

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA PULPA DEL FRUTO DEL ZAPOTE (*Matisia cordata*) FRENTE A PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN AGROINDUSTRIAL

EVALUATION OF THE FRUIT ZAPOTE PULP BEHAVIOR (*Matisia cordata*) IN AGRO-INDUSTRIAL PROCESSES OF TRANSFORMATION.

ALEGRÍA P. JORDÁN J., HOYOS S. OLGA L.¹, PRADO C. JULIÁN A.

PALABRAS CLAVE:

Zapote, *Matisia cordata*, procesos agroindustriales, conservas, fermentación.

KEY WORDS:

Zapote, *Matisia cordata*, agroindustrial process, fermentation, preserves.

RESUMEN

*Dada la dinámica que ha presentado el sector frutícola tropical en los últimos años, es necesario ofrecer alternativas para el aprovechamiento agroindustrial de estas especies, con el fin de garantizar nuevos espacios en mercados especialmente atractivos como los europeos. En este trabajo se estudia el aprovechamiento de la pulpa del zapote (*Matisia cordata*) como fuente de materia prima para la elaboración de diversos productos alimenticios y la obtención de sustancias de interés industrial. Se evaluó el comportamiento de la pulpa de este fruto cuando es sometido a procesos de transformación para obtención de mermelada y fermentación para elaboración de vino. Además, se determinó el contenido aproximado de pectina y carotenos totales en este material. Los resultados obtenidos ofrecen herramientas útiles para el mejoramiento de dichos procesos, el desarrollo de nuevos productos, la profundización en el estudio de esta especie tropical y por consiguiente, se amplía el potencial de este fruto con miras a su incursión en mercados nacionales e internacionales.*

ABSTRACT

*In accordance with the dynamic presented in tropical fruit sector in last years, it is necessary to offer some options to the agroindustrial exploitation of these species, with the purpose of guaranteeing new attractive spaces especially as the European ones. In this work the Zapote pulp (*Matisia Cordata*) exploitation is studied as a source of raw material for the elaboration of*

Recibido para evaluación: Diciembre 7 de 2004. Aprobado para publicación: Febrero 10 de 2005.

1 Grupo de Investigación Química de Productos Naturales Departamento de Química – Facultad de Ciencias Exactas y de la Educación Universidad del Cauca – Sede Tulcán.

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

several food products and the obtaining of interest industrial substances. The zapote pulp behavior was evaluated when it is submit to transformation processes for obtaining marmalade and fermentation for elaborating wine. Furthermore, the approximate pectin content and total carotene in this material was determined. The results offer useful tools for improving the processes mentioned, the development of new products, deeper studies of this tropical specie and therefore, the potential of this fruit is enlarged in national and international market.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, en mercados de Europa y Estados Unidos se ha observado una tendencia creciente en el consumo de productos tropicales exóticos, también llamados “no tradicionales promisorios”. Debido a esto, cada vez son más los estudios que se adelantan con el propósito de investigar los recursos presentes en la región tropical por medio del desarrollo de nuevos productos que permitan su proyección hacia estos mercados.

En el presente estudio, se han aplicado algunos procesos de transformación agroindustrial tendientes a generar valor agregado para el fruto del zapote (*Matisia cordata*). Según cifras reportadas por el Sistema de Información de Precios para el Sector Agropecuario (SIPSA) del Ministerio de Agricultura (1), la producción anual reportada para 2001 para este fruto ascendió a 1682 toneladas, siendo los principales productores y comercializadores los departamentos de Antioquia, Boyacá y Norte de Santander.

El zapote (*Matisia cordata*) conocido en Colombia también como zapote común, es originario de la amazonía Brasileira, su distribución abarca a Brasil, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela. En Colombia se encuentra en los valles de los ríos Cauca y Magdalena, así como en los llanos orientales. 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; su cáscara es de color marrón verdoso, presenta cuatro o cinco semillas cuneiformes de 2 a 5 cm de longitud y 2 a 3 cm de ancho. La pulpa es fibrosa, de color naranja intenso, sabor dulce, aromática, que puede llegar a representar hasta un 80% del fruto completamente maduro, destacándose los niveles en carotenos (0.8-1.1 mg/100g de pulpa), carbohidratos (13-19%) y fibra (0.5-0.9%) (2), que lo proyectan como un alimento altamente energético.

