semilla de Jamaica con la de la pasta de soya y la harina de carne y hueso (estas dos últimas tomadas del Nutrient Requirements of Poultry del National Research Council) (28), se observa:

Que el contenido de energía metabolizable calculada es mayor en la semilla de Jamaica que en la pasta de soya y que en la harina de carne y hueso (3375 Kcal/Kg contra 2230 Kcal/Kg y 2575 Kcal/Kg respectivamente).

Mientras que el contenido de proteína cruda es menor en la semilla de Jamaica que en la pasta de soya y la harina de carne y hueso (29.42 % contra 44 % y 54.1 % respectivamente).

El contenido de fibra cruda es mayor para la semilla de Jamaica que el de la pasta de soya y la harina de carne y hueso (22.03 % contra 7.3 % y 2.4 % respectivamente).

En lo que respecta a los minerales la semilla de Jamaica tiene un valor intermedio en su contenido de calcio (1.29%) comparado con la pasta de soya (0.29%) y la harina de carne y hueso (11.06 %). La semilla de Jamaica tiene

similar cantidad de fósforo (0.69%) que la pasta de soya (0.65 %) y menos que la harina de carne y hueso (5.48 %). La semilla de Jamaica tiene una similar cantidad de potasio que la pasta de soya y harina de carne y hueso, (1.0 contra 2 y 1.43 % respectivamente), mientras que con el sodio se observa que la semilla guarda un valor intermedio: 0.575 % contra 0.04 % de la pasta de soya y 0.77 % de la harina de carne y hueso. La semilla de Jamaica contiene un valor intermedio para el cobre de 11.66 p.p.m. comparado con la de la pasta de soya de 22 p.p.m. y con la harina de carne y hueso que contiene 1.6 ppm. En cuanto a la cantidad de hierro se observa que la semilla de Jamaica contiene menor cantidad (68.66 p.p.m.) que la pasta de soya (120 p.p.m) y que la harina de carne y hueso (735 p.p.m.); pero contiene mas manganeso (53.16 p.p.m contra 29 p.p.m y 14.3 p.p.m. respectivamente)

En la prueba experimental con los borregos, se observó con diferencia estadísticamente significativa ( $p < .01$ ) que el consumo de alimento fue menor conforme aumento la cantidad de semilla de Jamaica, efecto probablemente relacionado a la cantidad total de aceite que recibía el animal, ya que en el nivel de 80% de sustitución en el aporte de proteína (Tratamiento 1), la semilla de Jamaica y los demás ingredientes contribuyeron para que el contenido de extracto etéreo en ese tratamiento fuera de 11%, lo cual rebasa la cantidad recomendada de aceite para los rumiantes (máximo 7%), ya que se ha comprobado que un



incremento en el contenido de grasa en los alimentos de los rumiantes disminuye la digestión de la fibra en el rumen, esto probablemente debido a que los ácidos grasos de cadena larga inhiben la actividad de las bacterias en el rumen (8, 9, 16, 21), esto causa un mayor tiempo de retención en el rumen e indirectamente una disminución en el consumo voluntario de alimento (21). Además la menor ganancia de peso, observada en dicho tratamiento, se explica primero por un menor consumo de alimento, y tal vez en parte por la presencia de una cantidad significativa de lignina y cutina en la semilla de jamaica, que por presentar una baja digestibilidad, aumentan el tiempo de retención en el rumen lo que implica la utilización de espacio por mayor tiempo, limitando de este modo la capacidad ruminal e indirectamente el consumo de alimento (9). Por otra parte, la mejor conversión alimenticia se presentó también con esta dieta, además de ser la ración más rentable desde el punto de vista económico (ver cuadro 16). Por lo tanto, en los lugares de mayor producción, (por la disponibilidad y precio ) puede ser una opción muy interesante.

Comparando los resultados obtenidos en este ensayo con respecto a la ganancia diaria de peso que indican otros estudios en la raza pelibuey, se encontró que son mejores que la mayoría de los reportes encontrados aunque estos por lo general se refieren a animales en pastoreo, por ejemplo: Un estudio de Winrock International señala una ganancia diaria postdestete de 50 a 100 g (33), por su parte Juárez

et al. (17) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del estado de Puebla marcan ganancias diarias promedio desde 92 hasta 128 g diarios dependiendo de la época del año. Solo un trabajo con ovinos Tabasco realizado en el estado de Veracruz por Bonilla et al. (6) muestra mejores ganancias de peso, pero en dicha investigación los borregos fueron suplementados con una mezcla de cocuite, melaza y urea en niveles del 25, 50 y 100% y obtuvieron ganancias diarias de 153, 153 y 170 g diarios respectivamente, lo cual supera las ganancias diarias obtenidas en todos los tratamientos de esta investigación. Es importante resaltar que la información sobre el comportamiento productivo de la raza Tabasco es escasa, por lo cual, no se pueden hacer comparaciones del todo adecuadas de los resultados obtenidos en este trabajo.

