

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA PANELA GRANULADA ELABORADA EN EL MUNICIPIO COLÓN DEL ESTADO TÁCHIRA-VENEZUELA

MICROBIOLOGICAL QUALITY ASSESSMENT OF GRANULATED “PANELA” FROM MUNICIPALITY COLÓN STATE TÁCHIRA-VENEZUELA

Molina-Quintero Luisa¹, Goyo Yaritza¹ y Capote-Luna Tarcisio²

¹ Departamento de Ecología y Control de Calidad. Programa de Ingeniería Agroindustrial. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA). Venezuela. E- mail: luisamolina@ucla.edu.ve y yaritgo@gmail.com

² Departamento de Ciencias Biológicas. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA). Barquisimeto - Venezuela. E- mail: tcapote@ucla.edu.ve

Recibido: 01-02-2016 Aceptado: 20-06-2016

RESUMEN

La panela es un alimento natural con características endulzantes obtenida de la deshidratación del jugo de la caña de azúcar. Puede tener varias presentaciones, como es el caso de la panela granulada, relativamente nueva en el mercado venezolano. Su procesamiento se lleva a cabo en trapiches que han estado operando desde el siglo XIX en condiciones limitadas de infraestructura y con procedimientos rudimentarios. Además de funcionar bajo un manejo inadecuado del cultivo agronómico y sin el empleo de Buenas Prácticas de Manufacturas (BMP), carecen de Normas o reglamentos técnicos para el manejo de este producto, aunados a las fallas en la producción y comercialización, por lo que el rendimiento y calidad del producto puede resultar afectado. Como objetivo principal de este estudio se estableció la evaluación de la calidad microbiológica de la panela granulada proveniente de Colón estado Táchira en Venezuela. Se desarrolló un análisis microbiológico basado en los procedimientos descritos en las Normas COVENIN 1337-1990 (mohos y levaduras), COVENIN 3123-1994 (bacterias acidúricas) y COVENIN 1552-93 (esporas de Clostridios) y de manera complementaria también se cuantificó el contenido de humedad, ceniza y pH. Se determinó que el 100% de muestras no presentaron levaduras y en el caso de los mohos un crecimiento por debajo del límite inferior establecido por la Norma NTE INEN 332:2002. Solo una de las muestras presentó valores por encima de lo establecido por dicha Norma. En cuanto a bacterias, 73% de las muestras presentaron esporas de clostridios mesófilos, en el 45% de las mismas se determinaron esporas de clostridios termófilos, mientras que en 27% hubo bacterias ácido lácticas. La presencia de esporas bacterianas puede ser un riesgo para la salud del consumidor por lo que se hace necesario aplicar los principios de las Buenas Prácticas de Manufactura durante la elaboración y conservación del producto.

Palabras claves: Panela granulada, Análisis Microbiológico, BPM.

ABSTRACT

Panela is a natural food with sweetening characteristics obtained from dehydration of the juice of sugar cane. It has several presentations such as granulated brown sugar, relatively new in the Venezuelan market. Panela processing is carried out in mills that have been operating since the nineteenth century under limited conditions with rudimentary infrastructure and procedures. In addition, they operate under improper handling of agronomic crop without the use of Good Manufacturing Practices (GMP) and lack of standards or technical regulations for handling the product. Because of failures in production and marketing, yield and product quality have been affected. The main objective of this study was to evaluate the microbiological quality of granulated “panela”

from Colón, Táchira state in Venezuela. The microbiological analysis of samples was conducted on the basis of the procedures described in COVENIN 1337-1990 (molds and yeasts), COVENIN 3123-1994 (aciduric bacteria) and COVENIN 1552-1593 (clostridium spores). Complementarily moisture content, ash and pH was also measured. It was determined that none of the samples showed yeasts, molds showed growth below the lower limit set by the Standard NTE INEN 2332: 2002. Only one of the samples showed values above the provisions of this standard. As for bacteria, 73% of the samples showed spores of mesophilic clostridium in 45% of these spores of thermophilic clostridium were found, and lactic acid bacteria were found in 27% of them. The presence of bacterial spores may be a health risk for consumers, so it is necessary to apply the principles of GMP during processing and storage of the product.

