

OBTENCIÓN DE AGUARDIENTE A PARTIR DE BATATA (*Ipomoea batatas*)

OBTAINING LIQUOR FROM SWEET POTATO (*Ipomoea batatas*)

Ricardo D. Andrade¹, Ramiro Torres¹, Everaldo J. Montes¹, Omar A. Pérez¹, Carlos A. Acuña y Germán J. Narváez²

Recibido para evaluación: Enero 29 de 2009 - Aceptado para publicación: Mayo 10 de 2009

RESUMEN

Con el fin de generar alternativas para la utilización y transformación de la batata, se propuso obtener aguardiente en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad de Sucre. La investigación consistió en adaptar el proceso de elaboración de bebidas alcohólicas, evaluando la hidrólisis del almidón, utilizando cuatro concentraciones de cebada germinada (0, 10, 15 y 20% p/v) y dos tiempos de calentamiento a 60°C (20 y 60 min). Los mostos obtenidos se sometieron a fermentación alcohólica utilizando como inóculo *Saccharomyces cerevisiae*, destilándolos y evaluando la aceptabilidad de los aguardientes mediante una prueba hedónica. El tratamiento correspondiente a 0% de cebada germinada y 20 minutos de calentamiento a 60 °C, mostró la mayor cantidad de azúcares reductores, presentando diferencias significativas ($P < 0,05$) con respecto a los demás tratamientos y la evaluación sensorial indicó que los aguardientes más aceptados fueron los que contenían 15% de cebada, 20 y 60 minutos de calentamiento y los que contenían 20% de cebada, 20 y 60 minutos de calentamiento.

Palabras clave: hidrólisis, fermentación alcohólica, *Saccharomyces cerevisiae*, evaluación sensorial.

ABSTRACT

"Aguardiente" drink was obtained from *Ipomoea batatas*. Starch hydrolysis was evaluated using four germinated barley concentration (0, 10, 15 and 20% w/v) at two heating times (20 and 60 min) and the drink obtained was alcohol fermented using *Saccharomyces cerevisiae* and acceptance evaluated with an Hedonic scale. Treatment consisting of 0% germinated barley and 20 min heating at 60 °C showed significant ($P < 0,05$) increase in reduced sugar content. Drinks with 15% and 20% germinated barley heated at 20 and 60 min were the most accepted.

Key words: hydrolysis, alcoholic fermentation, *Saccharomyces cerevisiae*, sense evaluation.

¹Departamento de Ingeniería de Alimentos, Universidad de Córdoba, Km 12 vía a Ciénaga de Oro, Tel: (4) 8940508, Fax (4) 786 0255. Email: randrade@sinu.unicordoba.edu.co

²Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad de Sucre, Cra 28 N° 5-267, Sincelejo, Tel: (5) 282 1240

INTRODUCCIÓN

La batata (*Ipomoea batatas*), camote o patata dulce, es una planta dicotiledónea de tallos rastreros que pertenece a la familia de las Convolvuláceas, cuyas raíces de color blanco, amarillo o anaranjado constituyen una excelente fuente de carbohidratos (Ortega y Marcano, 2000). Es nativa de América tropical y se cultiva en más de 100 países en desarrollo, figurando entre los cinco cultivos más importantes en más de 50 de ellos, después del arroz, trigo, maíz y yuca con una producción anual que supera los 133 millones ton (CIP, 1999). Produce más alimento que cualquier otra raíz, siendo una buena fuente de energía con aportes importantes de provitamina A y ácido ascórbico (Marcano, 1991).

La batata se aprovecha como alimento humano en forma cocida, pasta endulzada, harina para panificación, sustituyendo la harina de trigo hasta en un 30%, y como forraje para el ganado porcino en fase de crecimiento (González *et al.*, 1997; Ayos y Mendoza, 2001). Es una alternativa en la producción de almidón para la industria no alimentaria donde se utiliza como adhesivo para encuadernación y cabezas de fósforos, recubrimiento de papeles, aglutinante para tabique de concreto y núcleos de fundición, acabado de telas, cremas faciales y películas de plástico biodegradable (FAO, 1998; Navas *et al.*, 1999).

