

Producción sostenible de bebidas nutritivas.

Sustainable production of nutritious drinks.

Ing. Enrique Marcet García

Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Cuba.

henry.promosk@gmail.com

Dr. Marcelo Marcet Sánchez

Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Facultad de Ing. Química. Cuba.

marcelo.marcet@umcc.cu

Lic. Manuel Medell Gago

Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Cuba.

mmedellg@infomed.sld.cu

Ing. Yannay Ricardo Ramos

Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos. Cuba.

yannay.ricardo@umcc.est.cu

Msc. Ing. Milagros Beatón Berenguer

Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Facultad de Ing. Química. Cuba.

milagros.beatón@umcc.cu

Resumen

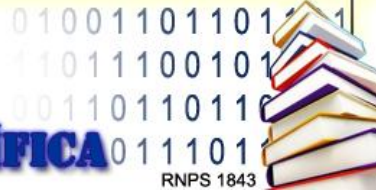
El propósito de este trabajo es la producción de una bebida energética de bagazo de malta y extractos de Moringa oleifera, que han sido tratados térmicamente y enzimáticamente para lograr un extracto enriquecido de azúcares, aminoácidos, vitaminas disueltas, y otros componentes con propiedades nutricionales o terapéuticas. Esta bebida, con características sensoriales similares a la “Malta”, se obtiene con un costo de producción menor.

La bebida resultante posee sabor a arroz malteado. Endulzada con sacarosa, jugo de caña de azúcar, o edulcorantes específicos. Podrá obtener tonos más oscuros, añadiéndole extractos de malta tostada o caramelo. Finalmente es filtrada, carbonatada y embotellada convenientemente.

Palabras clave: Malta, bebida, moringa, energética, curativa.

Abstract

The purpose of this work is the production of an energy drink of malt bagasse and Moringa oleifera extracts, that have been thermally and enzymatically treated, to achieve an enriched extract of sugars, amino acids, vitamins dissolved, and other components with nutritional or therapeutics properties. This drink, with similar sensory characteristics to “Malta”, is obtained with a lower production cost.



The resulting drink is flavored with malted rice. Sweetened with sucrose, sugar cane juice, or specific sweeteners. May have shades darker adding roasted malt extracts, or caramel. Finally filtered, carbonated, and bottled conveniently.

Keywords: Malta, drink, moringa, energy, healing.

Introducción

El presente trabajo, se refiere a la producción de una bebida energética nutritiva. El objetivo radica en producir una bebida sustentable elaborada a partir de infusiones realizadas a subproductos de la industria de maltas y cervezas, cereales malteados económicos, compuestos edulcorantes y extractos vegetales tratados térmica y enzimáticamente.

Este trabajo está estrechamente vinculado con un proyecto de iniciativa local Cuba-Canadá con el objetivo de comenzar a producir una bebida energética y sostenible, basada principalmente en sus propiedades nutricionales.

El bagazo de malta es el mayor subproducto de la industria cervecera y representa el 85 % del total de residuos que se generan. El bagazo de malta es un material lignocelulósico que contiene alrededor de 17% de celulosa, 28 % de polisacáridos no celulósicos y 28 % de lignina. Para las cervezas convencionales, la industria de cervezas genera 20 kg de bagazo por cada 100 L de cerveza. Este subproducto disponible todo el año, se ha utilizado básicamente en la alimentación animal. No obstante, si tenemos en cuenta que el bagazo de malta puede contener grandes cantidades de proteínas y fibras, (aproximadamente entre un 20 y 70 % en base seca respectivamente), hace que este material se esté valorando seriamente como aditivo en la alimentación humana.

El principal problema de utilizar el bagazo de malta en la alimentación humana es que este subproducto, por sus características, se deteriora con mucha facilidad por lo que su uso debe ser inmediato o conservado convenientemente.

En la década de los 90 se trabajó en la producción de cervezas con bajo contenido alcohólico, re-macerando el bagazo de malta después de extruido el mismo, o por hidrólisis ácida para lograr un contenido significativo de pentosas no fermentables y obteniendo así dos producciones con una misma malta. Problemas económicos y de formación de colores y sabores desagradables abandonaron esta idea (Muller, R., 1990.)



