

CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE DOS VARIEDADES DEL FRUTO DEL ZAPOTE (*Matisia cordata*) COMERCIALIZADAS EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA

PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF TWO VARIETY ZAPOTE FRUIT COMMERCIALIZED IN DEPARTAMENTO DEL CAUCA

JORDAN JAIR ALEGRÍA¹, OLGA LUCIA HOYOS², JULIÁN ANDRES PRADO³

PALABRAS CLAVE:

Zapote, *Matisia cordata*, semilla, pulpa, cáscara.

KEY WORDS:

Zapote, *Matisia cordata*, seed, pulp, skin.

RESUMEN

*El zapote (*Matisia cordata*) es un fruto originario de la amazonia brasilera, distribuido en países como Colombia y ampliamente consumido por sus habitantes, su aprovechamiento es muy limitado, debido principalmente al desconocimiento del potencial agroindustrial que puede encerrar. El propósito de esta investigación fue determinar las propiedades fisicoquímicas de dos variedades de este fruto comercializadas en el suroccidente colombiano. Los ensayos se realizaron sobre una muestra representativa obtenida de forma aleatoria en plazas de mercado de la ciudad de Popayán; las partes del fruto (cáscara, semilla y pulpa) fueron preparadas adecuadamente y se analizaron sus características organolépticas, físicas, de composición y rendimiento. Los parámetros químicos y organolépticos evaluados, varían muy poco entre las dos variedades, sin embargo presentan diferencias apreciables en sus características físicas y rendimientos. Se destaca el alto contenido promedio de aceite presente en la semilla (3,5-5%). Los resultados obtenidos abren la posibilidad de emplear estos materiales en diversos campos de la industria agrícola y de alimentos, proyectando esta especie como fuente promisoría de materiales potencialmente aprovechables.*

ABSTRACT

Zapote is an original fruit of the Brazilian amazons, distributed in countries such as Colombia and is eaten regularly by this people, farm industry initiative

Recibido para evaluación: Marzo 1 de 2007. Aprobado para publicación: Mayo 14 de 2007

- 1 Ingeniero Agroindustrial. Grupo de Investigación en Química de Productos Naturales. Dpto de Química, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación. Universidad del Cauca.
- 2 Ph.D en Ciencias Químicas. Grupo de Investigación en Química de Productos Naturales. Dpto de Química, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación. Universidad del Cauca.
- 3 Ingeniero Agroindustrial. Grupo de Investigación en Química de Productos Naturales. Dpto de Química, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación. Universidad del Cauca.

Correspondencia: Olga Lucía Hoyos S.: e_mail: olhoyos@unicauca.edu.co

in this area is very limited, mainly because little is known about the industrial potential which can be attained. The purpose of this research was to determine the physicochemical properties from two varieties of this fruit which is commercialized in southwest of Colombia. The assays were realized on a representative sample obtained in Popayán city, the fruit parts (skin, seeds and pulp) were carefully prepared and its were analyzed in the organoleptic, physical, composition characteristics and yields. The chemical and organoleptic parameters evaluated varied very little among the two varieties, however its present differences in physical characteristics and yields. The most outstanding feature was the high average oil content of seeds (3,5-5%). The results open the possibility to use part of these materials in many areas of farm an food industry. On this way showing that this specie is a promissory front of potential advantages materials.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción frutícolas en Colombia han presentado una dinámica notable, considerándose como una alternativa productiva, económicamente atractiva en diversas zonas del país. El crecimiento mostrado por el sector frutícola, impacta de forma positiva los aspectos productivos del nivel regional y local y es fundamental para el desarrollo socioeconómico de las zonas productoras. En este sentido, el establecimiento rentable de algunas especies, exóticas y tradicionales, permitiría demostrar un potencial real de producción que ha sido poco explotado.

Teniendo en cuenta lo anterior, es fundamental formular y ejecutar programas donde no solo se promueva el cultivo de estas especies, sino que se presenten alternativas sustentadas en bases científicas confiables que permitan aprovechar integralmente los frutos. De esta manera, los productores le darán un valor agregado y contribuirán simultáneamente con el manejo de desechos industriales y no industriales.