La elaboración de bebidas alcohólicas es tan antigua que no se puede establecer con precisión el origen de esta práctica, existiendo evidencias arqueológicas de más de 7.000 años de antigüedad (García *et al.*, 2000). Estas se elaboran a partir de líquidos azucarados sometidos a fermentación alcohólica por medio de levaduras, donde los azúcares se hallan presentes como tales o se generan a partir de materias primas por escisión hidrolítica de almidones, dextrinas, disacáridos, etc. La batata es utilizada por los campesinos de la Costa Norte Colombiana en la fabricación de bollos, aumentando su tiempo de conservación, y en la elaboración de bebidas alcohólicas como la chicha fermentada, a la que le confiere un sabor agridulce característico (Ajos y Mendoza, 2001).

Las bebidas alcohólicas más importantes son el vino, la cerveza y el aguardiente (Belitz y Grosch, 1997). Para la elaboración de aguardiente, se parte de la obtención de alcohol mediante la destilación a partir de líquidos alcohólicos; estos, pueden contener alcohol, resultar de la fermentación alcohólica de substratos que contengan azúcares fermentables o generarse mediante hidrólisis. Como materias primas para elaborar aguardiente sirven los líquidos alcohólicos (vino y cerveza), sustancias azucaradas (azúcar de caña o de remolacha, entre otras) y materias primas que contengan almidón e inulina (frutas y vegetales, alcachofas, maguey, cereales, patatas, batatas y mandioca) (Belitz y Grosch, 1997).

Las técnicas de preparación del mosto destinado a la producción del whisky (aguardiente de cereal) son similares a las empleadas en la industria cervecera, con la diferencia que no está lupulado. La relación agua-sólidos es usualmente 2,5 a 1,0 en el proceso de maceración y la sacarificación se consigue agregando un 15% de malta tostada (Belitz y Grosch, 1997). En Colombia, se da el nombre de aguardiente a la bebida alcohólica incolora obtenida por destilación especial de mostos de zumos de caña de azúcar o de sus derivados sometidos a la fermentación alcohólica; el más común es el obtenido de la fermentación de melazas, al cual se le añade azúcar y esencia de anís. El objetivo de la investigación fue obtener aguardiente a partir de batata (*Ipomoea batatas*), adaptando el proceso de elaboración de bebidas alcohólicas.

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se desarrolló en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad de Sucre (Sincalejo, Colombia) ubicado a 213 msnm a 9°18" latitud norte, 75°23" latitud oeste, temperatura promedio de 27 °C.

Preparación de la materia prima

Los tubérculos de batata se lavaron y se escogieron aquellos que no presentaron daños mecánicos ni alteraciones microbianas. Después de escurridos, se pelaron de forma manual para

retirar la cáscara y posteriormente se redujeron de tamaño utilizando un rallador de hojalata para convertirlos en una masa que se destinó para el proceso de hidrólisis. La cebada germinada fue reducida de tamaño empleando un molino de disco DLFU (Buhler-Miag). Las cantidades necesarias para realizar las diferentes hidrólisis se pesaron en una balanza.

Hidrólisis

Se prepararon cuatro mezclas con una proporción constante de agua: batata de 3:1 (p:p), a las que se les adicionaron diferentes porcentajes de cebada germinada (0, 10, 15 y 20% p:v) con respecto al peso de batata. Dos litros de cada una de las mezclas se sometieron a calentamiento a 35 °C, 45 °C, 60 °C y 70 °C por 30 minutos, controlándose en todo momento la temperatura de la mezcla. De igual forma, otras cuatro mezclas se sometieron al mismo proceso, variando a 60 minutos el tiempo de calentamiento a 60 °C.

Los mostos obtenidos se filtraron al vacío utilizando papel filtro. Se lavaron los lechos de bagazo formados con 25% del volumen inicial de agua a 70 °C, hasta completar el volumen inicial de mosto (2 L). Posteriormente se calentaron a 90 °C por 30 minutos para después enfriarlos hasta 25 °C y determinarles la concentración de azúcares reductores por el método DNS (Pérez, 2000).