En cuanto al experimento con pollos de engorda, el que no se hayan encontrado diferencias estadísticamente significativas en los tratamientos, y el que todos los parámetros productivos (ganancia diaria, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad) se hayan mantenido dentro de los rangos considerados normales dentro de la zona, nos permite vislumbrar que a estos niveles es posible usar la semilla de Jamaica, permitiendo un ahorro importante por concepto de alimentación. A pesar de que es recomendable hacer más experimentos al respecto, se observó una gran reducción en el costo de alimento por kilogramo de pollo producido en la dieta 3 con un 5 % de

inclusión con un ahorro de \$50.00 en el alimento iniciador y \$30.00 en el alimento finalizador, con respecto a la dieta 4 o testigo (Los precios estan dados en viejos pesos).

## CONCLUSIONES

De los datos obtenidos de los análisis de laboratorio, así como de los experimentos para la evaluación biológica en las dietas para ovinos en crecimiento y para pollos se concluye que: La semilla de Jamaica es una fuente potencial de proteína y energía que puede ser en un futuro incluida en dietas prácticas para los animales domésticos. Sin embargo, es necesario hacer más investigaciones al respecto, ya que si bien los animales alimentados con raciones que contenían hasta un 80% de semilla de Jamaica no presentaron ningún síntoma de intoxicación, el período de prueba fue corto y se apreció un menor consumo por parte de los mismos.

A P E N D I C E 1

## CUADRO 1.

COMPOSICION DE LA SEMILLA DE JAMAICA  
(*Hibiscus sabdariffa*).<sup>a</sup>

COMPONENTE	% B.S
Humedad	8.7
Materia seca	91.3
Extracto etéreo	19.63
Proteína cruda	22.03
Cenizas	7.1
Fibra cruda	29.42
Elementos libres de nitrógeno	21.78
Proteína verdadera	18.13
Proteína digestible	14.41
Energía bruta Kcal/Kg	5 373.48

<sup>a</sup> Estos son los resultados de análisis por triplicado

## CUADRO 2.

COMPOSICION DE LA FIBRA DE LA SEMILLA DE JAMAICA.<sup>a</sup>


---

	%
Fibra Detergente Neutro	
Paredes celulares	43.39
Contenido celular	56.61
Cenizas FDN	0.852
 Fibra Detergente Acido	
Ligno-celulosa	41.41
Lignina	11.02
Celulosa	30.39
Cenizas FAD	0.23
 Hemicelulosa	 1.98
 Cutina + Ceniza	 9.83
Cenizas	0.22
Cutina	9.61

---

<sup>a</sup> Los resultados mostrados son el promedio de 3 determinaciones

## CUADRO 3.

COMPOSICION MINERAL DE LA SEMILLA DE JAMAICA <sup>a</sup>

ELEMENTO	Base seca
Fósforo	0.890 %
Calcio	1.290 %
Magnesio	0.246 %
Sodio	0.575 %
Cloro	0.886 %
Potasio	1.000 %
Cobre	11.66 ppm
Hierro	68.66 ppm
Níquel	11.16 ppm
Cobalto	1.5 ppm
Manganeso	53.16 ppm
Zinc	43.86 ppm
Flúor	no detectado
Selenio	no detectado
Arsénico	no detectado
Plomo	no detectado
Cadmio	no detectado

<sup>a</sup> Estos resultados son el promedio de 2 determinaciones.



## CUADRO 4.

COMPOSICION DE ACIDOS GRASOS DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE  
JAMAICA.<sup>a</sup>-----  
ACIDO GRASO

%

-----  
Linoleico

44.83

Oleico

25.17

Palmitico

17.8

Esteárico

5.23  
-----<sup>a</sup> Estos valores son el promedio de 3 determinaciones.

