



Evaluación de los principales parámetros de calidad de panela granulada clarificada elaborada por productores del distrito de Corosha, Amazonas

Evaluation of main quality parameters of clarified granulated panels prepared by the producers of the district of Corosha, Amazonas

Mario Oliva^{1*}, Joel Carranza¹, Deidi Pérez¹

RESUMEN

La importancia del cultivo de caña como materia prima para la obtención de panela radica en que se constituye en una de las actividades de mayor importancia social y económica para los productores rurales. Sin embargo, la escasa tecnología productiva da lugar a obtener bajos rendimientos económicos por las deficientes y precarias condiciones de procesamiento dado que se utilizan prácticas tradicionales y artesanales. Se estableció como objetivo del estudio la evaluación de los principales parámetros que determinan la calidad de la panela granulada elaborada por los productores paneleros del distrito de Corosha en Amazonas. Se desarrolló un análisis fisicoquímico en laboratorio basado en los procedimientos descritos en la Norma Técnica Peruana, cuantificando el contenido de humedad, sólidos solubles totales, proteína y pureza. De manera complementaria se realizó el análisis microbiológico basado en la presencia de aerobios mesófilos viables. Los resultados respecto a contenido de humedad en panela favorecieron al cadillo blanco con 2,34%; mientras, en sólidos solubles, el mayor nivel lo alcanzó la especie cadillo negro con 97,98°Brix; en tanto, el análisis de proteína benefició de nuevo al cadillo blanco con 0,94%, siendo la misma especie la que alcanzó el mejor nivel en pureza con 99,67%. Finalmente el cadillo negro alcanzó un mejor perfil microbiológico.

Palabras claves: Panela granulada, clarificación, parámetros, pureza, calidad.

ABSTRACT

The importance of cane cultivation as a raw material for the production of potatoes is that it is one of the most important social and economic activities for rural producers, however, the scarce productive technology results in low economic yields for poor and precarious processing conditions, given that traditional and artisanal practices are used. The objective of the study was to evaluate the main parameters that determine the quality of the granulated panela elaborated by the panela producers of the Corosha district in Amazonas. A physicochemical analysis was developed in the laboratory based on the procedures described in the Peruvian Technical Standard, quantifying the moisture content, total soluble solids, protein and purity, and in a complementary way the microbiological analysis was performed based on the presence of viable mesophilic aerobes. The results regarding moisture content in panela favored white cadillo with 2.34%; while in soluble solids the highest level reached the black-billed species with 97.98°Brix; while the analysis of protein this benefited white cadillo with 0.94% and the same species reaching a better level in puereza with 99.67%, finally the black carp achieved a better microbiological profile.

Keywords: Granulated Panela, clarification, parameters, purity, quality.

¹Asociación de Productores Agropecuarios San Isidro El Labrador, Avenida Libertad N° 734, Chachapoyas, Amazonas, Perú

*Autor de correspondencia. E-mail: agroliva.123@hotmail.com

I. INTRODUCCIÓN

La panela es un producto obtenido por la deshidratación de jugos de caña de azúcar. Es un producto artesanal comúnmente clasificado como azúcar de caña no centrifugado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (Jaffé, 2012). El origen de esta clasificación se fundamenta en el hecho de que, a diferencia del azúcar refinado, la panela no incluye la etapa de centrifugación en donde se retiran compuestos fenólicos, minerales, vitaminas y micronutrientes, los cuales permanecen en ella confiriéndole ventajas nutricionales (Cortes *et al.*, 2012).

La panela se considera como un endulzante natural, y era la forma predominante de consumo de caña de azúcar a nivel mundial, antes del desarrollo del proceso de refinación y la comercialización a gran escala del azúcar refinado. Actualmente, India, Colombia, Pakistán y China, son países líderes en su producción. Sin embargo, el consumo per cápita de la panela ha disminuido, debido principalmente a la sustitución por azúcar refinada y otros endulzantes naturales y artificiales (Lara *et al.*, 2008).

De maera independientemente de la escala de producción, la panela se produce y distribuye en diferentes presentaciones comerciales: bloque, pastilla, granulada, y aglomerada. Sin embargo, el portafolio se podría ampliar y su valor agregado aumentar, si se logran desarrollar procesos para la producción y comercialización de productos innovadores como jarabes de caña, mezcla con hierbas aromáticas o té, o barras de cereal y bebidas. Si bien existe una gran oportunidad para consolidar el mercado de derivados paneleros, se requiere aumentar y tecnificar la producción, estandarizar el producto y mejorar los índices de calidad (Castellanos, *et al.*, 2010).

En las etapas de clarificación y encalado se retiran impurezas remanentes o cachaza a temperatura mayor a 50°C. La corteza de guásimo, balso o cadillo se maceira y se mezcla con agua dejando formar un mucílago, que actúa como coagulante y separa la cachaza de los jugos. Enseguida, se agrega lechada de cal para regular la acidez, consiguiendo un pH cercano a 5,8 para evitar

el incremento en la concentración de azúcares reductores y que el producto final sea un sólido blando, denominado panela melcochuda (Osorio, 2007). Una buena limpieza de los jugos permite mejorar la calidad de la miel y la panela, debido a que se reduce el contenido de sólidos, mejorando el color y la presentación (Prada *et al.*, 2015).