Por otra parte, la industria cervecera mundial incorpora la tecnología enzimática con diversos fines: para recuperar al máximo los almidones y proteínas en los procesos de clarificación, y para incorporar adjuntos amiláceos no malteados.

La producción de bebidas a través de procesos de maceración de la malta de cebada, tiene el inconveniente de que esta materia prima eleva anualmente su precio en el mercado mundial, y sólo puede ser cultivada en países con clima templado. La sustitución de cebada por arroz, facilita estos procesos en países tropicales.

En base a esto, se elabora una bebida que recupera enzimáticamente proteínas, almidones y aromas de malta, de un subproducto de la industria cervecera. Incorpora sabor a malta a través de arroz malteado y caramelizado, adiciona propiedades nutricionales o terapéuticas procedente de extractos vegetales y puede ser endulzada con jugo de caña o azúcar para elevar su valor energético. La bebida resultante no tiene efectos secundarios en pacientes celíacos y si se utilizan edulcorantes, puede resultar muy interesante para diabéticos. Las materias primas utilizadas en la producción de esta bebida son además muy atractivas desde el punto de vista económico.

Materiales y Métodos

El proceso productivo se inicia con la obtención de la principal materia prima que es el bagazo de malta fresco procedente de una cervecería. Este material, por sus niveles de humedad, debe conservarse en frío, lo más cercano posible a 0°C hasta su utilización. Una forma alternativa es mezclar el bagazo con soluciones diluidas de ácido peracético (en el entorno de 0,1%) el cual posteriormente se elimina como acético durante la cocción.

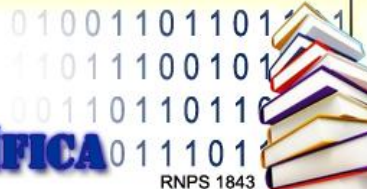
La segunda materia prima, es el arroz caramelizado.

La tercera materia prima, es el jugo de caña, que debe ser obtenido fresco mediante molienda de cañas limpias, sanas y descortezadas.

La cuarta materia prima, son los extractos vegetales de la Moringa, que se obtienen procesando hojas frescas y lavadas.

La quinta materia prima, es el agua.

El arroz sin descascarar debe someterse a un proceso germinativo. Primeramente se mantiene en agua durante dos días. Esta agua debe ser cambiada constantemente y de ser posible aireada. Los granos resultantes deben ser escurridos y mantenidos en bandejas a temperaturas entre 15 a 25°C por un período de 3 a 5 días según la variedad. Se procede al secado en estufa a 80°C.



Cuando la humedad es menor al 4%, se inicia la etapa de caramelización del grano, sometiendo el mismo a temperaturas superiores, en el rango de los 80 a los 140°C. Finalmente se muele o tritura el arroz evitando al máximo la destrucción de la cáscara.

El jugo de caña se filtra o centrifuga para obtener un líquido claro transparente al cual se puede adicionar ácido cítrico en un rango del 1 al 5 %, que además de conservarlo, le confiere sabores muy agradables al mosto final. El jugo de caña puede ser sustituido por azúcar refino (sacarosa), glucosa, fructosa o edulcorantes, según el destino final de la bebida.

Alternativamente puede colorearse el mosto final con malta tostada molida, la cual se añade al bagazo de malta en niveles entre el 0,1 y 0,8%. También puede adicionarse alternativamente color caramelo.

Las hojas con las que se obtendrá el extracto vegetal (*Moringa oleífera* Lam) son molidas y mezcladas con agua fresca y limpia. Seguidamente se introducen en un reactor y se ajusta la temperatura en un entorno entre los 50 y 65°C. En esta etapa se añaden enzimas proteolíticas del tipo de las endopeptidasas por espacio de una a dos horas en agitación suave. Al final del proceso se ha obtenido un caldo rico en aminoácidos, y péptidos pequeños que contribuyen al nivel de espuma final de la bebida. Se filtra a través de una malla para remover el material sólido y restos foliares. Es necesario aclarar que en lugar de hojas frescas también pueden usarse hojas secadas previamente (80°C) con lo que se obtienen modalidades distintas en el sabor final de la bebida.

