

Desarrollo de cubitos de raspadura de panela como edulcorante de mesa

Javier Montenegro Jácome

Honduras
Diciembre, 2002

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Desarrollo de cubitos de raspadura de panela como edulcorante de mesa

Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniera en Agroindustria en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por:

Javier Montenegro Jácome

Honduras
Diciembre, 2002

El autor concede a Zamorano permiso
Para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas y jurídicas se reserva el derecho de autor.

Javier Montenegro Jácome

Honduras
Diciembre, 2002

**Desarrollo de cubitos de raspadura de panela
como edulcorante de mesa**

presentado por:

Javier Montenegro Jácome

Aprobada:

Rodolfo Cojulún, M.Sc.
Asesor Principal

Claudia García, Ph.D.
Coordinadora de Carrera
de Agroindustria

Gladys Fukuda, M.Sc.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D.
Decano

Adela Acosta, D.C.T.A.
Asesor

Mario Contreras, Ph.D.
Director General

DEDICATORIA

A Dios y al Divino Niño Jesús por guiarme en todo momento.

A mi madre Dorita y mi padre Efrén por ser mi orgullo y ejemplo.

A mis hermanas Ma. Alex y Patty por su cariño, comprensión y los ánimos que desplegaron hacia mí día a día.

A mi novia Elizabeth, por no dejarme decaer y estar conmigo siempre.

A mis abuelos, tíos y primos por brindarme su cariño.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y al Divino Niño Jesús por ampararme y escucharme siempre.

A mi madre Dorita y padre Efrén por todo su amor y apoyo incondicional y nunca dejarme caer.

A mis hermanas Ma. Alex y Patty por su cariño, comprensión y los ánimos que desplegaron hacia mi día a día.

A mi novia Elizabeth por hacer de mi vida una alegría inmensa.

A mis abuelos, tíos y primos por brindarme su cariño y afecto.

Al Ing. Rodolfo Cojulún, Lcda. Gladys Fukuda y la Dra. Adela Acosta por todos los consejos y el tiempo brindado para la elaboración de este proyecto.

A Francisco Endara, gracias por haber sido mi hermano y compañero de cuarto, por el apoyo y consejos que me ha brindado.

A José Mendieta, Daniel Arias, Edwin Endara, Luis Argüello, Francisco Chamorro, Cesar Cruz, Víctor Tirado, Santiago Montesdeoca y Mauricio Galarza, gracias por haber sido mi familia Zamorana, por su apoyo y amistad.

A Cynthia M por su ayuda y amistad durante estos 4 años.

A Daniel Ch, Gary G y Pedro Luis A por su amistad y ayuda para el desarrollo de este proyecto.

A todos mis compañeros de la Carrera de Agroindustria por brindarme siempre su amistad.

Al personal de la planta de procesamiento de frutas y hortalizas, en especial a Rogel quien siempre estuvo dispuesto a brindarme su ayuda y sus conocimientos.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

A mi madre Dorita y mi padre Efrén por el esfuerzo que hicieron para apoyarme en mis estudios.

A Luis Bakker por su ayuda financiera para mi cuarto año de estudios.

RESUMEN

Montenegro Jácome, Javier. 2002. Desarrollo de cubitos de raspadura de panela como edulcorante de mesa. Proyecto especial del Programa de Ingeniero en Agroindustria, Zamorano, Honduras. 23p.

La panela se ha utilizado por siglos para endulzar en la cocina diversos alimentos, por lo que tiene potencial como edulcorante de mesa. La ventaja de la panela sobre el azúcar refinada es que tiene un mínimo de aditivos químicos y es rica en los nutrientes aportados por el jugo de caña. Entre los inconvenientes de la panela como edulcorante de mesa están el que es difícil de seccionar antes de su uso y que los segmentos no se disuelven fácilmente. Para buscar solución a estos problemas, se elaboró cubitos de raspadura de panela con distintos grados de compresión, usando un peletizador manual. Se evaluaron tres presiones de compresión (máxima, media y mínima) en función de la integridad de los cubitos durante su manipulación y de su facilidad de disolución en bebidas. Se investigó la aceptación de los cubitos de panela en cuanto a color y forma, además de la preferencia de la panela en comparación al azúcar. Se encontró que un cubito de panela de 4.88 gramos equivale, en cuanto al poder edulcorante, a media cucharadita de azúcar (4.5 gramos); la presión máxima de compresión fue la que retuvo en mayor porcentaje su integridad (98.44) y la presión mínima fue la que en mayor porcentaje se disolvió (91.54). El cubito con presión mínima fue el mejor calificado por el consumidor, como “moderadamente agradable” y “muy agradable” con respecto al color y forma, respectivamente. La preferencia del azúcar en comparación a la panela para limonada y para café percolado fue mayor, con un 58.64% y 64.81% respectivamente.

Palabras claves: disolución, formación por presión, integridad al manipular, peletizador, prueba de preferencia, raspadura.

Rodolfo Cojulún, M.Sc.

NOTA DE PRENSA

¿CÓMO DARLE VALOR AGREGADO AL DULCE DE PANELA?

Las presentaciones comunes de panela pueden cambiarse por otras más atractivas y más fáciles de utilizar, dadas las exigencias del consumidor actual. De la aceptación que tenga la panela en el mercado, depende el aumento de su producción en los países productores, lo que significaría una mayor generación de ingresos y desarrollo para el sector panelero.

Para el caso, al utilizar panela como sustituto del azúcar de mesa nos encontramos con algunos obstáculos que, en caso extremo, nos hacen desistir de utilizar este nutritivo edulcorante y exclamar: ¡Esta panela no la parte nadie! Las presentaciones tradicionales de la panela, ya sea redonda o cuadrada, no sólo representa un problema para quienes a diario la consumimos, sino también para los productores, pues su tamaño y difícil manipulación la ponen en desventaja frente a otros edulcorantes como el azúcar.

En Zamorano se llevó a cabo un estudio, el cual propone la elaboración de cubitos de raspadura de panela a partir de la determinación de la equivalencia en poder edulcorante del azúcar a panela. Se evaluó la presión idónea de formación del cubito para una rápida disolución en bebidas y para que el cubito mantenga la integridad (forma cúbica).

Los resultados mostraron que un gramo de azúcar equivale en poder edulcorante a 1.083 gramos de panela. Los cubitos equivalen a media cucharadita de azúcar. La presión máxima de compresión del cubito, provee una mayor integridad, existiendo una diferencia con las otras presiones. El consumidor prefiere los cubitos con una mínima presión de compresión, tanto por su rápida disolución como por su apariencia en el color y forma.

En conclusión, el dulce de panela puede presentarse en cubitos para facilitar su consumo, al momento de endulzar alguna bebida de mesa; lo que convierte a este producto natural en un sustituto ideal del azúcar de mesa.

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimientos a patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Nota de prensa.....	viii
	Contenido.....	ix
	Índice de Cuadros.....	xi
	Índice de Figuras.....	xii
	Índice de Anexos.....	xiii
1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	GENERALIDADES.....	1
1.2	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.3	ANTECEDENTES.....	2
1.4	LÍMITES Y JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4.1	Límites.....	2
1.4.2	Justificación.....	2
1.5	OBJETIVOS.....	3
1.5.1	Objetivo general.....	3
1.5.2	Objetivos específicos.....	3
2.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1	EDULCORANTES.....	4
2.1.1	Tipos de edulcorantes.....	4
2.1.2	Edulcorantes provenientes del azúcar.....	4
2.2	CAPACIDAD DE ENDULZAR O PODER EDULCORANTE.....	5
2.3	PANELA.....	5
2.3.1	Elaboración de la panela.....	6
2.3.1.1	Encalado.....	6
2.4	DIFERENCIAS ENTRE LA PANELA Y EL AZÚCAR REFINADA..	7
2.4.1	El azúcar blanca o refinada.....	7
2.4.2	La panela.....	8
2.5	VENTAJAS DE LA PANELA.....	8
2.6	PELETIZADOR MANUAL.....	9
2.7	ANÁLISIS SENSORIAL.....	9
2.7.1	Pruebas de rango Wilcoxon Mann-Whitney.....	9
2.7.2	Pruebas de preferencia.....	9