Fermentación

La fermentación de los mostos se llevó a cabo en biorreactores tipo batch, a 25 °C y agitación de 200 rpm. La anaerobiosis se consiguió instalando una manguera desde la tapa del biorreactor a un recipiente con agua.

La inoculación fue de aproximadamente 1×10^7 MO ml⁻¹. La cantidad de levadura necesaria se determinó utilizando la cámara de Nuebahuer mejorada y una solución al 0,01% (p/v) de levadura *Saccharomyces cerevisiae* (Fleischmann®), activándose en un medio hidrolizado de almidón, con el fin de eliminar la etapa de adaptación y arrancar en etapa de crecimiento exponencial para la producción de etanol (León y Chalela, 1997). La fermentación se inició cargando los biorreactores con los mostos, el inóculo y los nutrientes (Gómez *et al.*, 1997).

Para determinar la cinética de la reacción, se determinó la concentración de azúcares reductores por el método DNS (Ferrer *et al.*, 2002) y de alcohol etílico de acuerdo con el método de Winnick (Lujan y Salcedo, 2004) en intervalos de una hora durante 10 horas.

Destilación

Los líquidos alcohólicos se decantaron y se filtraron con el fin de separar la biomasa y demás partículas en suspensión. Posteriormente, el filtrado se destiló en un percolador de vidrio hasta obtener una concentración de alcohol etílico entre el 30 y 32% (v/v). A los aguardientes se les determinó el contenido de metanol por el método colorimétrico con ácido cromotrópico (PANREAC, 1999), acidez por el método A.O.A.C.11.043/84.964.08/90 y azúcares reductores por el método DNS (Ferrer *et al.*, 2002). A los residuos de las destilaciones (vinazas) se les hicieron pruebas de azúcares reductores por método DNS (Ferrer *et al.*, 2002) y acidez (PANREAC, 1999) con el fin de buscar un posible aprovechamiento de este subproducto.

Análisis sensorial

La evaluación sensorial se hizo mediante una prueba hedónica de nueve puntos, en la cual a los catadores no entrenados se les pidió evaluar los ocho tipos de aguardientes obtenidos evaluando el grado de aceptación del consumidor.

Análisis estadístico

Para la hidrólisis se empleó un diseño completamente al azar con esquema factorial 4 x 2, el factor concentración con cuatro niveles (0, 10, 15 y 20%) y el factor tiempo de calentamiento a 60°C con dos niveles (20 y 60 minutos), realizando tres repeticiones para 24 muestras. Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza y aplicando la Prueba de Amplitudes Múltiples de Duncan, si existía diferencia significativa entre los tratamientos. Para el análisis sensorial, las categorías se convirtieron en puntajes numéricos del uno al nueve, donde uno representó el menor grado de aceptación y nueve el máximo. Los puntajes numéricos para cada tipo de aguardiente fueron tabulados y analizados mediante el análisis de varianza. Todos los análisis estadístico se realizaron con el software Statistica 8.0 (StatSoft Inc., 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza permitió detectar la presencia de diferencias estadísticamente significativas ($Pr < 0,0001$) entre la media de azúcares reductores de la hidrólisis de la batata, para los tratamientos. La prueba de rangos múltiples de Duncan (Tabla 1) muestra que el tratamiento con 0% de cebada germinada y calentamiento a 60 °C por 20 minutos, presentó diferencia significativa a un nivel de significancia del 5 % con respecto a los demás tratamientos, con la más alta concentración promedio en azúcares reductores (1157.26 mg L⁻¹). Esto se debe, a que a medida que se aumenta la relación cebada germinada:batata, manteniendo constante la cantidad de batata, se aumenta el consumo de agua durante los procesos de filtración de los mostos y lavado de los bagazos, hasta enrasar a 2 L, presentándose al final una disminución en la concentración de los azúcares reductores.

