

ESTUDIO QUIMICO BROMATOLOGICO DE LA COLOCASIA ESCULENTA (TARO)

Salomón Ferreira*
Elsa Ortiz*
Clemencia Pardo*

RESUMEN

Este tubérculo es muy buen almacenador de carbohidratos y se emplea para la alimentación humana y animal. El estudio químico-bromatológico de las hojas, el tallo y especialmente del corno permitió saber que éste contiene más de 70% de agua, 1,16% de cenizas P/P en base seca (B.S.) con un alto porcentaje de cenizas insolubles, con bastante hierro y fósforo, alto contenido de almidón de gránulos pequeños de 5-7 micras de diámetro, bajo contenido de fibra y proteínas, mayor contenido de vitaminas A, B₂ y menos vitamina B₁ y C que otros tubérculos de uso común; con un contenido limitante de triptofano y con muy buenas posibilidades de empleo integral de la planta para la alimentación animal y del corno para la alimentación humana, extracción del almidón para producir alimentos procesados o con fines industriales.

SUMMARY

Chemical-bromatological study of *Colocasia esculenta* (Taro). This tubercle has a very good capacity for carbohydrate storage and may be used for humans and animals. The study of the leaves, stems and specially of the corms showed that the corm has over 70% of water, about 1,16% of ashes W/W in dry bases, a very high content of insolubles ashes, a high content of iron and phosphorous, high content of starch in small granules 5-7 microns in diameter, low fiber and protein contents, a higher content of vitamins A and B₂ and a lower content of vitamins B₁ and C than other tubercles commonly used in Colombia, with a limiting amount of tryptophan and very good possibilities for using all the plant for animal feeding and the corm for human consumption, extraction of the starch for food usage and other industrial processes.

INTRODUCCION

Los tubérculos y raíces se emplean como alimentos energéticos, pero su contenido de proteínas es

comparativamente bajo, en relación con los alimentos de origen animal. Sin embargo su producción es barata y proporcionan una fuente de energía a bajo costo.

El cultivo de taro (*Colocasia esculenta*) no solo posee importancia económica para una buena parte de la humanidad sino que se constituye en alternativas para solucionar el déficit calórico alimentario de los países del tercer mundo.

Rodríguez (1) considera que este cultivo es originario del sudeste de Asia (Asam, Birmania, Bengala, Ceylan y Sumatra) en donde todavía crece espontáneamente y en Egipto se cultivaba desde muy antiguo. Entre los Nagas de Asam el taro se ofrece ceremonialmente a los muertos (2).

Gómez y Piedrahita (3) dicen que en América tropical la *Colocasia esculenta* se conoce con los nombres de cocoyán, malanga, malanguay, rascadera, taro, dashem, papa china, tania etc.

Los géneros *Colocasia* y *Xantosoma* son muy parecidos y difíciles de clasificar y las plantas de este último producen menos hojas, más grandes, con peciolo más fuerte que las de *Colocasia* que no son peltadas (4).

Los cormos del taro se consumen cocidos en los trópicos, también se obtiene la harina para diversos usos, en rodajas que se fríen y como "poi" (Hawaii) el cual se obtiene de los cormos pelados, lavados, molidos y cocidos hasta formar una pasta de color marrón, que a veces se somete a una fermentación ligera. El "poi" tiene muy buen digestibilidad (5).

La planta del taro es una de las más eficientes productoras y almacenadoras de carbohidratos, los cuales pueden ser empleados para la alimentación

* Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Dpto. de Farmacia. A. Aéreo 14490, Bogotá.

humana o animal y además para otros usos industriales. Este estudio se hizo teniendo en cuenta el potencial agrícola de las áreas tropicales húmedas y subhúmedas de Colombia tales como la Costa Pacífica, los Llanos Orientales, el Putumayo, la Amazonía, la región del Bajo Calima y Buenaventura. En la región de Urabá el grupo Augura ha estado produciendo el tubérculo en cantidades comerciales y exportables y en la zona cafetera colombiana se emplea como alimento para cerdos en proporción de 30% de taro y 70% de concentrados para obtener un lechón de 90 Kg en 4 meses. El conocimiento de su composición en cuanto a nutrientes permitirá saber cuál es su valor potencial en la alimentación y su posible utilización con otros fines comerciales.