Tabla 1 - Composición química de las hojas y las vainas de la *Moringa oleífera* Lam y *stenopetala*, g/kg materia seca (Melesse et al, 2009).

Nutrientes	Hojas <i>M.stenopetala</i>	Hojas <i>M.oleifera</i>	Vainas <i>M.stenopetala</i>	Vainas <i>M.oleifera</i>
Ceniza	131	130	106	102
Proteína cruda	273	288	169	161
Extracto de éter	48.6	66.0	40.5	46.5
Fibra cruda	104	93.4	328	367

Las hojas y las vainas de la *Moringa oleífera* Lam y *stenopetala* presentan alto contenido de minerales como se observa en la siguiente tabla.



Tabla 2 - Concentración de los minerales de las hojas y las vainas de la *Moringa oleífera* Lam y *stenopetala*, (Melesse et al, 2009).

Minerales	Hojas <i>M.stenopetala</i>	Hojas <i>M.oleífera</i>	Vainas <i>M.stenopetala</i>	Vainas <i>M.oleífera</i>
g/kg materia seca				
Calcio	19.8	26.0	2.88	2.75
Fósforo	4.50	4.25	4.62	5.38
Magnesio	6.46	5.55	2.94	2.63
Potasio	20.7	19.9	39.8	36.8
Sodio	4.29	0.28	0.50	0.40
mg/kg materia seca				
Hierro	663	575	292	509
Manganeso	56.4	45.4	16.1	19.3
Cinc	26.7	24.9	21.2	29.5
Cobre	6.74	9.51	4.67	8.83

Las hojas de la *Moringa stenopetala* presentan concentración de fósforo, magnesio, potasio, sodio, cinc, manganeso e hierro mayores, mientras que el calcio y el cobre menores en comparación con la *Moringa oleífera* Lam. Las vainas de la *Moringa stenopetala* tienen mayor concentración de calcio, magnesio, potasio y sodio que las vainas de *Moringa oleífera* Lam. Debido al alto contenido de aminoácidos esenciales, las hojas de la *Moringa oleífera* Lam se utilizan en la alimentación de los rumiantes y de las personas, según se ilustra en la tabla 3, (Melesse et al, 2009).

Tabla 3 - Concentración de aminoácidos de las hojas y las vainas de la *Moringa oleífera* Lam y *stenopetala*, g/kg materia seca (Melesse et al, 2009).

Aminoácidos	Hojas <i>M.stenopetala</i>	Hojas <i>M.oleífera</i>	Vainas <i>M.stenopetala</i>	Vainas <i>M.oleífera</i>
Esenciales				
Arginina	15.0	15.4	12.8	13.8
Cisteína	4.30	3.50	3.37	4.00
Isoleucina	10.1	11.0	5.05	4.75
Leucina	20.3	21.6	9.92	9.08
Lisina	13.8	13.2	5.59	5.28
Metionina	4.01	4.26	2.44	2.41

Fenilalanina	14.0	16.4	5.91	5.89
Treonina	11.8	12.9	6.36	5.31
Valina	12.9	14.2	6.63	5.96
No esenciales				
Alanina	16.2	17.8	8.72	7.26
Ácido aspártico	31.2	28.5	12.2	11.2
Glicina	28.1	35.9	22.7	24.4
Histidina	7.50	8.47	4.36	4.02
Prolina	12.6	12.6	6.87	6.96
Serina	11.9	13.4	6.95	7.25
Tirosina	13.6	13.3	7.32	5.92



Figura 1 - Aplicaciones de la *Moringa oleífera* Lam en la salud humana (Zhao et al, 2012).

Tabla 4 - Composición química del afrecho (Solange, 2007).

Componente	(%p/p)
Celulosa (glucana)	16.78
Hemicelulosa	28.42
Xilana	19.94
Arabinosa	8.48
Lignina total	27.78
Lignina Klason	22.96
Lignina soluble en ácido	4.82
Cenizas	4.60
Grupos acetil	1.35
Proteínas	15.25
Extractivos (por diferencia)	5.82
Minerales	(mg/kg)
Calcio	3515,0
Sodio	309.3
Potasio	258,1
Magnesio	1958
Aluminio	36,0
Hierro	193,4
Bario	13.6
Estroncio	12.7
Manganeso	51.4
Cobre	18.0
Zinc	178
Fósforo	5186.0
Azufre	1980
Cromo	5.9
Silicio	10740

Tabla 5 - Composición por 100 gramos de arroz (Figuroa, 2008).

