

EVALUACION DE DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE AMARANTO (PARTES VEGETATIVAS), EN SUSTITUCION DE HARINA DE ALFALFA PARA CONEJOS EN CRECIMIENTO¹

María Antonieta Alfaro,² Ramiro Ramírez,³ Aníbal Martínez³ y Ricardo Bressani⁴

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala, Guatemala, C. A.

RESUMEN

Las partes vegetativas del amaranto pueden ser un recurso muy útil para la alimentación de las especies animales debido a sus características químicas y al alto rendimiento que se obtiene cuando se cosecha de 45 a 60 días después de la siembra. Con el propósito de determinar el valor alimenticio del amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) para conejos en crecimiento, se evaluaron seis dietas que contenían harina de hojas y tallos de amaranto deshidratado en niveles de 0, 15, 30, 45 y 60% en sustitución de harina de alfalfa. Ajeno a ello, se elaboró una dieta con hojas y tallos de amaranto cocido al vapor durante 5 min previo a su desecación y molido, y se agregó a un nivel de 60%. De acuerdo a los hallazgos, la harina de amaranto contenía 17.8% de proteína y 12.4% de fibra cruda en comparación con la harina de alfalfa, cuyo contenido proteínico era de 22.0%, y el de fibra cruda, de 23.3%. Los resultados indicaron que la harina de amaranto puede sustituir eficientemente a la harina de alfalfa hasta en un 15% del total de la dieta. No obstante, mayores niveles inducen retardo en el crecimiento y un cuadro patológico caracterizado por nefrosis intersticial y edema, más fácilmente observado al nivel de 60% en la dieta. Los resultados revelaron, asimismo, que un tratamiento con vapor mejora la calidad nutricional de la harina de la planta del amaranto.

Manuscrito modificado recibido: 25-8-87.

- 1 Este estudio se llevó a cabo con fondos de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América - BOSTID (Subvención No. INC-NUT-381/PN/85-85/CA).
- 2 Durante el período en que se desarrolló la presente investigación, hacía su práctica en el INCAP como estudiante tutorial de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, C.A.
- 3 Graduado de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, C.A.
- 4 Coordinador de Investigación y Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C.A.

Publicación INCAP E-1216.

INTRODUCCION

El valor nutricional del grano, del follaje, y del concentrado de proteína foliar del amaranto ha sido evaluado por Cheeke y Bronson (1). Estos autores encontraron que en lo referente a su contenido proteínico, el valor nutritivo del follaje de amaranto era muy similar al de la alfalfa, aunque contiene cantidades superiores de cenizas y hemicelulosa (1).

Se ha encontrado que las dietas que contienen la planta completa de *Amaranthus hypochondriacus*, grano o LPC (concentrado proteínico del follaje) ocasionan un crecimiento pobre cuando se suministran a ratas, hecho sugerente de que contienen algunos factores inhibidores que limitan su acción (1). Las fracciones del amaranto, ya sea la planta completa, las semillas o el LPC, parecen ser poco apetecibles a las ratas debido a su sabor terroso y desagradable (2).

Otros estudios, sin embargo, han demostrado que el valor nutricional de la harina del follaje de amaranto es similar al de la harina de alfalfa. Odwongo y Mugerwa (3), utilizando diferentes dietas, algunas de las cuales contenían hasta 40% de harina de amaranto, no encontraron diferencias significativas en la ganancia de peso de terneros alimentados con estas dietas, o con dietas de harina de alfalfa. La ingestión de oxalatos contenidos en las dietas de amaranto no ocasionaron disminución del calcio sanguíneo en los terneros, debido posiblemente a la destrucción de parte de los oxalatos por los microorganismos del rumen, y a la disponibilidad de suficiente calcio en la dieta (3).

Odwongo y Mugerwa (3) concluyeron que la harina de amaranto es un buen sustituto de la harina de alfalfa, especialmente en los lugares en donde el crecimiento de la alfalfa es problemático.

Las hojas y tallos de amaranto cosechado a los 45 días de su siembra, pueden alcanzar rendimientos de 12,204 kg/ha con un contenido promedio de 22.7% de proteína, 14.3% de fibra cruda, 4.4% de extracto etéreo, 30.0% de carbohidratos, 22.5% de cenizas, 6.1% de humedad y 24.1 mg/100 g de beta-carotenos; a los 60 días, la cosecha muestra un descenso en el contenido de proteína hasta de 14.4%, y de beta-carotenos de 18.3 mg/100 g, mientras que el contenido de fibra cruda se eleva a 17.0%. La disminución en la calidad del material vegetativo del amaranto al cosecharlo a los 60 días se compensa con los rendimientos sumamente elevados que pueden obtenerse (hasta 38,331 kg/ha) constituyendo una alternativa para su utilización en la alimentación de animales (4).

