
EFECTO DE LA VARIEDAD, LAVADO DE LA CAÑA Y TEMPERATURA DE PUNTEO SOBRE LA CALIDAD DE LA PANELA GRANULADA

María Virginia Mujica, Marisa Guerra y Naudy Soto

RESUMEN

La panela granulada es una nueva presentación del papelón (azúcar no refinada), con ventajas frente a la tradicional forma de bloque, elaborada a nivel artesanal bajo condiciones de proceso no estandarizadas que proveen un producto de calidad variable. Se evaluó el efecto de dos variedades de caña (Puerto Rico 61632 y Mayarí 5514), del lavado de la caña previo a la extracción del jugo, y de la temperatura de punteo (123 y 128°C) sobre la calidad de la panela granulada elaborada en una planta piloto, medida en términos de humedad, azúcares reductores, pH, sólidos solubles totales, color (L, a y b) y sólidos insolubles. La variedad influyó significativamente ($p \leq 0,05$) en

los azúcares reductores, color y pH. Las panelas elaboradas con la variedad Mayarí 5514 presentaron menor contenido de azúcares reductores (7,20%), color más claro ($L=73,98$) y mayor pH (6,09). Con caña lavada se obtuvo menor contenido de azúcares reductores (7,92%), pero no tuvo efecto significativo sobre los sólidos insolubles. La temperatura de punteo solo afectó el color, produciendo a 123°C panelas más claras y con menor intensidad en los tonos rojos. Se concluye que para obtener un producto de calidad uniforme es necesario controlar variables tales como la variedad de caña y la temperatura de punteo.

EFFECT OF CANE VARIETY, WASHING AND ENDPOINT TEMPERATURE ON THE QUALITY OF GRANULATED "PANELA" SUGARCANE

María Virginia Mujica, Marisa Guerra and Naudy Soto

SUMMARY

Granulated "panela" sugarcane is a new presentation for the "papelón" (unrefined cane sugar), handmade under non-standard processing conditions that result in a product of variable quality, but with advantages over the traditional block presentation. This study evaluated the effect of two varieties of sugar cane (Puerto Rico 61632 and Mayarí 5514), of their washing prior to juice extraction, and of the endpoint temperature (123 and 128°C) on the quality of the granulated "panela" cane sugar made in a pilot-plant. Moisture, reducing sugars, pH, total soluble solids, color (L, a and b) and insoluble solids were measured. The variety influenced significantly ($p \leq 0.05$) the

content of reducing sugars, color and pH. The "panela" cane sugar made with the Mayarí 5514 variety had lower content of reducing sugars (7.20%), lighter color ($L=73.98$) and higher pH (6.09). With washed cane, a lower content of reducing sugars was obtained (7.92%), but it did not have a significant effect on the insoluble solids. The endpoint temperature affected only the color, resulting at 123°C in "panela" cane sugars of lighter color and with a lower intensity of red hues. It is concluded that in order to obtain a product of uniform quality, it is necessary to control variables such as the cane variety and the endpoint temperature.

Introducción

La panela es un edulcorante natural obtenido por concentración del jugo de la caña de azúcar en establecimientos denominados trapiches o centrales pa-

neleros, y presentado bajo distintas formas. En Venezuela se conoce principalmente la panela en bloque, cuadrada o cónica (papelón), y recientemente han incursionado en el mercado la presentación granulada

y los panelines (pequeños bloques).

La panela se caracteriza por su alta concentración de azúcares, contenido de minerales y trazas de vitaminas (Hernández *et al.*, 2002). Para Kumar y Tiwari (2006)

es un azúcar integral, no refinado y sin aditivos químicos, que posee un gran valor nutritivo y medicinal.

La agroindustria panelera es de tipo rural, tradicional y artesanal en todo el mundo, caracterizándose por una

PALABRAS CLAVE / Caña de Azúcar / Lavado / Panela Granulada / Temperatura de Punteo / Variedad de Caña /

Recibido: 17/07/2007. Modificado: 23/06/2008. Aceptado: 30/06/2008.

María Virginia Mujica. Ingeniera Química, Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre", Venezuela. M.Sc. en Ciencia de los Alimentos, Universidad Simón Bolívar (USB), Venezuela. Profesora, Universidad

Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), Venezuela. Dirección: Decanato de Agronomía, UCLA. Departamento de Procesos Agroindustriales. Apartado 400 Barquisimeto 3001, Venezuela. e-mail: mv-mujica@ucla.edu.ve

Marisa Guerra. Licenciada en Biología, Universidad Central de Venezuela (UCV). Doctora en Ciencia de los Alimentos, Universidad de Campinas, Brasil. Profesora, USB, Venezuela.