El zapote (*Matisia cordata* H. & B.) [1], se conoce en Colombia como zapote común, es originario de la amazonía Brasileña, su distribución abarca a Brasil, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela [2]. En Colombia se encuentra en los valles de los ríos Cauca y Magdalena, así como en los llanos orientales; según cifras reportadas por el Sistema de Información de Precios para el Sector Agropecuario (SIPSA) del Ministerio de Agricultura [3], la producción anual reportada en el 2001 para este fruto ascendió a 1.682 toneladas, siendo los principales productores y comercializadores los departamentos de Antioquia, Boyacá y Norte de Santander.

El árbol puede llegar a medir de 12 a 15 m de altura; el fruto es globoso u ovoide de 7 a 15 cm de largo por 5 a 15 cm de diámetro como; su cáscara es de color marrón verdoso; presenta cuatro o cinco semillas cuneiformes.

La pulpa del fruto maduro es comestible, fibrosa, de color naranja intenso, sabor dulce, aromática y con gran potencial industrial (ver figura 1) [4, 5].

Se consume en estado natural o se utiliza en la elaboración de jugos, refrescos, dulces, mermeladas y compotas. Investigaciones realizadas en la región ribereña del río Napo, encontraron que el zapote junto con otras especies es empleado en la alimentación de las comunidades indígenas de la región, siendo catalogada en dicha investigación como "plantas para chupar" (*juicy plants*) [6]. En Perú se han realizado algunos experimentos y ensayos encaminados a utilizar la pulpa y más específicamente el jugo del zapote como aditivo (saborizante) en la elaboración de yogur y otras bebidas lácteas [7].

Sobre las otras partes del fruto, no hay reportes de estudios realizados, ni antecedentes respecto a la utilización tradicional de las partes no comestibles del fruto, como el epicarpio y las semillas.

Con el fin de contar con información que permita brindar opciones de aprovechamiento y generar valor agregado a los frutales exóticos, así como incrementar su demanda, en el presente estudio se realizó la evaluación organoléptica, física y Química de cada una de las partes (pulpa, cáscara y semilla) del fruto del zapote (*Matisia cordata*), en dos variedades ampliamente comercializadas en el suroccidente Colombiano, una de procedencia ecuatoriana y otra caucana (Colombia). Se espera encontrar campos de aplicación que permitan posicionar esta especie en un futuro, como una materia prima promisoría de la zona suroccidental del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales y equipos. Para los procesos de adecuación de la materia prima se empleó: un procesador de

Figura 1. Fruto del zapote



alimentos Black & Decker y cuchillos en acero inoxidable. En el análisis de los componentes del fruto, se emplearon: balanza Javar (1g de precisión), balanza electrónica Ohaus (0.001g de precisión), calibrador Mauser (0.5mm de precisión), refractómetro Abbe (0-99 °Brix), placas calefactoras Fisher, pHmetro Fisher, horno de flujo por gravedad Fisher Scientific, evaporador rotativo Heidolph, mufla Fisher; unidad de digestión y destilación para determinación de nitrógeno Büchi. Todos los reactivos utilizados fueron grado analítico y grado USP.

Toma y recolección de muestras. Los frutos para cada variedad fueron obtenidos de manera aleatoria en plazas de mercado de la ciudad de Popayán, de acuerdo a la norma ISO 874 (muestreo de frutas y vegetales frescos) entre los meses de febrero y mayo para los frutos de procedencia ecuatoriano y entre julio y septiembre para los caucanos. De esta muestra global se seleccionaron los frutos destinados a los análisis (muestra reducida). Con el fin de diferenciar los frutos según su procedencia, se les denominó ecuatoriano y caucano.

Preparación de la Muestra. Los frutos (muestra reducida) fueron seleccionados por su estado fitosanitario y madurez. Posteriormente se lavaron, desinfectaron y despulparon manualmente. De estas operaciones se obtuvieron la pulpa, cáscara y semilla, a su vez esta última se fraccionó en otros tres componentes: testa, tegumento y almendra; que se empacaron, rotularon y almacenaron a -20°C.

Evaluación de las características físicas del fruto. Se valoraron organolépticamente parámetros como tamaño, forma, color y textura del fruto, así como el peso promedio, que se determinó por pesaje de las muestras.