La pulpa es la fracción comestible, y en la actualidad se consume en estado natural, aunque en algunos estudios se reporta su utilización en la elaboración de jugos, refrescos, dulces, mermeladas, compotas o como

saborizante para bebidas (3). No se han descrito estudios ni antecedentes respecto a la utilización tradicional de las partes no comestibles del fruto, como el epicarpio (cáscara) y las semillas.

Dentro de los procesos desarrollados en el presente estudio para la obtención de productos de este fruto se encuentran la elaboración de mermelada y fabricación de vino a partir de la pulpa, así como extracción de aceite de la semilla. En todos los casos se realizó una evaluación general de las características organolépticas de los productos obtenidos, además se evaluó el desarrollo de cada uno de los procesos aplicados a la pulpa.

PARTE EXPERIMENTAL

Materiales y equipos. En los procesos de adecuación y transformación se utilizaron los siguientes equipos: procesador de alimentos *Black&Decker*, licuadora industrial *Javar*, cuchillos en acero inoxidable, recipientes en acero inoxidable, recipiente de plástico.

Análisis físicos, químicos y de control de calidad: Refractómetro *Abbe*, placas calefactoras *Fisher*, balanza analítica *Ohaus*, pH-metro *Fisher*.

Todos los reactivos empleados fueron de grado analítico y USP. Algunos ingredientes para las formulaciones, se compraron a firmas distribuidoras nacionales.

Toma de muestras. Los frutos 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), fue obtenida la muestra global y la reducida.

Preparación de la Muestra. Los frutos fueron seleccionados por estado fitosanitario y madurez; posteriormente, se lavaron, desinfectaron y despulparon manualmente. De estas operaciones se obtuvieron la pulpa, cáscaras y las semillas. Estas muestras fueron empacadas y rotuladas, almacenándose a -20°C hasta su utilización.

Extracción y cuantificación de pectina. Con precisión de 0.001 g, se pesaron 10 g de pulpa en un matraz de 250mL y se adicionaron 150mL de agua destilada caliente. Se agregó HCl 6N hasta alcanzar un pH cercano a 2. Se dejó en ebullición durante 20 a 25 minutos con agitación, reponiendo el agua que se había evaporado. El residuo fue sometido dos veces más al proceso de extracción.

Posteriormente se filtró sobre lienzo, al filtrado obtenido se adicionaron 250mL de etanol absoluto y se dejó en reposo durante 5 minutos. Se centrifugó por espacio de 12 minutos a 4000rpm. Se decantó sobre gasa, lavando el residuo con alcohol amoniacal (5 mL). La gasa con el residuo se secó en estufa a 60°C por espacio de 1-2 horas hasta obtener peso constante.

Elaboración de mermelada. La pulpa inicialmente se diluyó con agua (proporción 1:1), fue homogenizada y se filtró con el fin de eliminar gran parte de la fibra presente en ella. Se desarrollaron 8 formulaciones cuyas condiciones de proceso se encuentran recopiladas en la Tabla 1.

El proceso de cocción se realizó a 80-90°C con agitación constante hasta alcanzar la concentración deseada, el producto fue envasado en frascos de vidrio previamente esterilizados y almacenados a temperatura ambiente.

TABLA 1. Condiciones de proceso para elaboración de mermelada de zapote (variedad Ecuatoriana). **A-E** = 1% pectina **F-H** = pectina 1.5%.

Ensayo	P/A	pH _i	pH _f	°Brix _i	°Brix _f
A ¹	60:40	6.38	3.80	8.0	65
B ²	65:35	6.87	3.53	8.0	65
C	60:40	4.06	3.28	7.0	65
D	50:50	3.49	3.27	7.0	65
E	40:60	3.62	3.55	7.4	74
F	60:40	3.64	3.55	7.4	74
G	50:50	3.73	3.41	7.4	65
H	45:55	3.57	3.25	7.0	65

¹ Pulpa sin diluir, ² pH inicial sin ajustar
P/A=proporción pulpa:azúcar, i=inicial, f= final

