

Efecto de niveles elevados de semilla de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en dietas para pollos sobre el comportamiento productivo y funcionamiento hepático

Tomás Jínez M.*
Arturo Cortés C.*
Ernesto Ávila G.*
Ma. Teresa Casaubon**
Rosalba Salcedo E.**

Abstract

Roselle seed contains around 20% protein and 18% fat; for this reason it is both a source of protein and energy. An experiment was conducted to study the roselle seed effect on broiler performance, function and histopathology in liver. A randomized design was used; experimental treatments were roselle seed inclusion (0, 10, 20 and 30%) in sorghum+soybean meal diets. Each diet was fed by triplicate to 20 broiler chicks groups from on to 49 days of age. Results for weight gain (2485, 2408, 2543 and 2406 g) and feed consumption (4765, 4662, 4653 and 5088 g) were similar among treatments ($P > 0.05$). Feed conversion was better (1.92, 1.93, 1.83 and 2.09) for 0, 10 and 20%, respectively in comparison with 30% of roselle seed. Data for aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (AST), alkaline phosphatase (ALP), total lipids and total proteins were not different among treatments. Histopathology demonstrated no damage in the liver due to the roselle seed in the diet. This data indicates that roselle seed can be included in levels up to 30% in sorghum+soybean diets without effect on weight gain nor in the function of the liver.

Key words: ROSELLE VEED, BROILER CHICKS, LIVER FUNCTION.

Resumen

La semilla de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) muestra en su composición química alrededor de 20% de proteína y 18% de grasa, lo cual fortalece a este ingrediente como importante fuente de energía y proteína. Se planteó este estudio, con el fin de incluir niveles elevados de semilla de jamaica en dietas para pollos de engorda y observar el efecto en los parámetros productivos, cambios histológicos en el hígado y pruebas de funcionamiento hepático. Se utilizó un diseño completamente al azar, los tratamientos experimentales consistieron en incluir semilla de jamaica en las dietas de los pollos, a diferentes niveles (0%, 10%, 20% y 30%). Cada tratamiento constó de 3 repeticiones de 20 aves cada uno. Los datos obtenidos a los 49 días con 0%, 10%, 20% y 30% de semilla de jamaica para ganancia de peso (2485, 2408, 2543 y 2406 g, respectivamente) y consumo de alimento (4765, 4662, 4653 y 5088 g, respectivamente) fueron similares entre tratamientos ($P > 0.05$). Para conversión alimenticia (1.92, 1.93, 1.83 y 2.09) existió diferencia estadística entre tratamientos ($P > 0.05$) resultando más favorable para el tratamiento con

Recibido el 10 de marzo de 1997 y aceptado el 25 de agosto de 1997.

* Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, calle Díaz Mirón s/n, Km 21.5, carretera México-Tulyehualco, 13400, México, D.F.

** Departamentos de Producción Animal: Aves y Diagnóstico Clínico, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

0%, 10% y 20% de semilla de jamaica. En cuanto a las pruebas de funcionamiento hepático, los datos para aspartato aminotransferasa, alanina aminotransferasa, fosfatasa alcalina sérica, proteínas totales y lípidos totales, fueron semejantes entre tratamientos. En el estudio histopatológico de los hígados no se encontraron daños atribuibles al empleo de la semilla de jamaica. Esta información indica que este ingrediente se puede incluir a expensas del sorgo y la pasta de soya a niveles de hasta el 30% sin afectar el crecimiento, el funcionamiento hepático o la arquitectura histológica del hígado.

Palabras clave: SEMILLA DE JAMAICA, POLLOS DE ENGORDA, FUNCIONAMIENTO HEPÁTICO.