En las figuras 1 y 2 se presentan la cinética de la fermentación alcohólica. Se puede observar, que en el tratamiento correspondiente a 0% de cebada germinada, a medida que avanza la fermentación se incrementa la concentración de alcohol, disminuyendo a su vez la concentración de azúcares reductores. Mientras que para las concentraciones de 10, 15 y 20% de cebada germinada, aumenta la concentración de azúcares reductores sin que se vea afectada la producción de alcohol. Esto se puede deber a que las fermentaciones se iniciaron con una hidrólisis incompleta, presentándose una sacarificación más rápida de los almidones por parte de las enzimas amilolíticas contenidas en la cebada germinada y en la batata, que la degradación de los azúcares reductores por medio de las levaduras, concordando con lo reportado por Jackman (citado por BuLock y Kristiansen, 1991).

Tabla 1. Azúcares reductores de la hidrólisis de la batata.

Cebada germinada (% peso/volumen)	Tiempo de calentamiento a 60 °C (minutos)	Media
20	60	772,29 a
20	20	815,88 a
15	60	829,32 a
15	20	934,47 b
10	60	1021,96 c
00	60	1066,80 c
10	20	1072,59 c
00	20	1157,26 d

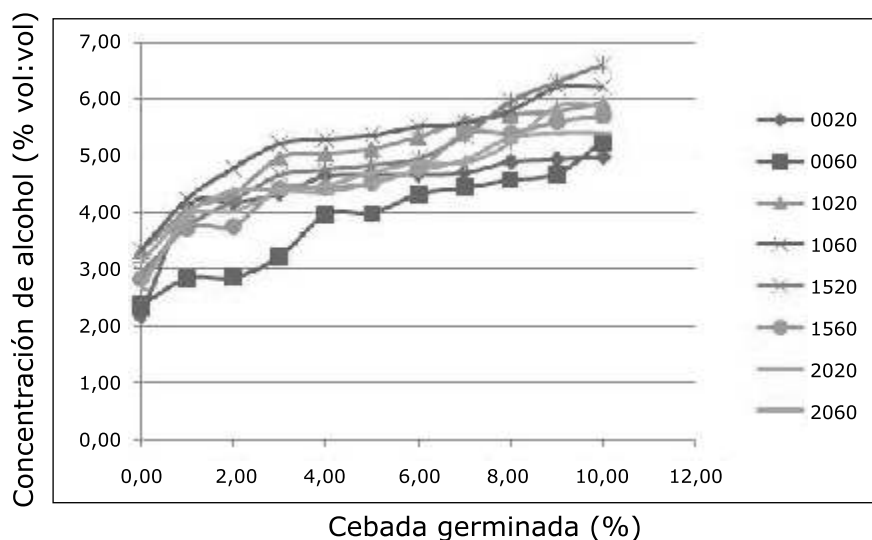


Figura 1. Cinética de la producción de etanol en la fermentación alcohólica.

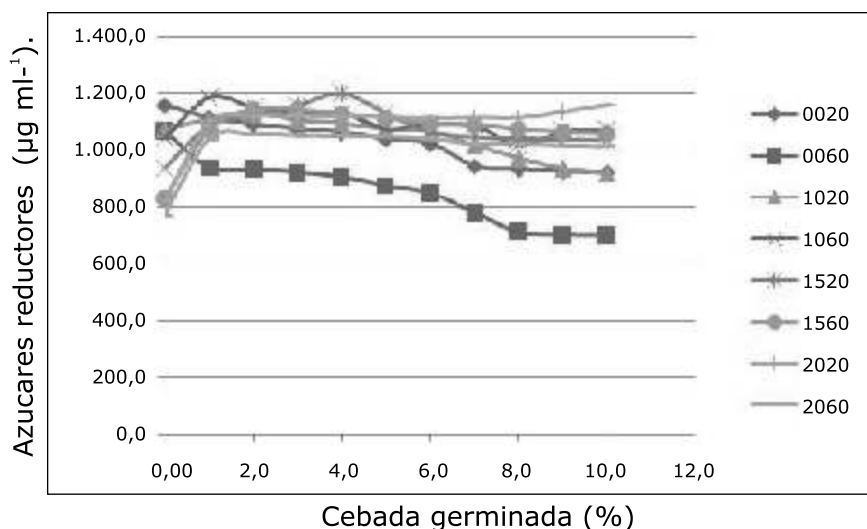


Figura 2. Cinética del consumo de azúcares reductores en la fermentación alcohólica.