Elaboración de vino. La pulpa se diluyó con agua (proporción 1:1) y se homogenizó, seguidamente se eliminó por filtración parte de la fibra. El mosto presentó las siguientes características: acidez 0.6-0.8% (ác. tartárico), 20-22 °Brix y pH 3.5. La fermentación se llevó a cabo durante un periodo de 13 días, empleando como inóculo una cepa comercial de *Saccharomyces cerevisiae* en proporción de 0.5 a 1.0 g/L de mosto disolviéndose en agua azucarada a 40 °C. Se evaluó la calidad del producto final, determinando parámetros como: acidez, presencia de anhídrido sulfuroso, densidad y grado alcohólico, por metodologías reportadas en la literatura(4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Extracción y cuantificación de pectina. En la pulpa de zapote el contenido de pectinas es representativo (8.5-14% expresado en peso seco), comparando con análisis realizados para este mismo fruto en Ecuador, que reportan niveles de 15 a 17% de pectina en la pulpa(5). Esta diferencia se debe, entre otros factores al grado de madurez de los frutos, las características genéticas de cada variedad, el contenido de minerales y otras moléculas que benefician la formación de estas estructuras, y la presencia de moléculas y estructuras que acompañen a las pectinas en el fruto y que en determinado momento puedan llegar a influir en la eficiencia del método de extracción. Se observa que el proceso de extracción de la pectina se ve marcadamente influenciado por la presencia de fibra, ya que gran parte de las estructuras pécticas quedan atrapadas en la fibra presente en la pulpa. La extracción se realizó varias veces sobre la misma muestra, para hidrolizar la protopectina y cuantificarla.

Unido a esto es importante tener en cuenta que las protopectinas durante la maduración van degradándose gradualmente a fracciones de peso molecular más bajo que son más solubles en agua, la velocidad de degradación de las sustancias pécticas está directamente relacionada con la de ablandamiento de la fruta y por eso los contenidos de pectinas son variables según el tiempo, conservación y adecuación de los frutos después de cosechados.

Debido a las propiedades gelificantes de la pectina, su amplio uso en la industria alimenticia y los niveles determinados para la pulpa del zapote, resulta atractiva la posibilidad de aprovecharla como fuente de materia pri-

ma para la obtención de pectina; sin embargo, es necesario complementar estos resultados con estudios que permitan establecer por ejemplo su grado de metoxilación y estabilidad.

Elaboración de Mermelada. Es notable la influencia que tienen factores como el pH, las proporciones de azúcar, pectina y pulpa sobre las características finales de la mermelada. Al diluir la pulpa con agua, eliminando parte de fibra por filtración y ajustando el pH inicial entre 3.2 y 3.5 el comportamiento del producto es el siguiente:

El tiempo de cocción se reduce en un 50% para la misma cantidad de la pulpa preparada (diluida y con pH corregido) y se logra una mejor distribución de los diferentes ingredientes del producto. El producto final tiene un color naranja intenso, sabor y aroma estables, aunque debido al ajuste de pH, la mermelada presenta un sabor agrídulce sin enmascarar el sabor propio de la pulpa

En la Tabla 2 se consigna el comportamiento de la textura y estabilidad del producto bajo diversas condiciones de proceso.

TABLA 2. Modificaciones de la textura y estabilidad del producto final con diversas condiciones de proceso. **A-E** = 1% pectina **F-H** = pectina 1.5%.

Ensayo	pH _i	pH _f	% A	% Pp	T	E
A	6,38	3,80	40	60	1	1
B	6,87	3,53	35	65	1	1
C	4,06	3,28	40	60	4	3
D	3,49	3,27	50	50	4	4
E	3,62	3,55	60	40	4	5
F	3,64	3,41	40	60	5	5
G	3,73	3,25	50	50	5	5
H	3,57	3,38	55	45	5	5

%A = %azúcar, %Pulpa, i= inicial, f= final

Textura: (1) Elástico, (2) muy fluido, (3) consistente más no unttable, (4) consistente y medianamente unttable (5) consistente y unttable.

Estabilidad: (1) < 3, (2) 3-5, (3) 6-8, (4) 9-12, (5) > 12 semanas.

Bajo las condiciones manejadas para los ensayos F a H, la apariencia y textura de la mermelada son adecuadas, puesto que al modificar el pH del sistema, la pectina que aun queda contenida en la pulpa se activa, el gel formado es consistente sin llegar a ser elástico y es más fácil de untar. A medida que el pH se estabiliza en un rango de 3.2 a 3.4, la textura del producto mejora, sin ser éste el único factor que afecta esta característica.