Composición química	%
Agua	12,6
Albúminas	5,9
Grasas	0,3
Hidratos de carbono	77,87
Cenizas	3
Sales minerales:	
Potasio	0,075
Sodio	0,019
Calcio	0,011
Magnesio	0,038
Hierro	0,004
Fósforo	0,180
Azufre	0,002
Cloro	0,001

<u>Vitaminas:</u>	<u>Arroz con cáscara</u>	<u>Arroz sin cáscara</u>
Vitamina B1	0,50 mg	0,01mg
Vitamina B2	0,25 mg	0,05 mg
Vitamina PP	0, 15 mg	0,02 mg
Vitamina B6	0,80 mg	0,30 mg
Vitamina E	0,25 mg	0,10 mg
Ácido pantoténico	0,90 mg	0,01mg
Vitamina H	0,01 mg	0,001mg

Posteriormente se introduce en un reactor agua fresca y limpia, y una cantidad de bagazo de malta entre un 20 y 40% m/vol., se incrementa la temperatura hasta los 50°C por espacio de 15 min. Se adiciona cantidades entre 5% y 10% de arroz caramelizado y se trata con una mezcla de enzimas proteolíticas y amilolíticas a temperaturas en el rango entre 60 y 65 °C, de manera que nos permita recuperar finalmente la proteína y almidones presentes en la mezcla. Este proceso puede durar hasta 2 horas con agitación suave y constante y se mantiene hasta dar reacción negativa con el reactivo de Lugol. La temperatura entonces se eleva a ebullición, y se añade el jugo de caña o los azúcares hasta obtener una concentración final entre los 10 y 15°Brix. Entonces es que se filtra a través de una malla y se enfría con un intercambiador hasta 65°C.

Después se añade el extracto vegetal, se homogeniza la mezcla y se filtra usando filtros de celulosa con tierra de infusorios. Debe entonces procederse a una etapa de maduración en la que debe almacenarse a 0°C por al menos un día.

El mosto dulce final se vierte en un tanque carbonatador en el que CO₂ a 2MPa de presión es introducido pasando a través de un material poroso de manera que llegue al líquido en forma de micro burbujas. Se recomienda para una perfecta carbonatación que el proceso dure entre 2 y 3 días.

Si la bebida resultante se va a consumir inmediatamente su conservación en frío es suficiente, de lo contrario se recomienda la pasteurización final del producto. Finalmente la bebida puede ser embasada en botellas o distribuida en forma dispensada.

Resultado y discusión

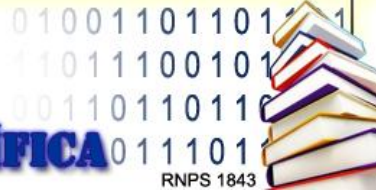
Presenta $\rho_{25^{\circ}\text{C}} = 1050 \text{ kg/m}^3$, $\mu_{25^{\circ}\text{C}} = 0,0011 \text{ Pa.s}$, un contenido de nitrógeno total de 271.8 mg/L, olor, color y sabor característico a la bebida “Malta”, muy buena estabilidad de la espuma y un pH de 5.3, estos parámetros permitieron su clasificación sensorial como de buen nivel de agrado.

La sustitución de la cebada malteada por el bagazo de malta, reduce considerablemente el costo de producción de esta bebida, constituyendo esto, un factor importante y notable en su precio de venta. Para una producción de 100L, el costo unitario de una botella es de 1.55 MN.

Permite usar en la alimentación humana, uno de los principales residuales de la industria cervecera, creando un producto fiable para la salud.

Conclusiones

La adicción de extractos vegetales con alto contenido de proteínas, resulta un punto sumamente importante en la producción de bebidas, permitiendo reducir el uso de algunas materias primas de alto costo, y balancear dicha pérdida con las propiedades de estos extractos. Los fines son claros; lograr bebidas nutritivas, agradables al paladar, y con un bajo costo de producción.