CUADRO 5. AMINOACIDOS TOTALES DE LA PROTEINA DE LA SEMILLA  
DE JAMAICA.<sup>a</sup>

AMINOACIDO	g/100g de proteína
Valina	5.29
Isoleucina	3.54
Treonina	3.50
Triptófano	0.00
Fenilalanina	4.71
Leucina	7.22
Lisina	5.18
Metionina	3.88
Histidina	2.63
Ac. Aspártico	10.89
Serina	4.30
Ac. Glutámico	19.94
Glicina	7.22
Alanina	4.63
Cisteina	0.55
Tirosina	2.88
Arginina	11.05

<sup>a</sup> Los valores mostrados son el promedio de 3 determinaciones.

## CUADRO 6.

PRESENCIA DE FACTORES ANTINUTRICIONALES EN LA SEMILLA DE  
JAMAICA.<sup>a</sup>

FACTOR	CANTIDAD
Nitratos y nitritos	no detectados
Oxalatos	0.58 %
Taninos	0.193 %
Saponinas	no detectados
Gosipol	trazas

<sup>a</sup> Valores promedio de 3 determinaciones.

## CUADRO 7.

DIETAS UTILIZADAS EN LA PRUEBA CON BORREGOS.<sup>a</sup>

MATERIA PRIMA	DIETA 1	DIETA 2	DIETA 3	DIETA 4
Kg				
Semilla de Jamaica <sup>1)</sup>	0.664	0.332	0.166	----
Sorgo	0.234	0.403	0.464	0.526
Pollinaza	0.046	0.209	0.295	0.381
Bagazo de caña	0.125	0.111	0.114	0.119
Aceite	-----	0.020	0.035	0.05
Roca Fosfórica	0.009	0.0036	0.0022	-----
Piedra caliza	----	-----	0.0043	0.0093
Total	1.078	1.0786	1.0805	1.0853

<sup>a</sup> Son Kg por Kg de alimento en base humedad.

<sup>1)</sup>Niveles del total de proteína aportados por la semilla de Jamaica: 80%, 40%, 20%, 0% para las dietas 1, 2, 3 y 4 respectivamente

## CUADRO 8.

COMPOSICION QUIMICA DE LAS DIETAS UTILIZADAS EN LA PRUEBA  
CON BORREGOS<sup>a</sup>.

FRACCION	DIETA 1	DIETA 2	DIETA 3	DIETA 4
Humedad %	8.50	11.51	13.10	11.48
Materia seca %	91.50	88.49	86.90	88.52
Proteína cruda %	16.74	16.53	16.69	16.53
Extracto etéreo %	11.75	7.28	4.23	7.66
Cenizas %	7.50	4.85	5.35	8.28
Fibra cruda %	22.29	18.20	16.73	16.52
Elementos libres de N %	38.77	50.90	57.00	51.11
Energía met. Kcal/Kg <sup>1)</sup>	2969	2940	2935	2961

<sup>a</sup>Estos valores son promedio de tres determinaciones

<sup>1)</sup>Valores calculados.

Los niveles del total de proteína aportados por la semilla de Jamaica son: 80%, 40%, 20% y 0% para las dietas 1, 2, 3 y 4 respectivamente

## CUADRO 9.

COMPOSICION QUIMICA DE LAS MATERIAS PRIMAS USADAS EN LA  
PRUEBA CON BORREGOS <sup>a</sup>

MATERIA PRIMA	M.S (%)	P.C (%)	F.C. (%)	E.H <sup>1</sup> (Kcal/Kg)	Ca. (%)	P. (%)
S.Jamaica	91.3	22.03	29.42	3375	1.29	0.69
Sorgo	88.0	8.0	2.0	3160	0.04	0.033
B.de caña	92.0	1.8	48.0	800	0.9	0.66
Pollinaza	91.28	37.01	12.50	2613	0.25	0.66
Aceite	100.0	---	---	8800	---	---
Roca fosfórica	100.0	---	---	----	31.7	13.7
Piedra caliza	100.0	---	---	---	36.1	---

<sup>a</sup> Estos valores son el promedio de tres determinaciones.

<sup>1</sup> Valores calculados

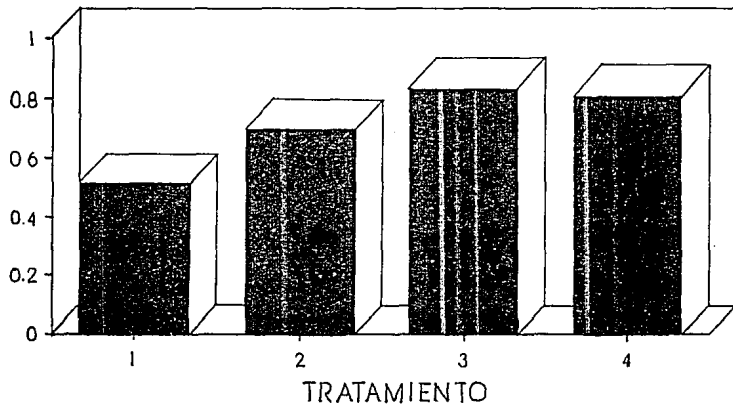
## CUADRO 10.