Naudy Soto. Técnica Superior Agroindustrial, UCLA, Venezuela. Asistente de Laboratorio, UCLA, Venezuela.

EFECTO DA VARIEDADE, LAVAGEM DA CANA E TEMPERATURA DO TACHO (PARA ATINGIR O “PONTO”) SOBRE A QUALIDADE DA RAPADURA GRANULADA

María Virginia Mujica, Marisa Guerra e Naudy Soto

RESUMO

A rapadura granulada é uma nova apresentação do mela-do (açúcar não refinado), com vantagens diante da tradicional forma de bloco, elaborado a nível artesanal sob condições de processos não estandarizados que prevêem um produto de qualidade variável. Avaliou-se o efeito de duas variedades de cana (Porto Rico 61632 e Mayari 5514), da lavagem da cana prévia à extração do suco, e da temperatura do tacho (123 e 128°C) sobre a qualidade da rapadura granulada elaborada em uma usina piloto, medida em termos de umidade, açúcares redutores, pH, sólidos solúveis totais, cor (L, a e b) e sólidos insolúveis. A variedade influenciou significativamente ($p \leq 0,05$) nos açúcares re-

dutores, cor e pH. As rapaduras elaboradas com a variedade Mayari 5514 apresentaram menor conteúdo de açúcares redutores (7,20%), cor mais clara ($L=73,98$) e maior pH (6,09). Com cana lavada se obteve menor conteúdo de açúcares redutores (7,92%), mas não teve efeito significativo sobre os sólidos insolúveis. A temperatura do tacho (para atingir o “ponto”) somente afetou a cor, produzindo a 123°C rapaduras mais claras e com menor intensidade nos tons vermelhos. Conclui-se que para obter um produto de qualidade uniforme é necessário controlar variáveis tais como a variedade de cana e a temperatura do tacho para atingir o “ponto”.

producción poco organizada, en la cual no se controlan las condiciones de proceso ni las características del producto terminado (Pawar y Dongare, 2001; Hernández *et al.*, 2002). Adicionalmente, el desconocimiento de los beneficios nutricionales y medicinales de la panela, y sus presentaciones tradicionales poco prácticas, han contribuido a la baja competitividad frente al azúcar refinado, al punto de que la mayoría de los centrales paneleros en Venezuela no están operativos y los que funcionan están en gran parte obsoletos.

No obstante, las tendencias mundiales hacia el consumo de alimentos poco industrializados favorecen el resurgimiento de este edulcorante natural. En este sentido el desarrollo de nuevas presentaciones y el mejoramiento de la calidad del producto representan algunas de las estrategias para promover su uso.

La panela granulada es una nueva presentación con un gran potencial de consumo, por tener ventajas frente a la panela en bloque, tales como su fácil dosificación, mayor estabilidad en el almacenamiento y mayor solubilidad. Este producto básicamente se elabora por concentración del jugo de caña de azúcar hasta la obtención de un jarabe es-

peso que granula por batido (NTE, 2002). El proceso productivo consta de una serie de etapas posteriores al corte de la caña: molienda, clarificación, evaporación, concentración, punteo, granulación por batido y enfriamiento, empaque y almacenamiento.

Los factores que afectan la calidad de la panela granulada se pueden clasificar en agroecológicos y de proceso. Entre los primeros están la variedad y la edad de la caña, tipo de suelo, condiciones climáticas y manejo del cultivo. La variedad es uno de los factores más influyentes, siendo necesario evaluar aquellas utilizadas en las zonas productoras (Tiwari y Chatterjee, 1998).

Entre los factores más importantes asociados al proceso están el pH y el método de encalado (agregado de cal para la corrección de acidez), la velocidad de calentamiento y la temperatura de punteo. Este último factor puede ser utilizado como un indicador del punto en el cual se debe detener el calentamiento e iniciar la etapa de batido. Existen divergencias acerca de la temperatura de punteo ideal, ya que Rivero y Torres (2000) indican que debe encontrarse entre 130 y 133°C, mientras que Espinosa (1997) y Barona (2002) afirman que debe estar entre 124 y 126°C. Estas discrepancias

se deben posiblemente a que la temperatura de ebullición, y por lo tanto la de punteo, dependen de la altura sobre el nivel del mar del sitio donde se elabore la panela. De allí la importancia de estudiar en las zonas productoras de panela o con potencial productor, el efecto de la temperatura de punteo sobre la calidad del producto.