La panela granulada es una presentación con pocos años en el mercado mundial. Con el fin de optimizar el proceso de producción, Mujica *et al.* (2008), determinaron los parámetros de calidad fisicoquímicos del producto terminado con la etapa terminal de elaboración, demostrando que para obtener un producto de calidad uniforme es necesario controlar variables tales como variedad de caña y la temperatura de punteo.

Por todo lo antes expuesto, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar los principales parámetros que determinan la calidad de la panela granulada elaborada en el distrito de Corosha, Departamento de Amazonas, a fin de contribuir con aportes que incidan sobre la calidad de la panela granulada que se comercializa en el ámbito nacional.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio fue realizado en la localidad de Beirut, en el distrito de Corosha durante los meses de Marzo y Octubre del año 2018. Su ubicación georreferencial corresponde a 5°50'00"S y 77°45'00"O, con temperatura promedio anual de 15.48°C, precipitación anual entre 1,265 y 1,420 mm y una altitud promedio de 2,180 msnm. El distrito de Corosha limita por el norte con el distrito de Yambrasbamba, por el este con el Departamento de San Martín, por el sur con el distrito de Chisquila y por el oeste con los distritos de Jumbilla y Florida (Figura 1).

Selección de especies vegetales

Se inició mediante la ubicación de las especies vegetales con potencial clarificante para uso en panela granulada en el ámbito de la localidad de Beirut, en el distrito de Corosha. A partir de estas especies se colectaron muestras de material vegetal (tallos,

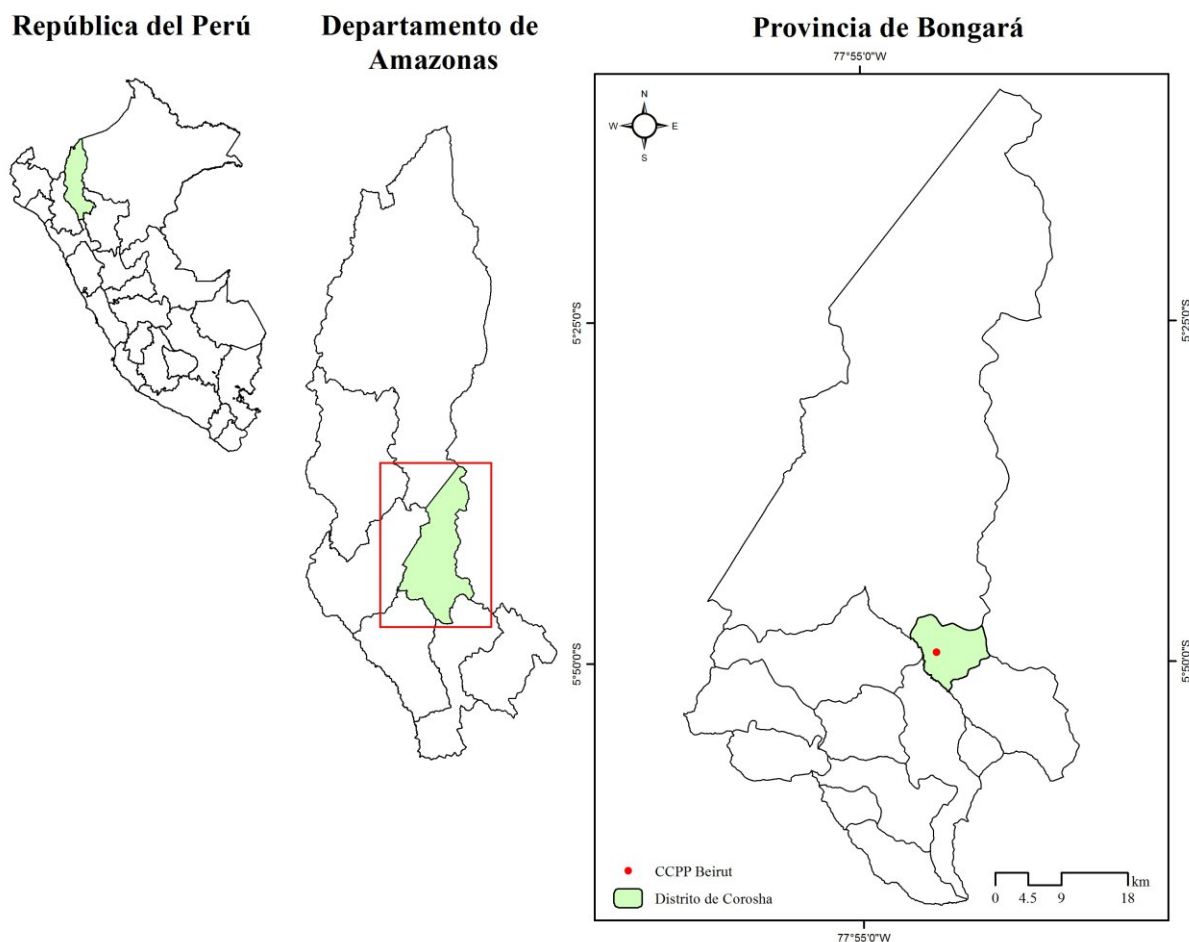


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio en el distrito de Corosha (Departamento Amazonas).