Parámetros fisicoquímicos y organolépticos de los componentes del fruto.

Pulpa: se realizó valoración organoléptica como aroma, sabor y color, por degustación y observación directa comparando con lo reportado en la literatura [4, 5]. Además se evaluaron parámetros como pH por potenciometría y sólidos solubles por refractometría.

Semilla y cáscara: Algunas características físicas de estas fracciones, como la forma, tamaño, color y textura se evaluaron por observación directa.

Rendimiento de despulpado

Se obtuvo a partir del peso obtenido para cada componente (cáscara, semilla y pulpa) con relación al peso del fruto entero.

Caracterización química de los componentes del fruto [8, 9].

Los métodos empleados para esta etapa del estudio se citan en la tabla 1 [10, 11].

Diseño experimental y análisis estadístico. Los análisis se realizaron en un diseño con tres repeticiones y los datos se interpretaron con un modelo completamente aleatorizado, al cual se le aplicó una estadística tipo descriptiva.

Tabla 1. Métodos analíticos para caracterización de componentes del fruto.

| DETERMINACIÓN | MÉTODO |
|-------------------------|------------------------|
| Humedad | Desecación a 100-105°C |
| Ceniza | Calcinación a 550°C |
| Extracto etéreo | Extracción Soxhlet |
| Proteína bruta | Micro-Kjeldahl |
| Fibra bruta | Método Weende |
| Extracto no nitrogenado | Por diferencia |

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características físicas del fruto.

Las dos variedades estudiadas presentan diferencias apreciables en sus características físicas. En la tabla 2 se resumen los resultados obtenidos para la evaluación física de los frutos.

De forma diferente a la variedad Caucana, la ecuatoriana presenta frutos más pesados y con diámetros que duplican o triplican a los frutos de la variedad caucana que tienen forma ovoide (diámetro transversal menor que el longitudinal). Sin embargo, la variedad Caucana es más dulce, el color de su pulpa es más vivo y el contenido de fibra es menor, razón por la cual es más atractivo para su consumo en fresco.

Con relación al color y la textura, los frutos inmaduros son de consistencia firme y su color es verde, a medida que transcurren los procesos de maduración, estos se toman cada vez más blandos y el color varía progresivamente del verde al marrón.

En los frutos sobremaduros es posible observar un círculo de color amarillo cerca del pedúnculo.

Parámetros fisicoquímicos de los componentes. En la tabla 3 se resumen los principales parámetros evaluados en la pulpa del zapote por variedades.

La pulpa del fruto presentó valores de pH cercanos a la neutralidad (6.0-7.0) siendo la variedad ecuatoriana ligeramente más ácida. Esta propiedad le confiere características organolépticas particulares y la hace más susceptible al ataque de microorganismos que regularmente no afectan a las pulpas de frutas [12].

Dentro de las características intrínsecas del fruto, este presentó una coloración naranja intensa, indicativo de la presencia de pigmentos carotenoides, de importancia tanto en nutrición como en la industria de alimentos. Por otro lado, al igual que muchas frutas tropicales, su aroma y sabor.

Para los otros componentes, se tiene que la semilla, presenta una forma cuneiforme, y aspecto fibroso en las dos variedades. Además, poseen un tamaño que oscila entre los 4.5-5.0 cm de largo por 2.3-2.6 cm de ancho para la variedad ecuatoriana, mientras que

Tabla 2. Características físicas del zapote por variedades.

| Parámetro | Variedad | |
|-------------------------|--------------|--------------|
| | Caucana | Ecuatoriana |
| Tamaño prom. (diámetro) | 74,7 mm | 94,6 mm |
| Forma | Ovoide | Globosa |
| Peso prom. | 197,9 g | 500 g |
| Color Inmaduro | Verde | Verde |
| Maduro | Verde-marrón | Verde-marrón |
| Textura Inmaduro | Firme | Firme |
| Maduro | Blando | Blando |

Tabla 3. Parámetros fisicoquímicos y organolépticos de la pulpa del zapote por variedad

| Parámetro | Variedad | |
|------------------|----------|-------------|
| | Caucana | Ecuatoriana |
| pH | 6,8 | 6,5 |
| Sólidos solubles | 10,9 | 9,0 |
| Textura | Fibrosa | Fibrosa |
| Aroma | Propio | Propio |
| Sabor | Propio | Propio |

para los frutos caucanos, las dimensiones son ligeramente inferiores (3.5-4.5 cm de largo por 2.0-2.5 cm de ancho).

