



Concentración de carotenoides totales en residuos de frutas tropicales*

Luis Eduardo Ordoñez-Santos**, Paola Hurtado Aguilar***, Oscar Duban Ríos Solarte***, Maria Enith Arias Jaramillo****

Total concentration of carotenoids in tropical fruits' waste

Concentração de carotenoides totais em resíduos de frutas tropicais

RESUMEN

Introducción. En la actualidad existe la tendencia a utilizar los subproductos en el desarrollo de ingredientes funcionales tales como antioxidantes, polifenoles y carotenoides. **Objetivo.** Evaluar el contenido de carotenoides en el residuo proveniente de la transformación agroindustrial de frutas tropicales. **Materiales y métodos.** Se utilizaron cinco muestras de residuos de naranja, papaya, guayaba y piña como muestra de estudio; a cada una se les evaluaron el pH, la acidez, y la materia seca, de acuerdo con la metodología de la AOAC, 2005; también se determinaron los parámetros de color CIELab y el contenido de carotenoides totales por método espectrofotométrico, donde se empleó una solución extractora de 2:1:1 hexano/acetona/etanol. **Resultados.** El residuo de papaya presentó el contenido de carotenoides más alto, siendo este de $5,881 \pm 0,35$ mg β -caroteno/100g, seguido por la guayaba $4,20 \pm 2,33$ μ g β -caroteno/100g. **Conclusión.** Los residuos de papaya y guayaba son fuentes promisorias de pigmentos carotenoides que pueden ser utilizados en la industria farmacéutica y de alimentos.

Palabras clave: materia seca, pH, color superficial, CIELAB

* Este artículo es resultado de la investigación "Evaluación del contenido de carotenoide en residuos agroindustriales de algunas de frutas tropicales", trabajo que se inició en Agosto de 2013 y concluyó en Marzo de 2014. Investigación financiada por la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. ** Ph.D. Departamento de Ingeniería, Facultad de Ingeniería y Administración, Universidad Nacional de Colombia, Palmira-Colombia. Autor para correspondencia: leordonezs@unal.edu.co *** Estudiante de Ingeniería Agroindustrial, Departamento de Ingeniería, Facultad de Ingeniería y Administración, Universidad Nacional de Colombia, Palmira-Colombia. **** MSc. Auxiliar de Laboratorio Tecnología de Frutas y Hortalizas, Departamento de Ingeniería, Facultad de Ingeniería y Administración, Universidad Nacional de Colombia, Palmira-Colombia.

ABSTRACT

Introduction. Nowadays, there is a trend to use by-products to develop functional ingredients, such as antioxidants, polyphenols and carotenoids. **Objective.** Evaluate the content of carotenoids in waste materials from the agricultural transformation of tropical fruits. **Materials and methods.** Five samples of orange, papaya, guava and pineapple waste materials were used as study samples. Each one had its pH, acidity and dry matter evaluated according to the AOAC, 2005, methodology. The CIELab color parameters and the total content of carotenoids were also evaluated, by the use of the spectrophotometric method, using an extraction solution of 2:1:1 hexane/acetone/ethanol. **Results.** The papaya waste had the highest carotenoid content $-5,881 \pm 0,35$ mg β -carotene/100g- followed by the guava $-4,20 \pm 2,33$ μ g β -carotene/100g-. **Conclusion.** Papaya and guava wastes are promising sources of carotenoid pigments that can be used in pharmaceutical and food industries.

Key words: dry matter, pH, surface color, CIELAB.

RESUMO

Introdução. Na atualidade existe a tendência a utilizar os subprodutos no desenvolvimento de ingredientes funcionais tais como antioxidantes, polifenóis e carotenoides. **Objetivo.** Avaliar o conteúdo de carotenoides no resíduo proveniente da transformação agroindustrial de frutas tropicais. **Materiais e métodos.** Utilizaram-se cinco mostras de resíduos de laranja, mamão papaia, goiaba e pinha como mostra de estudo; a cada uma se lhes avaliaram o PH, a acidez, e a matéria seca, de acordo com a metodologia da AOAC, 2005; também se determinaram os parâmetros de cor CIELab e o conteúdo de carotenoides totais por método espectrofotométrico, onde se empregou uma solução extratora de 2:1:1 hexano/acetona/etanol. **Resultados.** O resíduo de mamão papaia apresentou o conteúdo de carotenoides mais alto, sendo este de $5,881 \pm 0,35$ mg β -caroteno/100g, seguido pela goiaba $4,20 \pm 2,33$ μ g β -caroteno/100g. **Conclusão.** Os resíduos de mamão papaia e goiaba são fontes promissórias de pigmentos carotenoides que podem ser utilizados na indústria farmacêutica e de alimentos.