Keywords: Granulated “panela”, Microbiological analysis, GMP.

INTRODUCCION

La panela es un alimento completamente natural con características endulzantes, obtenida de la deshidratación del jugo de la caña de azúcar, mediante procesos físicos de evaporación del agua presente en el mismo, pero sin la aplicación de procesos de refinación, de manera que conserva todas sus características bromatológicas, nutricionales y sensoriales, condición que la convierten en un producto natural, pues en su elaboración no se usa ningún aditivo de síntesis, por lo que cumple cualitativamente con todos los requerimientos de vitaminas, carbohidratos, proteínas, grasas, agua y minerales exigidos dentro de una dieta, para ser considerada un alimento completo. Por las anteriores características este producto puede considerarse, previa certificación, como un producto orgánico, ecológico o biológico (Díaz, 2008).

La producción de panela es una de las agroindustrias rurales de mayor tradición en América Latina y el Caribe. En contraste a la industria azucarera, la producción de panela se realiza en pequeñas explotaciones campesinas mediante procesos artesanales en los que prevalece una alta intensidad de trabajo familiar y con bajas tasas de introducción de tecnologías mecanizadas o de alta intensidad de capital. Entre los países productores de panela reportados en el continente americano destaca Colombia, Brasil, México, Guatemala, Venezuela, Haití, Perú, Ecuador, Honduras, El Salvador, Costa Rica, Nicaragua, Panamá, República Dominicana, Bolivia y Argentina (García, 2015). El proceso para la obtención de panela se inicia con el corte de la caña, luego se lleva al trapiche para pasarla por los molinos de donde se obtiene el jugo, el cual es sometido a clarificación, evaporación y concentración, hasta obtener una miel o jarabe

espeso que se moldea en forma de panela o papelón o se agita continuamente para provocar su granulación (Hernández, Amaya, & Venegas, 2006).

En Venezuela, la actividad panelera se distribuye en los estados Trujillo, Mérida, Táchira, Falcón y Sucre, con amplias diferencias en sus rendimientos de producción y con ciertas debilidades en el proceso de transformación, lo que requiere de un proceso de actualización tecnológica. La agroindustria panelera fue sustituida por la industria de azúcar refinada en la década de 1960 y subsiste con una serie de problemas que impiden su completo desarrollo. Se puede mencionar, que muchos de los trapiches son del siglo XIX y operan en condiciones deficientes de infraestructura, usando procedimientos rudimentarios de trabajo y un manejo inadecuado del cultivo agronómico, con limitaciones en el empleo de las Buenas Prácticas de Manufacturas (BMP). La falta de Norma o reglamento técnico de este producto y las fallas en la producción y comercialización, ha ocasionado su bajo rendimiento y calidad del producto final (Hernández & Zerpa, 2000).

Un fenómeno recientemente referido por la asociación de cañicultores

venezolanos, debido a que el precio de la panela es superior al azúcar refinada, es la comercialización fraudulenta de un sucedáneo de la panela elaborada por caramelización de azúcar refinada industrial (Herrera, 2016).

La panela granulada es una presentación con pocos años en el mercado venezolano, con el fin de optimizar el proceso de producción, (Mujica, Guerra, & Soto, 2008), determinaron los parámetros de calidad físico-químicos del producto terminado con la etapa terminal de elaboración, demostrando que para obtener un producto de calidad uniforme es necesario controlar variables tales como la variedad de la caña y la temperatura de punteo.

Aunque países de la comunidad andina como Colombia y Ecuador poseen Normativas de calidad para la panela, en Venezuela los criterios técnicos elaborados solo se refieren a requisitos físicoquímicos y se encuentran dispersos por la falta de coordinación entre los diferentes organismos de investigación responsables. Con respecto a la caracterización microbiológica del producto, no se encontraron referencias previas de algún tipo de trabajo

investigación o reporte de laboratorio sobre la presencia de microorganismos en papelón, panela u otro alimento relacionado, lo cual es importante a considerar pues en otros países se ha reportado en la producción artesanal de panela.