corteza), se procedió a machacar en forma manual hasta formar una dilución con agua caliente (a temperatura de 50°C) en proporción de 1:8 de machacado frente a agua. Finalmente la solución fue sometida a un proceso de maceración durante 24 horas a temperatura ambiente. Posteriormente se hizo un tamizado del macerado, se tomaron muestras y se enviaron al laboratorio para análisis fisicoquímicos y microbiológicos. En base a los resultados obtenidos de laboratorio se sistematizaron los datos y se logró la selección de cuatro especies vegetales compatibles para el uso en elaboración de panela granulada.

Preparación de mucílagos clarificantes

En base a la selección de las cuatro especies vegetales (juan blanco, cadillo blanco, cadillo negro y llausaqui-ro) se realizó la colecta de material vegetal para el machacado del mismo y macerado de la solución por un tiempo de 24 horas a temperatura ambiente. Al

término de este periodo, el mucílago macerado fue tamizado, y de esta manera fueron preparados los clarificantes vegetales en una cantidad estimada de 5 litros por cada especie, quedando aptos para uso en el proceso de clarificación de panela granulada.

Obtención de panela granulada

El proceso de obtención de panela granulada realizado en la planta de procesamiento de panela ubicada en la localidad de Beirut, se inició mediante la molienda de caña de la variedad amarilla. El jugo extraído fue tamizado y vertido en el bunque de almacenamiento de jugo y posteriormente pasado al bunque de evaporación. En esta etapa del proceso, cuando el jugo alcanzó una temperatura de 60°C, se aplicaron las dosis de clarificantes por cada especie vegetal en forma independiente para cada tratamiento. Paralelamente se fueron retirando del jugo las impurezas producto de la acción del clarificante. Se continuó con el proceso

hasta la obtención de muestras de panela granulada debidamente tamizada por cada uno de los 12 tratamientos en estudio (Figura 2).

Perfil fisicoquímico y microbiológico de la panela

La evaluación de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de la panela granulada se realizó en Calidad Total Laboratorios de la Universidad Nacional Agraria La Molina, para lo cual se tomaron como parámetros de análisis, nivel de humedad,

sólidos solubles totales, contenido de proteína, nivel de pureza y presencia de aerobios mesófilos viables. Los resultados de laboratorio fueron procesados y analizados mediante el programa estadístico SPSS, permitiendo definir los tratamientos de mejor respuesta respecto a las propiedades fisicoquímicas de la panela granulada, lo cual guarda directa relación con la calidad del producto.