2.7.3	Escala hedónica.....	10
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1	UBICACIÓN.....	11
3.2	MATERIALES.....	11
3.2.1	Ingredientes.....	11
3.2.2	Equipo.....	11
3.3	PROCEDIMIENTO.....	12
3.3.1	Ensayos preliminares.....	12
3.3.2	Elaboración de la panela.....	12
3.3.3	Determinación de la equivalencia del poder edulcorante azúcar : panela.....	12
3.3.4	Raspadura de la panela.....	13
3.3.5	Elaboración del cubito.....	13
3.3.5.1	Formación y compresión del cubito.....	13
3.3.5.2	Prueba de disolución del cubito.....	15
3.3.5.3	Prueba de integridad del cubito.....	15
3.4	ANÁLISIS DE ACEPTACIÓN DEL CONSUMIDOR.....	16
3.5	ANÁLISIS DE PREFERENCIA DEL CONSUMIDOR.....	16
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
4.1	ELABORACIÓN DE LA PANELA.....	18
4.2	DETERMINACIÓN DE LA EQUIVALENCIA DEL PODER EDULCORANTE AZÚCAR : PANELA.....	18
4.3	ELABORACIÓN DEL CUBITO.....	19
4.3.1	Compresión del cubito.....	19
4.3.2	Prueba de disolución del cubito.....	20
4.3.3	Prueba de integridad del cubito.....	20
4.4	ANÁLISIS DE ACEPTACIÓN DEL CONSUMIDOR.....	21
4.5	ANÁLISIS DE PREFERENCIA DEL CONSUMIDOR.....	22
4.5.1	Limonada.....	22
4.5.2	Café.....	23
5.	CONCLUSIONES.....	24
6.	RECOMENDACIONES.....	25
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	26
8.	ANEXOS.....	28

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Composición química de la panela y el azúcar refinada de mesa(%)......	7
2.	Comparación de diferentes niveles de panela en agua con la solución acuosa de azúcar al 12%......	18
3.	Cálculo de las diferentes presiones de los tres tratamientos.....	20
4.	Separación de medias por tratamiento en disolución.....	20
5.	Separación de medias por replica en disolución.....	20
6.	Separación de medias por tratamiento en integridad.....	21
7.	Separación de medias por replica en integridad.....	21
8.	Separación de medias entre los tratamientos 2 y 3, variables color y forma.....	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Peletizador manual con sus respectivas partes.....	14
2.	Comportamiento del peletizador en función de la distancia de introducción del pin y la masa del contrapeso.....	19
3.	Preferencia del edulcorante en la limonada fría.....	23
4.	Preferencia del edulcorante en café caliente.....	23

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

o

1.	Encuesta preliminar del consumo de panela.....	29
2.	Encuesta número de cucharaditas.....	30
3.	Encuesta de selección de personal.....	31
4.	Encuesta confirmativa de selección de personal.....	32
5.	Encuesta para la determinación de equivalencia del poder edulcorante azúcar : panela.....	33
6.	Encuesta de aceptación del consumidor.....	34
7.	Análisis estadístico de los resultados de disolución del cubito.....	35
8.	Análisis estadístico de los resultados de integridad de los cubitos.....	37

1. INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

La panela conserva la mayor parte de los valiosos ingredientes naturales de su materia prima, lo que la hace uno de los alimentos más sanos en el mundo a diferencia del azúcar, que durante el proceso de refinamiento pierde esos nutrimentos, y además, se le incorporan componentes químicos como hipoclorito, hidrosulfito, urea y fosfato, entre otros (PSC, 2000).

Según Piñeiro (1992), la panela se consume en una variedad de maneras; puede ser utilizada como sustituto directo para el azúcar refinada en bebidas (té, café, jugos, entre otros) o en adición con agua en bebidas calientes o frías. Además, sustituye rápidamente la energía que se pierde por el metabolismo humano.

Actualmente hay casi treinta países productores de panela, siendo los principales Colombia, Brasil y Ecuador; en este último, la comercialización se realiza en bloques (9 x 5 x 4 cm) y raspadura (pulverizado) de panela.

En Ecuador, la producción de caña y la elaboración de panela obtienen altos rendimientos; un ejemplo típico es la provincia de Pastaza en donde se produce aproximadamente 20,000-22,000 toneladas/año de caña de azúcar, de la cual se utiliza 30% para aguardiente, 40% para panela y 30% para fruta. De la producción total se produce un 10% de desperdicio por falta de vías de comunicación, plagas, falta de créditos oportunos, asistencia técnica deficiente, poca inversión y principalmente la baja promoción y divulgación de las bondades de la caña de azúcar como producto procesado, específicamente como panela granulada y miel de caña (Jiménez, 2000); en resumen por falta de transferencia tecnológica adecuada.

Según CONDESAN (Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Región Andina) (1997), la panela en Ecuador es consumida como edulcorante principalmente por familias rurales, se utiliza en bebidas y la elaboración de confites caseros.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Tradicionalmente, la panela ha sido utilizada como edulcorante casero en comunidades rurales, la que podría ser introducida como producto de mesa. Un edulcorante de mesa debe disolverse rápidamente, en cambio la panela tarda más en disolverse y tiene un dulzor diferente al azúcar refinada. Sin embargo, la panela muestra las ventajas de estar

libre de aditivos químicos y ser rica en los nutrientes aportados por el jugo de caña. Adicionalmente, la panela presenta un difícil manejo para la comercialización y para su uso, debido a que es producida en bloques de 400 a 700 gramos, lo que impide su empleo en la mesa del consumidor.

1.3 ANTECEDENTES

Por siglos la panela ha sido un edulcorante pero su aplicación se ha limitado a la cocina. La panela es rica en sales minerales (28 g/kg) a comparación del azúcar refinada (0.3 g/kg). Entre los minerales principales que contiene la panela están: Ca, K, Mg, Cu, Fe y P y pequeñas cantidades de F y Se. La panela está compuesta por agua, carbohidratos, minerales, proteínas, vitaminas y grasas (Sandoval, 1996).

Según el CIMPA (Centro Internacional de Mejoramiento de la Panela) (1997), se ha establecido que en la región Amazónica del Ecuador, la población en promedio consume 67 g, para una dieta de energía total de 2200 kcal, equivaliendo al 10% proveniente de la panela.

Encuestas preliminares, realizadas en el Puesto de Ventas de Zamorano (Anexo 1), mostraron que el 80% de personas consumen panela, de las cuales un 75% indicó que le gustaría una presentación de cubitos a diferencia de los bloques, ya que facilitaría su manejo y disolución en bebidas; y tuvo ventaja de 86% sobre el azúcar, por sabor y por ser un edulcorante natural, aunque menos del 50% de los encuestados conoce sobre las ventajas naturales de la panela. Los encuestados consumen el azúcar con mayor precio (11 L/kg) en comparación a la panela (5.5 L/kg).

1.4 LÍMITES Y JUSTIFICACIÓN

1.4.1 Límites

El límite del proyecto fue determinar el nivel de compresión más adecuado para mantener la cohesividad de los gránulos de panela en el cubito y su efecto en la facilidad de disolución en bebidas. Luego se realizó una prueba de aceptación por parte del consumidor.

En el presente trabajo no se determinó la vida útil, además que no se lanzó al mercado de forma masiva y no se desarrolló un empaque secundario o terciario.

1.4.2 Justificación

Con este estudio se pretende darle mercado a la gente que produce panela, además de ofrecer al consumidor un producto sin aditivos químicos, como edulcorante de mesa

sustituto del azúcar, y buscar una presentación de fácil manejo que le brinde al consumidor una forma más práctica de utilización.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

Producir cubitos de panela natural aceptables para el consumidor como edulcorante de mesa.

1.5.2 Objetivos específicos

- Determinar la equivalencia en cuanto a poder edulcorante entre azúcar de mesa y panela.
- Determinar la presión necesaria utilizando un peletizador manual para que el cubito mantenga su estabilidad en la manipulación y que no afecte significativamente la facilidad de disolución en bebidas.
- Investigar la aceptación y preferencia de los cubitos de panela en el mercado.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 EDULCORANTES

Según Piñeiro (1992), los edulcorantes son sustancias que proveen el sabor dulce a cualquier producto de uso alimentario.

2.1.1 Tipos de edulcorantes

Existen dos categorías básicas de edulcorantes: los nutritivos y los no nutritivos. Los edulcorantes nutritivos proveen calorías o energía a la dieta a razón de unas cuatro calorías por gramo, de manera similar a los carbohidratos o las proteínas (Centrángolo, 2001).

Según Centrángolo (2001), los edulcorantes nutritivos comprenden los azúcares y sustancias conexas, por ejemplo: los azúcares refinados, el jarabe de maíz de alta fructosa, la fructosa cristalina, la glucosa, la dextrosa, la miel, la lactosa, la maltosa, los azúcares invertidos, el jugo concentrado de frutas y los polioles de baja energía o alcoholes de azúcar, por ejemplo: sorbitol, manitol, xylitol, isomaltol y los hidrolizados de almidón.

Los edulcorantes no nutritivos pueden contribuir al control del peso o de la glucosa en la sangre y a la prevención de las caries dentales (Torún *et al.*, 1996).