Con el objeto de mejorar y estandarizar el proceso de fabricación de la panela granulada, en el presente estudio se evaluaron los efectos de la variedad, del lavado de la caña y de la temperatura de punteo sobre la calidad del producto elaborado a escala de planta piloto, medida en términos de humedad, azúcares reductores, pH, sólidos solubles totales, color y sólidos insolubles. También se midió la cantidad de cachaza removida en la etapa de clarificación del jugo, a fin de evaluar el lavado de la caña.

Materiales y Métodos

Diseño experimental

El estudio de los factores variedad, lavado y temperatura de punteo se realizó bajo un diseño factorial 2^3 con dos réplicas. Los niveles para el factor temperatura de punteo fueron fijados de acuerdo a trabajos previos (Espinosa, 1997; Barona,

2002). El tiempo de apronte, medido desde que se cosecha la caña hasta el momento de procesarla, se consideró como un factor de bloque en el diseño experimental, utilizándose caña con un día de apronte para una réplica y con tres días para la otra (García *et al.*, 1997; Narváez, 2002).

Materia prima

La caña de azúcar utilizada en las corridas experimentales se cultivó en la localidad de El Tocuyo, Lara, Venezuela. Las variedades estudiadas fueron la Puerto Rico 61632 (PR61632) y la Mayari 5514 (MY5514), ambas con doce meses de sembradas. A cada variedad se le determinó el índice de madurez (Prada, 2002a) y el contenido de azúcares reductores en el jugo (AOAC, 1990).

Elaboración de la panela granulada

El proceso seguido para la producción de panela granulada se muestra en la Figura 1. El mismo consta de:

Molienda. El lavado de la caña, en el caso de los tratamientos que lo requerían, se realizó un día antes del procesamiento. Previo a la molienda, se pesó la caña para determinar el porcen-

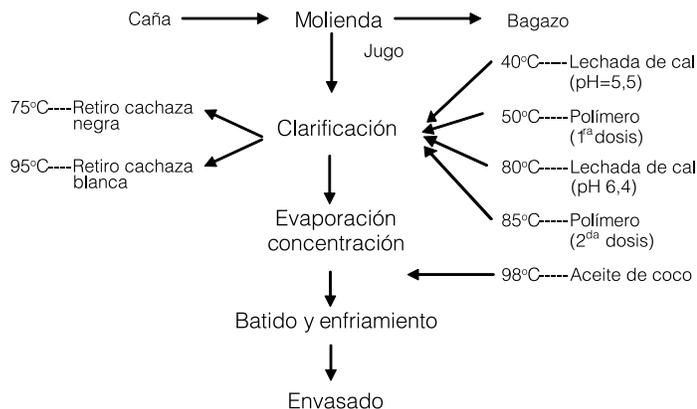


Figura 1. Diagrama del proceso de fabricación de panela granulada bajo el diseño experimental.

taje de extracción. Al jugo extraído le fueron medidos los sólidos solubles totales con un refractómetro portátil Atago 500. También se le determinó el pH con un pHmetro de mesa Oakton 510. Del volumen total de jugo extraído, se separaron 8 litros que fueron colocados en un caldero para iniciar el calentamiento en una cocina a gas marca Star. Se registró la temperatura del jugo cada 2min con un termómetro digital Multi-Stem ST-9269, para así construir la curva de calentamiento en cada corrida experimental.

Clarificación y evaporación-concentración. Para coagular las impurezas y aumentar el pH del jugo, se utilizó una solución de óxido de calcio (lechada de cal) con concentración igual a $74\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Cuando el jugo alcanzó 40°C se ajustó el pH a $5,50 \pm 0,10$ (Espinoza, 1997), y a los 80°C se

ajustó a $6,40 \pm 0,10$ (Pawar y Dongare, 2001).