Introducción

La jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) es una planta hermafrodita anual o bianual, herbácea o subarborescente de la familia de las malváceas, originaria de África que alcanza una altura de 0.5 a 3 metros, con los tallos robustos y leñosos en su base, de color morado, rojo brillante o verde, hojas digitopartidas en 3 lóbulos crenado dentados, flores solitarias, sésiles, con el cáliz y las bracteadas gruesas y rojas, de sabor ácido, corola amarilla, fruto y una cápsula.^{1,2}

En América Latina la jamaica es cultivada principalmente en México, El Salvador y Honduras. México es el único de ellos que cultiva la jamaica para la obtención de cáliz, los otros dos países han desarrollado el cultivo de la variedad para fibra.³

La semilla poco se aprovecha o queda tirada en el campo. En México la jamaica se cultiva en climas cálidos de las costas de Guerrero, Colima y Nayarit; se producen 3981.5 ton de semilla, de éstas la mayor parte, 3973 ton, corresponde al estado de Guerrero.^{4,5}

En México el principal objetivo del cultivo de jamaica es la obtención de su cáliz (flor), para su empleo en la industria alimenticia y farmacéutica. La semilla es un subproducto atractivo por contener alrededor de 20% de proteína y 20% de grasa.

Rendón indica que en México en algunos estados como Guerrero, el cultivo de jamaica se asocia principalmente al del maíz. El ciclo de vida de la jamaica, se coordina perfectamente bien con el ciclo del maíz, de manera que las prácticas agrícolas se realizan para ambas especies e incluso, algunas de aquéllas no están destinadas a la jamaica, como en el caso de la fertilización. La semilla no tiene un uso definido. Sin embargo, la semilla que queda en la parcela después de la cosecha, es consumida por los animales domésticos.²

Debido a su alto contenido de aceite y su aceptable contenido de proteína, se han hecho investigaciones en el ámbito internacional, pero hay muy pocos estudios realizados en aves.^{5,6,7,8}

En estudios efectuados en México se han obtenido excelentes parámetros productivos en pollo de engorda al emplear hasta 15% de semilla de jamaica en las dietas.^{5,6}

Sin embargo, Soriano y Tejada⁸ indican efecto negativo en peso y daño histológico al alimentar durante 28 días, a pollos con cualquier nivel de semilla de jamaica (17.4%, 34.8%, 52.2%, 69.6% y 87.0% en la dieta).

En estudios de laboratorio se llegó a la conclusión que se puede incluir la semilla en dietas para ratones y ratas hasta en 20% sin efectos detrimentales.^{9,10}

Abdel y Hudson¹ analizaron el aceite de la semilla de jamaica y encontraron diferencias importantes en la composición química de éstas respecto de su procedencia, notifican los siguientes valores: para linoléico (30.1%-37.4%), epoxioleico(5%). Tomando en cuenta estos datos, se puede señalar que la composición química de la semilla de jamaica está influenciada por la región donde se cultiva y es muy probable que la semilla difiera en la cantidad de ácidos grasos epoxioleico y ciclopropanoides,¹² como ocurrió en el trabajo de Hernández,⁵ en el cual la presencia de dichos ácidos en la semilla, fue mínima.

Material y métodos

El presente trabajo se llevó a cabo en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (CEIEPA), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, que se encuentra en Zapotitlán, en la delegación Tláhuac, ciudad de México. Para la realización del trabajo se utilizaron 240 pollitos de engorda de la línea comercial Arbor Acres mixtos de un día de edad, que se distribuyeron al azar en grupos de 20 aves por corral con cama de viruta de madera.

Cada corral contó con un bebedero automático de campana, un comedero de tolva de plástico y una

Cuadro 1
ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LA SEMILLA DE JAMAICA

Materia seca	92.53%
Humedad	7.47%
Proteína cruda	20.55%
Extracto etéreo	17.97%
Cenizas	6.70%
Fibra cruda	23.74%
Extracto libre de nitrógeno	23.57%

criadora catalítica de rayos infrarrojos colgada entre dos corrales para proporcionar calor durante las tres primeras semanas de edad.