Con relación a la testa, otro componente de la semilla, su color es amarillo tenue, áspera al tacto, rígida, difícil de manipular y fracturar. El tegumento, la capa delgada de (<0.5 mm de espesor) que se encuentra envolviendo al endospermo, generalmente es de color café oscuro, brillante, suave al tacto y muy flexible cuando se encuentra húmeda. La almendra (endospermo), que es la fracción más interna de la semilla, es de color blanco en ambas variedades, aunque puede presentar tonalidades cercanas a crema; no tiene aromas o sabores característicos, es ligeramente pegajosa al tacto. Por último, la cáscara presenta una coloración de color verde marrón, textura fibrosa flexible y su grosor no supera los 2.0 ó 3.0 mm.

Rendimiento de despulpado. El balance de materia y rendimiento de la operación, se presenta en la tabla 4. La materia prima no presentó daño alguno, por lo que se destinó para todo el proceso. Se observa que la pul-

Tabla 4. Rendimientos en despulpado por variedad

| Componente | Variedad | |
|-----------------|----------|-------------|
| | Caucana | Ecuatoriana |
| Pulpa (%) | 45,3 | 58,7 |
| Cáscara (%) | 32,4 | 26,4 |
| Semilla (%) | 15,1 | 14,3 |
| No. de semillas | 4 a 5 | 4 a 5 |

pa es la fracción mayoritaria de estos frutos con un 58% en promedio para los frutos ecuatorianos y un 45% para los caucanos.

La cáscara libre de pulpa madura representa aproximadamente un tercio del peso del fruto y las semillas la sexta parte.

Caracterización química de los componentes [13, 14, 15]. En la tabla 5 se han consignado los resultados generales obtenidos por el análisis proximal, realizado a cada una de las fracciones del fruto del zapote.

Las demás fracciones tienen contenidos de agua relativamente intermedios (40-60%) y su estabilidad aparentemente es un poco mayor. Esta variable es de vital importancia para establecer las condiciones de almacenamiento de los componentes del fruto con miras a desarrollar procesos de transformación agroindustrial y alargar su vida útil.

Con respecto al contenido de cenizas, el tegumento y la almendra presentaron un porcentaje considerable con relación a las otras fracciones del fruto en las dos variedades. Estos valores indican la presencia de macro y microelementos que pueden ser de importancia para la alimentación humana o animal, dependiendo del direccionamiento en el aprovechamiento de estas fracciones. Los porcentajes pueden verse afectados por la variabilidad genética, el grado de madurez, las condiciones del suelo, el uso de fertilizantes, el clima, la disponibilidad de luz y agua entre otros.

A diferencia de lo que ocurre con las cenizas, las sustancias lipídicas se encuentran distribuidas de manera más uniforme en las diferentes partes del fruto, siendo ligeramente superiores en la variedad ecuatoriana para el caso de la pulpa y la cáscara. Sin embargo, como se aprecia en la tabla 3, la diferencia más notoria se encuentra en la almendra, en donde la variedad ecuatoriana supera el contenido graso de la caucana, (5.03% y 3.44% respectivamente). Es un valor a tener en cuenta para el aprovechamiento de esta fracción en la extracción de aceites finos con aplicaciones cosméticas. La variación en los contenidos grasos puede ser explicada por características genéticas propias de cada variedad; sin embargo, es posible que las condiciones agroecológicas bajo las cuales se desarrollan estas variedades sean diferentes y por tanto lleguen a influenciar los niveles de estos nutrientes en las semillas.