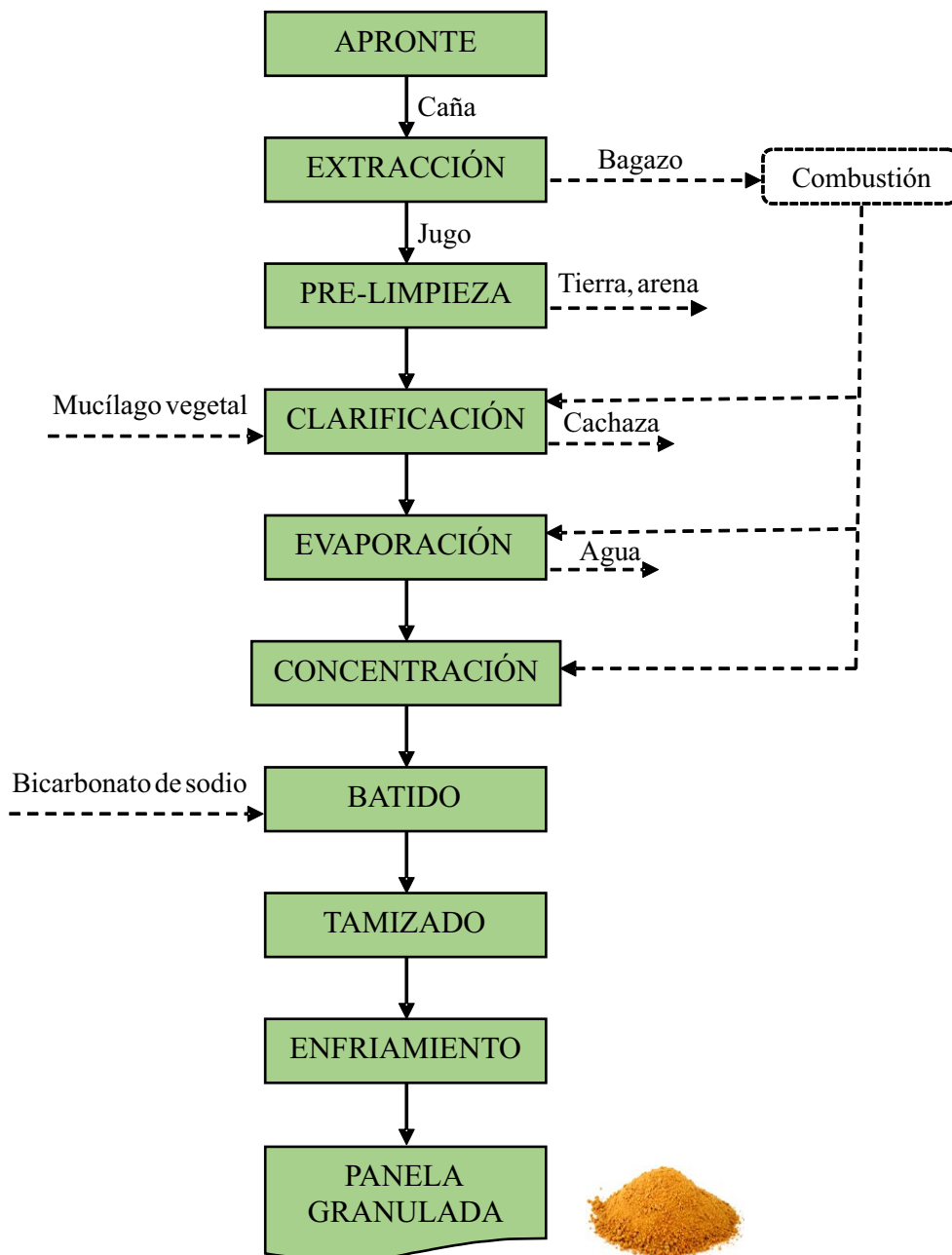


Figura 2. Diagrama de flujo de elaboración de panela granulada.

Diseño experimental

El estudio se realizó bajo un diseño en bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial 4Ax3B con tres repeticiones, teniendo el Factor A cuatro especies vegetales clarificantes y el Factor B tres dosis de clarificantes aplicados en jugo de caña, conformando un total de 12 tratamientos. Así, se consideró T1 (mucílago de juan blanco al 1%), T2 (mucílago de juan blanco al 2%), T3 (mucílago de juan blanco al 3%), T4 (mucílago de cadillo blanco al 1%), T5 (mucílago de cadillo blanco al 2%), T6 (mucílago de cadillo blanco al 3%), T7 (mucílago de cadillo negro al 1%), T8 (mucílago de cadillo negro al 2%), T9 (mucílago de cadillo negro al 3%), T10 (mucílago de llausaquiro al 1%), T11 (mucílago de llausaquiro al 2%), y T12 (mucílago de llausaquiro al 3%).

Análisis estadístico

Los datos fueron registrados en una hoja de evaluación

y los analizados mediante el ANOVA, utilizando la prueba Tukey como método de comparaciones múltiples, con un nivel de confianza del 95%. El análisis de varianza fue realizado mediante el programa estadístico SPSS versión 23.

III. RESULTADOS

Análisis fisicoquímico de mucílago vegetal

La evaluación de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y disponibilidad de especies vegetales clarificantes indicaron diferencias estadísticas significativas entre las especies sometidas a evaluación mediante la prueba de Tukey. En la tabla 1 se puede observar que los promedios sobre la evaluación de pH, turbidez, aerobios mesófilos en mucílagos y disponibilidad de las especies vegetales, favorecieron ampliamente a las especies cadillo blanco, cadillo negro, juan blanco y llausaquiro.

Tabla 1. Prueba de Tukey para análisis de mucílago de especies clarificantes

Especie	Nivel de pH	Turbidez	Aerobio M.	Disponibilidad
Cadillo blanco	5,80 a	192 ab	92 ab	5,30 a
Cadillo negro	5,30 ab	205 ab	61 a	5,20 a
Cucarda	4,80 c	449 c	110 c	3,40 b
Falsojoaquín	5,00 ab	288 ab	93 ab	3,60 b
Juan blanco	5,70 a	121 a	42 a	5,60 a
Escoba dura	4,80 c	964 d	81 ab	4,50 ab
Llausaquiro	5,80 a	143 a	92 ab	5,20 a
Jonjolí	5,00 ab	386 bc	106 c	2,70 c

En base a los análisis realizados se seleccionaron cuatro especies vegetales clarificantes de mayor compatibilidad para el uso en la elaboración de panela granulada, recayendo en función del orden de puntaje, en las siguientes especies: juan blanco, cadillo blanco, cadillo negro, y finalmente, llausaquiro.