Se empleó un diseño completamente al azar para evaluar a la semilla de jamaica a niveles de hasta un 30% en dietas tipo práctico para pollos. En el Cuadro 1, se aprecia el análisis químico-proximal de la semilla de jamaica, que resultó tener 20.55% de proteína y 17.97% de grasa.

Se formularon dietas sorgo más soya con semilla de jamaica considerando 2 etapas en el ciclo productivo del pollo: "Iniciación (0-3 semanas de edad) con 22.5% de proteína y 2920 kcal de EM/kg. Finalización (3-7

Cuadro 2
COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS DE INICIACIÓN
(0-3 SEMANAS) PARA POLLO DE ENGORDA

Ingredientes	Testigo	10%	20%	30%
Sorgo	48.7	41.34	34.2	26.47
Pasta de soya	42	38.61	35.13	31.82
Semilla de jamaica	—	10	20	30
CaCO ₃	1.9	1.9	1.9	1.9
Fosfato de calcio	1.7	1.7	1.7	1.7
Vitaminas*	0.27	0.27	0.27	0.27
Minerales*	0.1	0.1	0.1	0.1
Cloruro colina 60%	0.1	0.1	0.1	0.1
Aceite	4.45	5.2	5.82	6.86
Sal	0.33	0.33	0.33	0.33
DL-Metionina	0.22	0.22	0.22	0.22
Nitrovina	0.05	0.05	0.05	0.05
Antioxidante	0.02	0.02	0.02	0.02
Lasolacid	0.06	0.06	0.06	0.06
Fungicida	0.01	0.01	0.01	0.01
Total	100	100	100	100

Aporte nutricional calculado

Proteína (%)	22.47	22.45	22.38	22.37
Lisina(%)	1.33	1.33	1.33	1.33
Metionina(%)	0.56	0.56	0.55	0.54
Met+Cist(%)	0.93	0.94	0.95	0.96
Calcio(%)	1.01	1.03	1.04	1.06
Fósforo disp.(%)	0.49	0.49	0.49	0.49
EM Kcal/Kg.	2918	2905	2887	2888

*Premezcla vitamínica aporta por kg de dieta: vitamina A 12000 UI, vitamina D₃ 2500 UI, vitamina E 30 UI, vitamina K₃ 2 mg, tiamina 2.25 mg, riboflavina 7.5 mg, vitamina B₆ 3.5 mg, vitamina B₁₂ 0.020 mg, niacina 45 mg, ácido pantoténico 12.5 mg, biotina 0.125 mg, ácido fólico 1.5 mg.
Cantidad en mg por kg de dieta: zinc, 50; cobre, 12; iodo, 0.3; cobalto, 0.2; hierro, 110; selenio, 0.1; manganeso, 110.

Cuadro 3
COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS DE FINALIZACIÓN
(3-7 SEMANAS) PARA POLLO DE ENGORDA

Ingredientes	Testigo	10%	20%	30%
Sorgo	54.32	47.8	41.28	34.76
Pasta de soya	35.5	32.03	28.55	25.0
Semilla de jamaica	—	10	20	30
CaCO ₃	1.8	1.8	1.8	1.8
Fosfato de calcio	1.6	1.6	1.6	1.6
Vitaminas*	0.25	0.25	0.25	0.25
Minerales*	0.09	0.09	0.09	0.09
Cloruro colina, 60%	0.08	0.08	0.08	0.08
Aceite	5.4	6.1	7.5	8.1
Sal	0.33	0.33	0.33	0.33
DL-Metionina	0.2	0.2	0.2	0.2
Nitrovina	0.05	0.05	0.05	0.05
Antioxidante	0.02	0.02	0.02	0.02
Lasalocid	0.06	0.06	0.06	0.06
Pigmento	0.3	0.3	0.3	0.3
Fungicida	0.1	0.8	0.8	0.8
Total	100	100	100	100