Palavras importantes: matéria seca, PH, cor superficial, CIELAB.

INTRODUCCIÓN

Las frutas son una excelente fuente de antioxidantes naturales; estas contienen diversos componentes antioxidantes que proporcionan protección contra los dañinos radicales libres, y se han asociado con una menor incidencia e índice de mortalidad por cáncer y enfermedades del corazón, además de otros beneficios para la salud. Entre estos compuestos, los carotenoides constituyen un grupo importante en la dieta humana pues, además de su actividad vitamínica, cumplen otras actividades biológicas, incluyendo la capacidad antioxidante, el filtrado de la luz ultravioleta, la modulación de la función inmune, y la regulación de la diferenciación y proliferación celular (Ordoñez-Santos & Ledezma-Realpe, 2013 p. 758). Unido a la propiedad antioxidante, los carotenoides pueden ser utilizados como pigmentos naturales, ya que son los responsables de los colores naranja, amarillo y rojo en los alimentos; ejemplo de ellos es la utilización del achiote y de la paprika en la industria alimentaria (Zeni et al., 2011 p. 160).

Colombia es uno de los paaises con mayor variedad de frutas en el mundo. Su diversidad geográfica, con todas las clases de suelos y climas, permite que 51.220 especies de plantas florescan, el segundo lugar en número después de Brasil. Al menos 150 frutas son originarias de Colombia y más de 50 son frutas aclimatadas procedentes de África, Asia, Eurasia y Australia (Contreras-Calderón et al., 2011 p. 2047). En el nivel regional en el 2012, el Valle del Cauca alcanzó una producción de frutas de aproximadamente 510.000 toneladas, entre las que se destacan los cítricos como el principal cultivo con

el 24,50 %; le siguen el banano que obtuvo el 22,60 %; la piña que registró 16,38 %, la papaya logró el 9,81 %, y el chontaduro con una participación de 9,55 % (AGRONET, 2013).

En otro estudio Ordóñez-Santos (2002) reportaron que la industria procesadora de frutas en el Valle del Cauca produce 230 t de residuos/semana, representados en cáscara, semillas restos de pulpa y fibra, generados en la elaboración de pulpas, jugos, jaleas, mermeladas, y conservas. El volumen de residuos varía con el tipo de fruta; por ejemplo la papaya (*Carica papaya* L.) y la piña (*Ananas comosus* L.) representan aproximadamente el 10-60 % del peso del fruto (Ayala-Zavala et al., 2010 p. 1869; Silva et al. 2014 p. 399). En cuanto a la naranja (*Citrus sinensis*), cerca del 50 % está constituido por cáscara y semilla (Álvarez et al., 2004, 532), mientras que en la guayaba (*Psidium guajava* L.), sus residuos, principalmente semillas, representan el 12 % del peso de la fruta fresca (Bernardino et al., 2006; Serna et al., 2013, 114).

Algunos estudios han evaluado el contenido de carotenoides en residuos de fruta tropicales; por ejemplo, en Venezuela Moreno-Álvarez et al. (2006, 298) estudiaron el contenido de carotenoides en cáscara de naranja; en Brasil los estudios realizados por Sousa et al. (2011 p. 556) y Silva et al. (2014 p. 398) evaluaron el contenido de estos pigmentos en los residuos de guayaba, acerolo, piña, guanábana, copoazu, marañón, papaya, mango y tamarindo. Sin embargo, aún siguen siendo escasos estos tipos de trabajos, principalmente en Colombia donde no se reportan en la literatura científica estudios tendientes a evaluar la concentración de carotenoides en residuos generados en el procesamiento de frutas. Estas investigaciones contribuirían a identificar nuevas fuentes de pigmentos carotenoides, que pueden ser utilizados en procesos tecnológicos y de innovación que permitirían aumentar la competitividad del sector frutícola nacional. Igualmente, la información generada en las investigaciones aportaría reducir el impacto ambiental al disminuir la contaminación en los centros urbanos y las fuentes de agua. Por esta razón, el objetivo de este trabajo fue evaluar el contenido de carotenoides en el residuo proveniente de la transformación agroindustrial de frutas tropicales como papaya (*Carica papaya* L.), guayaba (*Psidium guajava* L.), piña (*Ananas comosus* L.) y naranja (*Citrus sinensis*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras de estudio