MATERIALES Y METODOS

Se recolectaron 4 muestras de aproximadamente 30 Kg cada una en cuatro épocas diferentes en la región del Bajo Calima. (Valle del Cauca) región ésta que tiene 87% de humedad relativa, 27°C de temperatura promedio y una altura promedio de 150 m sobre el nivel del mar. Las muestras se transportaron en bus, después de empacarlas en cajas de cartón corrugado, en sacos o costales de fique y envueltas en papel periódico.

Los análisis se realizaron sobre las hojas, el cormo y los tallos y se determinaron algunas características físicas como peso, diámetro del cormo y dimensiones de hojas y pecíolos. En el material fresco se determinó el contenido de humedad.

Los cormos se lavaron para eliminar tierra y materiales extraños, se pelaron manualmente y se cortaron en trozos pequeños, lo mismo que los pecíolos y las hojas, se secaron en una estufa con circulación forzada de aire a 40°C durante 72 horas. Las muestras secas se molieron en un molino para granos, luego se pasó el polvo por un tamiz 60 U.S.P. y el polvo seleccionado se guardó en frascos de vidrio con tapa de rosca.

Con las muestras así preparadas y estabilizadas se hicieron determinaciones de humedad por secado en estufa (6,7), por destilación con tolueno (8), y por el método de Karl Fischer (9,10,11); cenizas totales (8,9) cenizas solubles e insolubles en agua (7,8) alcalinidad de las cenizas totales (9); el contenido de calcio, magnesio, hierro, potasio, sodio, plomo y cobre por absorción atómica (10), fósforo

por el método del vanadato —molibdato (13,14); y arsénico por el método de Gutzeit (7); el contenido de azúcares reductores libres y azúcares totales por el método volumétrico (8,9,11) y por el método gravimétrico (7); el contenido de almidón por el método polarimétrico (15) y el método colorimétrico (16) y la distribución del tamaño del gránulo de almidón con un micrómetro ocular en un microscopio corriente; el contenido de fibra cruda (8), la grasa total (7,8) y los ácidos grasos libres por GLC (17,18,19,20); el nitrógeno total (9,21); el contenido de triptofano (15,22,23) el contenido de vitaminas A (24,22,26); vit. B₁ (11, 24); vit. B₂ (24,27) vit. B₆ (24,27) y C (12,30).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados son el promedio de tres determinaciones para cada método y cada parámetro examinado en cada una de las muestras en estudio.

Las características físicas de las hojas de taro pueden observarse en la Tabla No. 1.

Tabla No. 1
CARACTERISTICAS FISICAS DE LA HOJA
DE TARO

Característica Física en cm.	Muestra No.			
	1	2	3	4
Ancho de base	45,30	42,18	41,47	44,40
Ancho central	55,20	49,64	53,45	52,63
Ancho parte superior	33,05	49,64	53,45	52,63
Largo	72,10	65,60	64,20	66,70

Como puede observarse las hojas son de gran tamaño, de forma acorazonada, verdes y con tonalidades violáceas, borde liso, nervadura central fuerte lo mismo que las laterales y son muy anchas.

Los tallos son largos, esponjosos, no uniformes, ya que su diámetro inferior es aproximadamente tres veces el diámetro superior tal como puede verse en la Tabla No. 2.

El tallo no parte del borde de la hoja sino de la superficie interior y es muy largo, lo cual junto con las hojas y el cormo le confiere a la planta un gran tamaño.

Algunos ejemplares tienen un cormo (tubérculo) central y otros además de éste tienen pequeñas for-

maciones laterales que se denominan cormelos, son más o menos alargados, de forma cilíndrica, con diferentes pesos y tamaños y están recubiertos por una cáscara fibrosa que se adhiere íntimamente a la pulpa, la cual es de color blanco o con un tono rosado suave.