Análisis de humedad

El análisis de humedad en panela granulada mostró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos a través de la prueba de Tukey. En la Tabla 2 se puede observar que el menor promedio en nivel de humedad se logró con el tratamiento T4, seguido por el T8 con 2,34 y 2,36% de humedad respectivamente. El mayor promedio se obtuvo con el T12 con 3,34% de humedad.

Tabla 2. Prueba de Tukey para nivel de humedad en panela

Tratamiento	Humedad (%)	Rango
T4	2,34	A
T8	2,36	AB
T9	2,51	BC
T3	2,54	C
T2	2,56	C
T1	2,59	C
T7	2,65	C
T5	2,98	D
T11	3,25	E
T6	3,25	E
T10	3,28	E
T12	3,34	E

Se logró concluir que la intervención de la especie c. blanco como fuente clarificante aplicado a una dosis del %, así como el c. negro al 2%, obtuvieron menores niveles de humedad en panela granulada (Figura 3).

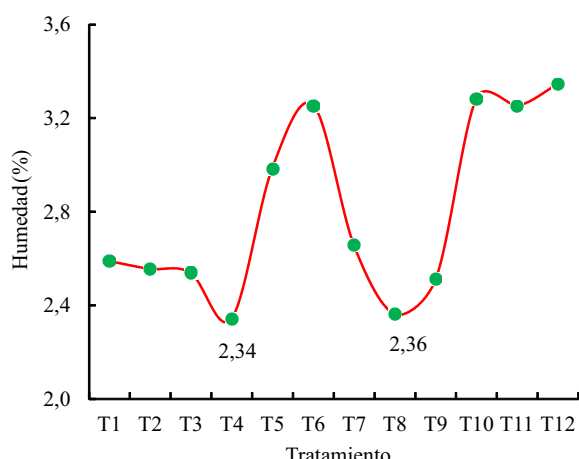


Figura 3. Nivel de humedad en panela usando fuentes clarificantes.

Análisis de sólidos solubles totales

El contenido de sólidos solubles totales mostró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos mediante la prueba de Tukey. En la Tabla 3 se puede observar que el mayor promedio en contenido de sólidos solubles se encontró en el tratamiento T8 con 97,98°Brix. Seguidamente se encuentra al tratamiento T4 con 97,63°Brix, mientras que el menor promedio se obtuvo con el tratamiento T3, alcanzando 95,92°Brix.

Tabla 3. Prueba de Tukey para sólidos solubles en panela

Tratamiento	Sólidos solubles (°Brix)	Rango
T8	97,98	A
T4	97,63	AB
T5	97,52	ABC
T9	97,49	ABC
T7	97,12	BC
T6	96,93	C
T11	96,87	CD
T2	96,22	DE
T1	96,05	E
T12	96,02	E
T10	95,93	E
T3	95,92	E

El análisis de sólidos solubles determinó que utilizando especies de cadillo negro como fuente clarificante a una dosis del 2%, y cadillo blanco al 1%, se obtuvieron mejores promedios en contenido de sólidos solubles totales en muestras de panela granulada (Figura 4).

Contenido de proteína

En tanto, el contenido de proteína mostró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos mediante la prueba de Tukey. En la Tabla 4 se puede observar

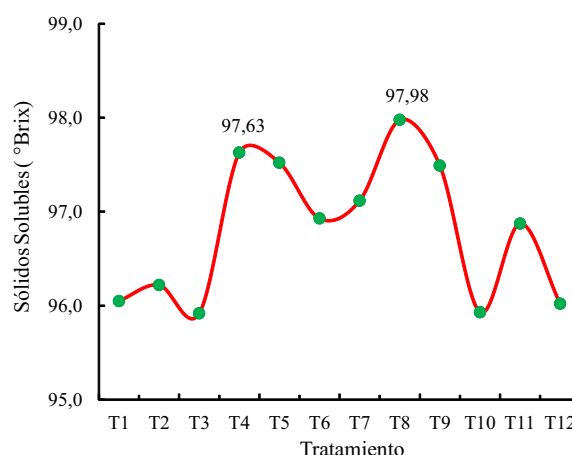


Figura 4. Sólidos solubles en panela utilizando fuentes clarificantes.

que el mayor promedio en contenido de proteína corresponde al tratamiento T4 con 0,94%, seguido por el tratamiento T8 con 0,92% de proteína. Mientras que el menor promedio se obtuvo con el tratamiento T10, alcanzando 0,62%.

Tabla 4. Prueba de Tukey para contenido de proteína en panela

Tratamiento	Proteína (%)	Rango
T4	0,94	A
T8	0,92	AB
T1	0,91	ABC
T5	0,85	BC
T2	0,84	BC
T3	0,83	BC
T6	0,82	C
T12	0,67	D
T11	0,63	D
T9	0,63	D
T7	0,63	D
T10	0,62	D

El análisis de contenido de proteína determinó por una parte que, utilizando cadillo blanco como fuente clarificante y aplicando una dosis del 1% y cadillo negro con una dosis del 2%, se alcanzaron mejores resultados en en contenido de proteína en muestras de panela granulada (Figura 5).