Ensayos preliminares relacionados con la utilización del amaranto en raciones para conejos han proporcionado resultados alentadores, aunque todavía quedan algunas incógnitas por aclarar con respecto a la tolerancia de los animales y desarrollo de toxicidad en los mismos (5).

La necesidad de buscar nuevas fuentes de alimentos para el desarrollo de la cunicultura fue otro de los objetivos del presente estudio, ya que está demostrado que la alimentación es uno de los rubros más importantes en cuanto a costos de producción de esta actividad (6).

MATERIAL Y METODOS

El trabajo experimental se llevó a cabo en el Instituto de Nutrición de

Centro América y Panamá (INCAP), y para el efecto se utilizaron: 36 conejos de dos meses de edad (18 hembras y 18 machos), igual número tanto del tipo Nueva Zelandia como del tipo California, los que se alojaron en jaulas metabólicas individuales para estudios de crecimiento y digestibilidad. Para la preparación de la harina de hojas y tallos se utilizó *A. hypochondriacus*, cosechado entre los 45 y 60 días después de haber sido sembrado. El corte se hizo a una altura de 10 cm del suelo; luego se llevó al laboratorio para su deshidratación en un horno con aire a 60°C. Una vez deshidratado el amaranto, se molió en un molino de martillos mezclando todos los lotes antes de usarlos para la preparación de las dietas. Previo a la formulación de las raciones se analizaron los materiales a utilizar por su composición química proximal de acuerdo a los métodos de la AOAC (7). Los resultados se muestra en la Tabla 1.

Las raciones a base de harinas de hojas y tallos de amaranto crudo se elaboraron sustituyendo 0, 15, 30, 45 y 60% de la harina de alfalfa (dietas 1 a 5) por la de hojas y tallos de la planta bajo estudio. Además, se preparó una dieta con 60% (dieta 6) de amaranto escaldado por cinco minutos previo a su deshidratación y molienda (Tabla 2).

Las dietas se diseñaron para que fueran isocalóricas e isoproteínicas, así como para satisfacer los requerimientos de los conejos en crecimiento (8, 9). Una vez mezcladas, se transformaron en perdigones de 1.5 cm de largo por 0.5 de diámetro usando una peletizadora "California Pellet Mill", modelo de laboratorio.

Con fines de adaptación, los conejos se alojaron en jaulas individuales durante siete días antes de iniciar el experimento, suministrándoles la ración correspondiente en forma progresiva. El diseño utilizado fue el de bloques al azar con arreglo factorial 2 x 6, lo que resultó en un total de 12 tratamientos con tres repeticiones, constituyendo cada animal una unidad experimental.

Al inicio del experimento se registró el peso de los conejos. Luego fueron alimentados con la respectiva ración por el término de cinco semanas (35 días), durante los cuales se anotaron los siguientes datos:

1. Registro de peso semanal, hasta el día 35.
2. Consumo de alimento (pesando diariamente la ración suministrada y el alimento rechazado).
3. La digestibilidad aparente de materia seca y de nitrógeno se determinaron a los 15 días de comenzado el experimento, recolectando y pesando diariamente las heces de cada conejo durante un período de cinco días. Se tomó una muestra de las heces y del alimento para la determinación de materia seca y de nitrógeno. La digestibilidad aparente se calculó de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Digestibilidad aparente} = \frac{\text{Nutriente ingerido} - \text{Nutriente excretado}}{\text{Nutriente ingerido}} \times 100$$

4. Ganancia de peso.
5. Índice de conversión alimenticia.
6. Peso de la carne en canal.
7. Rendimiento de la carne en canal.
8. Lesiones macroscópicas observadas al momento de sacrificar a los animales.