Por todo lo antes expuesto, este trabajo tuvo como objetivo principal evaluar la calidad microbiológica de la panela granulada comercializada en la zona de los Andes, específicamente en el estado Táchira, Venezuela, a fin de contribuir con aportes que incidan sobre la calidad de la panela granulada que se expende en el país en razón de que no existen Normativas de calidad específica que regulen dicho producto.

MATERIALES Y METODOS

Muestras: Se analizaron 11 muestras de panela granulada, provenientes de productores nacionales, adquiridas directamente en mercados y en supermercados del Municipio Colón del estado Táchira-Venezuela. Las muestras fueron trasladadas al Laboratorio de Microbiología y al de Química Agroindustrial y Análisis de Productos Agroindustriales, ambos del Programa de

Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” (UCLA- Venezuela).

Determinación del contenido de ceniza, humedad y pH: Con el fin de vincular algunos parámetros fisicoquímicos con las características microbiológicas, se analizó por triplicado el contenido de humedad termogravimétricamente con un analizador de humedad (OHAUS MB-45) pesando 3 g de cada muestra.

El contenido de ceniza se realizó gravimétricamente por triplicado a partir de las muestras desecadas provenientes de la determinación de humedad, las cuales se carbonizaron en una plancha de calentamiento. Se realizó la calcinación de la muestra en cápsula de porcelana en una mufla a 550 °C durante 18 horas, luego se redujo la temperatura a 250 °C y se llevó al desecador para su posterior pesado a temperatura ambiente.

El pH, acidez iónica, de la solución de panela fue medido por triplicado con un pH marca Orion 430A con electrodo universal de acuerdo la Norma (COVENIN 1315, 1979), en una solución de 10 g de panela en un matraz de 100 mL de agua desionizada para una solución 10 % m·v⁻¹.

Para la determinación del promedio y desviación estándar en las mediciones, se utilizó el programa Excel Microsoft Office 2007.

Evaluación de la calidad microbiológica:

Se siguió la metodología descrita en la Norma (COVENIN 1337, 1990) para el recuento total de mohos y levaduras en medio de cultivo yeast glucosa cloranfenicol (YGC), la Norma (COVENIN 1552, 1993), para el recuento de esporas de Clostridios mesófilos y esporas de Clostridios termófilos, en medio de cultivo triptosa sulfito cicloserina (TSC) y se utilizó la Norma (COVENIN 3123, 1994) para recuentos de microorganismos acidúricos (bacterias acidolácticas) en medio de cultivo agar suero naranja. De cada muestra se pesó 10g y se diluyó en 90 mL de agua peptonada estéril (APE) al 0,1 % v·v⁻¹ y se procedió a su homogenización. A partir de esta solución se prepararon diluciones seriadas decimales hasta 10⁻⁴ en APE. De cada dilución se inoculó, por duplicado 0,5 mL en placas de Petri con el correspondiente medio de cultivo fundido.

Se procedió a incubar a 37 °C durante 48 horas en aerobiosis para el recuento total de bacterias aerobias y en anaerobiosis (jarra de anaerobiosis) para el

recuento total de bacterias anaeróbicas. Además, se inoculó por duplicado, 1 mL de cada dilución en agar YGC para el recuento de mohos y levaduras, las cuales se incubaron a temperatura ambiente durante cuatro días. Para el recuento de esporulados, se realizó una ebullición inicial durante 5 min de 10 g de muestra homogeneizada en 90 mL de APE. A partir de esta dilución madre, se prepararon diluciones seriadas, las cuales se inocularon por duplicado en agar estándar e incubadas de la misma manera que en el recuento total de aerobios y anaerobios. Se realizó el recuento de las colonias y los resultados se expresaron en Unidades Formadoras de Colonias/gramos (UFC·g⁻¹).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las muestras analizadas el contenido promedio de ceniza fue de 1,62 % m·m⁻¹ ± 0,44 con mínimo de 0,96 y máximo de 2,03 % m·m⁻¹; valores que se adecuaron al 1% m·m⁻¹ mínimo que debe tener la panela granulada según la Norma (NTC 1311, 2009). Es importante destacar, que el contenido de ceniza en los productos de caña se origina de sales en solución, residuos de fibra y otras partículas suspendidas provenientes del jugo que no

fueron eliminadas durante su procesamiento (Sozzi, Cádenas, Sorol, & Sastre, 2010). Como referencia es adecuado citar que el contenido de ceniza en el azúcar lavado tiene un límite de ceniza de $0,4\% \text{ m}\cdot\text{m}^{-1}$ en la Norma (COVENIN 3192, 1995) y en el azúcar refinado no debe superar el límite de $0,04\% \text{ m}\cdot\text{m}^{-1}$, (COVENIN 234, 1995). Si se considera el contenido de ceniza como un criterio de discriminación, podría considerarse que las muestras de panela granulada evaluadas en el presente estudio parecen ser tales y no una imitación proveniente de la caramelización del azúcar lavado o refinado.