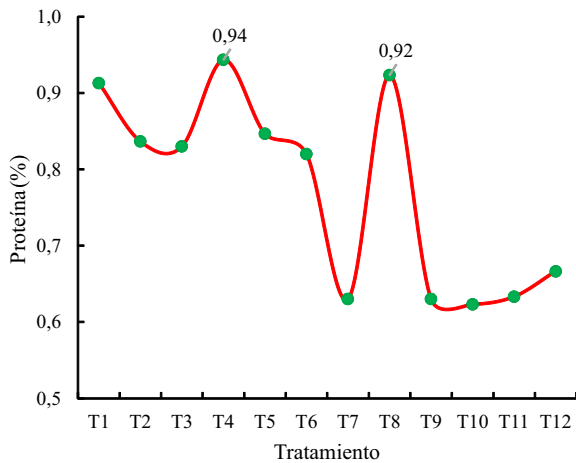


Figura 5. Proteína en panela utilizando fuentes clarificantes.

Análisis de nivel de pureza

El análisis de pureza de panela granulada indicó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos a través de la prueba de Tukey. En la Tabla 5 se observa que el mayor promedio de pureza se logró con el tratamiento T4 con 99,67%. Por su parte, el menor promedio se obtuvo con el tratamiento T1 alcanzando un nivel de pureza de 99,40%.

Tabla 5. Prueba de Tukey para nivel de pureza en panela

Tratamiento	Pureza (%)	Rango
T4	99,67	A
T8	99,63	AB
T12	99,53	AB
T11	99,53	AB
T6	99,53	AB
T9	99,50	AB
T7	99,50	AB
T5	99,50	AB
T3	99,50	AB
T10	99,47	AB
T2	99,47	AB
T1	99,40	B

Se logró concluir que utilizando la especie vegetal cadillo blanco como fuente clarificante y aplicando una dosis del 1%, se obtuvo un mejor promedio en nivel de pureza en panela granulada (Figura 6).

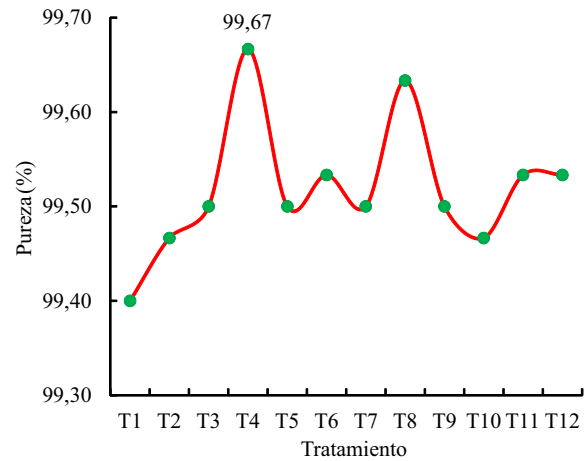


Figura 6. Nivel de pureza en panela utilizando clarificantes.

Análisis de aerobios mesófilos

El análisis microbiológico de panela granulada determinó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos a través de la prueba de Tukey. En la Tabla 6 se observa que el menor promedio en presencia de organismos aerobios mesófilos viables se logró con el tratamiento T8 con $26,01 \times 10^2$. En tanto el mayor promedio se obtuvo con el tratamiento T6 con $86,03 \times 10^2$.

Tabla 6. Prueba de Tukey para aerobios mesófilos en panela

Tratamiento	Aerobios M. $\times 10^2$ (ufc/g)	Rango
T8	26,01	A
T9	37,81	B
T4	41,08	BC
T3	43,97	BC
T7	46,42	BC
T11	46,51	BC
T2	49,26	CD
T1	56,97	DE
T12	60,22	E
T10	65,32	E
T5	65,50	E
T6	86,03	F

La evaluación microbiológica en términos de presencia de aerobios mesófilos viables, determinó que la especie cadillo negro como fuente clarificante aplicando una dosis del 2% respecto al jugo de caña, obtuvo mejores promedios con respecto a presencia de aerobios mesófilos (Figura 7).

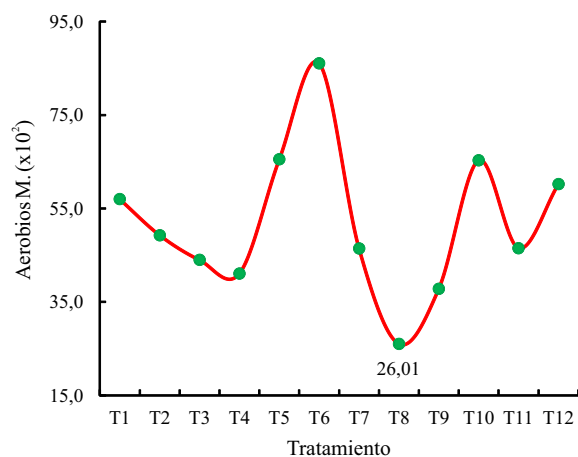


Figura 7. Aerobios mesófilos en panela utilizando clarificantes.