Para la floculación de las impurezas se empleó una solución al 0,1% p/p de una poliacrilamida aniónica (Mafloc 826). Se dosificaron 2ppm en dos fracciones, a los 50 y 85°C (Espinoza, 1997; Prada, 1997). Al alcanzar los 75°C se retiró la cachaza negra con una malla metálica, y a los 95°C se repitió el procedimiento para la cachaza blanca (García *et al.*, 1997; Prada, 2002b). Una vez clarificado el jugo y al llegar a los 98°C se agregaron 300ppm de aceite de coco para evitar la formación de espuma durante la etapa de evaporación (Multon, 2000). Al registrarse la temperatura de punteo se detuvo el calentamiento y se descargó la miel (jugo de caña clarificado y concentrado) en la bandeja de batido.

Batido-enfriamiento y envasado. La miel se batió

durante 15min en una bandeja de acero inoxidable, enfriando simultáneamente con un ventilador para lograr su granulación y se continuó con el enfriamiento por 20min adicionales (Barona, 2002). Finalmente, el producto se envasó al vacío con una máquina selladora Oster VAC 550.

Parámetros evaluados en la panela granulada

La humedad y azúcares reductores se determinaron utilizando los métodos oficiales de la AOAC (1990), realizando todos los análisis por triplicado. El pH y los sólidos solubles totales (SST) se determinaron en una solución al 10% p/p de panela, a temperatura ambiente, utilizando un pHmetro Coleman 39 y un refractómetro Baush&Lomb ABBE-3, respectivamente. Los SST fueron corregidos para 20°C . El color se determinó con un espectrocolorímetro triestímulo (Hunterlab Miniscan XE 45/0). Las lecturas se realizaron en términos de L, a y b. Para cada réplica se tomó el promedio de tres medidas. Los sólidos insolubles se cuantificaron mediante una versión modificada del método de Prada (2002b), haciendo uso de una unidad de filtración Sartorius AG16828 de acero inoxidable y de membranas MFS con diámetro de poro de $0,45\mu\text{m}$.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza multifactorial ($\alpha=0,05$) con el programa Statgraphics plus 4.0. Previamente se comprobaron los supuestos de normalidad, homocedasticidad e independencia. También se analizó el efecto de los factores variedad y tiempo de apronte sobre los SST y el pH del jugo, así como sobre la extracción de jugo en la molienda.

Resultados y Discusión

Índice de madurez de la caña y azúcares reductores en el jugo

El índice de madurez resultó en $0,97 \pm 0,04$ y $0,98 \pm 0,04$, para la variedad PR61632 y la MY5514, respectivamente. Ello indica que ambos cultivos se encontraban maduros en el momento de la cosecha y, a su vez, concuerda con la edad (12 meses) de los mismos, ya que según Insuasty y Manrique (2000) entre 11 y 12 meses se alcanza la madurez en zonas con la altura del área de siembra (622msnm). Esto es lo conveniente para la elaboración de panela, principalmente la granulada, ya que con cañas inmaduras o sobremaduras los rendimientos son menores y la calidad del producto final es menor debido a que se incrementan los azúcares reductores.

Los azúcares reductores en el jugo de caña con un día de almacenamiento, resultaron en $0,75 \pm 0,010$ y $0,35 \pm 0,002\%$ para las variedades PR61632 y MY5514, respectivamente. Chacón (2001) encontró valores de 0,8 y 0,6% en jugos de la variedad PR61632 de dos zonas productoras de Colombia. Narváez (2002) afirma que para elaborar panela granulada de buena calidad, el contenido de azúcares reductores en el jugo debe ser $<1,5\%$, mientras que para Rodríguez y Segura (2004) debe ser $\sim 0,5\%$ y siempre inferior a 1,0%. El jugo de las variedades usadas en la investigación cumplió con este último requisito, siendo el de la variedad MY5514 incluso menor a 0,5%.

SST, pH y extracción de jugo

El tiempo de apronte no tuvo efecto significativo ($p<0,05$) sobre estas variables, y la variedad solo influyó sobre los SST y la extracción de jugo (Tabla I).

TABLA I
EFECTO DEL FACTOR VARIEDAD DE CAÑA Y TIEMPO DE APRONTE SOBRE SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES, pH Y EXTRACCIÓN DE JUGO

Factor	SST ($^\circ\text{Brix}$)	pH	Extracción ($\text{g}/100\text{g}$ caña)
Variedad			
PR61632	20,65 a	5,07 a	38,04 b
MY5514	22,44 b	5,11 a	34,92 a
Tiempo de apronte			
Sí	21,56 a	5,10 a	37,08 a
No	21,52 a	5,08 a	35,89 a

SST: sólidos solubles totales. Letras diferentes para un mismo factor y en una misma columna indican diferencias significativas ($p<0,05$).