## CONSUMO DIARIO DE ALIMENTO EXPERIMENTO CON BORREGOS.

Tratamiento	Kg Consumo diario		Error
	promedio corral	individual	Estandar por corral
1	3.620	0.517	0.0715 *a
2	4.920	0.703	0.0981 *b
3	5.855	0.836	0.1039 *c
4	5.685	0.812	0.1052 *c

\* literales diferentes, indican diferencia estadística  
( $p < 0.01$ )

# CONSUMO DIARIO DE ALIMENT BORREGOS





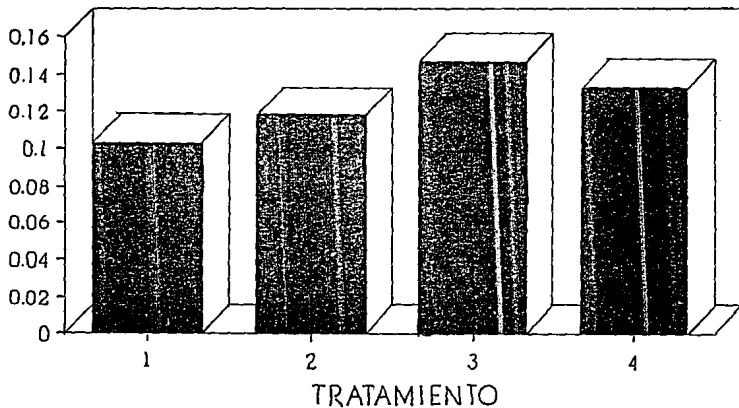
## CUADRO 11.

## GANANCIA DE PESO EXPERIMENTO CON BORREGOS.

Tratamiento	Ganancia de Peso Promedio		Error
	Diaria (Kg)		Estandar por
	corral	individual	corral
1	0.7234	0.103	0.0121*a
2	0.8248	0.118	0.0072 *b
3	1.0263	0.147	0.128 *c
4	0.9350	0.133	0.224 *d

\*Literales diferentes denotan diferencia estadística  
( $p < 0.01$ ).

## GANANCIA DIARIA DE PESO BORREGOS



## CUADRO 12.

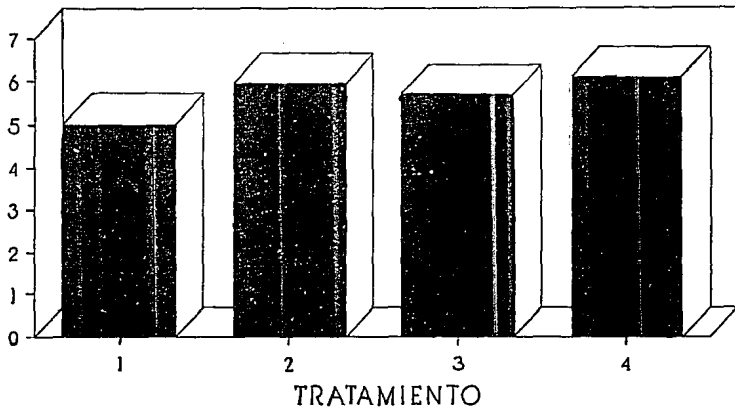
## CONVERSION ALIMENTICIA EXPERIMENTO CON BORREGOS.

Tratamiento	Conversión Promedio 1)		Error Estandard por corral
	Corral	individual	
1	5.0041	5.014	0.7480 *a
2	5.9651	5.960	0.1550 *b
3	5.7049	5.690	0.133 *b
4	6.077	6.100	0.107 *b

\*Literales diferentes denotan diferencia estadística ( $p < 0.01$ ).

1) Kg de alimento necesario para ganar 1 Kg de peso corporal.