La muestra estuvo constituida por 5,6 kg de los residuos de cada una de las frutas: papaya (*Carica papaya* L.), guayaba (*Psidium guajava* L.), piña (*Ananas comosus* L.) y naranja (*Citrus sinensis*), obtenidas durante el procesamiento en el laboratorio de Tecnología de Frutas y Hortalizas de la Universidad Nacional de Colombia. Se dividieron en cinco lotes cada uno de 1,12 kg, y se sometieron a congelación (-20 °C) antes de los respectivos análisis fisicoquímicos. Todas las frutas utilizadas durante el procesamiento contaron con un estado de maduración de consumo.

Análisis fisicoquímico

El pH, la acidez titulable (% ácido cítrico) y la materia seca (%) se determinaron de acuerdo con la metodología AOAC 2.005. La extracción de los carotenoides en las muestras se realizó siguiendo el protocolo descrito previamente por Ordóñez-Santos et al. (2009 p. 147), aproximadamente se pesó en un Erlenmeyer de 250 mL entre 0,5 y 1 g de los residuos y se les adicionó 25 mL de solución extractora (2:1:1 hexano/acetona/etanol). El Erlenmeyer se cubrió con papel de aluminio, y luego se agitó durante 10 minutos; después se le añadieron 10 mL de agua destilada fría y se continuó la agitación durante otros 5 minutos. Posteriormente se extrajo con pipeta Pasteur una muestra de 3 mL de la fase orgánica, y se leyó la absorbancia del extracto frente al hexano (como blanco) a 450 nm en un espectrofotómetro Genesys 10 UV-Vis (Thermo Scientific U.S.A.). La concentración de carotenoides

(mg/100 g de residuo) fue calculada utilizando el coeficiente de extinción $E^{1\%} = 2560$ de β -caroteno en hexano (Hart & Scott, 1995). El color superficial en las muestras se determinó en un colorímetro Minolta CR-400 (D65, 2°, Y=89,5; x=0,3176; y=0,3347), y se estimó la saturación $C = [(a^*2 + b^*2)]^{0.5}$, y el tono (h) = $\tan^{-1}(b^*/a^*)$.

Análisis estadístico

El diseño experimental corresponde a un diseño aleatorizado simple de un factor con cuatro tratamientos, equivalente a cada uno de los residuos de fruta (papaya, guayaba, piña y naranja), y cada tratamiento contó con cinco repeticiones. Se efectuó el respectivo análisis de ANOVA y la prueba de Tukey para identificar las diferencia entre los tratamientos, a un nivel de significación de $p < 0,05$. Todos los análisis se realizaron bajo el software SPSS para Windows v.18.

RESULTADOS

En las tablas 1 y 2 se relacionan los valores medios de las propiedades fisicoquímicas evaluadas en los residuos de frutas y su respectivo análisis estadístico. Se observa que existen diferencias significativas ($p < 0,001$) en todas las propiedades fisicoquímicas evaluadas, para el pH y la acidez de los residuos de guayaba y piña estadísticamente se describen los menores valores de pH y los más altos contenidos de acidez.

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas de los residuos de frutas y concentración de carotenoides totales

Residuos de Frutas	pH	Acidez (% ácido cítrico)	Materia seca (%)	Carotenoides (mg/100 g)
Naranja	4,87±0,26 ^b	0,19±0,049 ^c	23,59±1,14 ^a	0,70±0,17 ^c
Papaya	5,22±0,11 ^a	0,27±0,020 ^b	14,46±2,62 ^b	5,88±0,35 ^a
Guayaba	4,29±0,16 ^c	0,41±0,064 ^a	21,01±2,73 ^a	4,20±2,33 ^b
Piña	4,31±0,21 ^c	0,47±0,074 ^a	10,42±0,67 ^c	1,29±0,13 ^c
ANOVA	***	***	***	***

Dentro de una columna los valores con diferente letra representa diferencias significativas (Tukey, $p < 0,05$). $p < 0,05 = *$, $p < 0,01 = **$ y $p < 0,001 = ***$

