

COMPOSICION Y EMPLEO DEL ACHIOTE (*Bixa orellana* L) EN RACIONES PARA GALLINAS PONEDORAS, PARA LA PIGMENTACION DE LA YEMA DEL HUEVO 1 *

Héctor Araya H., Mario Murillo R., Emilio Vargas G. y Jorge Delgado M.**

ABSTRACT

Composition and use of anatto (*Bixa orellana* L) in laying hen diets as pigmentator of the egg yolk. Chemical analyzes were conducted to evaluate the composition of three anatto cultivars. The total content of pigment was 55 to 60 mg/kg of dried seed; 22 to 25 mg/kg in the whole fruit and 0.45 to 0.60 mg/kg in the peel. Bixin content was 50 mg/kg in the seeds, 19 to 21 mg/kg in the whole fruit and 0.25 to 0.5 mg/kg in the peel. There was an average of 42 seeds per fruit.

Warren laying hens were placed in individual cages during a 5 week period to evaluate anatto as a pigmentator for the egg yolk. Eight treatments were used: 1, basal diet; 2, 0.003% yellow carophyll; 3, 0.1% anatto; 4, 0.2% anatto; 5, 0.3% anatto; 6, 0.4% anatto; 7, 0.5% anatto and 8, 0.6% anatto. Carophyll gave the highest egg yolk coloration (9.45 units Roch scale), followed by the 0.6% level of anatto (6.27 units); the differences were significant. Prediction equation showed that 203 g of total anatto pigment per ton of feed, equivalent to 1.06% of anatto meal in the diet, are required. Economic analisis showed that the use of the anatto meal was profitable.

INTRODUCCION

En las explotaciones avícolas se le ha dado mucha importancia al uso de sustancias pigmentantes como una consecuencia de la asociación que ha hecho el público consumidor del color amarillo con un más alto valor nutricional del producto.

La pigmentación amarilla de la yema del huevo se debe al consumo de dietas que incluyen sustancias hidroxicarotenoides, llamadas xantofilas (4, 7, 8, 12,); estos pigmentos no pueden ser sintetizados por las aves y deben ser incorporados a las raciones. La xantofilas son esencialmente pigmentantes y no

tienen valor nutritivo; a diferencia de éstas, los carotenos son precursores de vitaminas A y utilizados de esta manera por el ave.

Ganguly *et al* (6) han demostrado que las xantofilas se incorporan en la sangre y son depositadas en la piel, tejidos grasos, hígado y yema de los huevos. Marusich y Baverfeind (11) indican que la deposición de pigmentos en la yema incrementa linealmente conforme aumenta la cantidad de xantofilas de 2.5 a 20 gramos por tonelada de alimento. Por encima de estos valores la deposición disminuye, excepto para el ester apocarotenoico.

El colorante o extracto del achiote está constituido especialmente por bixina, orellina, grasas, resina y carotenos. La bixina es la xantofila que le da el poder pigmentante y constituye entre 6 y el 12% del extracto (1, 10, 14, 15). Squibb y colaboradores (16) encontraron una coloración aceptable en la yema de los huevos cuando se usó harina de achiote en un 3% de la ración de gallinas ponedoras.

1 Recibido para su publicación el 31 de marzo de 1977

* Parte de la tesis de Ingeniero Agrónomo presentada por el primer autor en la Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

** Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica

El alto costo de los pigmentadores sintéticos usados actualmente, los efectos detrimentales que éstos causan a la salud humana, la necesidad de una mayor diversificación agrícola, y la escasa información existente sobre la utilización del achiote como fuente pigmentante de la yema del huevo, fueron los principales factores que motivaron la presente investigación. Los objetivos de la misma fueron: a) determinar si existen diferencias, en la cantidad y calidad de pigmentos, entre los tres cultivares de achiote más importantes de Costa Rica; b) determinar los niveles de achiote que sería necesario incorporar a las dietas para lograr una coloración adecuada a los requisitos del mercado costarricense. El trabajo se realizó en la Estación Experimental Fabio Baudrit y en el Laboratorio de Nutrición Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

MATERIALES Y METODOS

El achiote utilizado se recolectó de tres cultivares provenientes de la Suiza de Turrialba, que se denominaron 'A', 'B' y 'C'. El fruto entero (semilla y cáscara) se secó a 60°C por 48 horas y se molió usando mallas de 1 mm, guardándose en bolsas plásticas en un lugar seco hasta su utilización.