El análisis de los aguardientes de batata (Tabla 2) muestra que cumplieron con los requisitos de la NTC 410:1999 (ICONTEC, 1999) para los aguardientes de caña; tomándose esta norma dado que no existe una norma específica para los aguardientes de batata. Comparando con otras normas internacionales para diferentes tipos de aguardiente, también cumple con la norma Nicaragüense de especificaciones de bebidas alcohólicas, NTON 03 036 (CNNTCMFIC, 2001) y la Peruana para bebidas alcohólicas (aguardiente Pisco) NTP 211.001 (Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales del Perú, 2006).

El análisis de las vinazas obtenidas (Tabla 2), muestra que estas contienen ácido acético, componente principal de la elaboración de vinagres, y azúcares reductores, que pueden ser utilizados como sustratos de diferentes microorganismos fermentativo, además que puede servir como inóculo para posteriores fermentaciones de mostos de batata.

La evaluación sensorial determinó que existe diferencia significativa entre los ocho tipos de aguardientes (Tabla 3). Los aguardientes más aceptados corresponden a los tratamientos 2020,

Tabla 2. Composición de los aguardientes de batata y vinazas

Tratamiento	Etanol (% v/v)		Acido acético (mg L ⁻¹)		Azúcares reductores (µg mL ⁻¹)		Metanol (mg L ⁻¹)
	Aguardientes	Vinazas	Aguardientes	Vinazas	Aguardientes	Vinazas	Aguardientes
00/20	3025	4,30	121,00	3509,0	0	292,57	49,34
00/60	31,18	3,95	205,06	4961,1	0	209,14	41,18
10/20	32,30	4,71	12,10	4961,3	0	246,85	39,60
10/60	31,11	4,91	42,35	4840,5	52,57	149,71	33,89
15/20	31,19	5,38	145,20	5445,2	125,71	262,85	31,36
15/60	31,54	3,27	6,10	5082,0	13,71	201,14	20,03
20/20	31,20	2,12	36,30	4235,8	0	301,71	19,80
20/60	31,17	1,82	484,00	3872,2	14,85	349,71	20,98

Tabla 3. Puntajes promedios de categoría tabulada para la prueba hedónica aplicada a los tipos de aguardiente de batata.

Tratamiento	00/20	00/60	10/20	10/60	15/20	15/60	20/20	20/60
Puntaje	5,4 d	6,0 c	7,0 b	7,0 b	7,4 a	7,6 a	7,6 a	7,8 a

2060, 1560 y 1520, con un grado de aceptación superior a siete puntos. Esta aceptación se puede deber a que la adición de cebada germinada en el proceso de elaboración de aguardiente mejora sus características organolépticas, las cuales no dependen de la cantidad de alcohol si no de los compuestos volátiles generados en la fermentación y recuperados en la destilación, confiriéndoles un sabor y aroma agradable al producto final.

CONCLUSIONES

- La batata tiene el potencial para ser utilizada como materia prima en la elaboración de aguardiente de buena calidad gracias a su contenido de almidones hidrolizables en azúcares fermentables.
- La adición de cebada germinada en la etapa de hidrólisis no mejora la producción de azúcares reductores con las relaciones de tiempos y temperaturas empleadas; aunque los mostos que contenían cebada germinada, presentaron aumento de dichos azúcares durante las primeras horas de fermentación.
- Los aguardientes mas aceptados son los que contienen una concentración de 15 y 20% de cebada germinada, la cual le confiere al aguardiente buenas características organolépticas (sabor y aroma) propia de este producto.
- Las vinazas obtenidas de la producción de aguardiente de batata, pueden ser utilizadas en la producción de vinagre, como sustratos de microorganismos fermentativos o en fermentaciones de mostos de batata.