La humedad de las panelas granuladas en el presente estudio fue semejante al reportado en un estudio realizado en Colombia por: Fajardo, Molina, Ospina, & García, (1999), de $2,33\% \text{ m}\cdot\text{m}^{-1}$, con un promedio de $2,10 \pm 0,15$ con mínimo de $1,56$ y máximo de $2,54 \text{ } \% \text{ m}\cdot\text{m}^{-1}$, todos inferiores al límite de $5 \text{ } \% \text{ m}\cdot\text{m}^{-1}$ establecido en la Norma (NTC 1311, 2009), para panela granulada. Estos valores bajos en humedad pudieron ser determinantes para no favorecer la

proliferación de algunos microorganismos; Tumar & Tiwari, (2006), refieren que el deterioro microbiano es un fenómeno superficial y que la humedad, preferiblemente, debe ser inferior a $3 \text{ } \% \text{ m}\cdot\text{m}^{-1}$ y nunca ser superior al $5 \text{ } \% \text{ m}\cdot\text{m}^{-1}$.

Valores de pH de la solución de panela inferiores a 5,90 están relacionados con insuficiente uso de cal en la etapa de clarificación del jugo según (Mujica, 2007), este mismo autor reportó para Venezuela un rango de 5,58 a 6,90 con promedio de 6,50 unidades de pH. En este trabajo el promedio de pH de la solución de panela fue $6,09 \pm 0,15$ con un rango de 5,91 a 6,33 siendo concordantes a los reportados por Mujica (ob. cit.) y adecuados al valor mínimo de 5,90 unidades de pH establecido en la Normativa ecuatoriana para panela (NTE 232, 2002). Estos valores ligeramente ácidos de pH pudieron favorecer el desarrollo de algunos microorganismos y limitar el crecimiento de otros (levaduras). Los resultados de la determinación de ceniza, humedad y pH en las muestras analizadas se detallan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Contenido de ceniza, humedad y pH en panela granulada.

Parámetro	Ceniza %m·m ⁻¹	Humedad %m·m ⁻¹	pH
Promedio	1,62 ± 0,44	2,10 ± 0,15	6,09 ± 0,15
Rango	0,96 - 2,03	1,56 - 2,54	5,91 - 6,33

Los resultados del análisis microbiológico revelaron ausencia de levaduras en todas las muestras ($< 1 \times 10^1$ UFC·g⁻¹ estimado del recuento estándar), lo cual se pudo deber a que el bajo contenido de humedad en el producto no favoreció el crecimiento de dichos microorganismos. Se determinó la presencia de mohos (Cuadro 2) en 6 de las 11 muestras evaluadas (1,2,4,6,8 y 9), sin embargo el recuento de mohos de una muestra (muestra 9) fue de 1×10^3 UFC·g⁻¹, encontrándose sobre el límite establecido por la Norma (NTE 232, 2002) usada como referencia en la presente investigación), el resto de las muestras se encuentran dentro de los parámetros establecido en dicha Norma, que comprende entre 1×10^2 - 2×10^2 UFC·g⁻¹.

El recuento elevado en la muestra antes señala se pudo deber a una contaminación durante su almacenamiento o una contaminación cruzada durante la elaboración de la panela granulada, la cual comprende el batido para producir un

progresivo enfriamiento de la miel con una corriente de aire hasta la formación de los gránulos de panela, seguido de un lapso de reposo para completar el secado; (Mujica, 2007) señala que el paso anterior de enfriamiento y secado es crítico ya que un valor de actividad de agua elevada en el producto afectará su granulometría, por la formación de grumos, lo que pudiera favorecer el crecimiento microbiano.