Tabla 2. Color superficial de los residuos de frutas

Residuos de Frutas	L	a	b	C	h
Naranja	41,91±2,91 ^a	-2,03±0,76 ^d	9,95±2,01 ^a	10,17±2,08 ^a	-78,60±3,26 ^d
Papaya	33,31±2,93 ^c	5,28±1,13 ^b	1,13±2,75 ^c	6,10±1,67 ^b	7,82±2,32 ^b
Guayaba	33,30±1,33 ^c	6,82±1,07 ^a	1,86±1,20 ^c	6,16±1,14 ^b	14,97±9,34 ^c
Piña	35,83±2,88 ^b	2,23±0,55 ^c	4,53±2,41 ^b	5,08±1,82 ^c	55,16±19,2 ^a
ANOVA	***	***	***	***	***

Dentro de una columna los valores con diferente letra representa diferencias significativas (Tukey, $p < 0,05$). $p < 0,05 = *$, $p < 0,01 = **$ y $p < 0,001 = ***$

Respecto a la materia seca, los residuos de naranja y guayaba presentaron estadísticamente los mayores contenidos (tabla 1). La concentración de los carotenoides (mg/100 g de residuo) varía significativamente con el tipo de residuo de fruta; los residuos de papaya (5,88) presentaron estadísticamente la mayor concentración de pigmentos carotenoides; le siguen en su orden: guayaba (4,20), piña (1,29) y naranja (0,699) (tabla 1). Los residuos de naranja presentaron significativamente los mayores valores de los parámetros de L, b y C; entre tanto, los residuos de guayaba describen estadísticamente los niveles mayores de a, y los residuos de piña obtienen significativamente los más altos valores de h (tabla 2).

DISCUSIÓN

El valor de pH en el residuo de papaya es cercano al reportado por Rinaldi et al. (2010 p. 12) (5,4), al igual presentó una acidez baja, con 0,27 g ácido cítrico / 100 g, mientras que el pH para los residuos de guayaba, piña, y naranja es superior a los reportados por De Araujo (2009, 72), Ketnawa et al. (2012, 387) y Rodríguez & Hanssen (2011, 165), (4,16, 4,00 y 3,95 respectivamente). En guayaba Uchoa et al. (2008, 62) reportan valores de acidez de 1,21 g, ácido cítrico/ 100 g de residuo, lo cual supera a la registrada en este trabajo (tabla 1). Rezzadori et al. (2012, 607) reporta contenido de materia seca del 18 % en residuos de naranja, valor que no supera a lo registrado en este estudio (tabla 1). Gomes (2009, 56) registra un contenido de materia seca en subproductos de papaya de 10,07 %, el cual es inferior al encontrado en este trabajo. En cuanto al residuo de piña, los valores de este estudio no superan a los registrados por Da Silva et al., (2013, 559), quienes obtienen un 16,60 % de materia seca en dicho residuo. Por otra parte, el tipo de residuo afectó significativamente el contenido de carotenoides (tabla 1). Trabajos realizados por González (2013, 56) reportan contenidos de carotenoides en residuos de papaya inferiores a los obtenidos en el presente trabajo (1,31-1,35 mg β -caroteno/100 g). En cuanto a los residuos de guayaba, los valores del presente estudio superan a los registrados por Sousa et al. (2011, 557) y Silva et al. (2014, 401) (0,026-0,645 mg β -caroteno/100 g). En residuos de piña, los valores registrados por Silva et al. (2014, 401) no superan a los valores obtenidos en las muestras evaluadas (0,13-0,156 mg β -caroteno/100 g). La concentración de carotenoides en los residuos de naranja no superó a los obtenidos por Moreno-Álvarez et al. (2006, 303) y Wang et al. (2008, 280) (14-44,5 mg β -caroteno/100 g). Las diferencias entre los resultados obtenidos en el presente estudio y los de otros autores respecto a la concentración de carotenoides pueden ser consecuencias de la variación genética, y de factores de manejo de pre y poscosecha de los frutos, tal como ha sido discutido previamente por Dumas et al. (2003, 370 y 378).

La relación de las coordenadas CIE_{lab} y los carotenoides en las muestras analizadas se debe principalmente a la presencia de sistemas de dobles enlaces conjugados de la cadena polienoica de los carotenoides que permite formar un cromóforo (parte de la estructura responsable de la absorción de luz visible y por tanto del color del compuesto) cuya capacidad de absorción de luz da lugar a los llamativos y característicos colores de estos pigmentos (anaranjado-amarillo), y el número de dobles enlaces conjugados y la presencia de diferentes grupos funcionales determinarán en última instancia las características espectroscópicas propias de cada pigmento (Moreno et al., 2012, 99). Además, cuando el fruto empieza a tornarse amarillo, ocurre un mayor aumento en azúcares acelerándose la síntesis de estos compuestos hasta alcanzar la coloración muy amarilla (Barrera et al., 2010; Torres et al., 2013, 54). Los valores positivos del atributo a en la papaya, la guayaba y la piña indican colores naranja y amarillo, mientras que los negativos evidencian colores verdes en los residuos de naranja (tabla 2). Santamaría et al. (2009, 585) reportan en papaya, a los 11 días de cosecha, valores cercanos a los encontrados en este estudio; en cuanto a los residuos de guayaba el valor obtenido es inferior al reportado por González (2010, 57) quien señala que el color que presentaba este tiende a rojo, y respecto al valor de b presenta un color amarillo intenso (tabla 2). Por su parte, en los residuos de