Las características físicas de los cormos pueden observarse en la tabla No. 3.

Se observa que la muestra No. 1, que tenía nueve meses de edad, es más grande que la muestra No. 3 que tenía 6 meses de edad. Las determinaciones de humedad por los diferentes métodos, en material fresco y en material seco (estabilizado), pueden verse en las tablas Nos. 4, 5, 6 y 7.

Tabla No. 2
CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS TALLOS DEL TARO

Características Físicas en cm.	Muestra No.			
	1	2	3	4
Longitud	142,68	102,63	99,25	131,23
Diámetro superior	1,29	1,05	1,22	1,06
Diámetro inferior	5,32	3,65	5,13	3,97

Tabla No. 3
CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS CORMOS DEL TARO

Características Físicas en cm.	Muestra No.			
	1	2	3	4
Longitud	32,83	25,20	20,21	30,77
Diámetro	16,57	15,30	14,28	18,46
Peso (Kg)	1,85	1,20	0,95	1,80

Tabla No. 4
CONTENIDO DE HUMEDAD EN MATERIAL FRESCO. (Porcentaje en peso)

Material	Método A: Secado en estufa			
	Muestra No.			
	1	2	3	4
Hoja	79,45	81,50	77,50	82,10
Tallo	92,39	92,40	90,87	85,50
Cormo	75,70	74,10	73,95	76,30

En estas tablas se observa que en el material fresco el tallo es la parte de la planta que tiene más humedad, más del 80%, que este valor aumenta con la edad del cultivo; el cormo contiene más del 70%

Tabla No. 5
CONTENIDO DE HUMEDAD EN MATERIAL FRESCO. (Porcentaje en peso)

Material	Método B: Por destilación con tolueno			
	Muestra No.			
	1	2	3	4
Hoja	78,63	80,59	79,22	85,30
Tallo	96,81	90,30	92,36	83,26
Cormo	72,87	73,60	75,90	74,28

Tabla No. 6
CONTENIDO DE HUMEDAD EN MATERIAL SECO Y PULVERIZADO (Porcentaje en peso)

Material	Método A: Secado en estufa a 105°C			
	Muestra No.			
	1	2	3	4
Hoja	8,92	8,02	7,89	8,23
Tallo	9,20	8,39	8,18	8,70
Cormo	5,80	4,82	4,50	5,30

Tabla No. 7
CONTENIDO DE HUMEDAD EN MATERIAL SECO Y PULVERIZADO (Porcentaje en peso)

Material	Método C: Por Karl Fischer			
	Muestra No.			
	1	2	3	4
Hoja	9,01	8,95	8,13	7,99
Tallo	9,49	8,20	8,57	8,63
Cormo	5,67	4,82	5,11	4,76

en peso de agua. Comparativamente los métodos A y B dan resultados muy similares mientras que por el método de Karl Fischer en material seco se obtienen valores ligeramente mayores a los obtenidos por secado en estufa, método que es más fácil y económico.

El material estabilizado por secado queda con contenidos de humedad que lo hacen muy estable y que es bajo si se compara con el contenido de humedad generalmente aceptado como seguro para materiales farináceos (15%).

Las cenizas totales, cenizas solubles e insolubles en agua en material seco y pulverizado, expresadas en peso en base seca (g/100g en B.S.) pueden verse en la tabla No. 8.

Tabla No. 8
CENIZAS TOTALES (A); CENIZAS SOLUBLES (B) Y CENIZAS INSOLUBLES EN AGUA (C)
EN MATERIAL SECO Y PULVERIZADO. (g/100g B.S.)

Material	1			2			3			4		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Hoja	9,25	3,01	6,17	8,69	3,13	5,57	9,92	3,74	6,18	9,37	3,47	5,91
Tallo	3,70	0,77	3,02	4,11	0,89	3,22	3,82	0,78	3,05	3,90	0,80	3,11
Cormo	1,02	0,27	0,74	1,21	0,33	0,88	1,28	0,32	0,96	1,13	0,35	0,79

Se observa que la hoja presenta la mayor cantidad de cenizas totales mientras que el cormo presenta la menor. Un comportamiento similar se observa para las cenizas solubles y las insolubles y éstas últimas representan aproximadamente un 70% P/P de las cenizas totales.