Aporte nutricional calculado

Proteína (%)	19.9	19.9	19.9	19.9
Lisina(%)	1.15	1.15	1.15	1.15
Met. + Cist.(%)	0.84	0.85	0.85	0.87
Calcio	0.95	0.95	0.95	0.95
Fósf. Disp.(%)	0.46	0.46	0.46	0.46
EM Kcal/kg.	3035	3020	3018	3019

*Premezcla vitamínica aporta por kg de dieta: vitamina A 12000 UI, vitamina D₃ 2500 UI, vitamina E 30 UI, vitamina K₃ 2 mg, tiamina 2.25 mg, riboflavina 7.5 mg, vitamina B₆ 3.5 mg, vitamina B₁₂ 0.020 mg, niacina 45 mg, ácido pantoténico 12.5 mg, biotina 0.125 mg, ácido fólico 1.5 mg.
Cantidad en mg por kg de dieta: zinc, 50; cobre, 12; iodo, 0.3; cobalto, 0.2; hierro, 110; selenio, 0.1; manganeso, 110.

semanas de edad) con 19.9% de proteína y 3020 kcal de EM/kg", de manera que cubrieran las necesidades de nutrimentos.^{13,14} En los Cuadros 2 y 3 se muestran las dietas utilizadas, así como sus aportes nutricionales, pudiendo observarse que la semilla de jamaica reemplazó parte de la pasta de soya y el sorgo de las dietas, tanto en iniciación como en finalización.

El agua y el alimento se ofrecieron a libre acceso durante las 7 semanas de duración del experimento. Cada tratamiento integró 3 repeticiones de 20 aves cada una.

Los tratamientos experimentales consistieron en incluir la semilla de jamaica como se indica:

- Dieta testigo (DT).

Cuadro 4
PARÁMETROS PRODUCTIVOS A LOS 49 DÍAS
DE POLLOS ALIMENTADOS CON SEMILLA DE JAMAICA

<i>% de semilla</i>	<i>Ganancia de peso (g)</i>	<i>Consumo de alimento(g)</i>	<i>Conversión alimenticia</i>
Testigo	2485	4765	1.92 ^a
10%	2408	4662	1.93 ^a
20%	2543	4653	1.83 ^a
30%	2406	5088	2.09 ^b

^{a,b} Valores con distinta letra son diferentes (P < 0.05)

- Dieta con 10% de semilla de jamaica (10-Ja).
- Dieta con 20% de semilla de jamaica (20-Ja).
- Dieta con 30% de semilla de jamaica (30-Ja).

Se llevaron registros de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia a lo largo del experimento; asimismo, a la cuarta y séptima semanas de edad, se sacrificó un ave de cada repetición (3 de cada tratamiento), a los pollos sacrificados se les tomaron muestras de hígado de 1 a 2 mm de espesor, que fueron fijadas en formalina al 10% y posteriormente cortadas y teñidas por medio de la técnica convencional para el estudio histopatológico con microscopia de luz.¹⁵

Además se tomaron 5 ml de sangre por punción cardiaca durante la cuarta y séptima semanas de edad (3 de cada tratamiento) para realizar pruebas de funcionamiento hepático (aspartato aminotransferasa, alanina aminotransferasa, fosfatasa alcalina sérica, proteínas totales y lípidos totales) en el laboratorio clínico de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, según la técnica descrita por Coles.¹⁶

A los datos obtenidos de las variables productivas en estudio, se les realizó un análisis de varianza (Andeva) conforme a un diseño completamente al azar y en caso de significancia al 5%, las medias de los tratamientos se compararon con la prueba de Tukey.¹⁷

Resultados

Los resultados promedio obtenidos sobre el comportamiento productivo para consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia a las 7 semanas de experimentación se muestran en el Cuadro 4. Ahí se ve que el consumo de alimento fue numéricamente mayor con 30% de semilla de jamaica; sin embargo, estadísticamente no existieron diferencias significativas (P > 0.05) entre tratamientos. Los resultados obtenidos para la variable ganancia de peso, se notan menores con 10% y 30% no obstante que se observó diferencia numérica en favor de los pollos alimentados con 0%, 20% y 30%

de semilla de jamaica, el análisis estadístico no indicó diferencia (P > 0.05) entre tratamientos.

