

APROVECHAMIENTO DE GUAYABA DE TERCERA CALIDAD PARA LA OBTENCIÓN DE PRODUCTOS CON VALOR AGREGADO

Mayra Gabriela Hernández Cruz

Departamento de Biotecnología, Universidad
Politécnica de Puebla
Puebla

Lizette Marín González

Departamento de Biotecnología, Universidad
Politécnica de Puebla
Puebla

Jesús Alejandro Toxqui Toxqui

Departamento de Biotecnología, Universidad
Politécnica de Puebla
Puebla

Gabriela Irais Pérez Espinosa

Departamento de Biotecnología, Universidad
Politécnica de Puebla
Puebla

Mayra Nonoal Quisehuatl

Departamento de Biotecnología, Universidad
Politécnica de Puebla
Puebla

María Leticia Ramírez Castillo

Departamento de Biotecnología, Universidad
Politécnica de Puebla
Puebla

All content in this magazine is licensed under a Creative Commons Attribution License. Attribution-Non-Commercial-Non-Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).



Resumen: La guayaba (*Psidium guajava*) es una de las frutas más conocidas y cultivadas alrededor del mundo, 60 países la cultivan y México ocupa el 5to. lugar, produciendo en 2014 alrededor de 303,000 toneladas de guayaba [1]. Sin embargo, es uno de los alimentos que más se desperdician en el país, representando un desecho del 57.7% de su totalidad [2]. A pesar de que Puebla no es uno de los principales productores del país, sí ocupa los primeros lugares de adquisición de esta fruta proveniente de estados como Michoacán y Zacatecas [3]. No obstante, se desperdicia enormemente al ser una fruta en fresco que se daña fácilmente provocando el rechazo del cliente, de acuerdo a lo indicado por comerciantes de distintas zonas del estado de Puebla, como son Zacatlán, Cholula, Huatlatlahuca, Puebla y Santa María Coronango. El objetivo de este trabajo, es determinar las propiedades fisicoquímicas de guayaba de tercera calidad mediante análisis proximal para proponer la elaboración de productos tales como harina, licor y pectina, otorgándole así un valor agregado a la guayaba que se desperdicia.

INTRODUCCIÓN

La guayaba (*Psidium guajava*) es una de las frutas más conocidas cultivadas en alrededor de sesenta países de las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Los frutos además de deliciosos son ricos en vitamina C, pectina y minerales como el calcio, el fósforo y el hierro [4]. En México la producción de guayaba se concentra principalmente en 18 estados, de los cuales cuatro aportan el 97 % de la producción: Zacatecas, Aguascalientes, estado de México y Michoacán. Este último estado es el principal productor de guayaba en nuestro país [5]. De la cantidad producida se estima que el 57.7 % se desecha [6]. Con el propósito de emplear guayaba de tercera calidad para disminuir la cantidad que se desperdicia,

así como para aprovechar su alto valor nutricional y aumentar la comercialización de productos derivados de este fruto, se realizó el presente estudio, en el cual en primer lugar se caracterizó la materia prima para determinar los productos que serían elaborados, de esta manera se obtuvo harina de las semillas, licor por fermentación y pectina a partir de la pulpa y cáscara de la fruta.

TEORÍA

COMPOSICIÓN DE LA GUAYABA

La guayaba está compuesta de diversos nutrientes en concentraciones variadas. Por ejemplo el potasio se presenta en una alta cantidad, mientras que el contenido de hierro es bajo [7]; contiene carbohidratos en una concentración de 15%. Con respecto a los azúcares se ha encontrado que posee una mayor concentración de fructuosa, en contraste a la concentración de glucosa y sacarosa, los cuales son menos abundantes dentro del fruto [8], la guayaba contiene vitamina C en un alto porcentaje y también contiene vitamina A, B₁, B₂. Se trata de una fruta que es consumida principalmente en fresco, ya sea en su totalidad o solamente la pulpa [9].

PRODUCTOS OBTENIDOS DE LA GUAYABA

Este fruto comercialmente se procesa para obtener una amplia gama de productos tales como: pulpas, conservas, jalea, jugo, bebidas, néctares, concentrados, geles, vino, productos deshidratados y enlatados, mermeladas, pastas, purés, jarabes y demás [10]. Se ha elaborado también harina de guayaba que es utilizada en la elaboración de embutidos donde se emplea para ligar las carnes frías [7], también se utiliza como saborizante en productos como el yogurt [11]. En el caso de los embutidos se ha observado que la harina procedente de guayaba tiene mejores

rendimientos que la harina de papa, maíz y de yuca; también se puede utilizar como sustituto de la harina común para la preparación de galletas y barras energéticas.