# CONVERSION ALIMENTICIA BORREGOS



## CUADRO 13

## ANALISIS ECONOMICO EXPERIMENTO CON BORREGOS.\*

CONCEPTOS	TRATAMIENTOS			
	1	2	3	4
Costo 1 Kg de alimento	\$263.60	363.20	410.90	453.00
Kg consumidos por corral durante la prueba	217	295	351	341
Costo del alimento durante toda la prueba (\$)	57201.00	107144.00	144225.00	154518.00
Ganancia de peso por corral durante la prueba (Kg)	43.40	49.48	61.56	56.1
Costo del alimento por Kg ganado (\$)	1318.00	2165.00	2342.00	2758.00

\*Pesos viejos

## CUADRO 14.

DIETAS USADAS EN EL EXPERIMENTO CON POLLOS (Iniciador)<sup>a</sup>

Materia Prima	T R A T A M I E N T O .			
	1	2	3	4
Aceite Hídr.	2.10	3.56	3.35	2.72
Carbonato Ca	----	----	----	0.98
Alimet	----	0.16	0.17	0.21
Fosfato	----	----	----	1.80
Pescado	----	----	----	1.95
Sorgo	39.77	44.44	47.68	56.13
Soya 46	30.04	32.61	34.04	27.46
Roca 8	3.59	3.89	4.00	----
Lisina	----	----	----	0.47
S. Jamaica <sup>2)</sup>	20.00	10.00	5.00	----
Gluten 60	2.09	2.93	3.16	5.87
Premezcla vit y mineral	2.41	2.41	2.42	2.41
. . . . .				
Proteína Cruda	23.38	23.16	23.01	22.95
Energía Metabolizable Kcal/Kg <sup>1)</sup>	3200	3202	3211	3200
Fibra Cruda	8.20	6.56	5.27	3.65
Extracto Etéreo	6.16	6.25	5.95	4.74
L-Lisina	2.05	1.62	1.40	1.48
Met.+Cistina	1.44	1.09	1.08	1.00
Calcio	1.22	1.17	1.13	1.18
Fósforo	0.73	0.71	0.70	0.72

<sup>a</sup> Datos expresados en porcentajes

1) Valores calculados

2) La semilla de Jamaica esta substituyendo el 20, 10, 5 y 0 % del total en las dietas 1, 2, 3 y 4 respectivamente

## CUADRO 15.

DIETAS USADAS EN EL EXPERIMENTO CON POLLOS (Finalización)<sup>a</sup>

Ingrediente	T R A T A M I E N T O .			
	1	2	3	4
Aceite Hidr.	3.64	4.43	4.43	2.27
Carbonato Ca.	0.07	0.18	0.28	1.40
Alimet	0.21	0.17	0.15	0.10
Sorgo 9	48.00	58.13	61.57	68.18
Pescado 63	----	2.66	4.94	1.98
Soya 46	22.53	19.70	16.46	17.04
Roca 8	3.36	2.82	2.30	0.59
Lisina	----	----	----	0.10
S. Jamaica 2)	20.00	10.00	5.00	----
Gluten 60	0.07	1.54	2.50	5.95
Premezcla vit.y mineral	2.12	2.37	2.44	2.39
Proteína Cruda	18.45	18.73	18.59	18.73
Energía Metabolizable Kcal/Kg 1)	3198	3204	3254	3222
Fibra Cruda	8.64	5.87	4.36	3.16
Extracto Étéreo	8.86	8.08	7.35	3.98
Lisina	1.78	1.23	1.13	0.89
Met.+Cis.	1.48	1.06	0.97	0.77
Calcio	1.14	1.04	0.99	0.85
Fósforo	0.66	0.63	0.61	0.48

<sup>a</sup> Datos expresados en porcentajes.

1) Valores calculados.

2) La semilla de Jamaica esta substituyendo el 20, 10, 5 y 0 % del total en las dietas 1, 2, 3 y 4 respectivamente

## CUADRO 18.

COMPOSICION QUIMICA DE LAS MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS EN LA  
ELABORACION DEL ALIMENTO DEL EXPERIMENTO CON POLLOS<sup>a</sup>

MATERIA PRIMA	PROT. (%)	E.E. (%)	FIBRA (%)	E.M. <sup>1</sup> Kcal/Kg	Lis. (%)	Met+Cis. (%)	Ca (%)	P (%)
H pescado	63.0	8.0	1.2	2761	5.00	2.80	4.50	2.50
Sorgo	9.0	2.5	2.7	3216	0.23	0.30	0.02	0.25
P soya	46.0	1.0	4.0	3019	2.09	1.32	0.35	0.60
Gluten	62.0	2.5	1.3	4394	1.00	3.02	----	0.50
S. Jam.	22.0	19.6	29.4	3300	5.18	4.23	1.29	0.69
Aceite	----	98.0	---	8800	----	----	----	----
Alimet.	----	----	----	----	----	98.00	----	----
Lisina	----	----	----	----	78.00	----	----	----
Carb. Ca	----	----	----	----	----	----	39.00	----
Fosfato	----	----	----	----	----	----	32.00	18.0
Roca	----	----	----	----	----	----	23.00	8.0

<sup>a</sup> Estos valores son el promedio de 3 repeticiones

<sup>1</sup> Datos calculados.