2.1.2 Edulcorantes provenientes del azúcar

Según Centrángolo (2001), la sacarosa y la fructosa son los principales edulcorantes provenientes del azúcar, que se encuentran naturalmente en los alimentos. Estos azúcares son sustancias “generalmente reconocidas como seguras” (GRAS, por sus siglas en inglés), calificación otorgada por la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos.

Estos edulcorantes adicionan propiedades funcionales a los alimentos mediante sus efectos en las características sensoriales, por ejemplo el sabor de las melazas; físicas como la cristalización y viscosidad; microbianas como preservación y fermentación; y químicas como caramelización y antioxidación.

La sacarosa es un disacárido compuesto de glucosa y fructosa y provee 4 kcal/g (aproximadamente 18 kcal por cucharadita equivalente a 9 gramos).

Comercialmente, la sacarosa proviene del procesamiento de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera. La refinación extrae los pigmentos amarillentos y marrones del azúcar sin refinar, para obtener la forma de cristales blancos típica del azúcar de mesa (Sandoval, 1996).

La melaza es un sub producto del refinamiento del azúcar que contiene sacarosa en un 30 – 40% (Central El Palmar, 2002).

El monosacárido fructosa provee 4 kcal/g y es un componente de la sacarosa, se encuentra en las frutas y también se la conoce como azúcar de frutas o levulosa (Centrángolo, 2001).

2.2 CAPACIDAD DE ENDULZAR O PODER EDULCORANTE

El azúcar de mesa o sucrosa, es el edulcorante más utilizado para la alimentación. No solamente tiene un poder edulcorante, sino que elimina o matiza el sabor ácido y amargo de muchos alimentos y también tiene cierta acción bacteriostática, ya que anula el crecimiento de determinados microorganismos. Por lo que el uso del azúcar como edulcorante también ha supuesto cierta profilaxis antiinfecciosa, durante los años en los que no era posible utilizar otros métodos (La Verdad, 1998).

La fructosa es el azúcar que tiene mayor capacidad de endulzar, supera a la sacarosa entre un 15-70%. Sin embargo, se absorbe en el intestino de forma mucho más lenta; por lo cual cuando es necesario incrementar los niveles de glucosa en sangre, ante situaciones de hipoglucemia, es mucho más eficaz el empleo de la sacarosa o azúcar de mesa. La fructosa se halla prioritariamente en las frutas, sobre todo en la pera, la naranja o la manzana. Ambas, al igual que otros muchos tipos de azúcares, actúan sobre el pH, y esta acción es una de las que contribuyen a las caries dentales (La Verdad, 1998).

2.3 PANELA

Según La Guarapera (1999), la panela es el jugo de la caña de azúcar que mediante ebulliciones sucesivas pierde agua y se concentra para formar una masa blanda y dúctil que al enfriarse se solidifica en bloques. Es un producto alimenticio con excelentes características, estando a la altura de las exigencias para los productos alimenticios en el nuevo milenio (Pegazus Food, 1997).

Según Sandoval (1996), cuando el jugo de caña alcanza un contenido de sólidos solubles cercanos a los 70° Brix, con temperaturas entre 50 y 55°C, adquiere el nombre de miel; luego, al llegar a temperaturas entre 118 y 125°C, por un tiempo no mayor a 4 h, para una cantidad de jugo de caña de 25 litros y con un porcentaje de sólidos solubles

superiores a 90° Brix se le llama panela, el que se determina por la consistencia, color y densidad de las mieles.

2.3.1 Elaboración de la panela

Según Mateus (1997), el proceso de elaboración de la panela se divide en siete pasos que se detallan a continuación:

ALISTAMIENTO DE CAÑA: esta etapa consiste en el descargue de la caña en el trapiche por los alzadores, y en la preparación de la misma por parte del encarrador o descogollador.

EXTRACCIÓN DEL JUGO: en esta etapa el prendero es el que se encarga de alimentar el trapiche con la caña, en este paso se obtiene el jugo crudo de la caña y el bagazo.

LIMPIEZA: en esta etapa se eliminan las impurezas presentes en el jugo como el lodo, bagacillo, sólidos en suspensión; esta limpieza se hace de forma manual, con ayuda de una manta. Además, se puede utilizar aditivos químicos para eliminar, en la totalidad, todas las sustancias no deseadas presentes en el jugo de caña.

CLARIFICACIÓN: luego se pasa el jugo a la paila clarificadora, en la cual se realiza la adición del agente floculante, ya sea de tipo vegetal (como la manteca) o de tipo químico; las impurezas que tiene el jugo de caña se juntan con la grasa de la manteca y floculan hacia la superficie para luego ser removidas. También, se utiliza la cal para ayudar a fijar el pH a 6 y formar en el jugo un producto aglutinado llamado cachaza; esto es el proceso de encalado.

EVAPORACIÓN: en término medio el jugo alcanza la temperatura de ebullición a 95°C; después de su clarificación, se inicia la evaporación removiendo casi un 89% del agua presente en el jugo clarificado. Los sólidos solubles existentes en el jugo pasan de un Brix inicial cercano de 17 a un Brix final de 65 (102 a 106°C).

CONCENTRACIÓN: en esta etapa los jugos cambian su nombre por el de mieles, en este punto se debe agregar a las mieles un antiadherente y antiespumante como cebo, aceite vegetal o cera de laurel; continuándose el proceso de evaporación hasta retirar el agua que se necesita para llegar al Brix de la panela (> 90° Brix). En la concentración se remueve de 9 a 10 % de la humedad que traía el jugo evaporado.

BATIDO Y MOLDEADO: en esta etapa se le da uniformidad a la miel y se reduce la temperatura con el fin de elaborar y dar forma a la panela.

2.3.1.1 Encalado. Se debe hacer en forma de lechada de cal, es decir una suspensión del 10-15% de hidróxido de calcio de 12-15° Brix. Al agregar cal en frío, según estudios que realiza actualmente CIMPA (Centro Internacional del Mejoramiento de la Panelera), se obtienen jugos más limpios. Pero, presenta el inconveniente de formar

una cachaza menos densa e incrementar el tiempo de separación del jugo en la cachacera, por la poca diferencia de densidades del jugo y la cachaza.

Para producir el hidróxido de calcio, la calidad de la cal es un factor importante a tener en cuenta, en el proceso de producción de panela, pues si la cal no es grado alimenticio, su adición aporta impurezas al producto final. La calidad de la cal se determina por análisis de laboratorio, los más importantes son el porcentaje de CaO aprovechable, la prueba de asentamiento, los insolubles en ácido clorhídrico, la humedad, el porcentaje de azufre y de algunas otras impurezas.

El porcentaje de CaO aprovechable en una cal de primera clase debe estar entre 85 y 90%. Sin embargo, los porcentajes de impurezas y de CaO aprovechable no son suficientes para clasificar una cal de un modo completo. Si se observa un incremento gradual del pH del jugo alcalinizado y el asentamiento de materiales lodosos en el agua de panela, es indicio de que se está usando cal de mala calidad, sobrecalcinada o muerta, cuyas partículas se hidratan muy lentamente.

2.4 DIFERENCIAS ENTRE LA PANELA Y EL AZÚCAR REFINADA

2.4.1 El azúcar blanca o refinada

En el Cuadro 1 se detallan las diferencias químicas existentes entre el azúcar y la panela para 100 gramos de cada uno de los productos.

Cuadro 1. Composición química de la panela y el azúcar refinada de mesa (%).

Nutrientes	Panela	Azúcar Refinada
Energía (kcal)	312	384
Agua	12.3	0.5
Proteína	0.5	0
Grasa	0.1	0
Carbohidratos	86.0	99.3

Fuente: PSC (2000).

El azúcar está constituido por cristales de sacarosa químicamente puros; las trazas de minerales que aún conserva son consideradas como "impurezas". La utilización de azúcar refinada en la alimentación moderna da lugar a las llamadas "enfermedades de la civilización", entre las cuales ocupan un lugar muy importante las caries dentales (Béguin, 1968).

2.4.2 La panela

Definida como el jugo completo de la caña de azúcar al que solamente se le ha evaporado el agua, de modo que todos los elementos vitales de la planta se encuentran en la panela.

2.5 VENTAJAS DE LA PANELA

Las caries primarias son una enfermedad típica que representa un verdadero flagelo de la civilización moderna. Se encuentran muy esporádicamente en los restos humanos de la antigüedad y su desarrollo data de hace unos trescientos años, desde el perfeccionamiento de la industria alimentaria.

En la actualidad, el 98% de las dentaduras humanas de los países desarrollados se encuentran atacadas por este mal. Las caries primarias pueden considerarse como el síntoma de un problema metabólico de origen alimenticio que ataca todo el organismo. Las deficiencias nutricionales que provocan las caries se sitúan preferencialmente al nivel de los hidratos de carbono (La Guarapera, 1999).