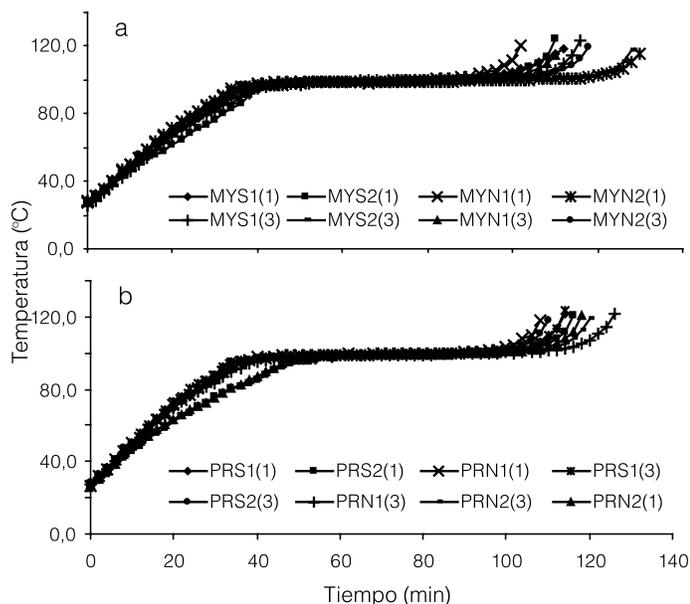


Figura 2. Curvas de calentamiento para las variedades MY5514 (a) y PR61632 (b). MY: Mayará 5514, PR: Puerto Rico 61632, S: caña lavada, N: caña no lavada, 1: 123°C, 2: 128°C, (1): 1 día de apronte, (3): 3 días de apronte.

La variedad MY5514 presentó menor extracción o rendimiento en la molienda y jugos con mayor contenido de SST. Jadhav *et al.* (2000) también encontraron diferencias significativas en los SST del jugo de ocho variedades de caña estudiadas, y Chacón (2001) reportó diferencias significativas en el rendimiento en jugo de siete variedades, entre ellas la PR61632.

Curvas de calentamiento

En las Figuras 2a y 2b se muestran las curvas de calentamiento registradas durante la elaboración de la panela, agrupadas de acuerdo a la variedad. Como era de esperarse, constan de una fase inicial ascendente en la cual aumenta la temperatura a una velocidad aproximadamente constante, luego le sigue la fase de ebullición

en la cual la temperatura se mantiene casi constante (98,7-99,8°C), propia de las soluciones que no son puras, y finalmente aumenta a una velocidad mayor hasta alcanzar la temperatura de punteo.

Pawar y Dongare (2001) reportaron una curva de calentamiento para la elaboración de panela con forma muy similar a la obtenida en esta investigación. Ellos afirman que la temperatura de ebullición del jugo se encuentra entre 98 y 99°C, en los distritos Kolhapur y Satara de la India.

La velocidad de calentamiento en la fase inicial fue de $1,80 \pm 0,2^\circ\text{C}/\text{min}$, y de $2,2 \pm 0,6^\circ\text{C}/\text{min}$ en la fase final, ajustándose a lo recomendado por Prada (2002b), por encima de $1,5^\circ\text{C}/\text{min}$.

Cachazas negra y blanca removidas, y sólidos insolubles

Ninguno de los factores estudiados, ni sus interacciones, afectaron significativamente la cantidad de cachaza blanca removida en el proceso, ni el porcentaje de sólidos insolubles en la panela (Tabla II). Sin embargo, al correlacionar estas dos variables se obtuvo un coeficiente $r = -0,93$, de manera que los sólidos insolubles disminuyen al remover más cachaza blanca. Es

probable que estas variables dependan de factores distintos a los estudiados, tal como el pH de encalado, ya que la formación de la cachaza blanca esta asociada a las reacciones de coagulación-floculación que se dan durante la clarificación.

En base a las normas técnicas colombiana (NTC, 1991) y ecuatoriana (NTE, 2002), y tomando en cuenta solo el criterio para sólidos insolubles, las panelas elaboradas bajo los distintos tratamientos podrían clasificarse como de "primera" (acepta hasta un máximo de 0,5%).