## CUADRO 17.

## CONSUMO TOTAL DE ALIMENTO PROMEDIO EXPERIMENTO CON POLLOS.

Tratamiento	Consumo alimento	Desviación
% Inclusión	Total individual	Estandard
	Promedio (Kg)	(Kg)
1	4.101	0.500
2	3.992	0.493
3	3.693	0.463
4	4.068	0.478

\* No se detectó diferencia estadística

Los tratamientos 1, 2, 3 y 4 corresponden al 20, 10, 5 y 0

% de inclusión de semilla de Jamaica en la dieta.

## CUADRO 18.

## GANANCIA DE PESO PROMEDIO EXPERIMENTO CON POLLOS.

Tratamiento	Kg. Ganancia Peso promedio individual	Desviación Estandard
-------------	--	----------------------

1	1.8403	0.0758
2	1.9117	0.1020
3	1.9047	0.1216
4	1.9713	0.0496

\* No se detectó diferencia estadística

## CUADRO 19.

## CONVERSION ALIMENTICIA PROMEDIO EXPERIMENTO CON POLLOS.

Tratamiento	Conversión Alimenticia Promedio individual	Desviación Estandard
-------------	---	----------------------

1	2.022	0.1920
2	2.088	0.0924
3	1.938	0.1181
4	2.064	0.2071

\* No se detectó diferencia estadística.

## CUADRO 20

ANALISIS DE COSTOS POR CONCEPTO DE ALIMENTACION  
PRUEBA CON POLLOS \*

CONCEPTOS	TRATAMIENTOS			
	1	2	3	4
Etapa de iniciación del día 1 al 28				
Costo por Kg de Alimento (\$)	627.00	667.00	687.00	713.00
Kg consumidos individual	1.35	1.26	1.17	1.31
Costo por la fase inic.	847.00	838.00	802.00	932.00
Ganan. de Peso (Kg)	0.71	0.75	0.71	0.75
Conv. Alim.	1.88	1.67	1.65	1.74
Costo de alimentación por Kg ganado (\$)	1181.00	1116.00	1131.00	1238.00
Etapa de finalización del día 28 al 49				
Costo por Kg de alimento (\$)	604.00	644.00	665.00	667.00
Kg consumidos individual	2.83	2.71	2.52	2.62
Costo por la fase finaliza.(\$)	1712.00	1750.00	1679.00	1748.00
Ganan. de Peso (Kg)	1.12	1.16	1.19	1.22
Conv. Alim	2.52	2.34	2.11	2.15
Costo de la alimentación por Kg ganado	1524.00	1444.00	1405.00	1435.00

\*Pesos viejos

A P E N D I C E 2

CUADRO 1. COMPOSICION DE LA SEMILLA DE JAMAICA<sup>a</sup>

COMPONENTE	% B.S. <sup>b</sup>
Proteína (Nx6.25)	25.20
Lípidos	21.10
Fibra cruda	16.30
Almidón <sup>c</sup>	2.25
Cenizas	5.57
Gosipol libre	trazas
Gosipol ligado	trazas
ELN	26.64
Humedad	5.57

<sup>a</sup> Semillas maduras secadas al sol.

<sup>b</sup> Promedio de análisis por triplicado.

<sup>c</sup> Porcentaje de almidón en semillas desgrasadas y libres de azúcar.

FUENTE: Al-Wandawi et al 1984 (4).

CUADRO 2.  
COMPOSICION MINERAL DE LA SEMILLA DE JAMAICA.<sup>a</sup>

ELEMENTO	MG/100g ( B. S. ) <sup>b</sup>
Calcio	300.0
Cobre	1.0
Cromo	1.0
Hierro	8.2
Manganeso	3.5
Magnesio	580.0
Niquel	1.0
Potasio	1600.0
Sodio	740.0
Estroncio	1.6
Zinc	1.8

<sup>a</sup> Los datos son el promedio de tres determinaciones separadas.

<sup>b</sup> Las semillas fueron desgrasadas y secadas antes de los análisis durante dos horas a 105 °C.

FUENTE: Al-Wandawi et al. 1984 (4).