piña el valor de a al ser tan bajo indica que los residuos provienen de una piña con un estado de madurez avanzado (Gutiérrez et al., 2010, 204); en el residuo de naranja se encontró que la coordenada a concuerda con el valor negativo reportado por Garau et al. (2007, 1019) (-4,42), que es este un indicador del contenido de clorofila que hay en la piel de la naranja.

CONCLUSIONES

En este estudio se puede concluir que los residuos agroindustriales de papaya y guayaba son una fuente importante de carotenoides; esta información permite abrir nuevas líneas de investigación en el desarrollo de procesos agroindustriales para la extracción y estabilización de los pigmentos carotenoides que pueden ser utilizados en la industria farmacéutica y de alimentos. Igualmente el aprovechamiento de estos recursos renovables impactaría positivamente en los aspectos económicos y ambientales de la región.

AGRADECIMIENTOS

A la Convocatoria del Programa Nacional e Semilleros de Investigación, Creación e Innovación de La Universidad Nacional de Colombia 2013 – 2015, y al Grupo de Investigación en Procesos Agroindustriales de la Facultad de Ingeniería y Administración de la Universidad Nacional De Colombia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRONET. (2013). *Producción en el departamento del Valle del Cauca, 2012-2012*. Disponible en http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/excepcionesNuke/cargaNet/netcarga138.aspx?cod=138&Depto=76&submit=Ver%20Reporte&reporte=Producci%F3n%20agr%EDcola%20por%20departamento&file=2006102316652_ReportEVAPorDepartamento.rpt&codigo=138&excepcion=1&fechal=2012&fechaF=2012
- Álvarez, M.; Belén, D.; Sánchez, M.; Vilorio, M. y García, D. (2004). Evaluación de la actividad antioxidante de extractos de flavonoides de cáscara de naranja en el aceite de soja desodorizado. *Interciencia*, 29(99), 532-538.
- AOAC. (2005). *AOAC Official Methods of Analysis of AOAC International* (18 ed.). Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists International.
- Contreras, J.; Calderón, L.; Guerra, E. y García, B. (2011). Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. *Food Research International*, 44, 2047-2053.
- Da Silva, D.; Nogueira, G.; Duzzioni, A. y Barrozo, M. (2013). Changes of antioxidant constituents in pineapple (*Ananas comosus*) residue during drying process. *Industrial crops and products*. 50, 557-562.
- De Araújo B. (2009). *Funcionalidade dos extratos fenólicos obtidos pelo cultivo semi-sólido de resíduos de abacaxi (Ananas comosus L.) e goiaba (Psidium guajava L.)*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Brasil. 120 pp.
- Dumas, Y.; Dadomo, M.; Di Lucca, G. y Grolier, P. (2003). Review effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 369-382.