BIBLIOGRAFIA

- A.O.A.C. (Association of Oficial Analytical Chemists). 1990. Official methods of analysis. William Horwitz, Virginia, p 1000 - 1050.
- Ayos, H. y Mendoza, F. 2001. Evaluación de la contribución de la batata (*Ipomoea batata*) al proceso de producción de masato. Ingeniero de Alimento. Universidad de Córdoba. Berastegui, Córdoba.
- Belitz, H y Grosch, W. 1997. Química de los alimentos. Acribia, Zaragoza, p 957,998-1003.
- Bulock, J. y Kristiansen, B. 1991. Biotecnología Básica. Acribia, Zaragoza, p 316-317.
- CIP (Centro Internacional de la Papa). 1999. La batata en cifras: Producción, Utilización, Consumo, Alimentación. <http://www.cipotato.org/sweetpotato/facts/>. [Accedido: 08/24/2008].
- CNNTCMFIC (Comisión nacional de normalización técnica y calidad, Ministerio de Fomento Industrial y Comercio). 2001. Norma técnica de especificaciones de bebidas alcohólica - aguardiente. <http://www.minsa.gob.ni/regulacion/alimentos/Normas%20de%20Bebidas%20Alcoholicas/nton%20de%20bebidas%20alcoholicas%20-aguardiente.pdf>. [Accedido: 07/25/2009]
- Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales del Perú. 2006. NTP, Bebidas alcohólicas. P i s c o . R e q u i s i t o s . <http://www.bvindecopi.gob.pe/normas/211.001.pdf>. [Accedido: 07/25/2009].
- FAO. 1998 Los almidones tropicales no llegan al mercado. <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/esp/revista/9809/spot3.htm>. [Accedido: 08/24/2008].

- Ferrer, J.; Páez, G.; Arenas de Moreno, L.; Chandler, C.; Mármol, Z. y Sandoval, L. 2002. Cinética de la hidrólisis ácida de bagacillo de caña de azúcar. Revista Facultad de Agronomía 19:23-33.
- García, M.; Quintero, R. y López, A. 2000. Biotecnología Alimentaria. Limusa, Ciudad de México, 263p.
- Gómez, J.; Castaño, H. y Arias, M. 1997 Estudio cinético de una fermentación alcohólica usando miel de abejas como sustrato. Ingeniería e Investigación 10(1): 82-92.
- González, C.; Díaz, I. y Reyes, J. 1997. Determinación de la digestibilidad ileal aparente de los componentes principales de la raíz de seis cultivares de batata (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 5(1):280-282.
- ICONTEC, Norma técnica 410:1999. <http://www.icontec.org.co>. [Accedido: 07/14/2007].
- León, A. y Chalela, G. 1997. Diseño y puesta en marcha de un "sistema semicontinuo en dos etapas: hidrólisis-fermentación" para la producción de etanol a partir de almidón de papa usando simultáneamente *Aspergillus niger* y *Saccharomyces cerevisiae*. Revista Colombiana de Química, 26: 1-10.
- Lujan, D. y Salcedo, J. 2004. Manual de Laboratorio para Biotecnología Alimentaria. Universidad de Córdoba, Montería, p14-17.
- Marcano, J. 1991. El cultivo de la batata (*Ipomoea batatas*) en Venezuela: Situación actual y potencial. Mejoramiento de la Batata en Latinoamérica. Memorias del Seminario de Mejoramiento de la Batata, CIP, p149-153.
- Navas, P.; Carrasquero, A. y Mantilla, J. 1999. Avances en la caracterización química de la harina de batata (*Ipomoea batatas*) var. Carolina. Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela 16:11-18.
- Ortega, E. y Marcano, J. 2000. Fortalezas del proceso productivo de la batata. FONAIAP - Divulga 66. <http://www.ceniap.gov.ve>. [Accedido: 09/22/2008].
- PANREAC, 1999. Analíticos en alimentaria, Productos derivados de la uva, aguardientes y sidra, Panreac Química S.A. Barcelona, p 138-140.
- Pérez, O. 2000. Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y biológicos que intervienen en el proceso de fermentación del almidón de yuca. Biólogo, Universidad de Sucre, Sincelejo.
- StatSoft, Inc. 2007. STATISTICA (Data analysis software system), version 8.0. <http://www.statsoft.com>. [Accedido: 07/12/2008].