Béguin (1968), médico pediatra de La Chaux-des-Fonds, en Suiza, y el mayor promotor del consumo de panela entre la población infantil, realizó interesantes investigaciones en 2,364 niños de 4 a 10 años, durante el período comprendido entre 1968 y 1978. El encontró que entre los niños que únicamente consumieron panela, la incidencia de las caries fue sumamente baja debido a que la presencia de caries se encuentra determinada por el tipo de azúcar consumida. Así: el 82% de los niños, consumidores de azúcar refinada y confites, resultaron con daños en su dentadura por presencia de caries; en comparación del 18% de los niños, consumidores de panela, los cuales no presentaron daños en su dentadura.

Hacia los 6 años, el niño generalmente es víctima de las caries, la mineralización completa de la dentadura termina alrededor de los 12 años. La mayoría de los dientes que presentan defectos en su micro estructura, debido generalmente a trastornos metabólicos, serán atacados por las caries en la edad adulta (La Guarapera, 1999).

Según Béguin (1968), el azúcar blanca refinada produce las caries dentales. La panela las previene cuando se consume desde el nacimiento, como única fuente de azúcar. Además, para que la salud del niño, tanto dental como integral, sea realmente satisfactoria, la prevención debería hacerse desde su gestación.

El alto contenido en sales minerales de este producto natural representa un beneficio para el desarrollo armónico, tanto del cuerpo como de la mente infantil. La panela es bien tolerada por el organismo del recién nacido. Evita la formación de gases y previene la constipación, debido a su acción levemente laxante (La Guarapera, 1999).

2.6 PELETIZADOR MANUAL

Es una máquina simple que consta de un solo punto de apoyo. Una máquina simple es aquel dispositivo mecánico que dirige y regula la acción de una fuerza que es transmitida directamente (ACAVIR, 1999).

2.7 ANÁLISIS SENSORIAL

Según Larmond (1997), la evaluación sensorial se realiza por medio de los sentidos: tacto, vista, olfato y gusto. La compleja sensación de la interacción de nuestros sentidos es usada para medir la calidad de alimentos en programas de control de calidad y desarrollo de nuevos productos. Esta evaluación puede ser realizada por una persona o cientos de personas.

La evaluación sensorial con panelistas puede ser clasificada en cuatro grupos:

Expertos altamente entrenados (1-3 personas), paneles entrenados (10-20 personas), paneles de laboratorio (25-50 personas) y paneles de grupos grandes de consumidores (más de 100 personas) (Poste *et al.*, 1991).

Según Poste *et al.* (1991), los expertos altamente entrenados evalúan la calidad, y los grupos grandes de consumidores son utilizados para determinar la reacción del consumidor hacia un producto.

2.7.1 Pruebas de rango Wilcoxon Mann-Whitney

Según Easton y McColl (1997), la prueba de Wilcoxon Mann-Whitney es una de las pruebas no paramétricas de gran alcance para comparar a dos poblaciones. Se utiliza para probar la hipótesis nula de que dos poblaciones tienen funciones de distribución idénticas, contra la hipótesis alternativa que las dos funciones de distribución se diferencian solamente con respecto a la mediana.

La prueba de Wilcoxon Mann-Whitney no requiere asumir que las diferencias entre las dos muestras estén distribuidas normalmente.

2.7.2 Pruebas de preferencia

La prueba consiste en pedir al consumidor que pruebe dos o más muestras y diga cuál de las muestras prefiere. Los resultados son expresados estadísticamente (Poste *et al.*, 1991).

2.7.3 Escala hedónica

La escala hedónica es el instrumento comúnmente utilizado para medir el grado de preferencia de una muestra. El término hedónica significa “tiene que hacerse con placer”. La escala incluye una serie de puntos con los cuales los panelistas expresan su nivel de agrado o desagrado de una muestra (Poste *et al.*, 1991).

Según Resurrección (1998), la escala más utilizada es la de nueve puntos, calificando con nueve a la muestra que agrada extremadamente, uno a la muestra que desagrada extremadamente y un punto medio en la posición cinco, donde se califica a la muestra como “ni me gusta ni me desagrada”.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN

La elaboración de la panela se realizó en la Planta Hortofrutícola; la compresión del cubito y las pruebas de disolución y retención de integridad se realizaron en el Centro de Evaluación de Alimentos, ambas dependencia de Zamorano. Las pruebas de aceptación y preferencia se realizaron en el supermercado Maxi del Centro Comercial Miraflores de la ciudad de Tegucigalpa.

3.2 MATERIALES

3.2.1 Ingredientes

- Jugo de caña recién exprimido obtenido de la aldea La Calera, km 8 vía a Tegucigalpa.
- Hidróxido de calcio de uso alimentario.

3.2.2 Equipo

Para la elaboración de la panela:

- Marmita de acero inoxidable marca Lee de 45 kg de capacidad.
- Refractómetro de mano marca Atago N-3e, de 0 – 50° Brix.
- Refractómetro de mano marca Atago N-3e, de 58 – 90° Brix.
- Tambos plásticos de 30 L de capacidad.
- Bote plástico de 30 L de capacidad.
- Pala agitadora de madera de 1.3 m de largo por 18 cm de ancho.
- Moldes de madera de 9 cm de largo x 5 cm de ancho x 4 cm de alto.

Para la elaboración del cubito:

- Procesador de alimentos marca Cuisinart (pro custom) de 1.5 L de capacidad.
- Peletizador manual Pellet Press (Instrument Company Moline) con acople cúbico de 14 mm de largo x 14 mm de ancho x 23 cm de alto.
- Balanza electrónica.
- Tazones plásticos de uso alimentario con capacidad para 13.5 L.

- Frascos de 250 ml, beaker de 100 ml de vidrio, platos de poliestireno de 500 ml.
- Rallador metálico de 8 mm de diámetro y tamiz de uso alimentario de 28 Mesh.

Para las pruebas de disolución e integridad:

- Hornilla con agitador magnético marca Cetyler.
- Agitador horizontal marca Eberbach Corporation modelo 6000.
- Papel filtro de 185 mm de diámetro Whatman 4.

3.3 PROCEDIMIENTO

3.3.1 Ensayos preliminares

Se realizó pruebas preliminares previo a la elaboración de panela, así se evaluó el momento indicado para añadir el hidróxido de calcio. A un grado Brix menor a 52, la panela presenta poca aglomeración de cristales; a partir de 52° Brix en adelante, la consistencia de la panela mejora, evitando el desdoblamiento de glucosa y fructosa.

3.3.2 Elaboración de la panela

Básicamente el jugo de caña de azúcar se procesó en la marmita para así evaporar y concentrar la miel de panela; se utilizó 0.05% de cal en base a la cantidad de concentrado a 52° Brix, definido por pruebas realizadas anteriormente. La cal se utiliza para fijar el pH a 6 y para aglomerar los cristales de azúcar en el producto final. A pH alcalino se evita el desdoblamiento de glucosa y fructosa y esto permite obtener los cristales de sacarosa. La presencia de hidróxido de calcio ayuda a clarificar el jugo de caña.

Durante la concentración se obtiene el punto de panela a temperaturas entre 110 y 115°C; con un porcentaje de sólidos solubles superior a 95° Brix, tardó unas 3.5 horas para una cantidad de 15 kg. Su punto se determinó por la consistencia, color y densidad de las mieles.

Luego se retiró la miel y se colocó en los moldes de madera, dejándolos reposar por tres horas para así obtener la panela en bancos.

3.3.3 Determinación de la equivalencia del poder edulcorante azúcar : panela

Se realizaron 100 encuestas en la ciudad de Tegucigalpa, para conocer cuántas cucharadas de azúcar usa el consumidor para endulzar sus bebidas de mesa, tales como el té, café, agua aromáticas y otras (Anexo 2).

De esta referencia se partió para realizar la determinación de la equivalencia del poder edulcorante de la cucharadita de azúcar : panela; en donde previo a la determinación se realizó una selección de personal.

Partiendo de un grupo de 20 personas, a las que se les dio a probar seis diferentes soluciones de azúcar en agua: 10%, 11%, 12%, 13%, 14% y 15% (Anexo 3) y para tener un panel selecto, luego de esta prueba se les planteó otra dando a probar los seis mismos niveles de agua pero con panela (Anexo 4). Con esta prueba se obtuvo personal sensible al dulzor, capaz de detectar la similitud en dulzor entre azúcar y panela.

Una vez obtenido el panel selecto sensible al dulzor, se les dio a probar siete soluciones acuosas con panela: 9%, 10%, 11%, 12%, 13%, 14% y 15% para comparar con un testigo: solución azucarada al 12%. Los integrantes del panel selecto tuvieron que indicar si cada solución de panela tenía menor (puntaje 1), igual (puntaje 2) o mayor (puntaje 3) dulzor que la solución testigo (Anexo 5). Esta prueba se realizó 3 veces durante 3 días consecutivos, a los resultados obtenidos se aplicó una prueba de rango Wilcoxon para comparar la similitud entre soluciones de panela con el testigo.