TABLA 1

COMPOSICION QUIMICA DE LOS INGREDIENTES UTILIZADOS EN LA PREPARACION DE LAS DIETAS
(EXPRESADA EN BASE SECA)

Ingrediente	Humedad residual o/o	Proteína cruda o/o	Fibra cruda o/o	Extracto etéreo o/o	Cenizas o/o	Carbohidratos totales o/o	Kcal/g*
Harina de alfalfa	9.8	22.0	23.3	3.0	8.7	33.2	3.60
Harina de amaranto crudo	8.3	17.8	12.4	2.6	19.2	39.7	3.51
Harina de amaranto cocido	5.7	19.6	14.6	3.0	19.4	37.7	3.52
Harina de soya	11.5	47.0	3.8	1.6	6.0	30.1	4.41
Harina de algodón	11.4	50.4	6.7	0.6	6.5	24.4	4.35
Afrecho de trigo	12.6	18.8	9.0	4.2	5.2	49.8	4.35
Maíz	13.4	7.2	2.6	4.3	1.2	71.3	3.79

* Por cálculo.

TABLA 2

COMPOSICION PORCENTUAL DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

Ingredientes	Dietas					
	1	2	3	4	5	6
Harina de alfalfa	60	45	30	15	—	—
Harina de amaranto crudo	—	15	30	45	60	—
Harina de amaranto cocido	—	—	—	—	—	60
Harina de soya	5	5	5	5	6	6
Harina de algodón	2	2	2	2	2	2
Afrecho de trigo	—	5.4	10.8	16.3	18.3	9.0
Maíz	28.5	23.1	17.7	12.2	9.2	18.5
Melaza	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Sal común	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Cal	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Harina de hueso	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

9. Lesiones microscópicas en hígado, riñón y músculo.
 10. Total de proteínas séricas por el método de Biuret, y fraccionamiento de la proteína por electroforesis (10).

RESULTADOS Y DISCUSION

Se logró determinar que el contenido calórico y proteínico era similar para las seis dietas evaluadas. Tal como se muestra en la Tabla 3, los coeficientes de digestibilidad aparente de materia seca y nitrógeno no acusaron una diferencia significativa ($P < 0.05$).

El análisis estadístico reveló diferencias significativas en el peso inicial de los conejos de acuerdo al sexo ($P < 0.05$), ya que las hembras presentaron un peso inicial promedio de 740.3 g, mientras que los machos pesaron en promedio 537.6 g. Sin embargo, no se constataron diferencias de significado estadístico en el peso inicial de las hembras o de los machos asignados a los diferentes tratamientos (Tabla 4).

El consumo de alimento fue estadísticamente diferente, tanto entre sexos (debido al mayor tamaño de las hembras) como entre tratamientos ($P < 0.05$). En las hembras el consumo de alimento varió de 1,861 a 3,823 g para el período de 35 días, lo que equivale a 53.2 y 109.2 g diarios. En los machos, el consumo de alimento fluctuó entre 1,615 y 3,370 g equivalentes a 46.2 y 93.6 g diarios. Tanto en las hembras como en los machos, el mayor consumo de alimento se obtuvo con los tratamientos que contenían 0 y 15% de harina de amaranto, los que aun cuando no fueron iguales entre sí (Tukey) ($P < 0.05$), indujeron ganancias de peso similares, y fueron superiores a los tratamientos restantes.

TABLA 3

CONTENIDO CALORICO, PROTEINICO Y DIGESTIBILIDAD APARENTE DE
MATERIA SECA Y NITROGENO DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

	Dietas					
	1	2	3	4	5	6
Kcal/g de alimento*	3.71	3.89	3.82	3.81	3.68	3.71
Proteína ^o /o (N x 6.25)	18.1	18.5	18.7	18.7	18.4	18.7
Digestibilidad aparente de materia seca ^o /o	70.4	69.5	69.7	68.1	71.4	69.1 ^{NS}
Digestibilidad aparente de nitrógeno ^o /o	73.8	71.0	71.8	72.8	74.9	67.1 ^{NS}

* Por cálculo.

NS = No significativo al 0.05 de probabilidad.

Según se aprecia en la Tabla 4, las ganancias ponderales diarias y el consumo de alimento fueron superiores con los tratamientos 1 y 2 (0 y 15^o/o de harina de amaranto, respectivamente), decreciendo conforme se aumentaba el nivel de sustitución. Los tratamientos 5 y 6, a pesar de ser similares en su contenido de amaranto, difirieron entre sí debido al efecto de la cocción. En ambos se observó un consumo de alimento bastante reducido durante los primeros 15 días del ensayo, lo que produjo pérdidas de peso e incluso la muerte de un conejo macho en cada uno de estos grupos. Luego, el consumo de alimento se estabilizó y aunque no llegó a niveles adecuados, los conejos asignados a estos tratamientos lograron obtener cierta ganancia de peso, el cual fue mayor para las hembras asignadas al tratamiento 6, con un efecto similar al obtenido en el tratamiento 3 (877 y 789 g, respectivamente).