En la tabla No. 9 se presenta la alcalinidad de las cenizas en g/100 g en B.S. expresadas como bicarbonato de sodio y puede notarse que la hoja contiene materiales alcalinos aproximadamente igual a 2 veces los contenidos en el cormo.

Tabla No. 9
ALCALINIDAD DE LAS CENIZAS
(g/100 en B.S.) EXPRESADAS EN NaHCO_3

Material	Muestra No.			
	1	2	3	4
Hoja	0,66	0,61	0,58	0,62
Tallo	0,47	0,48	0,46	0,44
Cormo	0,39	0,31	0,35	0,38

Se puede observar que los contenidos de plomo son muy pequeños, no limitantes para el consumo y son los más bajos de estos tres elementos. El cormo sin pelar tiene un contenido mucho mayor de hierro que el cormo pelado y este valor aumenta con la edad de la muestra. El mismo comportamiento se observa para el cobre. El contenido mayoritario es el del hierro que está en concentraciones hasta de 731 veces la concentración de plomo ó 53,7 veces la concentración de cobre en el cormo sin pelar.

En la tabla No. 11 se puede observar el contenido de calcio y de magnesio expresados como mg/100g de muestra seca y pulverizada en base seca para cada una de las muestras analizadas.

Aquí se observa que el mayor contenido de calcio lo presenta el cormo sin pelar, el cual tiene hasta 3,14 veces su contenido en el cormo pelado tal como se prepara para la alimentación. En todos los casos el contenido de calcio es aproximadamente dos veces el de magnesio en el cormo pelado.

Tabla No. 10
CONTENIDO DE PLOMO, HIERRO Y COBRE (mg/100g)

Material	Muestra No.											
	1			2			3			4		
	Pb	Fe	Cu	Pb	Fe	Cu	Pb	Fe	Cu	Pb	Fe	Cu
Hoja	0,01	292,2	0,12	0,01	296,0	0,10	0,02	259,2	0,11	0,01	317,9	0,06
Tallo	0,01	292,2	0,10	0,01	244,1	0,07	0,01	211,1	0,05	0,01	250,4	0,05
Cormo pelado	0,02	4,32	0,24	0,02	6,19	0,21	0,02	3,8	0,23	0,01	8,07	0,24
Cormo sin pelar	0,03	21,93	0,44	0,04	22,4	0,41	0,04	20,1	0,40	0,03	20,5	0,42

Tabla No. 11
CONTENIDO DE CALCIO Y DE MAGNESIO (mg/100g B.S.)

Material	Muestra No.							
	1		2		3		4	
	Ca	Mg	Ca	Mg	Ca	Mg	Ca	Mg
Hoja	4,18	3,36	4,45	2,82	3,57	3,20	4,26	3,69
Tallo	2,19	5,64	2,23	5,29	2,22	5,46	2,37	5,56
Cormo pelado	14,40	7,61	18,64	7,40	15,36	7,64	15,98	7,76
Cormo sin pelar	42,76	6,52	52,91	6,19	44,99	6,71	47,46	6,57

Tabla No. 12
CONTENIDO DE SODIO Y DE POTASIO

Material	Muestra No.							
	1		2		3		4	
	Na	K	Na	K	Na	K	Na	K
Hoja	15,20	8,71	12,12	9,35	13,63	8,75	14,39	9,42
Tallo	6,42	6,98	5,67	6,31	5,58	6,17	5,82	6,60
Cormo pelado	6,90	2,58	7,43	3,06	7,56	2,80	7,12	2,96
Cormo sin pelar	4,51	3,27	4,36	3,81	4,57	3,53	4,34	3,45

En la tabla No. 12 se observan los contenidos de sodio y potasio expresados con mg/100 g de material seco y pulverizado en base seca (B.S.).