En el fruto, la almendra y el tegumento son los componentes con mayor contenido de proteína, que puede ser

Tabla 5. Análisis proximal del fruto del zapote para las dos variedades (valores para 100 g de componente del frutoa)

| Caucana | | | | | | | |
|-------------|-------|------|------|------|-------|-------|--------|
| Fracción | %H | %C | %G | %P | %F | %ENN | V.C |
| Pulpa | 87,15 | 0,49 | 0,02 | 1,06 | 0,53 | 10,75 | 47,46 |
| Cáscara | 86,98 | 0,79 | 0,08 | 1,52 | 1,90 | 8,73 | 41,73 |
| Testa | 54,50 | 0,48 | 0,35 | 1,47 | 23,78 | 19,42 | 86,67 |
| Tegumento | 47,60 | 2,49 | 0,13 | 4,34 | 6,87 | 38,57 | 172,84 |
| Almendra | 43,11 | 1,10 | 3,44 | 3,68 | 0,55 | 48,12 | 238,18 |
| Ecuatoriana | | | | | | | |
| Pulpa | 87,44 | 0,56 | 0,03 | 1,07 | 0,99 | 9,91 | 44,22 |
| Cáscara | 86,88 | 0,32 | 0,09 | 1,33 | 2,07 | 9,31 | 43,35 |
| Testa | 54,90 | 0,18 | 0,22 | 2,12 | 25,90 | 16,68 | 77,21 |
| Tegumento | 54,45 | 1,52 | 0,10 | 3,62 | 4,63 | 35,68 | 158,52 |
| Almendra | 41,81 | 1,99 | 5,03 | 3,45 | 0,72 | 47,00 | 247,05 |

a Resultados expresados en base húmeda

H: humedad, C: ceniza, E.E.: extracto etéreo, P: proteína, F: fibra, ENN: extracto no nitrogenado, V.C.: valor calórico (Kal/Kg).

aprovechada en la obtención de harinas complementarias para la nutrición humana y animal. Esto depende de la composición en aminoácidos y digestibilidad de la proteína, puesto que algunos de ellos no pueden ser sintetizados y se requiere de su suministro.

El resultado de los análisis así como las características de cada fracción, permiten afirmar que son principalmente tres los componentes del zapote que son ricos en fibra: la testa, el tegumento y la cáscara. Estos valores direccionan a la testa y la cáscara, por sus características fibrosas, en hacia la fabricación de materiales para construcción, producción de papel y tableros de partículas utilizados.

El extracto no nitrogenado (ENN), se encuentra distribuido prácticamente en la misma proporción en ambas variedades siendo un poco superior en la caucana. La pulpa, el tegumento y la almendra son fracciones con un aporte calórico significativo, representado principalmente por azúcar, almidón, dextrina, celulosa y glucógeno, sustancias que constituyen una parte importante de la dieta de los humanos y de muchos animales.

CONCLUSIONES

De las tres grandes fracciones del fruto del zapote: pulpa, cáscara y semilla; la pulpa es la más representativa (45 - 60% del peso del fruto) y la única que se utiliza actualmente. Con casi la mitad de material potencialmente aprovechable, este fruto presenta alternativas interesantes de aplicación, dadas sus características fisicoquímicas. La cáscara presenta elevados contenidos de humedad y fibra; la pulpa es abundante en agua y azúcares; la almendra en lípidos, minerales y carbohidratos; el tegumento presenta valores interesantes para cenizas y carbohidratos; finalmente la testa es una gran fuente de fibra.

Debido a las propiedades fisicoquímicas y organolépticas, la pulpa se proyecta con buenas perspectivas para su transformación a nivel semiindustrial, aunque, es necesario controlar de manera más rigurosa parámetros como pH, contenido de fibra y la proporción de algunos aditivos que se empleen en su procesamiento. La testa y la cáscara presentan, una gran proporción de fibra, que puede llegar a proyectarlos como fuentes potenciales de materias primas para la industria de productos fibrosos, química o de polímeros. Teniendo en cuenta su composición y valor calórico, la

torta y el tegumento pueden constituirse en principio en una buena opción para la formulación de raciones para alimentación animal sin descartar la posibilidad de su empleo en alimentación humana.

Dentro de sus perspectivas de agroindustrialización podemos focalizar la almendra y tegumento en la extracción de aceites vegetales crudos por los rendimientos que se obtienen y sería interesante el estudio de sus parámetros fisicoquímicos.