Estos hallazgos indican que el amaranto cocido (dieta 6) tuvo mejor aceptación y se logró mayor ganancia ponderal que la obtenida con una dieta similar en porcentaje de sustitución, pero conteniendo amaranto crudo (dieta 5). Estas observaciones sugieren que el proceso de cocción puede mejorar la calidad nutricional del amaranto por destrucción de algunas sustancias relacionadas con la toxicidad, o baja palatabilidad como las saponinas, que se supone están presentes en el amaranto.

La eficiencia de conversión alimenticia varió de 3.22 a 3.73 con la dieta control y las dietas a base de harina de la planta del amaranto crudo. No se encontró ninguna diferencia de significado entre los sexos pero sí entre las dietas, correspondiendo la mejor eficiencia de conversión del alimento al tratamiento 2 como se observa en la Tabla 4. No obstante, llama la atención el índice de conversión de 2.77 para la dieta con 60^o/o de harina de la planta de amaranto cocida. El aumento ponderal fue un poco menor que el obtenido con la dieta que contenía 30^o/o del material

TABLA 4

EFECTO DE LOS NIVELES DE HARINA DE AMARANTO SOBRE EL COMPORTAMIENTO BIOLÓGICO DE CONEJOS EN CRECIMIENTO

Variable	Sexo	Tratamiento					
		1 (0o/o)'	2 (15 ^o /o)'	3 (30 ^o /o)'	4 (45 ^o /o)'	5 (60 ^o /o)'	6 (60 ^o /o)''
Peso inicial, g	Hembra	754.0	737.7	741.3	736.3	740.3	733.0
	Macho	525.7	543.0	529.7	552.7	536.0	537.7
	\bar{X}	639.8	640.4	635.5	644.5	638.2	635.4
Peso final, g	Hembra	1806.0	1767.0	1530.6	1315.0	1283.3	1610.3
	Macho	1544.0	1570.0	1342.7	1112.0	969.5	1142.0
	\bar{X}	1675.0	1668.5	1436.7	1213.5	1126.4	1376.2
Ganancia de peso, g	Hembra	1052.0	1029.3	789.3	578.7	543.0	877.3
	Macho	1018.3	1027.0	813.0	559.3	433.5	604.3
	\bar{X}	1035.2 ^a	1028.1 ^a	801.2 ^{ab}	569.0 ^{bc}	488.2 ^c	740.8 ^b
Ganancia diaria de peso, g	Hembra	30.0	29.4	22.5	16.5	15.5	25.1
	Macho	29.1	29.3	23.2	16.0	12.4	17.3
	\bar{X}	29.6 ^a	29.4 ^a	22.9 ^{ab}	16.3 ^{bc}	13.9 ^c	21.2 ^b
Consumo de alimento, g	Hembra	3823.0	3449.0	2782.0	2154.0	1861.0	2316.0
	Macho	3370.0	3164.0	2578.0	2095.0	1615.5	1750.5
	\bar{X}	3596.5 ^a	3306.5 ^b	2680.0 ^c	2124.5 ^d	1738.2 ^e	2033.3 ^d
Consumo diario de alimento, g	Hembra	109.2	98.5	79.5	61.5	53.1	66.2
	Macho	96.3	90.4	73.6	59.8	46.2	50.0
	\bar{X}	102.7 ^a	94.5 ^b	75.6 ^c	60.7 ^d	49.6 ^e	58.1 ^d

Variable	Sexo	Tratamiento					
		1 (0 ^o /o)'	2 (15 ^o /o)'	3 (30 ^o /o)'	4 (45 ^o /o)'	5 (60 ^o /o)'	6 (60 ^o /o)''
Índice de conversión alimenticia	Hembra	3.63	3.55	3.52	3.72	3.43	2.64
	Macho	3.31	3.10	3.17	3.75	3.72	2.89
	\bar{X}	3.47 ^{ab}	3.22 ^{ab}	3.35 ^{ab}	3.73 ^b	3.57 ^b	2.77 ^a
Peso de carne en canal, g	Hembra	916.7	852.0	725.3	562.3	540.7	697.7
	Macho	783.3	752.7	610.0	555.7	407.5	474.0
	\bar{X}	850.0	802.3	667.6	559.0	474.1	585.8
Rendimiento de carne en canal, %	Hembra	50.75	48.21	47.39	42.76	42.13	43.33
	Macho	50.73	47.94	45.43	48.97	42.03	41.50
	\bar{X}	50.74 ^a	48.07 ^{ab}	46.41 ^{ab}	46.37 ^{ab}	42.08 ^b	42.42 ^b

NOTA: Letras distintas dentro de tratamientos indican diferencias significativas (Tukey, $P < 0.05$).