Otro producto derivado de la guayaba es el licor, según la NOM-142-SSA1-1995 se confiere la definición de licor o crema al producto elaborado a base de bebidas alcohólicas destiladas, espíritu neutro, alcohol de calidad, alcohol común o mezcla de ellos. Existen dos métodos principales para su producción. El primero consiste en destilar todos los ingredientes al mismo tiempo, para luego endulzarla y algunas veces darle color. El segundo, consiste en agregar las hierbas o frutas a la destilación base, lo que permite conservar el brillo y frescura de los ingredientes [12].

De la guayaba también se ha obtenido pectina. Las formas de pectina que son generalmente reconocidas como seguras (Generally Recognized as Safe, GRAS) por la U.S. Food and Drug Administration (FDA) son las pectinas de alto-éster, las pectinas de bajo-éster, las pectinas amidadas, los ácidos pectínicos y los pectinatos [13]. En el caso de las pectinas de baja esterificación se requiere la presencia de iones calcio y de un pH de 2.8 a 6.5, ya que en estas condiciones los carboxilos se encuentran ionizados y pueden establecer uniones iónicas con otras moléculas de pectina mediante el Ca_2 ; de esta manera se crea la estructura básica del gel, en la cual, a su vez, los hidroxilos de los residuos del ácido galacturónico retienen agua por medio de puentes de hidrógeno. Las pectinas de alto metoxilo gelifican dentro de un intervalo de pH de 2.0 a 3.5 y con 60 a 65% de sacarosa. Los carboxilos se encuentran protonados y crean puentes de hidrógeno entre sí o con los hidroxilos de una molécula vecina de pectina o del disacárido. La adición del azúcar ejerce un efecto “deshidratante” sobre los polímeros, lo que ocasiona que se favorezcan

las interacciones polisacárido-polisacárido de manera hidrófoba [14]. La pectina extraída de algunas variedades de guayabas presenta contenido de metoxilo y de ácido galacturónico de 9.40% y 51.00%, respectivamente, indicando con ello propiedades gelificantes deseables en la industria alimentaria [15].

PARTE EXPERIMENTAL

CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

A cada una de las fracciones de guayaba se le realizó un análisis proximal y también se determinaron pectina y DNS para azúcares reductores solubles. Las Normas Oficiales Mexicanas de alimentos utilizadas para el análisis proximal fueron: NMX-F-083-1986-Determinación de humedad, NMX-F-066-S-1978-determinación de cenizas, NMX-F-089-S-1978-Determinación de extracto etéreo, NMX-F-090-S-1978-Determinación de fibra cruda, NMX-F-068-S-1980-Determinación de proteína, NMX-F-347-S-1980-Determinación de pectina en frutas y derivados y NMX-F-495-SCFI-2012-Determinación de azúcares reductores.

PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

HARINA

Para realizar la harina, las semillas de guayaba se separaron y se lavaron con agua. Posteriormente fueron colocadas en un secador solar durante dos días, después se molieron con un equipo de marca comercial (nutribullet) y se almacenaron.

LICOR

Para la elaboración del licor se ocuparon 500 g de una mezcla de cáscara, pulpa jugosa y pulpa tangencial. Se utilizó un recipiente de vidrio para macerarlos con 600 ml de alcohol potable, adicionando 300 ml de una solución

acuosa de piloncillo a una concentración de 0.67 g/L. Se dejó fermentar durante 1 mes en reposo y finalmente se filtró con ayuda de tela de lino para su envasado.

PECTINA

Proceso de obtención del producto. Una vez hecha la detección de pectina, se procedió a la obtención de esta, para lo cual se pesaron 50 g de guayaba húmeda utilizando cáscara, pulpa tangente y pulpa jugosa en pesos iguales; estas fracciones se agregaron a un matraz Erlenmeyer con agua acidificada y ácido clorhídrico al 0.5%. El matraz se colocó en una parrilla de calentamiento y agitación y se dejó en ebullición durante 60 minutos. Posteriormente se filtró y prensó; finalmente se precipitó la solución de pectina con la adición de etanol al 95% en una proporción en volumen 3:1. Después del lavado, filtrado y prensado de la pectina obtenida, se secó a 70 °C.