Tal y como se muestra en el Cuadro 2, los recuentos bacterianos revelaron en siete (7) muestras de las once (11) evaluadas, concentraciones entre 1×10^2 - 1×10^4 UFC·g⁻¹ de esporas de clostridios mesófilos y en cuatros (4) muestras se obtuvo entre 1×10^2 - 1×10^8 UFC·g⁻¹ de esporas de clostridios termófilos, siendo la muestra ocho (8) la de mayor concentración. Con respecto a la cuantificación de bacterias ácido lácticas, tres (3) muestras presentaron concentraciones entre 1×10^2 - $3,5 \times 10^2$ UFC·g⁻¹.

Cuadro 2. Recuento de mohos, esporas de Clostridios mesófilos, esporas de Clostridios termófilos y bacterias ácido lácticas.

Muestras	M UFC·g ⁻¹	ECM UFC·g ⁻¹	ECT UFC·g ⁻¹	BAL UFC·g ⁻¹
1	1x10 ²	1x10 ²	1x10 ¹	1x10 ¹
2	1x10 ²	1x10 ²	1x10 ²	2x10 ¹
3	1x10 ¹	1x10 ³	1x10 ¹	1x10 ¹
4	1x10 ²	1x10 ¹	1x10 ¹	1x10 ²
5	1x10 ²	1x10 ¹	1x10 ⁵	1x10 ¹
6	1x10 ²	1x10 ¹	1x10 ¹	1x10 ¹
7	1x10 ¹	1x10 ⁴	1x10 ¹	2,5x10 ²
8	1x10 ²	1x10 ³	1x10 ⁸	1x10 ¹
9	1x10 ³	1x10 ¹	1x10 ²	1x10 ¹
10	1x10 ¹	1x10 ²	1x10 ¹	3,5x10 ²
11	1x10 ¹	1x10 ³	1x10 ¹	1x10 ¹

M (Mohos), ECM (Esporas de clostridios mesófilos), ECT (Esporas de clostridios termófilos), BAL (Bacterias ácido láctica).

Con respecto a los porcentajes de incidencia de los microorganismos evaluados (Figura 1) se obtuvo ningún crecimiento de levaduras, nueve por ciento (9%) de mohos (M), setenta y tres por ciento (73%) de esporas de clostridios mesófilos (ECM), cuarenta y cinco por ciento (45%) de esporas de clostridios termófilos (ECT) y veinte siete por ciento (27%) de bacterias ácido lácticas (BAL), observándose mayor incidencia de bacterias con respecto a hongos.

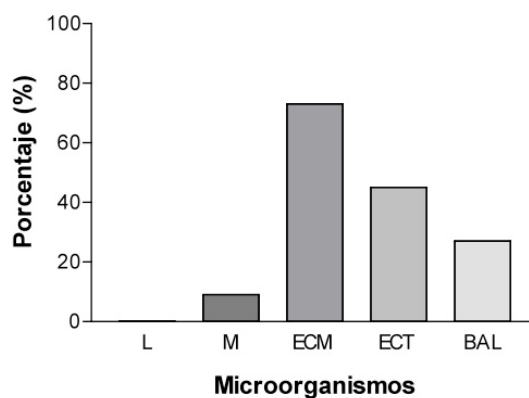


Figura 1. Porcentaje de incidencias de microorganismos en muestras de Panela granulada analizadas.

Según (Adams & Moss, 1997), valores comprendidos entre 1×10^3 - 1×10^5 UFC·g⁻¹ de los géneros *Clostridium* son suficientes para alterar la microflora del intestino delgado, y esto a su vez generan problemas gastrointestinales. De las siete (7) muestras positivas con esporas de clostridios mesófilos, cuatro (4) se encuentran en el rango que genera alteraciones gastrointestinales. Lo mismo ocurre con dos muestras de esporas de clostridios termófilos.