## CUADRO 3.

COMPOSICION DE AMINOACIDOS<sup>a</sup> EN SEMILLAS DE JAMAICA MADURAS

AMINOACIDOS	g/100g de proteina
Lisina	5.56
Histidina	1.87
Arginina	10.75
Triptófano	0.68
Aspartato	10.16
Treonina	2.94
Serina	4.37
Glutamina	23.45
Prolina	3.29
Glicina	5.28
Alanina	4.09
Cisteina	2.50
Valina	3.85
Metionina	1.35
Isoleucina	3.21
Leucina	6.31
Tirosina	3.45
Fenilalanina	5.20

<sup>a</sup>Los datos son el promedio de análisis por duplicado

FUENTE: Al-Wandawi et al. 1984 (4).

## CUADRO 4.

COMPOSICION DE LA PROTEINA AISLADA DE SEMILLAS DE Hibiscus  
sabdariffa (g de aminoácidos por 100g de proteína). (Y  
valores A/E mg/g)

AMINOACIDOS <sup>a</sup>	Genotipo de Hibiscus		Standars	
	HS4288	AMV-1	Huevo	leche
Metionina	1.50 (38)	1.34 (42)	(61)	(48)
Lisina	5.10 (129)	4.48 (140)	(125)	(155)
Treonina	6.06 (154)	1.03 (32)	(99)	(91)
Fenilalanina	6.40 (164)	18.73 (584)	(114)	(97)
Valina	3.80 (96)	3.10 (91)	(141)	(137)
Leucina	5.87 (149)	1.11 (35)	(172)	(198)
Isoleucina	10.64 (270)	2.27 (71)	(129)	(127)
Total	39.37	32.06		

<sup>a</sup>Esenciales para el Hombre

FUENTE: Kalyane 1986 (18).



## CUADRO 5.

PRODUCCION DE CALIZ DE JAMAICA EN LA REPUBLICA MEXICANA  
EN 1991.

ENTIDAD	Ha. SEMBRADAS Y COSECHADAS			PRODUCCION (TONELADAS)		
	Riego	Temporal	Total	Riego	Temporal	Total
Nayarit	0	15	15	0	7	7
Guerrero	1	7945	7946	1	1509	1510
Colima	2	0	2	1	0	1
TOTAL	3	7960	7963	2	1516	1518

FUENTE: DEGEA 1992 (11).

## LITERATURA CITADA.

1. Aguirre M. : Métodos de muestreo. Curso de actualización sobre análisis de ingredientes para la alimentación animal. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México. 1979
2. Ahmad, M.V., Hussain, S. K., Ahmad, I. and Osman, S. M.: Hibiscus sabdariffa Seed oil: a re-investigation. J. Sci. Food Agric. 30:424-428 (1979).
3. Ahmed, A.W. and Hudson, B.J.: The fatty acid composition of Hibiscus sabdariffa seed oil. J. Sci. Food Agric. 33: 1305-1309 (1982).
4. Al-Wandawi, H., Al-Shaikhly, K. and Abdul Rahaman, M.: Roselle seeds: A new protein source. J. Agric. Food Chem. 32: 510-512 (1984).
5. Association of Official Analytical Chemists.: Official Methods of Analysis 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C. (1984).

6. Bonilla, M. S., Cruz, K.C. y Castillo, G. E.: Efecto de la suplementacion de una mezcla de cocuite melaza y urea sobre la productividad de ovinos Tabasco en pastoreo en trópico humedo. Boletín informativo del Centro de Investigación, Enseñanza y extensión en Ganadería Tropical. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México 1988.
7. Boonklinkajorn, P. and Krittayanawach, P.: Effect of planting and harvesting time on the yield of Kenaf (Roselle). Rep. Res. Proj. 114: 1-9 (1970).
8. Chalupa, W., Rickabaugh, B., Kronfeld, D. S. and Sklan, D.: Rumen fermentation in vitro as influenced by long chain fatty acids. J. Dairy Sci. 67:1439 (1984).
9. Church, D. C. and Pond W. G.: Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Ed. Limusa. México (1982).
10. Cuca, G. H., Avila, G. E. y Pró M. A.: La alimentación de las aves de corral. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México, 1980.
11. Dirección General de Estadística Agropecuaria.: Información Agropecuaria y Forestal. Dirección General de Estadística Agropecuaria. Informe Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D. F. (1992).