Análisis IR. A la pectina producida se le realizó un espectro Infrarrojo, con el equipo IR Affinity-1.

FERMENTACIÓN SÓLIDA

Debido a los residuos generados en cada subproceso de obtención de los productos, se realizó una fermentación sólida juntando todos los residuos. Se secaron y se determinó el porcentaje de absorción de agua para calcular la cantidad de medio de cultivo adicionado. Se realizó una solución acuosa de esporas de *Aspergillus oryzae* (Cepario de la Facultad de Química de la UNAM), crecido en agar papa dextrosa, se contó en cámara de Neubauer. De acuerdo al número de esporas, se adicionó el volumen necesario para obtener 1×10^5 esporas sembradas por gramo de residuo seco. En condiciones asépticas, se mezclaron el residuo y el medio de cultivo estériles con la solución de esporas, hasta homogeneizar lo más posible. Este material

fue empacado en una columna de vidrio previamente acondicionada y esterilizada y se dejó incubar durante una semana hasta observar el crecimiento del hongo.

RESULTADOS

CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

La materia prima se obtuvo en el “Mercado 5 de Mayo” de la ciudad de Puebla. Los valores de la Tabla 1 son los datos promedio y desviaciones estándares, de la medición y pesado de 10 frutos seleccionados aleatoriamente de 1 kilo de guayabas de tercera calidad. En la Tabla 2 se presenta el porcentaje en base humedad (BH) y base seca (BS) de las partes que conforman a la guayaba. Destaca el porcentaje de semilla en base seca con el 20 %, componente que se desperdicia.

ANÁLISIS PROXIMAL DE CADA UNA DE LAS PARTES DE LA GUAYABA

En el análisis proximal, mostrado en la Tabla 3, se observan los resultados por separado de los componentes de la guayaba: cáscara, pulpa tangencial, pulpa jugosa y semilla. La pulpa tangente, utilizada para pectina y licor, tiene como componentes principales proteínas, seguidas de cenizas, grasas y por último fibra. En el caso de la pulpa jugosa los resultados son similares; podemos observar que en esta se tiene como mayor componente a las proteínas, seguidas de cenizas, grasas y fibras. La cáscara de guayaba con la que se realizó la pectina y licor presenta como componente principal fibra, seguido de grasas, proteína y cenizas. No existe bibliografía de los componentes de la cáscara o de las pulpas por separado de la guayaba, por lo que solamente se compararon los resultados con Brito y Rodríguez [16] quienes caracterizaron las pulpas juntas. Sus resultados solo muestran el porcentaje de materia seca 19.67 % y cenizas 0.80%, y se observa que la materia seca concuerda con

Guayaba	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Circunferencia(cm)	Peso (g)
Ecotipo amarillo	4.46	4.79	14.90	50.77
Σ	0.43	0.39	1.07	2.11

Tabla 1 Caracterización física de la guayaba.

Partes de la cáscara	Fracción en base húmeda, BH (%)	Fracción en base seca, BS (%)
Cáscara	14.10	12.99
Pulpa tangencial	61.51	53.99
Pulpa jugosa	19.04	12.49
Semilla	5.35	20.53

Tabla 2 Porcentaje en base húmeda (BH) y base seca (BS) de las partes que conforman la guayaba.

Fracción	Humedad (%)	Materia seca (%)	Cenizas (%)	Grasas (%)	Nitrógeno (%)	Fibra (%)
Cáscara	80.29	19.71	4.93	6.70	5.68	21.18
Pulpa tangencial	81.84	18.16	2.71	2.62	4.81	2.12
Pulpa jugosa	86.43	13.57	2.91	1.10	7.43	0.97
Semilla	20.45	79.55	0.40	16.5	6.12	71.81

Tabla 3 Análisis proximal de guayaba.

Fracción	Pectina BH (%)	Pectina BS (%)
Cáscara	0.25	1.31
Pulpa jugosa + pulpa tangencial	0.17	1.09

Tabla 4 Determinación de pectina de cáscara y pulpas de guayaba.