En contraste, la variedad y el lavado de la caña influyeron significativamente en el porcentaje de cachaza negra. Con caña lavada se removió menos cachaza negra, lo cual era de esperarse, ya que el lavado remueve las impurezas de mayor tamaño, principalmente la tierra. Debido a que el lavado tuvo efecto sobre la cachaza negra pero no en la blanca ni en los sólidos insolubles de la panela, se deduce que esta operación no es determinante en la clarificación del jugo.

Humedad, azúcares reductores, pH y SST

La humedad y los SST de la panela no dependieron significativamente

TABLA II
EFECTO DE LA VARIEDAD, LAVADO Y TEMPERATURA DE PUNTEO SOBRE CACHAZA NEGRA Y BLANCA REMOVIDAS EN LA ETAPA DE CLARIFICACIÓN, Y SOBRE SÓLIDOS INSOLUBLES DE LA PANELA GRANULADA

Factor	CN (g/100g jugo)	CB (g/100g jugo)	SI (g/100g)
Variedad			
PR61632	1,29 a	2,88 a	0,40 a
MY5514	2,04 b	2,91 a	0,36 a
Lavado			
Sí	1,32 a	2,90 a	0,37 a
No	2,01 b	2,89 a	0,40 a
Temperatura de punteo			
123°C	1,60 a	2,99 a	0,39 a
128°C	1,73 a	2,80 a	0,37 a

CN: cachaza negra. CB: cachaza blanca. SI: sólidos insolubles. Letras diferentes para un mismo factor y en una misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

TABLA III
EFECTO DE LA VARIEDAD, LAVADO Y TEMPERATURA DE PUNTEO SOBRE HUMEDAD, AZÚCARES REDUCTORES, pH Y SST DE LA PANELA GRANULADA

Factor	H (g/100g)	AR (g/100g)	pH	SST (°Brix)
Variedad				
PR61632	3,81 a	10,49 b	5,80 a	95,63 a
MY5514	3,26 a	7,20 a	6,09 b	97,14 a
Lavado				
Sí	3,25 a	7,92 a	5,94 a	97,24 a
No	3,82 a	9,78 b	5,94 a	95,52 a
Temperatura de punteo				
123°C	3,49 a	9,01 a	5,95 a	96,85 a
128°C	3,58 a	8,69 a	5,93 a	95,92 a

H: humedad. AR: azúcares reductores. SST: sólidos solubles totales. Letras diferentes para un mismo factor y en una misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

de los factores evaluados (Tabla III). A este respecto, Fajardo *et al.* (1999) no encontraron diferencias significativas en la humedad de panelas granuladas elaboradas en tres regiones de Colombia, y afirman que esta variable pudo verse afectada por la humedad relativa de la región.

La humedad promedio para todas las panelas elaboradas bajo el presente diseño experimental fue de 3,53%, resultando superior al límite máximo de 3% establecido en la norma técnica ecuatoriana (NTE, 2002). Por otro lado, los SST fueron en promedio de 96,4°Brix.

El contenido de azúcares reductores resultó menor con la variedad MY5514 y con caña lavada (Tabla III). La influencia de la variedad puede asociarse al menor porcentaje de azúcares reductores encontrado en el jugo de la MY5514 ($0,35 \pm 0,002\%$), y al comportamiento de cada variedad en relación a la variación del pH durante el calentamiento efectuado en el proceso. Diversos autores han reportado un efecto significativo de la variedad de caña sobre los azúcares reductores de la panela (Patil *et al.*, 1994; Jadhav *et al.*, 2000; Uppal *et al.*, 2002; Tiwari *et al.*, 2004).

La influencia del lavado de la caña puede relacionarse con el efecto de las impurezas sobre el pH del jugo. La inversión química de la sacarosa, y por ende la generación de azúcares reductores, se favorecen con la disminución del pH y el aumento de la temperatura. Es posible que parte de la cal agregada en el primer enalado haya participado en reacciones de coagulación-floculación con el fósforo y las impurezas coloidales asociadas a la caña no lavada, formando una capa densa de cachaza negra y a su vez resultando en un menor pH en el jugo.

La norma técnica ecuatoriana (NTE, 2002) estable-

ce que los azúcares reductores deben encontrarse en el intervalo de 5,5 a 10%, de manera que las panelas elaboradas con la variedad PR61632 no cumplen con este requisito. Tiwari y Chatterjee (1998) afirman que un alto contenido de azúcares reductores conduce a una baja calidad en la panela, debido al aumento de su higroscopicidad.