- Garau, M.; Simal, S.; Rosello, C. y Femenia, A. (2007). Effect of air-drying temperatura on physico-chemical properties of dietary fiber and antioxidant capacity of orange (*Citrus aurantium* v. Canoneta) by-products. *Food Chemistry*, 104(3), 1014-1024.
- Gomes J. (2009). *Avaliacao de subprodutos agrícolas e agroindustriais na alimentacao de bovinos*. Tese Doutorado, Universidade Federal de Vicosa, Vicosa, MG. Brasil. pp. 154.
- Gutiérrez, J.; Pinzón, M.; Londoño, A.; Blach, D. y Rojas, A. (2010). Residuos de plaguicidas organoclorados, organofosforados y análisis fisicoquímico en piña (*Ananas comosus* L.). *Agro Sur.*, 38(3), 199-211.
- González, I. (2010). *Caracterización química del color de diferentes variedades de guayaba (Psidium guajava L.) colombiana*. Tesis Magíster en Ciencias-Química. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Colombia. pp. 84.
- González, O. (2013). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales para la producción de alimentos funcionales: una aproximación desde la nutrición animal*. Tesis en Ingeniería de alimentos. Facultad de ingeniería. Corporación Universitaria Lasallista. Caldas, Antioquía. Colombia. pp. 101
- Hart, D. & Scott, J. (1995). Development and evaluation of an HPLC method for the analysis of carotenoids in foods, and the measurement of the carotenoid content of vegetables and fruits commonly consumed in the UK. *Food Chemistry*, 54, 101-111.
- Ketnawa, S.; Chaiwut, P. y Rawdkuen, S.; (2012). Pineapple wastes: A potential source for bromelain extraction. *Food and bioproducts processing*, 90, 385-391.
- Moreno, J.; Gorriti, M.; Flores, M. y Albarracín, V. (2012). Microbiología ambiental y ecología microbiana en el estudio de microorganismos en ambientes extremos. *Reduca (Biología)*. Serie Microbiología, 5 (5), 94-109.
- Moreno, A.; Belén, D.; García, D. y Mendoza, L. (2006). Evaluación del contenido de carotenoides totales en cáscaras de algunas variedades de naranjas venezolanas. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 23, 298-305.
- Ordoñez, L. (2002). Proyecto Estudio generación de residuos vegetales en el Valle del Cauca. Palmira: Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.
- Ordoñez, L.; Vázquez, L.; Arbones, E. y Romero, M. (2009). The influence of storage time on micronutrient in bottled tomato pulp. *Food Chemistry*, 112, 146-149.
- Ordoñez, L. y Ledezma, D. (2013). Lycopene Concentration and Physico-Chemical Properties of Tropical Fruits. *Food and Nutrition Sciences*, 4, 758-762.
- Rezzadori, K.; Benedetti, S. y Amante, E. (2012). Review: Proposals for the residues recovery: Orange waste as raw material for new products. *Food and bioproducts processing*, 90, 606-614.
- Rinaldi, M.; De Lima, T. y Ramírez, D. (2010). *Caracterización Física de frutos de Mamao e Química de cáscaras e semillas*. Planaltina, Embrapa Cerrados, D. F. 1-18.
- Rodríguez, O. y Hannsen, H. (2007). Obtención de Dextrano y Fructosa, utilizando Residuos Agroindustriales con la Cepa *Leuconostoc mesenteroides* NRRL B512-F. *Revista EIA*, 7, 159-172.
- Santamaría, F.; Sauri, E.; Espadas, F.; Díaz, R.; Larqué, A. y Santamaría, J. (2009). Postharvest ripening and maturity indices for Maradol papaya. *AUG*, 34(8), 583-588.

- Serna, L.; Mera, J.; Angulo, J. y Gómez, A. (2013). Kinetics of alcoholic fermentation using guava (*Psidium guajava*) seed flour and dry mycelium of *Apergillus niger* as nitrogen sources. *Dyna*, year, 80(180), 113-121.
- Silva, L.; Figueiredo, E.; Ricardo, N.; Vieira, I.; Figueiredo, R.; Brasil, I. y Gomes, C. (2014). Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, 143, 398-404.
- Sousa, M.; Morais, L.; Marques, M. y de Lima, A. (2011). Caracterizacáo nutricional e compostos antioxidantes em residuos de polpas de frutas tropicais. *Cienc. Agrotec. Lavras*, 35(3), 554-559.
- Torres, R.; Montes, E.; Pérez, O. y Andrade, R. (2013). Relación del Color y del Estado de Madurez con las Propiedades Fisicoquímicas de Frutas Tropicales. *Información Tecnológica*, 24(3), 51-56.
- Uchoa, A.; Correia, J.; Arraes, G.; Cunha, E.; Urano, A. y Ribeiro, T. (2008). Parámetros físico-químicos, teor de fibra bruta e alimentar de pos alimenticios obtidos de residuos de frutas trópicas. *Seguranca Alimentar e Nutricional, Campinas*, 15(2), 58-65.
- Wang, Y.; Chuang, Y. y Hsu, H. (2008). The flavonoid, carotenoid and pectin content in peels of citrus cultivated in Taiwan. *Food Chemistry*, 106(1), 277-284.
- Zeni, J.; Colet, R.; Cence, K.; Tiggemann, L.; Toniazzo, G.; Cansian, L; & ...Valduga, E. (2011). Screening of microorganisms for production of carotenoids. *Cyta: Journal Of Food*, 9(2), 160-166.