Previo al estudio biológico de pigmentación de la yema del huevo se determinó el peso de la cáscara y el número y peso de semillas por fruto; los pigmentos se analizaron por el método descrito por Monge (13) y el análisis proximal de Weende se hizo por el método descrito por Bateman (2).

Para el estudio de pigmentación de la yema del huevo se utilizaron 122 gallinas ponedoras de 11 meses de edad del híbrido comercial Warren, alojadas en jaulas individuales. El consumo de alimento y agua fue suministrado sin restricción. Previamente al ensayo, que duró 5 semanas, las aves fueron sometidas a un período de adaptación de otras 5 semanas, para evitar efectos residuales de pigmentación debido a la ración anterior.

A fin de evaluar el efecto pigmentante del achiote se utilizó una dieta base pobre en pigmentos que llenara todos los demás requerimientos de aves en producción (Cuadro 1). Todas las aves recibieron la ración base (a) variando únicamente la fuente y

cantidad de pigmentos. Así la ración (b) era igual a la ración base más carophyll* en una cantidad de 3 mg/ 100 gramos de alimento o sea 0.003% de la ración, lo cual representa un total de 3.0 gramos de xantofilas por tonelada de alimento. A las raciones c, d, e, h, i y k se les incorporó harina de achiote entero del cultivar 'B', en una cantidad de 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 y 0.6 por ciento de la ración, respectivamente. Esto representó, en términos de pigmentos totales provenientes del achiote, 19.1, 38.2, 57.4, 76.5, 95.6 y 114.7 gramos por tonelada de alimento para las raciones mencionadas, en su orden.

La evaluación de la pigmentación de la yema se hizo visualmente, por medio del abanico colorimétrico de la Roche (9), haciéndose observaciones de un huevo por una gallina por semana.

El diseño experimental fue un diseño de parcelas divididas, en el cual la parcela grande correspondió a las determinaciones semanales durante el experimento (5 semanas) y la pequeña a los ocho tratamientos, con 14 repeticiones. De esta forma, se obtuvo 560 unidades experimentales. Los datos se programaron en la computadora para obtener el análisis de varianza, de regresión y pruebas de Duncan. Además, se llevó a cabo un estudio económico para determinar el costo de producir un mismo valor de pigmentación con ambas fuentes.

RESULTADOS Y DISCUSION

Estudio comparativo de tres cultivares de achiote

El análisis proximal, así como los análisis físicos y de pigmentos de los cultivares de achiote de mayor cultivo en Costa Rica, se muestran en los Cuadros 2 y 3. Se denominó cultivar 'A' a aquel con fruto ovalado o puntiagudo de color amarillo rojizo y de pocas espinas, conocido popularmente como "pico de pájaro"; el cultivar 'B' presenta un fruto redondeado de color morado y con muchas espinas y el cultivar 'C' tiene un fruto redondo amarillo oscuro y con bastantes espinas.

Se encontró un promedio de 42 semillas por fruto, lo cual representa alrededor de 36 por ciento por peso del fruto entero. El número de semillas por fruto, y el peso proporcional de las mismas, no fue diferente entre los tres cultivares estudiados. La hu-

* Preparado por Roche International.

Cuadro 1. Composición y análisis de la dieta basal utilizada en el experimento

Ingredientes	Dieta Basal %
Sorgo Molido	65.71
Harina de pescado	4.76
Harina de soya	6.43
Harina de semilla de algodón	7.62
Salvadillo de trigo	3.57
Melaza de caña	4.76
Sal	0.34
Harina de hueso	0.50
Carbonato de calcio	5.71
Vitaminas y minerales*	0.50
Análisis	
Proteína cruda calculada	15.24
Proteína cruda analizada	13.10
Energía metabolizable Kcal/kg	2.86
Calcio	2.74
Fósforo total	0.61
Humedad	10.60
Fibra cruda	2.20
Cenizas	9.27
Extracto etéreo	5.03

- * Fórmula de Vitaminas y minerales, Vitamelk para ponedoras. Dawes Lab. of Central America S.A. Contenido de vitaminas por kg: Vitamina A, 3.260.870 U; Vitamina D₃, 869.565 U; Vitamina E, 522.0 U; Riboflavina, 1.96 g; D-Pantotenato de calcio 2.61 g; Niacina, 6.96 g; Vitamina B₁₂, 5.22 mg; Cloruro de colina 50%, 173.91 g; Bisulfito sódico de menadiona (K₃), 1.30 g. Contenido de minerales por kg. Manganeso 26.90 g; Zinc 17.39 g; Hierro 13.04 g; Yodo 0.65 g; Cobalto 65.22 mg; Selenio 4.35 mg.

medad constituyó alrededor del 80 por ciento del fruto fresco, encontrándose pequeñas diferencias entre cultivares.