Bibliografía

1. Azcón, Bieto. J, y Talón, M. 2010. "Fisiología y Bioquímica Vegetal". Interamericana/ Mc Graw-Hill. Ediciones Mundi-Prensa. Pág 210.
2. Barceló, J. 2009. "Fisiología Vegetal". Ediciones Pirámide, S.A.
3. Brizuela, Enrique. 1987. Aspectos fundamentales del diseño de plantas industriales. Tomo I. Editorial Felix Varela. Pág 325.
4. Broderick, H. M. 2005. El cervecero en la práctica (En español) Asociación latinoamericana de cerveceros. Editorial Lima. pág. 150.
5. Callejo, González. Ma de Jesús. 2002. Industrias de cereales y derivados. Ed. Mundi Prensa.
6. De Clerk. J, 2009. Textbook of Brewing Vol I, Chapman and Hall, LTD London.
7. Fahey, Jed. W. *et al.* 2011. Moringa oleifera: A Review of the Medical Evidence for Its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties. On line (www.elsevier.com). Visitado 12 de Marzo 2013.
8. Farooq, *et al.* 2011. Rice direct seeding .Experiences, challenges and opportunities. Soil.Tillage. On line (www.elsevier.com). Visitado 10 de Marzo 2013.
9. Fernández, C. y Garro, O. 2004. Alcohol a partir de sorgo dulce. Sacarificación y fermentación. Pág 325
10. Figueroa, C. J. 2008 "Métodos para evaluar la calidad maltera en cebada" INIA. Didáctico No. 17 México, D.F.
11. Guerra, Debén. Jorge. 1987. Introducción al análisis estadístico para procesos. Segunda parte. P.
12. Guilbot, A. Mercier, C. 1985. Starch. In the Polysaccharides, ed. O. Aspinall. Academic Press, New York, pp. 209-282.
13. Harikishore, 2012. Optimization of Cd(11), Cu(11) and Ni(11) biosorption by chemically modified Moringa oleifera leaves powder. Carbohydrate Polymers. Online ([www.elsevier.com / locate / carbpol.](http://www.elsevier.com/locate/carbpol)). Visitada en 1 Marzo de 2013.
14. Hernández, 2011. Obtención de vinagre a partir de almidón de plátano (Musa paradisiaca) y residuos de la industria cervecera. Tesis opción al título de grado. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos.
15. Huige, N.J. 2004 Breweryby – products and effluents. In: HardWick, W.A. (ed.). Handbook of brewing. New York , p.501-505.
16. Hyun Young Kim *et al.* 2012. Chemical and functional components in different parts of rough rice. Food chemistry 134.288-293. [www.elsevier.com / locate / foodchem](http://www.elsevier.com/locate/foodchem).