Durante un periodo de almacenamiento (12 semanas), las mermeladas no presentaron cambios ni señales de deterioro por fermentaciones, desarrollo de aromas, sabores desagradables y crecimiento de moho (ensayos F a H).

Cuando no se diluye ni ajusta el pH de la pulpa, el producto que se obtiene a medida que avanza el proceso de concentración y cocción es de baja calidad (ensayos A y B), además, su aspecto no es agradable y el tiempo de proceso se incrementa por evaporación ineficiente, desarrollándose colores no deseados y reduciendo la estabilidad del producto.

Finalmente se determinó que cuando se manejan proporciones de 1.5% de pectina y relaciones pulpa:azúcar entre 60:40, 50:50, los productos son de mejor calidad y apariencia (color naranja oscuro, brillante, unttable, sabor agrídulce-propio).

Elaboración de vino. La pulpa de zapote es altamente susceptible a la fermentación; sin embargo, dadas las características de pH (5.96) y acidez (0.6% como ácido tartárico) de esta pulpa, es necesario controlar rigurosamente el proceso de ajuste de las condiciones de proceso para reducir el riesgo de afectar alguna de sus características organolépticas. El pH se ajustó a 3.25 y la acidez en el punto mínimo recomendado, 0.4%, mediante la adición de ácido tartárico.

Partiendo de las características determinadas para la pulpa de zapote, el proceso de fermentación se llevó a cabo en un lapso de trece (13) días, periodo regularmente empleado en la elaboración de vinos artesanales. En la Tabla 3 se muestra la evolución de la acidez, pH y % de sólidos solubles durante dicho periodo.

El consumo de azúcares observado, está influenciado por la producción de etanol; teóricamente la velocidad del proceso fermentativo está totalmente ligada a la densidad de población de levaduras fermentativas donde

TABLA 3. Variación de parámetros durante la fermentación de la pulpa de zapote

Día	% Sólidos solubles (°Brix)	pH	Acidez*
1	18.0	3.25	0.44
2	17.6	3.12	0.44
3	16.6	3.09	0.41
4	15.2	3.08	0.44
5	14.8	3.10	0.48
6	13.6	3.04	0.46
7	12.4	3.03	0.50
8	11.2	3.03	0.51
9	10.2	3.03	0.52
10	9.2	3.04	0.55
11	8.4	3.07	0.57
12	7.8	3.10	0.59
13	7.2	3.11	0.62

*g de ácido tartárico/100 mL de vino

se aprecian tres etapas: etapa de adaptación, crecimiento exponencial y etapa de crecimiento poblacional nulo.

La fermentación evoluciona suavemente, el consumo de azúcares permite dividir el proceso en tres etapas. Como se aprecia en la Figura 1, el porcentaje de sólidos solubles va decreciendo a un ritmo variable 0.4 – 1.4%/

día (días 1-4), 1.0-1.2 %/día (días 5-9) y 0.6-0.8 %/día (días 10-13).

Tras la última etapa la mortalidad comienza a ser mayor que la multiplicación de la levadura, lo que corresponde a las últimas fases e la fermentación. Por esta razón, en la fabricación de vino se recomienda detener la fermentación cuando el producto alcanza una concentración de 12 a 15% de alcohol,⁷ o cuando el contenido de sólidos solubles es del 6 a 7% puesto que estos dos parámetros van estrechamente ligados.

Se observa que la acidez se incrementa durante la fermentación a razón de 0.2 – 0.4 g de ácido tartárico/100 mL de vino en promedio, (Figura 1) por su parte el pH disminuye de 3.25 a 3.03 en los primeros nueve días, para luego incrementarse bruscamente de 3.03 a 3.11 durante del décimo al decimotercer día de fermentación (Figura 2).

Al finalizar la fermentación, el producto obtenido es de color amarillo-naranja, de aspecto turbio, con precipitado y aroma a etanol muy fuerte, sólidos solubles de 6.2 y pH 3.29; sin embargo, es necesario realizar una serie de trasiegos (3 a 4) y emplear pectinasas para clarificar el vino y así obtener un producto de mejores características (brillante, traslucido, sin precipitados).