El contenido, clase y distribución de pigmentos en el fruto se presentan en el Cuadro 3. La mayor concentración de estos se encuentra en la semilla, alcanzando alrededor de 60 mg/kg de semilla en

base seca para el cultivar descrito como 'A', y de 55 mg/kg para el descrito como 'C'. Así mismo el cultivar 'A' contiene menor concentración de pigmentos en la cáscara en comparación a los otros dos cultivares.

Se encontró que entre el 86 y 90 por ciento de los pigmentos contenidos en el achiote es bixina que

Cuadro 2. Análisis proximal del fruto entero, de la cáscara y de la semilla sin extracción, del achiote usado en el experimento*.

Contenido de	Fruto entero %	Cáscara %	Semilla %
Humedad	14.4	10.2	13.1
Proteína cruda (N x 6.25)	10.6	10.1	13.1
Extracto etereo	7.3	9.3	2.8
Fibra cruda	23.5	25.4	18.0
Extracto libre de nitrógeno	39.5	40.1	48.6
Cenizas	4.7	4.8	4.4

* Este análisis corresponde al achiote descrito como cultivar 'B'.

Cuadro 3. Contenido y distribución de pigmentos en el fruto del achiote.

Cultivar de achiote	Semillas por fruto	Peso pro- porcional de las semi- llas (% del fruto)	Humedad %	Forma de análisis	Pigmentos totales mg/kg	Bixina total		Otros pigmentos	
						mg/kg	% del total de pigmentos	mg/kg	% del total de pigmentos
'A'	41	36.4	80.2	Entero	24.5	21.3	86.8	3.3	13.3
				Semilla	59.9	52.0	86.8	7.9	13.2
				Cáscara	0.5	0.3	56.6	0.2	43.4
'B'	42	36.4	82.4	Entero	22.3	19.5	87.5	2.8	12.5
				Semilla	56.4	50.8	90.0	5.6	10.0
				Cáscara	0.7	0.5	66.3	0.3	33.7
'C'	43	35.8	77.7	Entero	22.2	19.9	89.8	2.3	10.2
				Semilla	54.9	40.7	90.5	5.2	9.5
				Cáscara	0.6	0.5	7.0	0.05	25.0

es el principal colorante de la yema; entre un 10 y 14 por ciento son otros pigmentos. El cultivar 'A' contiene la mayor cantidad de pigmentos totales, y es el que contiene mayor cantidad de pigmentos que no son bixina. Debe observarse que, en la cáscara de todas los cultivares estudiados, la relación bixina-pigmentos totales disminuye notablemente en comparación a la semilla o el fruto entero. En el siguiente ensayo se usó el cultivar 'B', por ser el más disponible.

Estudio biológico de las aves ponedoras

Los valores promedio de pigmentación, por tratamiento y por semana, se puede apreciar en el Cuadro 4. Conforme se aumenta la cantidad de pigmentos totales en la ración, el valor visual de coloración aumenta.

No se encontraron diferencias significativas entre los valores promedio de cada semana, lo que

demostró que los pigmentos del achiote y del carophyll* son bastante resistentes a factores ambientales como oxidación, luz y temperatura, lo cual ya ha sido señalado en la literatura (5).

El hecho de que ninguno de los tratamientos con achiote haya igualado al empleo de 0.003% de carophyll, indica que es necesario incrementar la cantidad de pigmentos totales a un valor superior a 114.7 g por tonelada de alimento, a fin de obtener el mismo efecto visual en el color de las yemas producido con 3.0 g por tonelada de alimento de pigmentos totales provenientes del carophyll. Esto demuestra que los pigmentos provenientes del carophyll fueron mayormente utilizados, mientras que los pigmentos del achiote sólo tienen una utilización de 1.48 por ciento en relación al ester apocarotenoico (Carophyll amarillo), que se considera como de 100 por ciento; esto es concordante con lo expresado en la literatura con respecto a otras fuentes naturales (4, 7, 11).