3.3.4 Raspadura de la panela

Los bloques de panela sacados de los moldes de madera fueron friccionados en contra de un rayador metálico, de tal forma que se obtuvo la raspadura de la misma. Se estandarizó el tamaño de los gránulos pasando la raspadura por el procesador de alimentos y luego por un tamiz de 28 Mesh.

3.3.5 Elaboración del cubito

3.3.5.1 Formación y compresión del cubito. La cantidad de raspadura de panela equivalente a media cucharadita de azúcar (4.5 g) fue introducida en el peletizador, con el cual se comprimió la raspadura de panela.

En la Figura 1 observamos la forma y estructura que tiene el peletizador manual y las partes que lo conforman.

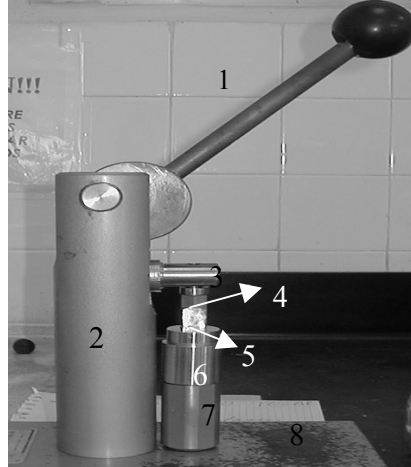


Figura 1. Peletizador manual con sus respectivas partes. 1. Palanca, 2. Brazo, 3. Soporte del pin, 4. Pin de compresión, 5. Acople cúbico, 6. Molde, 7. Soporte regulable, 8. Base.

Para determinar el grado de presión que se le dio a los cubitos, se usaron las pesas de una balanza mecánica; mediante la interacción entre masa del contrapeso y distancia de introducción del pin, se calculó la presión mediante la fórmula [1]:

$$P = F \times A \quad [1]$$

Donde P= presión

F= fuerza

A= área de aplicación de la fuerza

Conociendo que la fuerza tiene la siguiente fórmula [2]:

$$F = m \times g \quad [2]$$

Donde m= masa del contrapeso

g= velocidad de la gravedad (9.8 m/seg²)

Se puede reemplazar la fórmula [2] en la fórmula [1] para calcular la presión ejercida sobre los cubitos (fórmula [3]).

$$P = (m \times g) \times A \quad [3]$$

Se probaron tres tratamiento o presiones distintas de compresión: presión mínima de compresión, presión máxima de compresión y presión media; entre la máxima y la mínima de compresión; estas presiones fueron definidas mediante pruebas donde el cubito, manteniendo su integridad y forma (presión mínima), todavía es capaz de disolverse en bebidas (presión máxima). Cada una de las compresiones fue evaluada con una cantidad de raspadura equivalente a media cucharadita rasa (4.5 g) de azúcar blanca de mesa (Equivalencia promedio, 2002), que fue determinada mediante el ensayo de equivalencia del dulzor del azúcar a panela.

Se fabricaron 216 cubitos, 72 por cada uno de los tres tratamientos (presiones). Los 72 cubitos de cada tratamiento se dividieron en dos grupos, 36 cubitos para las pruebas de disolución y 36 para las de integridad.

3.3.5.2 Prueba de disolución del cubito. Consistiendo cada unidad experimental de 4 cubitos de peso total, se introdujeron en un beaker (500 ml) con 250 ml de agua a temperatura ambiente (24°C). Se utilizó la hornilla con agitador magnético, para agitar la bebida (agua y los 4 cubitos) a 150 rpm por dos min, tiempo en el que se disuelve 18 gramos de azúcar (2 cucharaditas). Luego se procedió a pasar la bebida por un papel filtro Whatman 4, previamente seco y tarado (60°C por 30 min); después de 12 horas de escurrimiento sobre un frasco de 500 ml, se procedió a secar el papel filtro con el residuo (60°C por 30 min) y se obtuvo el peso del residuo insoluble, o sea las partes sólidas no disueltas del cubito de panela.

Se utilizó la fórmula [4] para conocer el porcentaje que no se disuelve.

$$\% \text{ insoluble} = \text{peso del residuo} / \text{peso total} * 100 \quad [4]$$

Y para encontrar el porcentaje soluble se utilizó la fórmula [5].

$$\% \text{ solubilidad} = 100 - \% \text{ insoluble} \quad [5]$$

Se realizaron tres réplicas, cada replica constó de tres repeticiones y por último se realizó una separación de medias para determinar diferencia entre los tratamientos.

3.3.5.3 Prueba de integridad del cubito. La definimos como la resistencia del cubito a desmoronarse y perder peso. Cada unidad experimental consistió de 4 cubitos del mismo tratamiento. Se colocaron 4 cubitos (conociendo el peso total) en un tazón de poliestireno, y se agitaron en el agitador horizontal por 15 minutos, bajo velocidad constante de 9.6 m/min. Luego se obtuvo el peso grupal de los cubitos

residuales o fragmento más grandes que quedaron; se aplicó la fórmula [6] para conocer el porcentaje de partículas que no se desmoronó.

$$\% \text{ Integridad} = \text{peso de fragmentos mayores} / \text{peso total} * 100 \quad [6]$$

Se realizaron tres replicas por triplicado y por último se realizó una separación de medias para determinar diferencia entre los tratamientos.

3.4 ANÁLISIS DE ACEPTACIÓN DEL CONSUMIDOR

Partiendo de un grupo focal conformado por 10 personas de la Carrera de Agroindustria, en la planta de procesamiento de frutas y vegetales, se evaluaron el color y forma del cubito (después de la agitación); de esta manera se estableció cuál o cuáles tratamientos evaluar con el consumidor potencial.

Se realizaron 70 encuestas piloto en el puesto de ventas Zamorano para determinar el número de encuestas a realizar; se aplicó la siguiente ecuación [7]:

$$n = \frac{CV^2 \times t^2}{E^2} \quad [7]$$

Donde n = número de encuestas.

CV = Coeficiente de variación

t = 1.81 que es la constante de Student

E = El error que se utilizó fue de 15%

Las pruebas de aceptación, en cuanto a color y forma (Anexo 6), se realizaron en la ciudad de Tegucigalpa en el Supermercado Maxi de Plaza Miraflores, utilizando la escala hedónica de 9 puntos (9: extremadamente agradable a 1: extremadamente desagradable). Por último se realizó un análisis estadístico de los resultados obtenidos.

3.5 ANÁLISIS DE PREFERENCIA DEL CONSUMIDOR

Esta prueba es muy importante, ya que se realiza con el consumidor potencial del producto y es un parámetro para determinar la aceptación del producto en el mercado. Se realizó esta prueba de preferencia entre el azúcar y la panela, utilizando para ello bebidas típicas de mesa como lo son el café (caliente) y la limonada (fría).

Previamente, mediante 3 grupos focales se determinó la formulación idónea tanto para la limonada (1°C) como para el café (65°C) y teniendo la cantidad de azúcar se encontró la cantidad de panela para cada una de las bebidas.

Partiendo de una formula tradicional (30 ml de jugo de limón con 250 ml de agua), se le presentó al grupo focal las tres opciones de azúcar: 15, 30 y 45 gramos.

De idéntica manera se hizo con el café; partiendo de una formulación tradicional (3 gramos de café percolado con 230 mL de agua en una cafetera por 20 minutos) se presentó el café al grupo focal a una temperatura de 65°C, con tres diferentes contenidos de azúcar: 9, 13.5 y 18 gramos para escoger la formulación idónea a evaluar con el consumidor.

Teniendo las formulaciones idóneas se les dio a probar a los consumidores cada una de las bebidas con los dos tipos de edulcorantes (azúcar y panela), para señalar sus preferencias entre la limonada con azúcar o con panela, lo mismo tuvieron que decidir con el café.

Por último se realizó una comparación porcentual entre las preferencias para azúcar y panela, para cada una de las bebidas.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ELABORACIÓN DE LA PANELA

De los 15 kg de jugo de caña utilizados para la elaboración de panela, se obtuvo 3.1kg de panela, 0.8 kg de impurezas y el resto fue agua que se evaporó en el transcurso de las 3.5 horas. Por lo tanto el rendimiento de panela resultó de aproximadamente 20%.

El pH del jugo de caña fue de 5.3 pero con la adición de la cal se alcalinizó a 6.1; el pH de la panela debe ser de 6 una vez añadido el hidróxido de calcio (Mateus, 1997). Esto indica que el pH obtenido en la elaboración de panela asemeja al reportado por la literatura. A pH alcalino se evita el desdoblamiento del azúcar en glucosa y fructosa; y esto permite obtener los cristales de sacarosa. La presencia de hidróxido ayudó a clarificar el jugo de caña.