Producto	Unidad	Rendimiento BS	Rendimiento BH
Licor ¹	l/kg	8.75	1.50
Harina ²	kg/kg	-	0.82
Pectina ¹	kg/kg	0.19	0.03

¹Cáscara, pulpa tangencial, pulpa jugosa; ²Semillas

Tabla 5 Rendimiento de producto sobre kilogramo de materia prima

los resultados en este trabajo, mientras que las cenizas obtenidas son más elevadas. En el caso de las semillas tenemos como componente principal fibra, seguida de grasas, nitrógeno y cenizas; estas, comparando con el trabajo de Cerón y col. [17], sobre rendimientos y composición de aceite de semillas de guayaba, son similares los valores de porcentajes de fibra y grasas, mostrando diferencias significativas en humedad, base seca, cenizas y proteína. En relación al porcentaje de azúcares reductores, fue de 4.81%, el cual es parecido al reportado por Brito y Rodríguez [16], de 3.88%. Las diferencias existentes pueden deberse a la variedad de guayaba utilizada, así como a la madurez y calidad de la materia prima.

En relación con el contenido de pectina determinado con la norma NMX-F-347-S-1980, en la Tabla 4 se presentan los porcentajes obtenidos en BS y BH de pectina. Con respecto a la cáscara, se presenta un 0.25% en BH y un 1.31% en BS, y en las pulpas tangencial y jugosa juntas un 0.17% en BS y 1.09% en BH. Al comparar estos porcentajes con los reportados de 4% y 5% de pectina en BS por Brito y Rodríguez [16] los porcentajes obtenidos en la determinación son muy bajos, por lo que se decidió utilizar la cáscara y las pulpas en conjunto para el proceso de producción, con la ventaja de que no se tiene que fraccionar la materia prima, ahorrando así algunos procedimientos y optimizando los rendimientos de pectina.

PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

La Figura 1 presenta el diagrama de flujo del proceso de transformación propuesto para el aprovechamiento de la guayaba hasta la obtención de productos de valor agregado. Se obtuvieron harina de guayaba, licor y pectina, además a partir de los residuos de estos 3 productos se realizó una fermentación sólida para aprovecharlos. En la Tabla 5 se pueden

observar los rendimientos obtenidos de los diferentes productos que se elaboraron a partir de guayaba de tercera calidad. Debido a que el valor de entrada en base húmeda fue menor a la cantidad de salida, en harina se cree que existió una hidratación de esta al contacto con el ambiente, por lo que no se pudo determinar su rendimiento en base seca.

Con estos resultados se realizaron los balances de masa del proceso general, los residuos que se generaron en la obtención de un producto, se juntaron y con ellos se llevó a cabo una fermentación sólida con *Aspergillus oryzae*. En la Figura 2 se observan los productos obtenidos. La harina obtenida presentó un color café y consistencia granulosa, como se aprecia en la Figura 2. En comparación a harinas comerciales, es necesario implementar un tamiz para obtener un tamaño de partícula más pequeño. El licor se dejó reposar durante 1 mes, obteniendo un porcentaje de rendimiento del 26.25% de la materia prima de entrada por lo que, si se deja más tiempo en reposo, el porcentaje de aprovechamiento puede aumentar significativamente, ya que el tiempo necesario para la producción de un licor comercial es mínimo de 6 meses para que este cuente con mejores características organolépticas. La pectina presenta una coloración café claro, transparente granular. En lo que respecta a la fermentación sólida, el hongo *Aspergillus oryzae* creció abundantemente con mucha esporulación verde y micelio de color blanco, estos resultados son promisorios ya sea para fines de alimentación animal o para la producción de enzimas.

ANÁLISIS DE LA PECTINA OBTENIDA

La Tabla 6 muestra los porcentajes de rendimiento de la pectina de guayaba obtenida con respecto al grado de maduración del fruto. Los valores de rendimiento de la pectina