IV. DISCUSIÓN

Clavijo (2010), refiere que en la etapa de clarificación se retiran impurezas remanentes o cachaza generalmente a temperatura mayor de 50°C. La corteza de las especies vegetales como balso o cadillo se macera y se mezcla con agua dejando formar un mucílago, que actúa como coagulante y separa la cachaza de los jugos. Enseguida, se agrega lechada de cal para regular la acidez, consiguiendo un pH cercano a 5,8 para evitar el incremento en la concentración de azúcares reductores y que el producto final sea un sólido blando, denominado panela melcochuda. Además, una buena limpieza de los jugos permite mejorar la calidad de la miel y consecuentemente la panela, debido a que se reduce el contenido de sólidos, mejorando el color y la presentación (Alarcón *et al.*, 2016).

Durante la evaporación, se obtienen mieles como producto intermedio, y su concentración depende de la experiencia del personal. Sin embargo, se estima que los valñores oscilan entre 50 a 70°Brix (García *et al.*, 2010). Enseguida, la etapa de concentración se realiza a temperaturas mayores a 100°C, en presencia de grasas y aceites vegetales de grado alimenticio, que actúan como agentes antiespumantes, y para evitar que las mieles se adhieran a las paredes y se quemen (García *et al.*, 2007). Después de la etapa de concentración, el proceso se divide en obtención de panela granulada. Para obtener la panela se realiza un batido rápido para enfriar y permitir la cristalización de la miel. Luego se hace un batido más lento, permitiendo

el enfriamiento hasta a temperatura ambiente. Esta es una etapa importante para evitar problemas posteriores de humedad y microbiológicos (Guerrero y Escobar, 2015).

Por otro lado, Alvarado y Naranjo (2008), refieren para obtener panela granulada que, se bate hasta granular, algunas veces agregando bicarbonato de sodio, luego se deja reposar, se tamiza y se permite el enfriamiento, para finalmente empacarse. Estas últimas etapas se realizan en una zona aislada libre de abejas, insectos e impurezas para mantener las propiedades higiénicas del producto final.

El nivel de humedad de la panela granulada encontrado en el presente estudio fue semejante a lo reportado por Díaz (2008), de 2,85%, con un promedio mínimo de 2,34% y máximo de 3,34, todos inferiores al 4% establecida por la Norma Técnica Peruana para panela granulada (NTP, 2013). Estos valores bajos en humedad pudieron ser determinantes para no favorecer la proliferación de algunos microorganismos; Tumar y Tuwari (2006), refieren que el deterioro microbiano es un fenómeno superficial y que la humedad, preferiblemente, debe ser inferior al 4% y nunca ser superior al 5%.

La panela granulada obtenida utilizando como fuentes clarificantes a las especies cadillo negro y cadillo blanco, aplicando dosis de clarificante del 2 y 1%, respectivamente, respecto al jugo de caña, presentaron mayor contenido de sólidos solubles totales (97,98 y 97,63°Brix, respectivamente). En la misma línea, es necesario conocer que el contenido de azúcares presentes en la panela granulada, son especialmente la fructosa y la sacarosa, porque son los que intervienen en las reacciones de Maillard, así como en el proceso de caramelización, produciendo en efecto el pardeamiento (Esperanza *et al.*, 2015).

Al analizar los resultados del estudio, se observa que el contenido de proteína alcanzó en promedio 0,77%, cuyos valores superiores con los presentados por Peña (2009) de 0,48%, contenido dentro de lo especificado como mínimo (0,2%) en la Norma Técnica Peruana. Sin embargo, es importante indicar que en la panela

granulada, el contenido de proteína no es un parámetro tan relevante; por el contrario, el análisis de fibra en panela granulada es un indicativo de la eficiencia en la clarificación y descachazado del jugo de caña durante la evaporación. En tanto, el análisis de pureza en panela granulada alcanzó en promedio un 99,52%, cuya cifra representa un nivel de impurezas insolubles en promedio de 0,48%, lo cual guarda estrecha relación con lo reportado por Hernández y Serpa (2000), de 0,56% y a su vez por debajo del valor máximo establecido por la Norma Técnica Peruana (2013).

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados encontrados se puede concluir que las especies vegetales clarificantes jua blanco, cadillo blanco, cadillo negro y llausaqui, disponen de mejor perfil fisicoquímico y microbiológico con aptitud para el uso en el proceso de elaboración de panela granulada. Complementariamente estas especies vegetales con potencial clarificante, mostraron alto grado de disponibilidad en la zona de trabajo y, sobre todo, su extracción no genera alto índice de degradación de la especie, toda vez que se encuentran distribuidas en parcelas abandonadas en forma de malezas.