ESTA TESIS  
SALIR DE LA  
NO DEBE  
BIBLIOTECA

12. DRAFT International Standards.: Animal Feedings Stuffs, determination of free and total Gossypol. DRAFT International Standards, London ISO/TC, 34: 6866 (1983).
13. Esselen, W. B., Sammy, G.H.: Effect of feeding of Hibiscus sabdariffa L. seeds in mice and rats. Nutr. rep. int., 24: 1189-1196 (1983).
14. Farjou, I. B. and Wandawi, H.: Effect of feeding of (Hibiscus sabdariffa L.) seeds in mice and rats. Nutr. rep. int., 28:1189-1196 (1983).
15. Haslam, E.: The biochemistry of plants. Academic press, New York, p. 527 (1981).
16. Ikwuegbu, O. A. and Sutton J. D.: The effect of varying the amount of linseed oil supplementation on rumen metabolism in sheep. Br. J. Nutr., 48: 365 (1982).
17. Juarez, P.F., Peraza, L.I., Vega, M. V., Yañez, M.A. y Olazarán, J. S.: Comportamiento del borrego Tabasco o pelibuey del nacimiento a los 6 meses de edad en el modulo de producción de carne "San Pedro" la evaluación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del Estado de Puebla. Campo Experimental Las Margaritas. Hueytamalco, Puebla (1987).

18. Kalyane, V. F.: Nutritional quality of Hibiscus seed protein. Inter. J. Trop. Agric. 4: 280-282 (1986).
19. Khafaga, F. R. und Koch, H.: Reifegrad und Qualität von Karkadeh (Hibiscus sabdariffa L. var. sabdariffa). I. Organische Säuren. Angew. Bot. 54: 287-293 (1980).
20. Khafaga, F. R. und Koch, H.: Reifegrad und Qualität von Karkadeh (Hibiscus sabdariffa L. var. sabdariffa). II. Antocyane. Angew. Bot. 54: 295-300 (1980).
21. Kowalezyk, J., Orskov E. R., Robinson J. J. and Stewart C. S.: Effect of fat supplementation on voluntary intake and rumen metabolism in sheep. Br. J. Nutr. 37:251 (1977).
22. Kubena, L.F., Phillips, T. D., Greger, C. R., Witzel, D. A. and Heidelbaugh, N. D.: Toxicity of Ochratoxin A and tanic acid to growing chicks Poultry Science 62: 1786-1792 (1983).
23. Kumar, R. and Singh, M.: Tannins: Their adverse role in ruminant nutrition. J. Agric. Food Chem. 32: 447-453 (1984).

24. Martínez G. A.: Introducción al SAS. Centro de Estadística y Computo. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. (1980).
25. Martínez M.: Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México, p 471 (1979).
26. Mohiuddin, M. M. and Zaidi, H.R.: Composition and characteristics of Hibiscus sabdariffa seed oil. Fette Seifen Anstrichm. 77: 488-489 (1975).
27. National Research Council.: Nutrient Requirements of sheep. National Academy Press. Washington, D. C. (1975)
28. National Research Council.: Nutrient Requirements of poultry. National Academy Press. Washington, D. C. (1984).
29. Perkin - Elmer.: Manual de Técnicas Perkin - Elmer. Perkin - Elmer, 2380 New York (1975).
30. Perkins, E. G.: In analysis of lipida and lipoproteins. American Oil Chemists Society Champaing III pp 183-203 (1975).
31. Ravindra K. and Singh, M.: Tannins: Their adverse role in ruminant nutrition. J. Agric. Food Chem. 32: 447-453 (1984).

32. Rodriguez, G. F.: La utilización de la Pasta de Nabo en la alimentación de pollos de engorda. Tesis Licenciatura Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México. (1974).
33. Rukmini, C., Vijayaraghavan, M. and Tulpule, P. G.: Nutritional and toxicological evaluation of Hibiscus sabdariffa oil and Cleome viscosa oil. J. Am. Oil Chem. Soc. 59:415-419 (1982).
34. Rukmini, C.: Nutritional significance of uncoventional edible oils. Nutr. News Ind. 6: 1-3 (1985).
35. Samy, M. S.: Chemical and nutritional studies on Roselle seeds (Hibiscus sabdariffa). Z. ernährungswiss. 19: 47-49 (1980).
36. Sarojini, G., Rao, K. C. and Geervani, P.: Nutritional evaluation of refined heated and hydrogenated Hibiscus sabdariffa seed oil. J. Am. Oil Chem. Soc. 62: 993-996 (1985).
37. Singh, A. P.: Techniques of seed production of mesta. Seeds and Farms. 11: 37-38 (1985).

38. Winrok International: Ovejas de pelo del Africa occidental y de las Américas: un recurso genético para los trópicos. Westview Press Colorado, U.S.A. p.17 (1983).