La presencia de esporas bacterianas en la panela granulada es indicativo de que las mismas sobreviven al proceso agroartesanal, dada su naturaleza y que pueden provenir de diferentes fuentes, tales como: materia prima, material de empaque, aire, suelo, al igual que la manipulación por parte de los operarios en el momento del procesamiento del producto. Es importante destacar que pudiera existir un riesgo potencial al utilizar este producto en la elaboración de dulces, torta u otros alimentos que requieran procesos térmicos y que, a su vez, se conserven a temperatura ambiente, dado que propiciarían las condiciones necesarias para que germinen las esporas bacterianas. Por tal motivo, es importante establecer los puntos críticos de control y

las buenas prácticas de manufacturas en el proceso tecnológico y en la cadena de comercialización para la presentación de panela granulada y sentar la bases para estudios posteriores, con la finalidad de fomentar la creación de una Norma venezolana que regule las características fisicoquímicas y microbiológica en esta presentación.

Las bacterias ácido lácticas (BAL) se han utilizado desde hace algunas décadas en agroindustria como bioconservadores debido a la producción de sustancias que ejercen acción antibacteriana, que contribuyen a la prevención de la descomposición de los alimentos y evitan el desarrollo de microorganismos patógenos (Nes & Jhonsborg, 2004). Las BAL pueden ser destruidas en el tracto intestinal, son inocuas para los consumidores y estables en los alimentos, se han utilizado como un bioconservador natural en los alimentos (Vanderbergh, 1993).

Actualmente la industria alimentaria busca sustratos adecuados y alternativas para la producción de bacterias ácido láctico, no solo para producir microorganismos iniciadores de alimentos fermentados como cárnicos, yogures, quesos, sino, también para ser utilizados

como aditivos prebióticos, para aumentar los beneficios del consumidor y dotarlos de un valor agregado. En la industria se han evaluado diferentes sustratos para el crecimiento de BAL, como el medio de cultivo agar leche y leche descremada, que favorece el aislamiento de *Lactobacillus* sp. (Cogan, y otros, 1997) y (Simova, Beshkova, & Angelov, 2002). Se han realizan estudios con otros sustratos, como es el caso de la caña de azúcar, en la cual se logró el desarrollo de *Lactobacillus* sp. a una concentración de 43×10^9 UFC·mL⁻¹ (Ossa, Vanegas, & Badillo, 2010).

Los resultados obtenidos en la presente investigación, donde se determinó la presencia de BAL en un veintisiete por ciento (27%) de las muestras, podría motivar el uso de papelón como sustrato en la producción de dichas bacterias en condiciones apropiadas que favorezcan su crecimiento.

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

La evaluación microbiológica de panela granulada señala que las once (11) muestras estudiadas fueron negativas para levaduras, una (1) superó los límites permitidos para hongos, siete (7) presentaron esporas de bacterias mesófilas

y cuatros (4) esporas de bacterias termófilas, lo cual podría representar un riesgo para la salud del consumidor. En relación a los promedios de ceniza 1,62% m·m⁻¹; humedad 2,10% m·m⁻¹ y pH 5,90 los valores cumplen con las Normativas internacionales. Asimismo, el adecuado nivel de humedad podría explicar la ausencia de levaduras y la baja incidencia de mohos en el producto, sin embargo, la presencia de bacterias hace necesaria una revisión de los principios de las Buenas Prácticas de Manufactura durante la elaboración y conservación de la panela granulada.

AGRADECIMIENTO

Es necesario reconocer la labor de los Técnicos Superiores Agroindustriales Carlos Garmendia, Hilda Lucena y Teresa Yépez adscritos al Programa de Ingeniería Agroindustrial de la UCLA por sus aportes a esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, M., & Moss, M. (1997). Microbiología de los Alimentos. Zaragoza: Acribia.
- Cogan, T., Barbosa, M., Beuvier, E., Bianchi - Salvadori, B., Cocconceli, P., Fernandes, I., &