4.2 DETERMINACIÓN DE LA EQUIVALENCIA DEL PODER EDULCORANTE AZÚCAR : PANELA

Se observó que un 82% de personas encuestadas prefieren endulzar con dos cucharaditas equivalentes a 18 g de azúcar de mesa (lo que equivale a decir un 12% para una bebida de 250 ml).

En el Cuadro 2 se detalla la comparación de los puntajes obtenidos respecto al dulzor de diferentes niveles de panela en agua con respecto al testigo (agua con 12% de azúcar).

Cuadro 2. Comparación de diferentes niveles de panela en agua con la solución acuosa de azúcar al 12%.

TESTIGO (12%)	% panela en agua						
	15	14	13	12	11	10	9
Z	3.000	2.828	.000	-2.828	-3.000	-3.000	-3.000
Asymp. Sig. (2-tailed)	.003	.005	1.000	.005	.003	.003	.003

La solución con 13% de panela no tuvo diferencia significativa con el testigo, que contiene agua con 12% de azúcar ($P < 0.001$).

Una media cucharadita (4.5 g) de azúcar blanca de mesa (Equivalencia promedio, 2002) equivale a 4.88 g de panela. Este 4.88 g es la cantidad de panela utilizada para comprimir los cubitos, lo que nos equivale a decir que si se utiliza 2 cucharaditas (18 g) de azúcar para endulzar las bebidas es igual a emplear o utilizar 4 cubitos (19.5g) de panela.

4.3 ELABORACIÓN DEL CUBITO

4.3.1 Compresión del cubito

La introducción del pin del peletizador es directamente proporcional a la masa aplicada a la palanca (Figura 2). Se observó que a medida que se aplica mayor masa de contrapeso el cubito se compacta más y su disolución se hace más lenta, aunque su integridad al manejo es mayor.

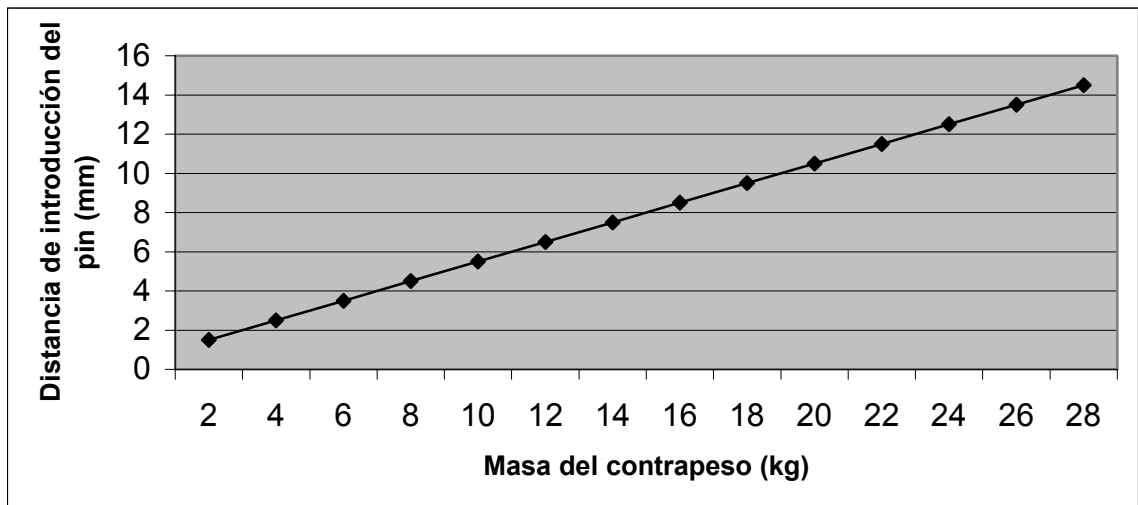


Figura 2. Comportamiento del peletizador en función de la distancia de introducción del pin y la masa del contrapeso.

Los cubitos generados en este ensayo se sometieron a las pruebas de disolución y de integridad física, encontrándose que con una masa de 22 kg se obtenía un cubito muy resistente, pero que todavía puede disolverse. Asimismo, se observó que con una masa de 16 kg se obtuvo un cubito no tan compacto, pero que se disolvía bien. Por ello se tomaron como rango mayor los 22 kg de masa y como rango menor 16 kg de masa, para los tratamientos de presión máxima y mínima, respectivamente; el punto medio (19 kg) fue fijado como presión media para la elaboración de los cubitos.

Las 3 presiones fueron determinadas a partir de 3 distancias de introducción del pin, mediante las fórmulas ya mencionadas. En el Cuadro 3 se detalla los diferentes cálculos de los 3 tratamientos (presiones).

Cuadro 3. Cálculo de las diferentes presiones de los tres tratamientos.

No	Tratamiento (presión)	Distancia de Introducción (mm)	Masa (kg)	Valor de la gravedad (m/s ²)	Fuerza (N)	Área de Aplicación (mm ²)	Presión (kN/m ²)
1	Máxima	11.5	22	9.8	215.6	196	1,100
2	Media	10.0	19	9.8	186.2	196	950
3	Mínima	8.5	16	9.8	156.8	196	800

m= metro, kg= kilogramo, s²= segundo cuadrado, kN= kilo Newton, m²= metro cuadrado

4.3.2 Prueba de disolución del cubito

Se encontró que la media de tratamientos fue de 87.04%, indicando una alta solubilidad. El tratamiento 3 (presión mínima) fue el que obtuvo la disolución más alta de los tratamientos ($P < 0.001$) (Cuadro 4).

Se encontró una R^2 de 0.96, lo cual es alto, y un coeficiente de variación muy bajo (0.82%) que señala buena consistencia en los resultados del ensayo (Anexo 7).

Cuadro 4. Separación de medias por tratamiento en disolución (%).

	T3	T2	T1
Medias (%)	91.54a	86.43b	83.17c

a, b y c= Tratamientos con diferentes letras son estadísticamente diferentes ($P < 0.001$).

Tampoco se encontraron diferencias entre repeticiones para los tratamientos (Cuadro 5), indicando que los resultados fueron muy consistentes para este ensayo.

Cuadro 5. Separación de medias por réplica en disolución (%).

	R2	R3	R1
Medias (%)	87.19a	85.05a	86.90a

a = Tratamientos que no son estadísticamente diferentes ($P > 0.001$).

Lo que no se disuelve básicamente es materia orgánica no soluble, como lo es la celulosa y la hemicelulosa proveniente del jugo de caña (Sandoval, 1996).

4.3.3 Prueba de integridad del cubito

Se observó que el tratamiento 1 (presión máxima) posee una mayor integridad que los demás tratamientos, con una media de 98.44%. Los tratamientos 2 (presión media) y 3 (presión mínima) arrojaron medias de 97.99 y 97.46%, respectivamente. Existe una diferencia significativa entre las medias de los tres tratamientos (Cuadro 6).

Asimismo, se encontró un R^2 de 0.61, el cual es aceptable, y un coeficiente de variación muy bajo (0.37%) que indica buena consistencia en los resultados de la prueba (Anexo 8).

Cuadro 6. Separación de medias por tratamiento en integridad (%).

	T1	T2	T3
Medias (%)	98.44a	97.99b	97.46c

a, b y c= Tratamientos con diferentes letras son estadísticamente diferentes ($P < 0.001$).

En cuanto a la variable integridad, también las repeticiones no indican diferencias estadísticas (Cuadro 7).

Cuadro 7. Separación de medias por replica en integridad (%).

	R2	R3	R1
Medias (%)	98.08a	97.92a	97.89a

a = Tratamientos que no son estadísticamente diferentes ($P > 0.001$).

Lo que se observó que se desmorona es los ápices de las esquinas de los cubos, la desmoronación o pérdida de integridad es mínima en los tres tratamientos; los cubitos pierden entre 2 y 3% de su peso inicial, que se traducen en una redondez de las esquinas y no en fragmentación del cubito.

4.4 ANÁLISIS DE ACEPTACIÓN DEL CONSUMIDOR

El grupo focal mostró un 60% aceptación (color y forma del cubito) por el color del tratamiento 3 (presión mínima) y el 40% acepta el tratamiento 2 (presión media). Por ello se descartó el tratamiento 1 (presión máxima) para la prueba de aceptación en el supermercado.

Se realizaron 246 encuestas, las cuales indicaron que el color del tratamiento 3 (presión mínima) obtuvo una media de 7, lo que equivale a “moderadamente agradable”, según la escala hedónica que se estableció a los encuestados. El color del tratamiento 2 (presión media) obtuvo una media de 5.7 equivalente a 6, lo que le sitúa en la escala de “un poco agradable”.