Se observa que excepto en el tallo, los contenidos de sodio son mayores que los de potasio y que el cormo pelado contiene más sodio que el cormo sin pelar; la hoja presenta la mayor acumulación de sodio de toda la planta.

En la tabla No. 13 se observan los contenidos de fósforo expresados como mg/100 g en base seca.

Tabla No. 13
CONTENIDO DE FOSFORO EN EL TARO.
(mg/100 g B.S.)

Material	Muestra No.			
	1	2	3	4
Hoja	212,11	152,66	163,27	188,93
Cormo pelado	203,54	214,55	189,85	184,70
Cormo sin pelar	137,87	149,41	117,30	104,21

Se observa que el cormo pelado tiene mayor cantidad de fósforo que el cormo sin pelar y que este contenido aumenta con la edad de la planta.

En la tabla No. 14 se observan los contenidos de

Tabla No. 14
CONTENIDO DE AZUCARES REDUCTORES LIBRES (A) Y DE ALMIDON (B)

Material	Muestra No.							
	1		2		3		4	
	A*	B**	A*	B**	A*	B**	A*	B**
Cormo pelado	0,63	78,56	0,16	76,85	0,36	79,70	0,28	78,68
Cormo sin pelar	0,30	71,53	0,08	68,98	0,13	72,91	0,11	71,48

A* Azúcares reductores libres expresados como gramos de glucosa/100 g B.S.

B** Contenido de almidones expresados como gramos/100 g B.S.

azúcares reductores libres y de almidón en material seco y pulverizado.

Como se ve el almidón representa más del 75% del peso seco del cormo pelado, los contenidos de azúcares reductores son muy bajos y parecen aumentar con la edad.

Los valores encontrados por determinaciones microscópicas del tamaño de 100 gránulos de almidón dieron como resultado un gránulo con un tamaño promedio de 6,96 micras de diámetro, con un máximo de 10,25 micras y un mínimo de 3,00 micras; el gránulo de almidón es pequeño y tiene una mayor frecuencia de distribución entre 5 y 7 micras de diámetro lo cual está de acuerdo con lo encontrado por Goering y Hass (28,29,30).

En la tabla No. 15 se observan los contenidos de fibra, grasa y nitrógeno expresados como porcentaje en peso en base seca.

Como se observa el cormo es la parte menos fibrosa con contenidos de grasa y nitrógeno muy bajos. La mayor concentración de nitrógeno se presenta en la hoja que tiene además un alto contenido de fibra. En el análisis de los ácidos grasos por cromatografía en fase gaseosa no se encontró ninguna señal que pudiera corresponder a los ácidos grasos

Tabla No. 15
CONTENIDOS DE FIBRA, GRASA Y NITROGENO EN TARO. (g/100 g B.S.)

Material	Muestra No.											
	1			2			3			4		
	A*	B**	C***	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Hoja	14,47	2,36	3,60	14,82	2,44	3,33	14,51	2,85	3,48	14,07	2,26	3,27
Tallo	15,71	1,35	0,49	14,89	1,24	0,47	16,00	1,62	0,47	15,30	1,42	0,43
Cormo pelado	1,07	0,33	0,55	1,03	0,64	0,75	1,08	0,84	0,64	1,06	0,54	0,75

A* Contenido de fibra cruda en g/100 g B.S.

B** Contenido de grasa (g/100 g B.S.)

C*** Contenido de nitrógeno (g/100 g B.S.)

Cuadro No. 16

Tabla No. 16
CONTENIDOS DE PROTEÍNA CRUDA Y DE TRIPTOFANO

Material	Muestra No.							
	1		2		3		4	
	A*	B**	A	B	A	B	A	B
Hoja	22,52	105,50	20,44	109,70	21,78	106,66	20,46	108,71
Tallo	3,46	26,65	4,71	31,79	4,06	27,58	4,73	31,65
Cormo	3,11	22,37	2,92	25,43	3,01	24,33	2,74	29,32

A* Contenido de proteína cruda. (G/100 g B.S.) Factor 6,25.