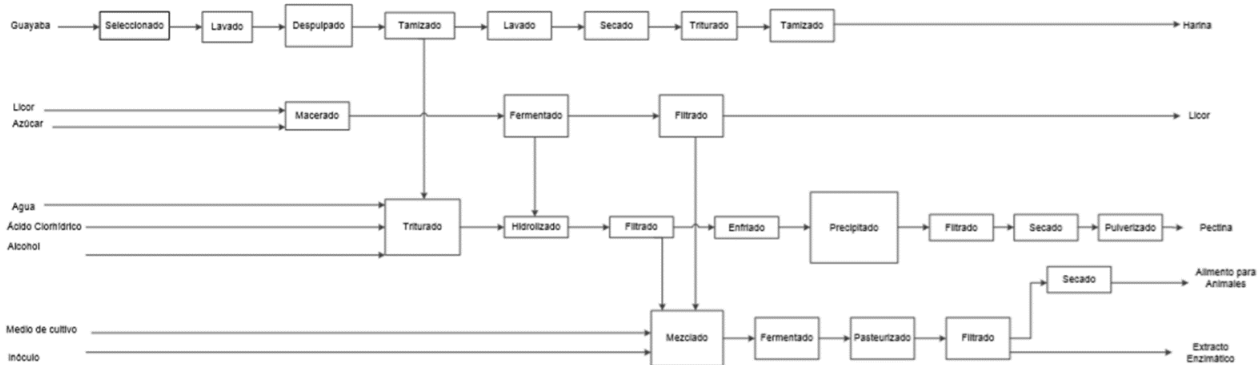


Figura 1 Procesos para la obtención de productos de valor agregado.



Figura 2 Productos obtenidos harina, licor, pectina y fermentación solida.

	Este trabajo	Chacín [18]	Paredes y col. [19]
Rendimientos de Pectina %	3.38 ⁵	1.65 ⁴	5.49 ³ 5.24 ⁴ 4.77 ⁵

³Verde, ⁴Pintón, ⁵Madura

Tabla 6 Cálculos para pectina de guayaba.

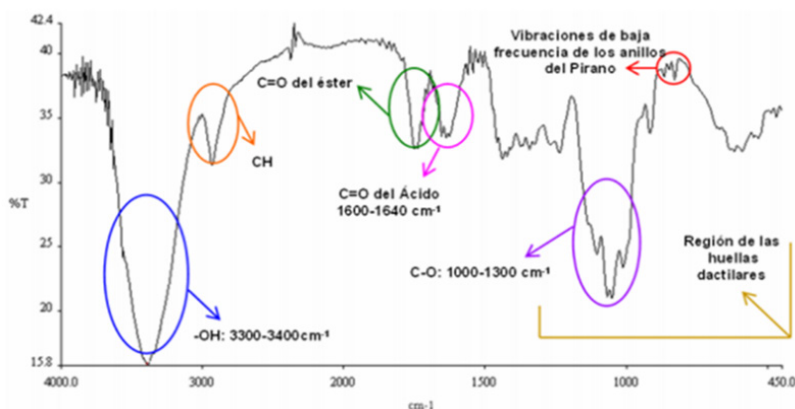


Figura 3 Espectro infrarrojo de la pectina Rapid Set [20].

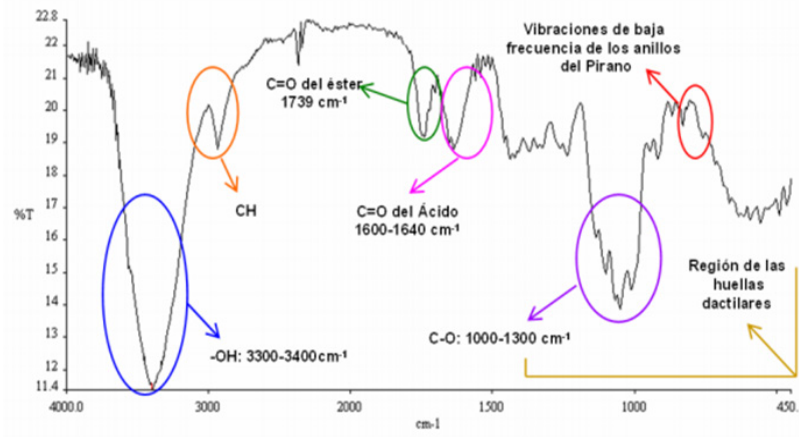


Figura 4 Espectro infrarrojo de la pectina Slow Set [20].