Existe más variación de datos o mayor rango en los datos del tratamiento 2, el dato mínimo fue de 2 y el máximo de 9, lo que indica un rango de 7, en comparación al tratamiento 3 donde sólo el rango de variación es de 4.

Con respecto a la opinión de la forma del cubito, los resultados nos indican que para el tratamiento 3 (presión mínima) la media es de 7.6 equivalente a 8, lo que le sitúa en el grado de “muy agradable” según la escala hedónica propuesta; el tratamiento 2 (presión media) obtuvo una media de 6.67 equivalente a 7, situándose en el grado de “moderadamente agradable”.

Igualmente como sucedió con el color, en la integridad el tratamiento 2 (presión media) posee un mayor rango de valores que varían desde el mínimo 3 hasta el máximo 9, con un rango de 6; en comparación con el tratamiento 3 (presión mínima) donde existe un rango de 4 (Cuadro 8).

Cuadro 8. Separación de medias entre los tratamientos 2 y 3 para las variables color y forma.

Variable / presión	Media		D.E. ¹		
Rango	Min	Max			
Color / mínima	7.1543	1.2188	4.00	5.00	9.00
Color / media	5.7099	1.8064	7.00	2.00	9.00
Forma / mínima	7.6296	.9709	4.00	5.00	9.00
Forma / media	6.6790	1.5827	6.00	3.00	9.00

¹ Desviación estándar.

4.5 ANÁLISIS DE PREFERENCIA DEL CONSUMIDOR

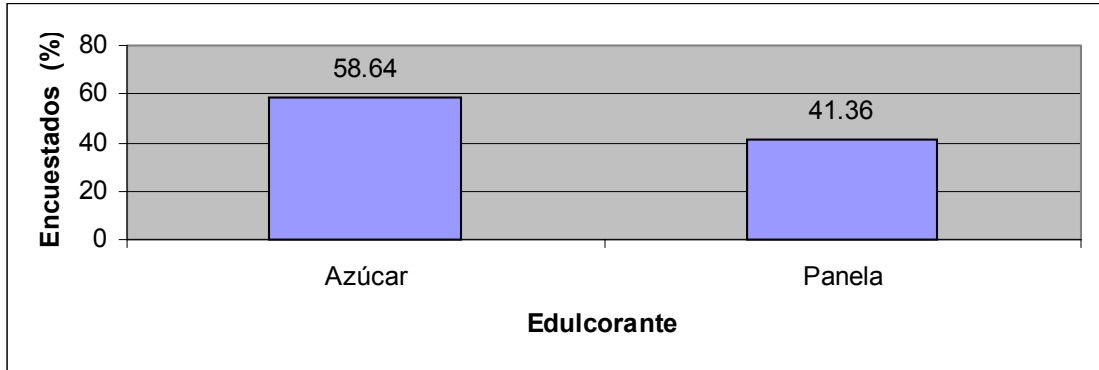
4.5.1 Limonada

El 90% del grupo focal prefirió la cantidad de 30 gramos de azúcar, el restante 10% prefirió 15 gramos de azúcar, para endulzar esta bebida.

Con estos datos obtuvimos una limonada con 1000 ml de agua, 120 ml de jugo de limón y 120 gramos de azúcar; ésta fue la formulación de limonada con la que se salió a las degustaciones en Tegucigalpa.

La limonada endulzada con panela se hizo con las mismas cantidades de agua y jugo de limón y sólo variaba la cantidad de panela, que fue de 130 gramos, esto debido a la equivalencia en poder edulcorante que se realizó previamente al iniciar este estudio.

Los resultados obtenidos en las 246 encuestas realizadas, nos indican que el 58,64% de los encuestados prefiere la limonada endulzada con azúcar, el restante 41,36% prefiere endulzar la limonada con panela (Figura 3). Esto nos indica que la panela sí tiene mercado y aceptación del producto en bebidas frías como la limonada.



Fi

Figura 3. Preferencia del edulcorante en la limonada fría.

4.5.2 Café

El 80% del grupo focal prefirió el café endulzado con 13.5 gramos de azúcar. Con esta cantidad de azúcar se salió al mercado para realizar la prueba de preferencia, donde se comparó con la panela. La formulación de café fue la siguiente: 1380ml de agua, 18 gramos de café y al percolado se le añadió 81 gramos de azúcar.

Las mismas cantidades de agua y café se utilizó para el endulzado con panela, lo que varió fue la cantidad de panela que fue de 87.72 gramos.

Con respecto a la preferencia de la panela o el azúcar con una bebida caliente, como lo es el café, el 64.81% (Figura 4) de los encuestados prefieren endulzar con azúcar y apenas el restante 35.19% endulzaría con panela.

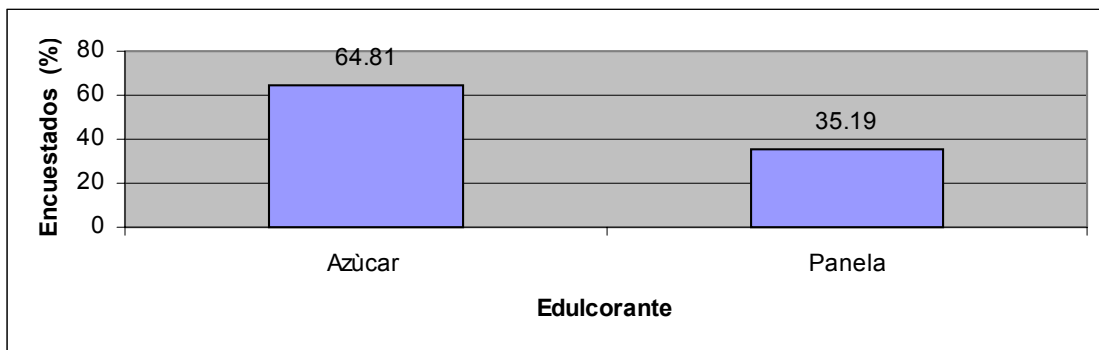


Figura 4. Preferencia del edulcorante en café caliente.

Si el consumidor potencial conociera del beneficio natural que tiene la panela, el consumo de panela sería posiblemente superior al que se obtuvo en este estudio.

5. CONCLUSIONES

- El poder edulcorante de 1.083 g de panela equivale al de un gramo de azúcar.
- La presión mínima de compresión del cubito de panela da la disolución más alta (91.54) y la mayor integridad de los cubitos de panela (98.44%) se obtiene con la presión máxima de compresión.
- El cubito elaborado con presión mínima obtuvo una aceptación de “moderadamente agradable” y “muy agradable” con respecto al color y la forma.”.
- La preferencia del consumidor por el azúcar en la limonada fría es del 58.64% en comparación al 41.36% de la panela.
- En café percolado existe mayor preferencia por el azúcar (64.81%) en comparación con la panela (35.19%).

6. RECOMENDACIONES

- Realizar análisis microbiológicos y químicos del cubito para determinar su inocuidad y su composición química.
- Elaborar un estudio completo de mercado, para analizar el consumidor meta de los cubitos de panela.
- Diseñar el empaque desde el punto de vista del mercado y preservación en cuanto a humedad y microorganismos del producto.
- Ejecutar un análisis de costos de producción de los cubitos.

7. BIBLIOGRAFÍA

ACAVIR. 1999. Maquinas simples. Acavir homepage (en línea). Consultado 13 de sep. 2002. Disponible en http://212.73.32.210/hosting/000b6/acavir/trabajos/maq_sim.htm

Béguin, M. 1968. Razones para el consumo de panela. La guarapera (Panela biológica pulverizada) homepage (en línea). Consultado el 28 de jul. 2002. Disponible en <http://www.laguarapera.com.co/Consumo.html>

Central el Palmar. 2002. Melaza. El Palmar homepage (en línea). Consultado el 22 de oct. 2002. Disponible en http://www.elpalmar.com.ve/pages/productos_melaza.htm

Cetrángolo, J.M. 2001. Espacios de salud. Econosur homepage (en línea). Consultado el 2 de sep. 2002. Disponible en <http://www.econosur.com/notas/edulcor.htm>

CIMPA (Centro Internacional de Mejoramiento de la Panela). 1997. Homepage (en línea). Consultado el 14 de jun. 2002. Disponible en <http://www.quassab.com/Es/LaPanela/Default.asp>

CONDESAN (Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Región Andina). 1997. Homepage (en línea). Consultado el 14 de jun. 2002. Disponible en http://www.condesan.org/infoandina/Foros/agroindustria_rural/air2.htm

Easton, V.; McColl, J. 1997. Statistics Glossary. (en línea). Consultado el 2 de sep. 2002. Disponible en <http://www.stats.gla.ac.uk/steps/glossary/nonparametric.html>

Equivalencia promedio. 2002. Mujer a mujer homepage (en línea). Consultado el 14 de oct. 2002. Disponible en <http://mujer.tercera.cl/2001/05/26/medidas.htm>

Jiménez, A. 2000. Caracterización nutricional de la panela. Corpoica Homepage (en línea). Consultado el 19 jul. 2001. Disponible en http://inftec.corpoica.org.co/panelanet/documentos/nutricion.htm#_ftn1

La guarapera (Panela biológica pulverizada). 1999. Qué es la panela?. La guarapera homepage (en línea). Consultado 19 jul. 2002. Disponible en <http://www.laguarapera.com.co/Panela.html>

Larmond, E. 1997. Laboratory methods for sensory evaluation of food. Canadian Government Publishing Center. Ottawa, Canada. 73p.