Cuadro 4. Promedio semanal y total de tasa de pigmentación para cada tratamiento, según la escala relativa de Roche*

Tratamiento	Cantidad de pigmentos totales adicionales g/ton. alimento	Valor visual de pigmentación					Promedio por tra- tamiento
		Semanas de producción					
		1	2	3	4	5	
a (testigo)	0.0	1.64	1.30	1.45	1.40	1.33	1.42 a**
c (0.10 % achiote)	19.1	3.29	2.63	2.75	2.71	2.11	2.70 ab
d (0.20 % achiote)	38.2	4.00	3.13	3.33	3.83	3.67	3.59 bc
e (0.30 % achiote)	57.4	3.60	3.78	4.00	4.38	3.43	3.84 bc
h (0.40 % achiote)	76.5	4.50	5.00	5.14	4.25	5.20	4.82 cd
i (0.50 % achiote)	95.6	6.64	6.33	6.15	4.45	6.18	5.95 de
k (0.60 % achiote)	114.7	6.42	6.36	6.67	5.60	6.30	6.27 e
b (0.003 % carophyll)***	3.0	10.18	10.50	9.67	10.38	7.5	9.45 f

* The Roche Yolk colour fan. F. Hoffmann. La Roche and Co. Ltda. Basle, Switzerland.

** Valores con una letra en común no son diferentes estadísticamente ($P \geq 0.5$).

*** 10 % de ester apocarotenoico (Carophyll amarillo), preparado por Roche International. Distribuido por Trisan Ltda, San José, Costa Rica.

En la Figura 1, se observa que los niveles de pigmentos usados en el experimento no fueron suficientes para alcanzar un color del huevo en la escala Roche aceptable por el público consumidor (se recomienda para Costa Rica un valor de 10 en la escala), cosa que sí se consiguió con el tratamiento que contenía Carophyll*. Sin embargo, debido a la alta predicción de la ecuación, fue posible hacer una extrapolación de los valores obtenidos con los distintos tratamientos, con el fin de determinar la cantidad de pigmentos provenientes del achiote necesarios para producir una coloración de 9.45 en la escala de Roche. Los resultados indican que 203 por tonelada de alimento provenientes del achiote, que equivale aproximadamente a 10.62 kg de achiote

entero, parcialmente seco, del cultivar 'B', o sea 1.06 por ciento para una ración pobre en pigmentos son necesarios para producir el color mencionado.

En base a los resultados obtenidos se puede concluir que es posible la utilización de la harina de achiote entero, como fuente pigmentante de la yema de huevo en raciones para aves ponedoras. Asimismo, se debe indicar que no sería conveniente la utilización de la cáscara del achiote, o los residuos que quedan en el proceso de extracción de los pigmentos del achiote, para la coloración de la yema de huevo en gallinas ponedoras, debido a su bajo contenido de pigmentos, baja utilización de los mismos y altas concentraciones de fibra cruda.