Con respecto al pH, solo tuvo efecto significativo la variedad de caña (Tabla III), resultando menor (5,80) en el caso de la PR61632, lo cual concuerda con el mayor porcentaje de azúcares reductores obtenido con esta variedad. Insuasty y Manrique (2000) reportaron un pH de 5,92 para una panela elaborada con la variedad PR61632. La norma técnica ecuatoriana (NTE, 2002) establece que el pH debe ser $>5,9$, y solo las panelas de la variedad MY5514 cumplieron con este requisito.

Color triestímulo

La luminosidad (L) y el parámetro "a" dependieron significativamente de la variedad de caña y la temperatura de punteo (Tabla IV). Con la variedad MY5514 se obtuvieron panelas más claras y con menor intensidad en los tonos rojos.

Jadhav *et al.* (2000) en un estudio realizado con ocho variedades de caña, encontraron resultados similares. También Patil *et al.* (1994) y Tiwari y Chatterjee (1998) reportaron un efecto significativo de la variedad sobre el color de las panelas.

Para todas las panelas analizadas los parámetros "a" y "b" fueron positivos, lo que revela la presencia de tonos rojos y amarillos, respectivamente. En el caso del parámetro "b" resultó significativa la interacción variedad-lavado (Figura 3).

En cuanto al efecto de la temperatura de punteo, a 128°C se obtuvieron panelas granuladas más oscuras

TABLA IV
EFECTO DE LA VARIEDAD, LAVADO Y TEMPERATURA DE PUNTEO SOBRE EL COLOR (L, A Y B) DE LA PANELA GRANULADA

Factor	Color		
	L	a	b*
Variedad			
PR61632	68,29 a	5,77 b	18,18
MY5514	73,98 b	3,54 a	17,11
Lavado			
Sí	71,59 a	4,88 a	17,89
No	70,68 a	4,44 a	17,40
Temperatura de punteo			
123°C	74,71 b	3,73 a	17,67
128°C	67,56 a	5,59 b	17,62

*: interacción variedad-lavado significativa, por lo que debe analizarse el efecto combinado de estos factores sobre el parámetro b. Letras diferentes para un mismo factor y en una misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

y con mayor intensidad en los tonos rojos, lo cual pudo deberse a que las reacciones de oscurecimiento, principalmente la caramelización, se favorecen con el incremento de la temperatura.

ducto de calidad uniforme es necesario regular la variedad de caña utilizada, previa selección de las más aptas, y controlar la temperatura de punteo en la etapa final del proceso.

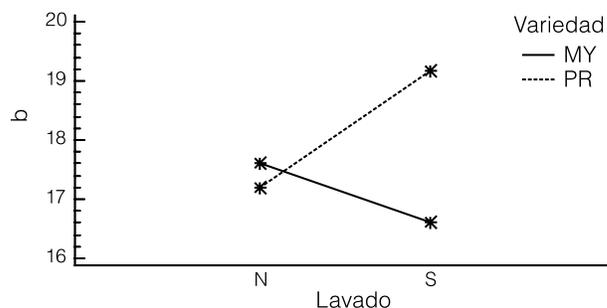


Figura 3. Efecto de la interacción entre los factores variedad de caña y lavado sobre el parámetro "b" en la panela granulada.

Conclusiones

La variedad de caña resultó un factor importante para la calidad de la panela granulada, puesto que influyó significativamente en los azúcares reductores, el pH y el color. La variedad Mayari 5514 resultó ser la más promisoría. Con caña lavada se obtuvo menor contenido de azúcares reductores pero no tuvo efecto sobre los sólidos insolubles, y la temperatura de punteo solo afectó el color, produciendo a 123°C panelas más claras y con menor intensidad en los tonos rojos. Se concluye que para obtener un pro-

ducto de calidad uniforme es necesario regular la variedad de caña utilizada, previa selección de las más aptas, y controlar la temperatura de punteo en la etapa final del proceso.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Edith Hernández, INIA-

Táchira, por sus recomendaciones técnicas y al Departamento de Procesos Agroindustriales, Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Venezuela, por facilitar instalaciones y equipos. Este trabajo contó con el financiamiento del Decanato de Postgrado de la Universidad Simón Bolívar y del FONACIT (Proyecto 2000001555), Venezuela.