B** Contenido de triptofano (mg/100 g B.S.)

patrones empleados (cadena recta C4-C18). La sustancias solubles en éter podrían tratarse de otros materiales como ceras, fitosteroles y triterpenos, junto con los pigmentos propios de la hoja los cuales no son derivables en las condiciones de trabajo.

En la tabla No. 16 se observan los contenidos de proteína cruda y de triptofano en base seca.

Se observa que los mayores contenidos de proteína están en la hoja lo mismo que los de triptofano, los cuales resultan ser limitantes cuando se encuentran en el cormo, si se comparan con variedades de maíz opaco (15).

En la tabla No. 17 se puede ver el contenido de vitaminas en el cormo pelado seco y pulverizado. Las cantidades de Vit. B₆ encontradas fueron despreciables y por eso no se reportan.

Recopilando los análisis bromatológicos presentados se puede decir que el contenido de cenizas en el cormo es inferior al de muchos otros tubérculos, el contenido de hierro es similar al de la papa, superior al de la arracacha, la batata, la yuca y el bore;

el contenido de calcio es menor que el de la arracacha, la batata, la yuca y el bore pero superior al de la papa; el contenido de fósforo es similar al de la arracacha y superior al de la batata, yuca y papa; el contenido de fibra es similar al de la arracacha amarilla y al de la batata y superior al de la arracacha morada, la papa, la yuca y el bore e inferior al del ñane (31,32).

El contenido de grasa en el cormo del taro es similar al de los tubérculos de arracacha, batata, papa, yuca y bore; el contenido de proteína es inferior al del ñame, batata y papa y similar al de la yuca y la arracacha.

Tabla No. 17
CONTENIDO DE VITAMINAS A, B₁, B₂ Y C.

Vitamina	Muestra No.			
	1	2	3	4
A-U.I.º/100g	43,90	40,52	42,94	39,75
B ₁ mg/100g	0,13	0,13	0,12	0,14
B ₂ mg/100 g	0,19	0,18	0,18	0,17
C mg/100 g	6,62	6,16	6,33	5,80

El contenido de vitamina A es mayor que el de la yuca, la papa y el ñame y menor que el de la arracacha y la batata; el de vitamina B₂ es superior al de la arracacha, batata y yuca y muy similar al de la papa (28,29). La vitamina B₁ está en menor concentración que en el ñame, la batata y la papa y la vitamina C está por debajo del contenido en arracacha, batata, papa, yuca y ñame.

Finalmente se puede decir que:

1. Los cormos de taro tienen bajo contenido en proteína y son muy ricos en carbohidratos por lo cual se les debe considerar como alimentos esencialmente energéticos como la yuca, la papa, el ñame, el plátano y la batata y pueden ser fuentes potenciales de materia prima para almidón, pegantes, alcohol, productos farináceos horneados etc.

2. La parte externa del corno es rica en hierro y calcio con menor contenido de cobre, plomo y potasio.

3. Las hojas tienen mayor contenido de proteína y hierro y mayor valor nutricional que muchos otros alimentos y podrían emplearse como base en la preparación de mezclas para alimentación animal. Actualmente se emplean para alimentar peces en criaderos.

4. Elaborando una harina con todas las partes de la planta (hojas, peciolos o tallos y cormos) podría obtenerse un alimento con mayor poder nutricional

que solo empleando los cormos y a bajo costo.