Para conversión alimenticia se puede notar claramente, que empeoró al incluir semilla de jamaica en la dieta como remplazo del sorgo y la soya. Claramente se aprecia que con 30% de semilla de jamaica, se requirió mayor cantidad de alimento por cada unidad de ganancia (P < 0.05).

En cuanto a las pruebas de funcionamiento hepático, el Cuadro 5 muestra los valores promedio de aspartato aminotransferasa a los 28 y 49 días de edad. Se aprecia que los valores fueron similares entre tratamientos con una tendencia a ser mayores a los 28 días respecto de los 49. En el Cuadro 5, se ofrecen las cantidades obtenidas de la alanina aminotransferasa tanto a los 28 como a los 49 días de edad, pudiendo notarse datos similares entre tratamientos. Para la fosfatasa alcalina sérica, los resultados obtenidos nuevamente fueron valores similares entre los distintos niveles de semilla de jamaica. En cuanto a la cantidad de lípidos totales no existieron diferencias entre tratamientos, únicamente se puede apreciar una tendencia en general hacia valores mayores a los 49 días con respecto a los 28 días de edad. Por lo que respecta a la cantidad de proteínas totales en sangre, éstas aumentan con la edad; pero respecto a los distintos tratamientos, se encontraron datos muy semejantes entre medias.

Las lesiones hepáticas microscópicas relevantes, presentes al cabo de 28 días de edad, se muestran en el Cuadro 6. En cuanto al tipo de lesiones que han sido atribuidas por el consumo de semilla de jamaica, se apreció degeneración turbia severa sólo en 33.3% de las aves con 10-Ja y moderada en los de 20-Ja, degeneración grasa leve en 66.6% en las DT, moderada en el 100% de los de 10-Ja y 20-Ja y severa en 33.3% de 30-Ja. No se observó infiltración linfoide en los testigos, pero fue leve en 33.3% de 10-Ja y 100% de los de 30-Ja, y severa sólo en 33.3% de 20-Ja.

En el Cuadro 6 están los resultados histopatológicos encontrados a los 49 días de edad. Fue mayor el porcentaje de degeneración turbia en los animales testigo y con 10-Ja en cuanto a la degeneración grasa, ésta fue evidente únicamente con 10,20 y 30-Ja.

Discusión

En cuanto a los parámetros productivos, se puede afirmar que se comprueban los datos obtenidos por Cortés⁶ y Hernández,⁵ quienes utilizaron hasta 15% de semilla de jamaica en las dietas para pollos sin que se afectara el comportamiento productivo. La información obtenida en el presente trabajo muestra que es posible emplear como remplazo del sorgo y de la pasta de soya hasta un 30% de semilla de jamaica sin afectar el crecimiento, con el consecuente beneficio económico en los lugares donde ésta se encuentra disponible, ya que su costo en esos sitios es menor al del sorgo o a la pasta de soya.

Cuadro 5
VALORES OBTENIDOS DE ASPARTATOAMINOTRANSFERASA (AST),
ALANINA AMINOTRANSFERASA (ALT), FOSFATASA ALCALINA SÉRICA (FAS), PROTEÍNAS TOTALES (PT) Y LÍPIDOS
TOTALES (LT) DURANTE LA CUARTA Y SÉPTIMA SEMANAS

<i>Enzimas</i>	<i>Testigo</i>	<i>10%</i>	<i>20%</i>	<i>30%</i>
<i>Primer muestreo cuarta semana</i>				
AST	200	149	135	157
ALT	18	17	15	25
FAS	1656	1692	1875	2220
PT	2.6	2.4	2.3	3
LT	891	678	975	876
<i>Segundo muestreo séptima semana</i>				
AST	111	132	134	111
ALT	20	15	38	10
FAS	2281	1403	1390	2220
PT	4.2	4.7	3.7	3.3
LT	606	627	492	742