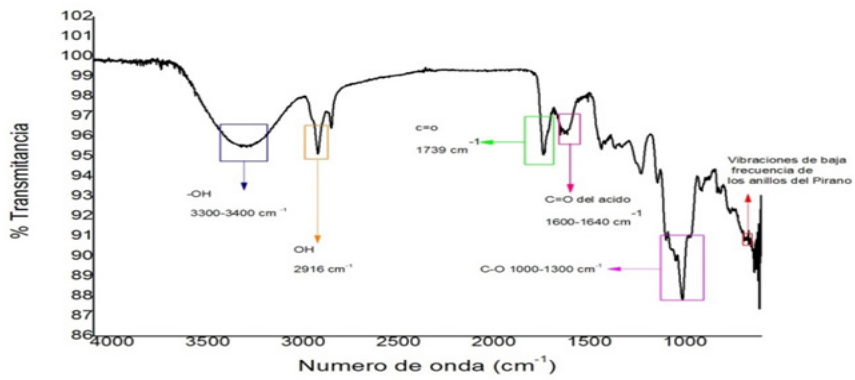


Figura 5 Espectro infrarrojo de la pectina de guayaba de tercera calidad.

extraída que reporta Chacín [18] de 1.65% con un grado de madurez pintón es mucho menor al que se reporta en el presente trabajo de 3.38% maduro, pero de menor porcentaje si se compara con los que se obtuvo Paredes y Col [19] 5.49% verde, 5.24% pintón y 4.77% madura, siendo este último porcentaje más cercano al obtenido en este trabajo con el mismo grado de madurez.

Se sabe que tanto la pectina comercial “Rapid Set” Figura 3 como la “Slow Set” Figura 4 poseen un espectro infrarrojo característico. Dicho espectro fue tomado como estándar para analizar la pectina obtenida a partir de guayaba de tercera calidad. El espectro infrarrojo fue empleado para caracterizar la pectina obtenida en el proceso, de esta manera se observaron y analizaron los picos característicos de la pectina.

Al comparar el espectro IR de la pectina de guayaba de tercera calidad, Figura 5, con las referencias, se observa una banda aproximadamente en 1739 cm^{-1} , que corresponde al grupo éster de una pectina, lo que indica que la pulpa posee una pequeña cantidad de pectina, aún sin hidrolizar. Se evidencia la presencia de los grupos funcionales característicos de una pectina, entre los $3300 - 3400\text{ cm}^{-1}$ se encuentra la banda correspondiente a los grupos $-\text{OH}$, entre los $2900 - 3000\text{ cm}^{-1}$ el grupo CH , entre los $1700-1800\text{ cm}^{-1}$ el grupo $\text{C}=\text{O}$ de los ésteres, entre los $1500-1700\text{ cm}^{-1}$ el grupo $\text{C}=\text{O}$ de los ácido, entre los $1000-1200\text{ cm}^{-1}$ el grupo $\text{C}-\text{O}$ y entre los 700 y 900 cm^{-1} los anillos benzoicos [20].

CONCLUSIONES

La cáscara de la materia prima presenta un alto contenido en fibra, seguido de grasas, proteínas y semillas. En cuanto a la pulpa tangencial y jugosa, esta contiene principalmente proteínas, seguidas de cenizas, grasas y fibra. En lo que respecta a

las semillas, contienen una alta concentración de fibra, grasas, proteínas y cenizas. La producción de harina a partir de las semillas de la fruta resulta ser adecuada, puesto que la guayaba presenta un alto contenido de estas en base seca 20 %. El licor producido solo se dejó fermentar un mes, y licores comerciales requieren una fermentación de al menos 6 meses. La obtención de pectina es mejor si se utilizan las pulpas y la cáscara juntas, el rendimiento de pectina resulta ser similar a la encontrada en bibliografía, además los picos que presento la pectina de este trabajo son similares a las pectinas comerciales, se deberá hacer un análisis estructural y reológico para determinar la calidad de la pectina que nos indique sus posibles aplicaciones. Se tuvo una pérdida del 13 % de la materia prima en el proceso propuesto, pero es necesario optimizar las condiciones de operación de cada subprocesos para la obtención de un producto en específico.