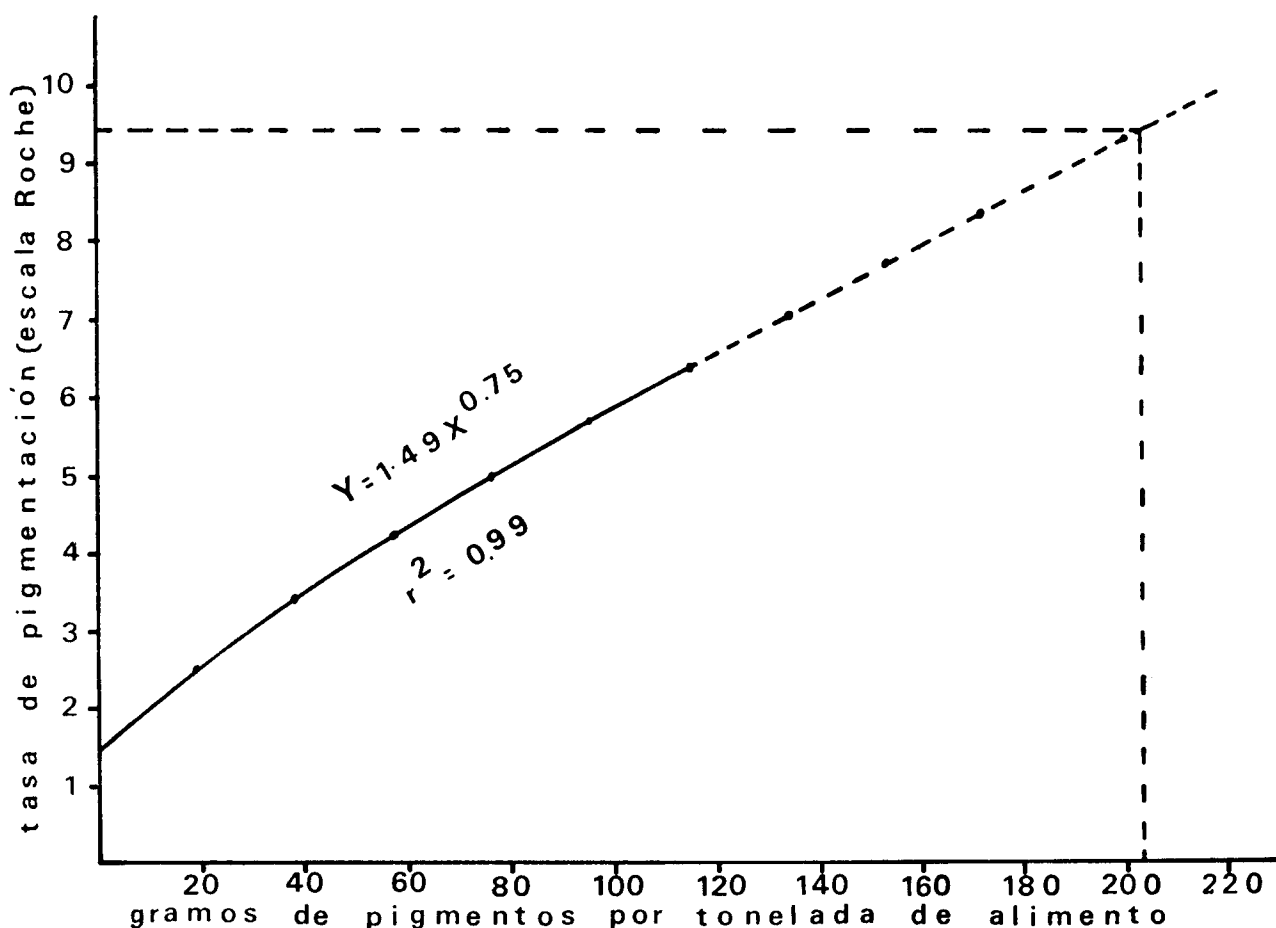


Fig. 1. Efecto del nivel de achiote en la ración, sobre el grado de pigmentación de la yema de huevo.

Comparación de costos entre el achiote y el carophyll

Para realizar esta comparación, se calculó el costo de 9.45 unidades de pigmentación producidos con carophyll y con achiote. Los costos actuales de ambos productos son, para Costa Rica, \$650.00 el kg de carophyll y \$0.95 el kg de achiote entero y fresco.

En base a los resultados del estudio de pigmentación y de los costos de adquisición de los pigmentantes, se encontró una ganancia de \$10.30 al producir una tonelada de alimento, cuando se utiliza el achiote como fuente de pigmentos en raciones para aves ponedoras (Cuadro 5).

Es necesario hacer estudios con el fin de corroborar las predicciones de la ecuación encontrada, así como estudios fitotécnicos, de almacenamiento, de secado, de extracción y económicos de la producción de achiote, con el fin de incrementar la utilización de este producto para la coloración de la yema del huevo y como colorante en otros productos alimenticios para consumo humano.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo la composición y uso de tres cultivares de achiote (*Bixa orellana*), como fuente de pigmentación de la yema del huevo. Se utilizaron 112 gallinas del híbrido Warren, colocadas en jaulas individuales, en un diseño de parcelas divididas. Los tratamientos consistieron en una ración base adecuada para gallinas ponedoras, pero pobre en pigmentos, la cual sirvió como testigo; los demás tratamientos consis-

tieron en el agregado a la ración base de 0.003 por ciento de carophyll amarillo de Roche, o de 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 y 0.6 por ciento de harina de achiote entero, seco y molido.