En la actualidad el grupo de investigación esta caracterizando las fibras de cáscara y testa de zapote para su utilización en fibro- reforzados y el aceite de zapote con propiedades tecnofuncionales para la industria cosmética y de alimentos

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este artículo agradecen a la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Cauca y al Departamento de Química de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación por la colaboración y apoyo que permitieron el desarrollo exitoso de este estudio.

REFERENCIAS

- [1] International Plant Genetic Resources Institute (Ipagri), Centre De Coopération Internationales En Recherche Agronomique Pour Le Developpement (Cirad). Project For Neotropical Fruits. Fruits from America, An Ethnobotanical Inventory: Matisia cordata. (on-line) Centro Internacional en Agricultura Tropical (CIAT): Abril, 2001. (Citado en Febrero de 2002). Disponible en Internet: www.ciat.cgiar.org/ipagri/fruits_from_americas/frutales/Ficha%20Matisia%20cordata.htm
- [2] MORTON, J. Fruits of warm climates. 1987. p. 291-292. Julia F. Morton, Miami, FL.
- [3] Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Sistema de Información de Precios del Sector Agropecuario (SIPSA.) y Corporación Colombia Internacional Informe de seguimiento. Producto Exótico: Los zapotes común y costeño. Boletín semanal, (23) Vol. 7. Bogotá: Junio 1-7 de 2002, p 5-6. (citado en mayo/ 2003) Disponible en internet: URL:www.cci.org.co/información/sipsa/semanal/boletín/2002/boljun07.pdf

- [4] DE MELO S.; VOTO BERNALES, J. Amazonía, Biodiversidad, Comunidades y Desarrollo: Cultivos y Crianzas Promisorios. Frutales y Hortalizas Promisorios de la Amazonía (SPT-TCA-44). 1996. Tratado De Cooperación Amazónica, Secretaría Pro-tempore, Lima (Perú). (Citado en Octubre de 2001). Disponible en internet: URL://www.amazonas.rds.org.co/libros/44/texto04.html>
- [5] ALEGRÍA, J.J., HOYOS O.L. y PRADO J.A. Evaluación del comportamiento de la pulpa del fruto del zapote (*Matisia cordata*) frente a procesos de transformación agroindustrial. En: Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial. Vol. 3, No.1 (2005) 41-46.
- [6] FRIEDMAN, J.; BOLOTIN, D.; RIOS, M.; MENDOSA, P; COHEN, Y. y BALICK, M.J. A novel method for identification and domestication of indigenous useful plants in amazonian ecuador. News crops. New York: Wiley, 1993. p. 167-164.
- [7] DEL AGUILA VALERA, Alfonso. Saborización de Yogurt con frutas: aguaje (*Muritia flexulosa*), papaya (*Carica papaya*), zapote (*Matisia cordata*) y piña (*Ananas comosus*). Perú, 1990, 139 p. Trabajo de grado (Ingeniero de Alimentos). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Industrias Alimentarias, Departamento Académico de Ciencia, Tecnología e. Ingeniería de Alimentos.
- [8] LEES R. Análisis de los alimentos, métodos analíticos y de control de calidad. 1989. Editorial Acribia, Zaragoza
- [9] A.O.A.C. Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemists, 17a ed. 2001. Arlington, EEUU.
- [10] FISCHER y HART. Análisis moderno de los alimentos. 1991. Editorial Acribia, Zaragoza
- [11] BERNAL DE RAMIREZ, I. Análisis de alimentos. 1998. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Bogotá.
- [12] GALLO PEREZ F. Manual de fisiología, patología, post-cosecha y control de calidad de frutas y hortalizas. Segunda edición. Armenia (Colombia): Convenio SENA-Reino Unido (SENA-NRI). 1997.
- [13] BADUI D, S. Química de los alimentos. 1984. p 28-29, 91-93, 263-264. Alhambra Mexicana, México.
- [14] BELITZ, H.D.; GROSCH, W. Química de los alimentos. Segunda edición. 1997. p 212-232, 721-722, 984. Editorial Acribia, Zaragoza.
- [15] KIRK, R.S.; SAWYER, R.; EGAN, H. Composición y Análisis de los Alimentos de Pearson. 2 ed. 1996. Compañía Editorial Continental S.A. de C.V., México