' = Nivel de harina de amaranto crudo.

„ = Nivel de harina de amaranto cocido.

en crudo. De la observación de los datos se deduce que el procesamiento térmico indujo una mayor eficiencia de utilización de la dieta ingerida. Este hallazgo tendrá que ser confirmado en investigaciones futuras.

Los rendimientos de carne en canal oscilaron entre 42.08 y 50.74%, siendo estadísticamente superior el tratamiento 1, según se observa en la Tabla 4. Estos rendimientos pueden considerarse bajos, aunque debe tenerse en cuenta que estos conejos no alcanzaron el peso recomendable para el sacrificio, por tratarse de animales en etapa de crecimiento.

La observación macroscópica de los órganos durante el sacrificio reveló la existencia de edema subcapsular del riñón y leve degeneración grasa en el hígado en los conejos alimentados con las dietas 4, 5 y 6. También acusaban edema abdominal los conejos que recibieron las dietas 3, 4, 5 y 6. En cambio, los conejos bajo las dietas 1 y 2 no presentaban ninguna lesión en los órganos.

Microscópicamente, el tejido renal se encontró afectado en los conejos que ingirieron las dietas 3, 4, 5, y 6, acusando necrosis intersticial; las células tubulares mostraban degeneración hidrópica; los túbulos renales y la cápsula de Bowman estaban dilatados, con presencia de edema, y se observaron algunos cilindros hialinos. En el riñón de un conejo sujeto a la dieta 3, se detectaron algunos cristales que causaron obstrucción del glomérulo. El riñón de los conejos alimentados con las dietas 1 y 2 se encontró normal.

La observación microscópica del tejido muscular reveló edema intersticial entre las fibras musculares, mientras que el tejido hepático presentó células con tumefacción turbia y degeneración grasa (dietas 3 a 6). Las lesiones celulares de hígado, riñón y músculo fueron más severas en los conejos alimentados con la dieta 5.

Los resultados del examen histológico son muy parecidos a los que Osweiler (11) obtuvo en cerdos alimentados con *Amaranthus retroflexus*, especialmente en cuanto a las lesiones que acusó el tejido renal. Aun cuando el contenido de oxalatos de *A. retroflexus* es mucho mayor que en el *A. hypochondriacus*, es posible que la alimentación con esta última variedad por períodos prolongados dé lugar a un cuadro de nefrosis en los conejos, muy parecido, si bien no tan severo, al observado por Osweiler en cerdos.

Los valores de proteína sérica fueron mayores para los conejos alimentados con las dietas 1 y 2 (7.0 y 6.5 g/100 cc de suero, respectivamente), mientras que en los conejos que recibieron la dieta 5 se encontraron los niveles más bajos (5.6 g/100 cc de suero), lo que demuestra que el estado nutricional de estos conejos estaba más afectado. Por otra parte, puede ser que la presencia de un síndrome nefrótico haya afectado las concentraciones de albúmina y globulina del suero, según se observa al comparar los valores normales con los valores obtenidos en los conejos empleados en este estudio (Tabla 5).

CONCLUSIONES

A partir de los hallazgos de que se ha informado, los autores llegan a las conclusiones siguientes.

1. La harina de las partes vegetativas del amaranto puede ser utilizada

TABLA 5

VALORES DE PROTEINAS SERICAS ENCONTRADOS EN CONEJOS
ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE AMARANTO
(Expresados en g/100 cc de suero)

Tratamiento	Proteína total	Albúmina	Globulina
1	7.0	3.85 (55.7)	3.10 (44.3)
2	6.52	3.90 (59.8)	2.62 (40.2)
3	5.97	3.75 (62.8)	2.22 (37.2)
4	6.0	3.70 (61.7)	2.30 (38.3)
5	5.6	3.47 (62.0)	2.12 (38.0)
6	6.0	3.67 (61.3)	2.32 (38.7)
Valores normales	6.3	(52.5)	(47.4)

Nota: entre paréntesis los valores de albúmina y globulina se expresan en porcentajes de la proteína total.

para sustituir a la harina de alfalfa hasta en un 15% en raciones para conejos. A ese porcentaje, tiene buenos resultados en cuanto a ganancia de peso, consumo de alimento y eficiencia de conversión alimenticia sin que se produzcan signos de toxicidad.