- Molina Quintero et al.** Evaluación de la calidad microbiológica de la panela granulada
- Gómez, J. (1997). Characterization of the lactic acid bacteria in artisanal dairy products. *J. Dairy Res.*,(64), 409-421.
- COVENIN 1315. (1979). Alimentos. Determinación del pH (acidez iónica). Caracas, Venezuela.: Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN).
- COVENIN 1337. (1990). Alimentos. Método para recuento de Mohos y Levaduras. Caracas, Venezuela: Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN).
- COVENIN 1552. (1993). Alimentos. Detección y Recuento de *Clostridium perfringens*. Caracas, Venezuela: Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN).
- COVENIN 234. (1995). Azúcar Refinado. Caracas, Venezuela: Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN).
- COVENIN 3123. (1994). Alimentos. Recuento de Microorganismos Acidúricos. Caracas, Venezuela: Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN).
- COVENIN 3192. (1995). Azúcar Lavado. Caracas, Venezuela: Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN).
- Díaz, H. (2008). Caracterización y evaluación de la cadena panelera en Colombia. Bogotá: Facultad de Ciencias Económicas, Centro de Investigaciones para el Desarrollo, Universidad de Colombia.
- Fajardo, B., Molina, D., Ospina, J., & García, H. (1999). Determinación de algunas propiedades físicas y mecánicas de la panela granulada. *Ingeniería e Investigación*(43), 34 - 39. Recuperado el 2016 de Mayo de 26, de <http://www.panelamonitor.otg/media/docrepo/document/files/determinacion-de-algunas-propiedades-fisicas-y-mecanicas-de-la-panela-granulada.pdf>
- Hernández, C., Amaya, F., & Venegas, G. (2006). Alternativa tecnológica para la producción de caña panelera. Caracas: FUNDACITE.
- Hernández, D., & Zerpa, A. (2000). Producción e investigación en caña panelera en Trujillo. FONAIAP.

- Recuperado el 19 de Octubre de 2008, de <http://www.ceniap.gov.ve/publica/fd46/cana.htm>
- Herrera, Y. (2016). Escases de azúcar amara en Venezuela. El Tiempo. Recuperado el 01 de Mayo de 2016, de <http://www.eltiempo.com.ve/venezuela/escases-de-azucar-amarga-a-venezuela/212082>
- Mujica, M. (2007). Evaluación de panelas granuladas artesanales y estudio de algunos factores que afectan su calidad. Caracas, Venezuela: Universidad Simón Bolívar. Recuperado el 2016 de Mayo de 30, de <http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/evaluacion-de-panelas-granuladas-artesanales-y-estudio-de-algunos-factores-que-afectan-su-calidad.pdf>
- Mujica, M., Guerra , M., & Soto, N. (2008). Efecto de la variedad, lavado de la caña y temperatura de punteo sobre la calidad de la panela granulada. *Interciencia*, 33(8), 598-603.
- Nes, I., & Jhonsborg, O. (2004). Exploration of antimicrobial potential in LAB by genomics. *Curr. Opin. Biotechnol*(15), 100-104.
- NTC 1311. (2009). Productos Agrícolas. Panela. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (NTC).
- NTE 232. (2002). Panela granulada. Requisitos. Quito, Ecuador: Norma Técnica Ecuatoriana (NTE), Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Recuperado el 2016 de Mayo de 25, de <https://www.law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2332.2002.pdf>
- Ossa, j., Vanegas, M., & Badillo, A. (2010). Evaluación de la melaza de caña como sustrato para el crecimiento de *Lactobacillus plantarum*. *U.D.C.A. Act. & Div. Cient*, 1(13), 97-104.
- Simova, E., Beshkova, D., & Angelov, A. (2002). Lactic acid bacteria and yeasts in kefir grains and kefir made from them. *J. Indust. Microbiol & Biotechn*, 28, 1-6.

Sozzi, B., Cádenas, G., Sorol, N., & Sastre, M. (2010). Influencia de compuestos azúcares y no azúcares en la calidad industrial de caña de azúcar en Tucumán. *Industrial y Agrícola de Tucumán*, 87(1), 15-27. Recuperado el 2016 de Mayo de 25, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-30182010000100003

Tumar, A., & Tiwari, G. (2006). Effect of shape and size on convective mass transfer coefficient during greenhouse drying of Jaggery. *Engenring*, 121-134. Recuperado el 2016 de Mayo de 25, de https://www.researchgate.net/publication/237949588_Effect_of_shape_and_size_on_convective_mass_transfer_coefficient_during_greenhouse_drying_GHD_of_Jaggery

Vanderbergh, P. (1993). BAL Their Metabolic Products and Interference with Microbial Growth. *Microbiol Rev.*(12), 221-237.