La evaluación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en panela granulada utilizando clarificantes vegetales determinó que respecto al contenido de humedad, sólidos solubles totales y contenido de proteína se obtuvieron menores resultados utilizando a cadillo blanco y cadillo negro a una dosis de 1 y 2% respectivamente; por su parte el análisis de pureza en panela granulada mostró mejor resultado utilizando como clarificante a cadillo blanco a una dosis de 1%; Finalmente el análisis microbiológico de panela granulada indicó menor presencia de aerobios mesófilos (ufc/g) utilizando cadillo negro aplicando una dosis de 2% de clarificante.

En consecuencia, el estudio realizado sobre la evaluación de los principales parámetros de calidad de panela granulada utilizando especies vegetales como

fuentes clarificantes en la localidad de Beirut, permitió conocer la intervención de cada especie vegetal en el proceso de clarificación de panela granulada, cuyo efecto se muestra en parámetros de calidad del producto final. Ante esto se concluye que las especies cadillo blanco y cadillo negro, ampliamente disponibles en la zona, representan los mejores clarificantes para el uso en obtención de panela granulada.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, A., P. Narváez, A. Orejuela, y C. Osorio. 2016. "Caracterización Físicoquímica y Perfil de Azúcares y Miel de Caña en la Producción de Panela". *Agronomía Colombiana* 34(1):1280-1283
- Alvarado, J., y W. Naranjo. 2008. *Caracterización Reológica y Térmica de Miel de Dos Variedades de Caña*. Tesis de Grado. Universidad Técnica de Ambato. Ambato (Ecuador).
- Castellanos, O., L. Torres, y D. Florez. 2010. *Agenda Prospectiva de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Cadena Productiva de la Panela y su Agroindustria en Colombia*. Bogotá (Colombia): BioGestión.
- Clavijo, M. 2010. *Estudio del Efecto del Uso de Jugo de Dos Genotipos de Caña de Azúcar Previamente Descortezada y de la Temperatura de la Fuente de Calentamiento Sobre el Proceso en la Elaboración de Panela Granulada*. Tesis de Maestría. Escuela Politécnica Nacional. Quito (Ecuador).
- Cortes, M., H. Ciro, E. Rodríguez, y E. Largo. 2012. "Secado por Aspersión de Cocentrado de Caña Panelera: una Tecnología Apropriada para Mejorar la Competitividad de la Cadena." *Vitae* 19(1): 51-53.
- Díaz, H. 2008. *Caracterización y Evaluación de la Cadena Panelera en Colombia*. Bogotá (Colombia): Centro de Investigaciones para el Desarrollo.
- Esperanza, F., C. Félix, y B. Reinell. 2015. "Efectos de

- la presión de evaporación y la variedad de caña en la calidad de miel y la panela granulada”. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 16(2): 153-165.
- García, H., L. Albarrací, A. Toscano, N. Santana, y O. Insusty. 2007. *Tecnología para el Manejo Integral del Sistema Productivo de la Caña Panelera*. Bogotá (Colombia): Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- García, H., A. Peña, R. López, E. Durán, y G. Olvera. 2010. *Desarrollo de un Sistema de Evaporación y Concentración de Jugos de Múltiple Efecto para Mejorar la Eficiencia Térmica y Productividad y Disminuir el Impacto Ambiental en la Producción de Panela*. Bogotá (Colombia): CORPOICA.
- Guerreo, M., y D. Escobar. 2015. “Eficiencia Técnica de la Producción de Panela”. *Revista de Tecnología* 14(1): 107-116.
- Hernández, D., y A. Serpa. 2000. “Producción e Investigación en Caña Panelera en Trujillo”. *FONAIAP Divulga* 11(46): 8-10.
- Jaffé, W. 2012. *Azúcar No-Centrifugada (Panela): Producción Mundial y Comercio*. Caracas (Venezuela): Panela Monitor.
- Lara, N., D. Poaquiza y, A. Oswaldo. 2008. “Panela Granulada: Isotermas de Sorción de Humedad, Modelos de Ajuste y Calor de Sorción.” En *II Congreso Ecuatoriano de Ingeniería en Alimentos y XI Jornadas de Ciencia y Tecnología en Alimentos*. Loja (Ecuador).
- Mujica, M., M. Guerra, y N. Soto. 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.
- Osorio, G. 2007. *Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en la Producción de Caña y Panela*. Medellín (Colombia): CORPOICA, MANA, FAO.
- Peña, A. 2009. *Determinación de Propiedades Físicoquímicas de Jugos y Mieles de Caña Panelera*. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá (Colombia).
- Prada, L., H. R. García, y A. Chaves. 2015. “Efecto de las Variables de Evaporación: Presión y Flujo Calórico en la Calidad de la Panela.” *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 16(1): 7-23.
- Tumar, A., y G. Tiwari. 2006. “Effect of Shape and Size on Convective Mass Transfer Coefficient During Greenhouse Drying (GHD) of Jaggery.” *Journal of Food Engineering* 73(2): 121-134. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2005.01.011