Los resultados indican un contenido promedio de 42 semillas por fruto para los tres cultivares. Así mismo se encontró un contenido de pigmentos totales que fluctuó de 55 a 60 mg/kg de semilla, de 22 a 25 mg/kg de cáscara. La bixina constituyó entre el 86 al 90% de los pigmentos provenientes del fruto entero y la semilla. Se encontró que es necesario incluir una cantidad de 203 g de pigmentos provenientes del achiote, por tonelada de alimento, con el fin de obtener una coloración entre 9 y 10 de la escala Roche, la cual constituye el 1.06 por ciento de harina de achiote entero de la ración. Se encontró que los pigmentos del achiote sólo son utilizados en un 1.48 por ciento por las aves. Los datos se discuten en términos económicos con respecto al carophyll de Roche.

LITERATURA CITADA

1. ANONIMO. Achiote. Revista Cafetaiera (Guatemala) No. 76: 23-27. 1976.
2. BATEMAN, S.V. Nutrición animal: manual de métodos analíticos. Centro Regional de Ayuda Técnica. Herrero Hns. Suces, S.A. México D.F. 1970. 460 p.
3. BRAUNLICH, K. The chemistry and action of pigmenters in avian diets *In* F. Hoffman - La Roche and Co., Animal Nutrition Events; New Orleans 1974: Carotenoids in poultry Production. Basle, Switzerland, 1976. pp 7-17.
4. CUCA, M. PINO, J.A. y MENDOZA, C. El uso de pigmentos en la alimentación de aves. Técnica Pecuaria en México 4: 39-42. 1964.
5. CROCCO, S. The strange case of red No. 2. Food Engineering 48: 64-65. 1976.
6. GANGULY, J.J., MEHL W. DEVEL, A.J. Studies on carotenoid metabolism: XII. The effect of dietary carotenoids on the carotenoid distribution in the tissues of chicken. Journal of Nutrition 50: 59-72. 1953.
7. GUENTHNER, E. et al. Pigmentation of egg yolk by xanthophylls from corn, marigold, alfalfa and synthetic sources. Poultry Science 52: 1787-1798. 1973.

Cuadro 5. Comparación económica entre el carophyll y el achiote

Fuente	Cantidad requerida (kg/ton. alimento)	Costo unitario (\$/kg)	Costo por tonelada de alimento
achiote	10.62	0.95	10.10
carophyll	0.03	50.00	20.40

8. HOFFMAN, F. Egg yolk Pigmentation with carophyll 2 ed. La Roche and Co. Ltda., Basle, Switzerland, 1974.
9. HOFFMAN, F. The Roche yolk colour fan; Directions for use. Basle, Switzerland. La Roche and Co. Ltd. 1975.
10. JIMENEZ, O. El achiote. Revista del Instituto de Defensa del Café (Costa Rica) 18: 361-367. 1947.
11. MARUSICH, W.L. y BAUERFEIND, J.C. Oxycarotenoids in poultry pigmentation: 1 Yolk studies. Poultry Science 49 (6) 1955-1966. 1970.
12. MENDOZA, C., PINO, J.A. y AYALA, J. Efecto de un antioxidante y una hormona sintética sobre la pigmentación de pollos de engorde. Técnica Pecuaria en México 2: 9-12. 1963.
13. MONGE, A. Factibilidad industrial del achiote. (*Bixa orellana*) Politécnica (Ecuador) 1: 39-46. 1967.
14. MOOMAW, J.C. y MATSUMOTO, H. Plant products of economic potencial in Hawaii. 1. Bixin. Hawaii Agricultural Experimental Station Technical Progress Report 129. 1961. 7 p.
15. MORTON, J.F. Can annatto (*Bixa orellana* L), and old source of food color, meet new needs for a safe dye? Proceedings of the Florida State Horticultural Society 73: 301-308. 1961.
16. SQUIBB, R.L., GUZMAN, M. y SCRIMSHAW, N.S. Carotene and riboflavin retention and serum vitamin levels in vitamin A depleted rats fed four forage meals, achiote meal and african palm oil. Turrialba 3: 91-93. 1953.