AST, 70-220 unidades internacionales por litro; FAS, 1633-9311 UI/L; PT, 2.4-5.34 miligramos/100 mililitros; LT, 460-1684 miligramos/decilitro. Rangos normales (5,12)

Esta información de no efecto en el crecimiento del pollo hasta con 30% de semilla de jamaica, está en desacuerdo con Soriano y Tejada,⁸ quienes han encontrado un efecto adverso a la semilla de jamaica en el peso de los pollos, así como aumento en el tamaño de los hepatocitos, argumentando un posible efecto tóxico de la grasa de la semilla.

En cuanto a las pruebas de funcionamiento hepático, así como la determinación de lípidos y de proteínas totales, la inclusión de semilla de jamaica no afectó los valores, éstos cayeron dentro del rango informado para pollos en crecimiento.^{16,18}

En lo referente a la histopatología y a las pruebas de funcionamiento hepático, así como de lípidos y proteínas totales, los trabajos son escasos en la literatura.

Sarajini *et al.*¹⁹ alimentaron ratas recién destetadas con aceite de semilla de jamaica a 10% de inclusión, el grupo testigo recibió aceite de cacahuate indicando que no existió ninguna lesión al estudio histopatológico ni alteraciones en los lípidos en el suero.

Farjow y Wandawi¹⁰ alimentaron a ratones con semilla de jamaica en niveles de hasta 20%, en el estudio histopatológico se encontró una infiltración linfocítica perivascular como única anomalía.

La degeneración turbia o hinchazón nebulosa, como informaron Soriano y Tejada⁸ y que igualmente se observó en el presente estudio en los pollos alimentados con semilla de jamaica, no puede ser atribuida a algún efecto tóxico inducido por este producto alimenticio, ya que también se notificó degeneración turbia en la séptima semana de edad en el 100% de las aves del tratamiento testigo (Cuadro 5).

De la misma manera, la degeneración grasa que Soriano y Tejada⁸ denominan vacuolización, no es una lesión debida exclusivamente al efecto de algún tóxico en particular sino que son varios los posibles responsables, puede desarrollarse esta lesión como consecuencia de gran variedad de factores etiológicos; por ejemplo, deficiencia de colina, que es un factor lipotrófico necesario para el metabolismo de los triglicéridos que se depositan normalmente en los liposomas. De hecho en los Cuadros 2 y 3 se puede ver que normalmente el alimento finalizador lleva menor cantidad de esta vitamina, precisamente para favorecer un mayor contenido de grasa en el hígado o bien esta degeneración grasa se puede deber a la ingestión excesiva de glúcidos

Cuadro 6
HISTOPATOLOGÍA HEPÁTICA A LA CUARTA
Y SÉPTIMA SEMANAS DE EDAD,
DE POLLOS QUE CONSUMIERON SEMILLA DE
JAMAICA

<i>Lesiones</i>	<i>Testigo</i>	<i>10%</i>	<i>20%</i>	<i>30%</i>
<i>Primer muestreo cuarta semana</i>				
Degeneración turbia	0	33.3%	33.3%	0
Degeneración grasa	66.6%	100%	100%	33.3%
<i>Segundo muestreo séptima semana</i>				
Degeneración turbia	66.6%	66.6%	66.6%	33.3%
Degeneración grasa	0	33.3%	33.3%	66.6%

o lípidos en la dieta, a este respecto el alimento finalizador llevó mayor cantidad de energía.^{20,21,22}

Por otra parte, es evidente que la degeneración grasa que se observó no sólo en los pollos que consumieron semilla de jamaica sino también en el tratamiento testigo (Cuadro 6), no afectó la función hepática ya que los niveles de enzimas AST y ALT, así como de lípidos y proteínas totales en la sangre, no se vieron alterados, cayendo dentro del rango publicado para pollos en crecimiento.^{18,22}

Se puede concluir con base en los aumentos de peso, así como en las pruebas de funcionamiento hepático, que la utilización de semilla de jamaica hasta en 30% como remplazo de pasta de sorgo y pasta de soya en la dieta, no afecta el crecimiento de pollos de engorda alimentados durante 49 días y que esta práctica puede resultar ventajosa en los sitios donde la semilla esté disponible y a precios más bajos que el sorgo, no obstante que a este nivel la conversión alimenticia sea mayor.