REFERENCIAS

- AOAC (1990) *Official Methods of Analysis*. 15ª ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, EEUU. 1298 pp.
- Chacón A (2001) *Validación de tecnología para el cultivo de la caña y procesamiento para panela en la región del Ariari*. Granada, Colombia. 96 pp.
- Espinosa A (1997) *Manejos de jugo de caña y elaboración de panela de buena calidad*. II Curso Internacional de Caña Panelera y su Agroindustria. CIMPA. Barboza, Colombia. 353 pp.
- Fajardo B, Molina D, Ospina J, García H (1999) Determinación de algunas propiedades físicas y mecánicas de la panela granulada. *Rev. Ing. Invest.* 43: 34-39.
- García H, Baquero W, Guerrero J (1997) *La panela biológica: Recomendaciones para su obtención*. Editorial Corpoica. Bogotá, Colombia. 28 pp.
- Hernández E, Amaya F, Galeano V, Ramírez F, Cortés R (2002) *Alternativas tecnológicas para la producción de caña panelera*. INIA-DAINCO. Táchira, Venezuela. 169 pp.
- Insuasty O, Manrique R (2000) *Varietades de caña de azúcar para la producción de panela, en Manual de caña de azúcar para la producción de panela*. Corpoica-Fedepanela. Bocaramanga, Colombia. 154 pp.
- Jadhav H, Mungare T, Patil J, Hasure R, Jadhav B, Singh J (2000) Effect of harvesting age on juice and jaggery quality and yield of different sugarcane varieties under pre-seasonal planting. *Coop. Sugar* 32: 113-117.
- Kumar A, Tiwari G (2006) Effect of shape and size on convective mass transfer coefficient during greenhouse drying (GHD) of jaggery. *J. Food Eng.* 73: 121-134
- Multon J (2000) *Aditivos y Auxiliares de Fabricación en la Industria Agroalimentaria*. 2ª ed. Acribia. Madrid, España. 525 pp.
- Narváez H R (2002) *Capacitación en la obtención de nuevos productos derivados de la caña y el manejo adecuado de la agroindustria panelera*. Municipio de Mocoa-FUNACH-ASCAPAM. Mocoa, Colombia. 13 pp.
- NTC (1991) *Norma Técnica Colombiana 1311: Productos Agrícolas, Panela*. 2ª actualización. ICONTEC. Bogotá, Colombia. 5 pp.
- NTE (2002) *Norma Técnica Ecuatoriana 2332: Panela Granulada, Requisitos*. 1ª ed. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Quito, Ecuador. 5 pp.
- Patil J, Wandre S, More N, Jadhav H, Habsanis A (1994) Influence of different varieties and harvesting stages of sugarcane on quality of jaggery. *Coop. Sugar* 25: 377-380.
- Pawar S, Dongare M (2001) Scientific studies on jaggery manufacturing process. *Coop. Sugar* 32: 369-374.
- Prada L (1997) *Metodología HACCP. Una propuesta para el aseguramiento de la calidad en la panela*. II Curso Internacional de Caña Panelera y su Agroindustria. CIMPA. Barboza, Colombia. 353 pp.
- Prada L (2002a) *Mejoramiento en la calidad de miel y panela*. Corpoica. Barboza, Colombia. 25 pp.
- Prada L (2002b) *Mejoramiento de la calidad de la panela a través del sistema de limpieza de jugos para pequeños y medianos productores*. Corpoica. Barboza, Colombia. 46 pp.
- Rivero C, Torres C (2000) *Evaluación de mucílagos vegetales como agentes clarificantes del jugo de caña*. Trabajo Especial. Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre". Barquisimeto, Venezuela. 113 pp.
- Rodríguez A, Segura M (2004) *Panela granulada ecológica*. *Antenor Orrego* 15: 47-55.
- Tiwari R, Chatterjee A (1998) Evaluation of early and mid-late sugarcane (*Saccharum officinarum*) varieties for yield of millable cane and quality of jaggery. *Ind. J. Agric. Sci.* 68: 255-257.
- Tiwari G, Sanjeev K, Prakash O (2004) Evaluation of convective mass transfer coefficient during drying of jaggery. *J. Food Eng.* 63: 219-227.
- Uppal S, Sharma S, Sidhu G (2002) Effect of storage temperature on jaggery (gur) quality of different sugarcane varieties. *J. Food Sci. Technol.* 39: 549-551.