En cuanto a calidad, el contenido de alcohol (9.0 grados Gay Lussac), acidez total (0.6% expresado como

FIGURA 1. Variación de los sólidos solubles durante la fermentación

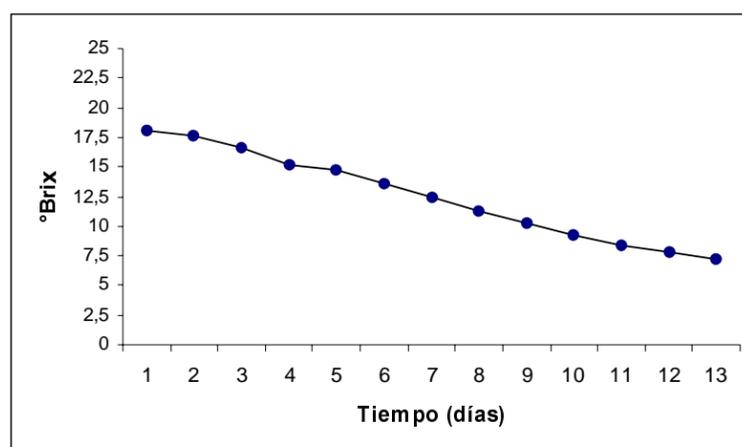
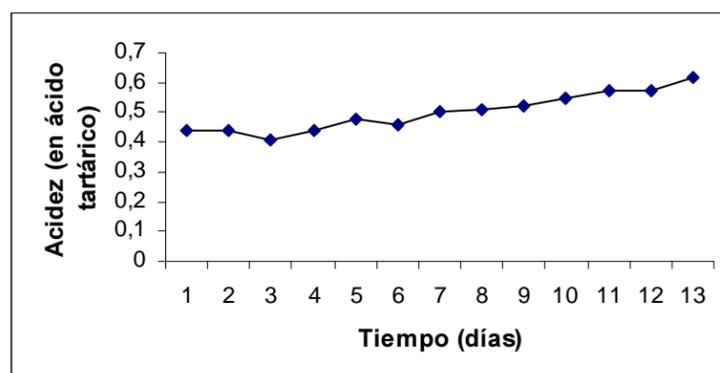


FIGURA 2. Evolución de la acidez durante la fermentación

ácido tartárico) esta dentro de lo esperado para vinos de frutas; aunque es necesario desarrollar aun más el proceso de fermentación, controlando de forma más estricta condiciones y factores como el tiempo de fermentación, temperatura del medio, luminosidad, concentración de la levadura, entre otros.

CONCLUSIONES

Las características fisicoquímicas y organolépticas de la pulpa, sugieren perspectivas interesantes para su transformación a nivel semi-industrial en productos tipo gel, obtención de colorantes y bebidas fermentadas. Los productos obtenidos de este estudio arrojan características organolépticas y de calidad aceptable que hacen atractiva la posibilidad de desarrollar otros procesos de aprovechamiento agroindustrial, optimizando los resultados presentados en esta publicación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la V.R.I. de la Universidad del Cauca por la financiación del estudio "Alternativas para el aprovechamiento integral del fruto del zapote (*Matisia cordata*)"

REFERENCIAS

- (1) PICASSO BOTTO, M. Amazonía, Biodiversidad, comunidades y desarrollo: Cultivos y crianzas promisorios. Cultivo de Frutales Nativos Amazónicos, Manual para el Extensionista (SPT-TCA-51). Tratado de Cooperación Amazónica, Secretaría Pro-Tempore: Lima, Perú. 1997. (Citado en Octubre/2001). Disponible en Internet: URL: www.amazonas.rds.org.co/libros/51/5100004a.htm
- (2) 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.
- (3) AMERINE, M.A. y OUGH, C.S. Análisis de vinos y mostos. Zaragoza: Acribia, 1976. 157 p.
- (4) EUCAGRO: Cultivos Tradicionales, Frutos Amazónicos: zapote (on-line). Quito, Ecuador: 1996. (Citado, Noviembre/ 2001).
- (5) BELITZ, H.D. y GROSCH, W. Química de los alimentos: Bebidas alcohólicas. Segunda edición. Zaragoza: Acribia, 1997. p 984.