Referencias

1. Méndez OL. Utilización de los subproductos de *Hibiscus* spp. en la alimentación animal (Flor de jamaica, Roselle, etc.): Estudio recapitulativo (tesis de licenciatura). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1993.
2. Rendón AB. Estudio de la variación morfológica y aspectos etnobotánicos en (*Hibiscus sabdariffa*), en relación a su uso y manejo (tesis de maestría). México (DF) México: Facultad de Ciencias. UNAM, 1992.
3. Samy MS. Chemical and nutritional studies on roselle seed (*Hibiscus sabdariffa*) Z. Ernährungswiss 1980;19:47-49.
4. Dirección General de Estadística Agropecuaria. Información agropecuaria y forestal. Informe. México (DF): Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1992.
5. Hernández OX. Valor nutritivo de la semilla de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) para la alimentación animal (tesis de maestría). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1994.
6. Cortés CA. Utilización de la semilla de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en dietas para pollo de engorda (tesis de licenciatura). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1994.
7. Mohamed TA, Idris AA. Nutritive value of roselle seed (*Hibiscus sabdariffa*) meal for broiler chick. Wld Rev Anim Prod 1991; 2:12-18.
8. Soriano TJ, Tejada de HI. Estudio preliminar del valor nutritivo de la semilla de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) para el pollo de engorda. Téc Pecu Méx 1995;33:48-52.
9. Esselen WB, Sammy GH. Effect of feeding of *Hibiscus sabdariffa* L. seed in mice and rats. Nutr Rep Int 1981;24:527.
10. Farjou IB, Wandawi H. Effect of feeding of (*Hibiscus sabdariffa*) feed in mice and rats. Nutr Rep Int 1983; 28:1189-1196.
11. Abdel WK, Hudson BJ. The fatty acid composition of *Hibiscus sabdariffa* seed oil. J Sci Food Agric 1982; 33:1305-1309.
12. Ahmad MV, Husayn SK, Ahmad I, Osman SM. *Hibiscus sabdariffa* seed oil. A re-investigation. J Sci Food Agric, 1979;30:424-428.
13. Cuca GM, Ávila GE, Pro MA. Alimentación de las aves. 8a ed. Chapingo, Edo. de México: Universidad Autónoma Chapingo, 1996.
14. National Research Council. Nutrient requirements of domestic animal. Nutrient requirements of poultry. 9th ed. Washington (DC): National Academy of Sciences, 1994.
15. Lee GL. Manual of histologic staining methods of the armed forces. Institute of Pathology. 3rd ed. New York (NY): McGraw-Hill, 1968.
16. Coles EH. Diagnóstico y patología en veterinaria. 4a ed. México (DF): Interamericana, 1990.
17. Steel GDR, Torrie HJ. Bioestadística. Principios y procedimientos. México (DF): McGraw-Hill, 1985.
18. Meluzzi A, Primiceri G, Giordani R, Fabris G. Determination of blood constituents reference values in broilers. Poultry Sci 1991;71:337-345.
19. Sarojini GK, Rao C, Geervani P. Nutritional evaluation of refined, heated and hydrogenated *Hibiscus sabdariffa*. Seed Oil Chem Soc 1985;62:993-996.
20. Cheville FN. Patología celular. Zaragoza (España): Acribia, 1980.
21. Riddell C. Avian histopathology. Ottawa (Canada): The American Association of Avian Pathologists, 1987.
22. Trigo TF, Mateos PA. Patología general veterinaria. México (DF): Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 1986.