BIBLIOGRAFIA

- RODRIGUEZ, N.A. Instrucciones técnicas para el cultivo de la malanga isleña género *Colocasia*; Dirección de cultivos varios, Ministerio de Agricultura, Cuba, 5, 1977.
- RODRIGUEZ, N.A. El cultivo de malanga isleña (*Colocasia esculenta* Schott); Dirección de normalización del Ministerio de Agricultura, Cuba, 4, 1978.
- GOMEZ, A.N. Conferencias sobre aráceas comestibles. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Colombia, 2, 1976.
- RUBERTE, R.; MARTIN, F. Hojas comestibles del trópico. Instituto Mayaguezano de Agricultura Tropical, Puerto Rico, 21,26,1975.
- MILLER, C.D. Food values of Poi, Taro and Limo; Hawaii Agricultural Experiment Station Bulletin, University of Hawaii, Honolulu, Hawaii, 1927.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists, Washington, X Ed. 1970.
- VILLAVECHIA, V. Tratado de Química Analítica Aplicada. Gustavo Gili; Barcelona, pg. 4, 1963.
- GAVIRIA, L.E.; RAMIREZ DE I. Química Analítica Aplicada, Análisis de Alimentos, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. p. 3, 1976.
- COX, H.E.; PEARSON, D. The Chemical Analysis of Foods, Chemical Publishing Co.; Inc.; New York, p. 33, 1962.
- KAHN, H.L. Instrumentación para espectrofotometría por absorción atómica. The Perkin Elmer Corporation. Norwalk, Conn. 1966.
- THE UNITED STATES PHARMACOPOEIA, U.S. P. XX, Mack Printing Company. Washington, D.C., pg. 988, 1980.
- BRITISH PHARMACOPOEIA, B.P. 80. London. Her Majesty's Stationery Office, London. 1980.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO ICA. Método espectrofotométrico para el fósforo. Manual de Análisis de Laboratorio de Nutrición Animal, Tibaitatá, Colombia, 1968.
- JOSLYN, M.A. Methods in Food Analysis, Academic Press, New York, p. 131, 1970.
- AREVALO, L.; RUIZ, L.; FERREIRA, S. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 3, 37, 1979.
- WINTON, A.; WINTON, K. The Analysis of Foods, John Wiley and Sons, Inc. New York p. 203, 1945.
- GRACIA, J.M. Fundamentos de la Cromatografía de Gases, Perkin Elmer Corp. 1970.
- STAMBUK, J.O. Manual Práctico de Cromatografía de Gases, Perkin Elmer Corp. 1970.
- DE GRACIA, J.M.S. Fundamentos de la Cromatografía de Gases, Castilla, Madrid, 1976.
- VORBECK, L.R.; MATTICK, F.A.; LEE, C.S. *Anal. Chem.* 33, 1512, 1961.
- KJELDAHL TECATOR KJELTEC SYSTEM. Tecator Manual Application Notes, New York, 1981.
- SPIES, J.R.; CHAMBERS, D. *Anal. Chem.* 20, 30, 1948.
- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS INC. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, St. Paul, 1969.
- STROHECKER, R.; HENNING, H.M. Análisis de Vitaminas, Métodos Comparados, Madrid, 1967.
- KARRER, T.; JACKER, E. Carotenoids; Verlag Birkhauser, Basilea, 1948.
- THE ASSOCIATION OF VITAMIN CHEMISTS, INC. Methods of Vitamins Assay, Interscience Publisher, Inc. New York, p. 33, 1951.
- HARRIS, L.J. Vitamins in Theory and Practice, Ed. Cambridge University Press, London, 1955.
- BERRE, S.L.; GALLON, G.; TABI, B. *Ann. Nutr. Alim.*; 1969.
- SCHMIDT HEBBEL, H. Ciencia y Tecnología de los Alimentos; Ed. Universitario, Santiago, Chile, 51, 1981.
- GOERING, K.J.; BRESLFORD, D.L. *Cereal Chem.* 43, 127, 1966.
- GOERING, K.J.; RAO, P.V.; SUBBA, L. *Starerke*, 21, 228, 1969.
- GOERING, K.J.; CEJASS, B. *Cereal Sciences* 16, 306, 1971.
- INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICION. Tabla de Composición de Alimentos Colombianos; Bogotá, Colombia, 1978.
- DE NAVARRO, T.O. Principales Componentes Químicos del Ñame (*D alata* y *cayenensis*); Tesis de Grado, Universidad Nacional de Colombia, 1973.