17. Krasnoschiokov, E. A. 1986. Problemas de termotransferencia. Editorial Mir Moscú. Pág 327.
18. Kunze, W. 1999. Technology Brewing and Malting. 2nd edition. VLB Berlin, Germany.
19. Lopez *et al*, 2011. Comparative study of the microbial diversity of bulk paddy soil of two rice fields subjected to organic and conventional farming. Soil Biology Biochemistry On Line (www.elsevier.com) Visitado en enero 2013. ISSN 43- 115-125.
20. Makkar, H.P.S. and Becker, K. 2012. THE POTENTIAL OF MORINGA OLEIFERA FOR AGRICULTURAL AND INDUSTRIAL USES. On line (www.elsevier.com). Visitado 12 de Marzo 2013.
21. Mariani, E. 2006. Chromatographic examination of the amino acid of beer and spent grains. *Brasserie et Malterie de Belgique*, v 3, p.50 – 53.
22. Melesse, A. Bulang, M. Kluth, H. 2009. Evaluating the nutritive values and in vitro degradability characteristics of leaves, seeds and seedpods from *M. stenopetala*. *Journal of Science of Food and Agriculture* 89:281-287. On line (www.elsevier.com). Visitado 11 de Marzo 2013.
23. Mohan *et al*, 2010. Physico – chemical characteristics and non – starch polysaccharide contents of Indica and Japonica Brown rice and their malts. *LWT- Food Science and technology* 43-784-791. [www.elsevier.com / locate / IWT](http://www.elsevier.com/locate/IWT).
24. Muller, R., 1990. The production of low-alcohol and alcohol-free beers by limited fermentations. *Ferment.* 3(4), 224-230
25. Mussatto *et al*, S. I, Dragone, G, & Roberto, I. C. 2006. *Journal of Cereal Science*, 43, 1–14.
26. NC-82-04-2009, Norma Cubana para análisis de calidad del producto.
27. ODEE, D. 2012. Forest biotechnology research in drylands of Kenya: the development of *Moringa* species. *Dryland Biodiversity*. On line (www.elsevier.com) Visitado en enero 2013. ISSN 27 - 38.
28. Ogbe, A.O. *et al*. 2011. Proximate study, mineral and anti-nutrient composition of *Moringa oleifera* leaves harvested from Lafia, Nigeria: potential benefits in poultry nutrition and health *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. On line (www.elsevier.com). Visitado 15 de Marzo 2013.
29. Pedroso, D. L, Pargbon, F.R. 1989. Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos. Editorial Alhambra, México DF.
30. Pérez, García. F, y Martínez, Laborde. J.B. 2012. “Introducción a la Fisiología Vegetal”. Ediciones Mundi-Prensa.
31. Pontual *et al*, 2012. Caseinolytic and milk – clotting activities from *Moringa oleifera* flowers. *Food chemistry* 135- 1848- 1854. [www.elsevier.com / locate / foodchem](http://www.elsevier.com/locate/foodchem).



32. Premuda *et al*, 2008. Controlled germination to enhance the functional properties of rice. *Process Biochemistry* 43- 1377- 1382. [www.elsevier.com / locate / procbio](http://www.elsevier.com/locate/procbio).
33. Ricardo, 2012. Seed and oil yields of *Moringa oleifera* variety Periyakalum, introduced for oil production in four ecosystems of South America. *Industrial Crops and products* 36 – 70 -73. [www.elsevier.com. / locate / indcrop](http://www.elsevier.com / locate / indcrop).
34. Rosabal, Vega, Julio.M. 2006 *Hidrodinámica y Separaciones Mecánicas*. Tomo II. Editorial Felix Varela. Pág 325
35. Scade, John. 2008. *Cereales*". Editorial Acribia. Zaragoza, España, Okobo, B, Lu, F, Ezeogie, L, Anyanwi, Ch, Odibo, F. Purification and some properties of a novel raw starch digesting enzymes amylase from *Aspergillus carbonarus*, *Journal of the Science of Food and Agriculture* 81(3) ISSN2329-336.
36. Sebrem *et al*, 2010. Yield performances and changes in enzyme activities of pleurotus spp .cultivated on different agricultural wastes. *Bioresource technology*. On line.(www.elsevier.com / bcate / biortech.) Visitado en Enero 2013. ISSN101-3164- 3169
37. Sendra, J. M. y Carbonell, J. V. 2012. Evaluación de las propiedades nutritivas, funcionales y sanitarias de la cerveza, en comparación con otras bebidas. On line (www.elsevier.com). Visitado 9 de Marzo 2013.
38. Sengupta, Mita E. *et al*. 2012. Use of *Moringa oleifera* seed extracts to reduce helminth egg numbers and turbidity in irrigation water Available online at www.sciencedirect.com/journal homepage: www.elsevier.com/locate/watres.
39. Solange, I. M. 2007, "Aproveitamento integral de subproduto de la industria cervejira em procesos químicos e biotecnológicos," Universidad de São Paulo. Escola de Ingeniería de Lorena.
40. Tschope, E.C. 2001. *Microcervejarias e cervejarias: a história, a arte e atecnologia*. São Paulo: Aden, 223 p.
41. Viera, Raúl. B.1991. *Diseño y análisis de Reactores Químicos*. Tomo 4. Editorial ENPES. La Habana. Cuba. Pág 250
42. Zequeira, M. M. 2009. *Producción de Malta utilizando como fuente de almidón Arroz y Trigo*. Tesis opción al título de grado. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos.

Fecha de recepción: 03/08/2013

Fecha de aprobación: 25/03/2014