- No se recomienda utilizar niveles mayores de 15% de harina de amaranto en la dieta ya que conforme el porcentaje de sustitución se incrementa, el consumo de alimento disminuye. Ello ocasiona retraso en el crecimiento y da lugar a que se presente un cuadro patológico caracterizado por nefrosis intersticial y edema, cuya gravedad es mayor cuando se utilizan dietas que contienen 60% de harina de amaranto crudo. El valor nutricional del amaranto puede mejorarse a través de la cocción, ya que una dieta que tenía 60% de harina de amaranto cocido rindió mejores resultados que una dieta con 60% de harina de amaranto crudo. No obstante, ambas ocasionaron mortalidad y lesión renal debido al alto porcentaje en que se suministraron. La utilización del amaranto cocido en alimentación animal no sería aconsejable, a causa de la dificultad y costos del procesamiento, pero este experimento sugiere que el componente tóxico puede ser eliminado a través de la cocción.

SUMMARY

EVALUATION OF DIFFERENT LEVELS OF AMARANTH FLOUR (VEGETATIVE PARTS) IN SUBSTITUTION OF ALFALFA MEAL FOR GROWING RABBITS

The vegetative part of the amaranth plant could be a useful resource for animal feeding due to its chemical characteristics and to the high yield obtained when harvested between 45 and 60 days after planting.

Six diets were evaluated in order to determine the feed efficiency of amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) for growing rabbits. The diets contained dehydrated amaranth leaves and stalks in levels of 0, 15, 30, 45 and 60%, to replace equal amounts of alfalfa leaf meal. An additional diet containing 60% of steam-treated leaves and stalks of amaranth, for five minutes, prior to dehydration and milling, was also tested. The amaranth leaf meal contained 17.8% protein and 12.4% crude fiber as compared with the alfalfa leaf meal which contained 22.0% protein and 23.3% crude fiber. In terms of weight gain, feed intake, feed efficiency, carcass weight and serum proteins, the results indicated that amaranth leaf meal can efficiently replace alfalfa leaf meal up to 15% of the total weight of the diet. Higher levels, however, caused growth retardation and a pathological picture characterized by interstitial nephrosis and edema, more easily observed at a 60% level in the diet. Results also revealed that a steam treatment improves the nutritive quality of the amaranth meal.

BIBLIOGRAFIA

1. Cheeke, P. R. & J. Bronson. Feeding trials with *Amaranthus* grain, forage and leaf protein concentrates. En: *Proceedings of the 2nd. Amaranth Conference*. Emmaus, Rodale Press, 1979, p. 5-11.
2. Cheeke, P. R., R. Carlsson & G. O. Kohler. Nutritive value of leaf protein concentrates prepared from *Amaranthus* species. *Can. J. An. Sci.*, 61: 199-204, 1981.
3. Odwongo, W. O. & J. S. Mugerwa. Performance of calves on diets containing *Amaranthus* leaf meal. *An. Feed Sci. Technol.*, 5: 193-204, 1980.
4. Alfaro, V., M. A. Evaluación del Rendimiento y la Composición Química del Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus L.*) en Tres Diferentes Epocas de Corte. Tesis Ingeniero Agrónomo. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 1985, 48 p.
5. Harris, D. J., P. R. Cheeke & N. M. Patton. Effect of feeding *Amaranthus*, sunflower leaves, kentucky blue grass and alfalfa to rabbits. *J. Applied Rabbit Res.* 4: 48-50, 1981.
6. Banco de Guatemala. Desarrollo de la Cunicultura en Guatemala y sus Posibilidades de Industrialización. Informe Económico. Guatemala, Banco de Guatemala, julio-septiembre, 1973, p. 1-40.
7. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970, 1094 p.
8. Melby Jr., E. C. & N. H. Altman. *Handbook of Laboratory Animal Science*. Vol. III. Cleveland, Ohio, C.R.C. Press, 1974, p. 367-372.
9. National Academy of Sciences. *Necesidades Nutritivas del Conejo*. Argentina, Hemisferio Sur, 1974, p. 1-3.
10. Gras, J. Proteínas plasmáticas. En: *Fisicoquímica, Metabolismo, Fisiopatología y Clínica de las Proteínas Extracelulares*. 3a. ed., Barcelona, Jims, 1967, p. 65.

- 104-111, 239-289.
11. Osweiler, G. D. Production of perirenal edema in swine with *Amaranthus retroflexus*. *Am. J. Vet. Res.*, **30**(1): 557-566, 1969.