REFERENCIAS

- [1] FAO. (2015). Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y El Caribe. Accesado: enero 2017 [En línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/I4655S.pdf>.
- [2] SEDESOL. (2013). Se desperdician más de diez mil toneladas de alimentos cada año en México. Accesado: enero 2017 [En línea]. Disponible en: http://www.sedesol.gob.mx/work/models/SEDESOL/Sala_Prensa/Comunicados/pdf/141113-Desperdicio_alimentos.pdf.
- [3] Padilla, S., Perales, M., González, E., Reyes, H., Mena, J. (2007). Programa de transferencia de tecnología en guayaba. Accesado: enero 2017 [En línea]. Disponible en <http://www.inifap-nortecentro.gob.mx/files/nodos/TGuayaba.pdf>.
- [4] Patel, RK., Maiti, CS., Deka, Bidyut C., Deshmukh, NA., Verma, VK., Nath, A. (2015). Physical and biochemical changes in guava (*Psidium Guajava* L.) during various stages of fruit growth and development. *International Journal of Agriculture, Environment & Biotechnology* 8(1), 75-82.
- [5] SEDESOL. (2013). Se desperdician más de diez mil toneladas de alimentos cada año en México. Accesado: enero 2017 [En línea]. Disponible en: http://www.sedesol.gob.mx/work/models/SEDESOL/Sala_Prensa/Comunicados/pdf/141113-Desperdicio_alimentos.pdf.
- [6] SAGARPA. (2017). Aumenta 8.2 por ciento producción de guayaba en México en el último trienio. Accesado: enero 2017 [En línea]. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/nayarit/boletines/Paginas/BNSAGENE072017.aspx#>.
- [7] Pineda, R. D. (2014). El poder de la guayaba. *Revista Universitas Científica* 2: 25-29.
- [8] Cañizares, A., Laverde, D., Puesme, R. (2003). Crecimiento y desarrollo del fruto de guayaba (*Psidium guajava* L.). *UDO Agrícola* 3: 34-38
- [9] Torres, V. I. (2010). Determinación del potencial nutritivo y funcional de guayaba (*Psidium guajava* L.), cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) y camu camu (*Myrciaria dubia* Vaugh). Tesis de Ingeniera Agroindustrial, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.
- [10] Rodríguez, M.G. (2002). Desarrollo de una alternativa tecnológica para la obtención de cremogenados de chirimoya (*Annona cherimola* Mill), guayaba (*Psidium guajava* L) y mango (*Mangifera indica*). Tesis de Ingeniero Químico, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.
- [11] Ramírez, A., Pacheco, E. (2009). Propiedades funcionales de harinas altas en fibra dietética obtenidas de piña, guayaba y guanábana. *Interciencia* 34(4): 293-298.
- [12] FISAC. (2010). Los licores: origen, definición y tipos. Accesado: enero 2017 [En línea]. Disponible en: www.alcoholinformate.org.mx/saberdelmundo.cfm?catID=4&id=355.
- [13] FDA. (2001). Guidance for industry: food labeling – serving sizes reference amount for baking powder, baking soda, pectin; small entity compliance guide. Accesado: marzo 2017 [En línea]. Disponible en: <https://www.fda.gov/food/guidanceregulation/guidancedocumentsregulatoryinformation/labelingnutrition/ucm063136.htm>.
- [14] Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. Editorial PEARSON, México.
- [15] Chacín, J., Marín, M., D'Addosio, R. (2010). Evaluación del contenido de pectina en diferentes genotipos de guayaba de la zona sur del Lago de Maracaibo. *Multiciencias* 10(1): 7-12
- [16] Brito, B., Rodríguez, M. (2004). *Aplicación de tecnologías agroindustriales para el tratamiento de la guayaba con fines de exportación*. Editorial INIAP, Ecuador.
- [17] Cerón, L., Hurtado, A., Ayala, A. (2016). Efecto de la presión y la temperatura de extracción con CO₂ supercrítico sobre el rendimiento y composición de aceite de semillas de guayaba (*Psidium guajava*). *Información Tecnológica* 27(6): 249-258.

- [18] Chacín, J., Marín, M., D'Addosio, R. (2010). Evaluación del contenido de pectina en diferentes genotipos de guayaba de la zona sur del Lago de Maracaibo. *Multiciencias* 10(1): 7-12.
- [19] Paredes, J., Hernández, R., Cañizares, A. (2015). Efecto del grado de madurez sobre las propiedades fisicoquímicas de pectinas extraídas de cascos de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Idesia* 33(3): 35-41.
- [20] Kamnev, A., Colina, M., Rodríguez, J., Ptitchkina, N., Ignatov, V. (1998). Comparative spectroscopic characterization of different pectins and their sources. *Food Hydrocolloids* 12(2): 263-271.