La verdad. 1998. El azúcar de mesa. La verdad homepage (en línea). Consultado el 2 de sep. 2002. Disponible en <http://www.laverdad.es/gastronomia/rincon190302a.html>

Mateus, J. 1997. Proceso productivo de la caña de azúcar. Multired homepage (en línea). Consultado 20 de jul. 2002. Disponible en <http://www.multired.com/negocios/jamatles/>

Pegazus Foods. 1997. La Panela: Un producto vital. Pegazus Foods homepage (en línea). Consultado 20 de jul. 2002. Disponible en <http://www.quassab.com/Es/LaPanela/Default.asp>

Piñeiro, M. 1992. Articulación social y cambio técnico: la producción de azúcar en Colombia. 3ra. Edición. San José, Costa Rica. 68p.

Poste, L.; Mackie, D.; Butler, G.; Larmond, E. 1991. Laboratory methods for sensory analysis of food. Canada communication group-publishing center. Ottawa, Canada. 90p.

PSC (Panela Sugar Corporation). 2000. Sugar Web homepage (en línea). Consultado el 15 de jul. 2001. Disponible en <http://www.sugarweb.co.uk/panela/psc/nutrition.html>

Resurrección, A. 1998. Consumer sensory testing for product development. Aspen publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland. 254p.

Sandoval, G. 1996. Manejo de Jugos, limpieza, clarificación. II Encuentro Internacional sobre la Agroindustrial panelera. Puyo-Ecuador.

Torún, B.; Menchú, M.; Elías, L. 1996. Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP. 5 ed. Ciudad Guatemala, Organización Panamericana de la Salud, Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. 137 p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Encuesta preliminar del consumo de la panela

ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Encuesta de la Panela

Nombre: _____

Edad: _____ años.

Sexo: M _____ F _____

1.- ¿Conoce el azúcar sin refinar (Panela)?

SI _____ NO _____

2.- ¿Ha consumido Usted la panela?

SI _____ NO _____

Si la respuesta es NO

Por qué no la consume:

Difícil manejo _____ por su color _____ por su sabor _____
otros _____

3.- ¿Por qué la consume?

Porque le gusta _____ Por sus cualidades naturales _____ Por el precio _____ Otros _____

4.- ¿En qué presentación consume la panela?

Bloque _____ Raspadura _____ Dulces _____ Otros _____

5.- ¿Qué usos domésticos le a dado a la panela?

Endulzar bebidas _____ Miel _____ Confite _____ Otros _____

6.- ¿En dónde compra o adquiere la panela?

Mercado _____ Supermercado _____ Pulpería _____ Tiendas especializadas _____

7.- ¿Con qué frecuencia consume panela?

Diario _____ Semanal _____ Cada 2 semanas _____ Mensual _____

Mayor a un mes _____

8.- Conoce la ventaja natural de la panela?

SI _____ NO _____

9.- Cómo le gustaría una presentación de la panela para ser utilizada en reemplazo al azúcar de mesa?

Cubitos _____ Polvo _____ Raspadura _____

10.- Cuál es su lugar de residencia?

Tegucigalpa _____ Zamorano _____ Lugares aledaños a Zamorano _____

Otros _____

Anexo 2. Encuesta número de cucharaditas.

ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

ENCUESTA DE LA PANELA
(NÚMERO DE CUCHARADITAS)

Fecha: _____

¿Cuántas cucharaditas de azúcar añade a su café, te o agua aromática?(Productos de mesa). (9gramos/cucharadita y 130mL)

Menor a una _____ Una _____ Dos _____ Tres _____ Mayor a tres _____

Anexo 3. Encuesta de selección de personal.

ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

EVALUACIÓN SENSORIAL
(SELECCIÓN DE PERSONAL)

Producto: Agua con azúcar a diferentes concentraciones.

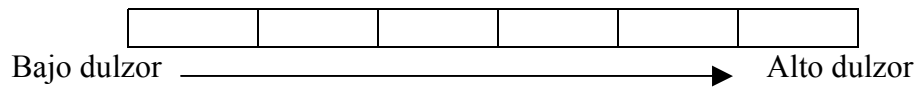
NOMBRE: _____

FECHA: _____

INSTRUCCIONES:

Por favor evalúen el dulzor de cada una de las muestras y coloquen cada muestra en un solo casillero comprendido desde bajo dulzor hasta mayor dulzor.

Muestras: 398 134 316 121 415 765



Comentarios: _____

Anexo 4. Encuesta confirmativa de selección de personal.

ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA
CARRERA DE AGROINDUSTRIAEVALUACIÓN SENSORIAL
(SELECCIÓN DE PERSONAL)

Producto: Agua con panela a diferentes concentraciones.

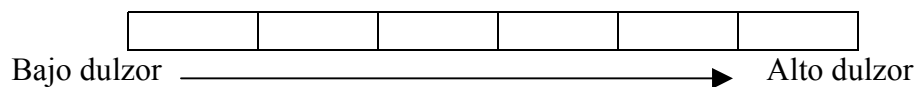
NOMBRE: _____

FECHA: _____

INSTRUCCIONES:

Por favor evalúen el dulzor de cada una de las muestras y coloquen cada muestra en un solo casillero comprendido desde bajo dulzor hasta mayor dulzor.

Muestras: 431 148 132 763 341 536

Comentarios: _____

Anexo 5. Encuesta para la determinación de equivalencia del poder edulcorante azúcar : panela

ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

EVALUACIÓN SENSORIAL
DETERMINACIÓN DE EQUIVALENCIA AZÚCAR: PANELO

Productos : Agua con azúcar al 12%, diferentes concentraciones de agua con panela.

Nombre: _____ Fecha: 6 de agosto de 2002

INSTRUCCIONES:

Por favor comparen cada una de las muestras con la muestra control.

Muestra 832 comparada con el control

Menor dulzor _____ Igual dulzor _____ Mayor dulzor _____

Muestra 435 comparada con el control

Menor dulzor _____ Igual dulzor _____ Mayor dulzor _____

Muestra 483 comparada con el control

Menor dulzor _____ Igual dulzor _____ Mayor dulzor _____

Muestra 651 comparada con el control

Menor dulzor _____ Igual dulzor _____ Mayor dulzor _____

Muestra 312 comparada con el control

Menor dulzor _____ Igual dulzor _____ Mayor dulzor _____

Muestra 769 comparada con el control

Menor dulzor _____ Igual dulzor _____ Mayor dulzor _____

Muestra 515 comparada con el control

Menor dulzor _____ Igual dulzor _____ Mayor dulzor _____

Anexo 7. Análisis estadístico de los resultados de disolución del cubito.

The SAS System 10:33 Monday, September 30, 2002 17

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
PRESION	3	P1 P2 P3
REP	3	R1 R2 R3
SOLU	25	81.15 82.62 82.7 82.76 83.7 83.83 83.9 84.18 86.14 86.17 86.2 86.26 86.27 86.31 86.4 86.53 87.57 90.95 91.28 91.44 91.47 91.52 91.65 91.9 92.67

Number of observations 27

The SAS System 10:33 Monday, September 30, 2002 18

The GLM Procedure

Dependent Variable: SOLU

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	320.4372593	80.1093148	164.19	<.0001
Error	22	10.7340148	0.4879098		
Corrected Total	26	331.1712741			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	SOLU Mean
0.967588	0.802463	0.698505	87.04519

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PRESION	2	320.0674296	160.0337148	328.00	<.0001

REP	2	0.3698296	0.1849148	0.38	0.6889
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PRESION	2	320.0674296	160.0337148	328.00	<.0001
REP	2	0.3698296	0.1849148	0.38	0.6889

Student-Newman-Keuls Test for INTE

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	22
Error Mean Square	0.48791

Number of Means	2	3
Critical Range	0.6828827	0.8271687

SNK Grouping	Mean	N	PRESION
A	91.5367	9	P3
B	86.4278	9	P2
C	83.1711	9	P1

Anexo 8. Análisis estadístico de los resultados de integridad de los cubitos

The SAS System 10:33 Monday, September 30, 2002 25

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
PRESION	3	P1 P2 P3
REP	3	R1 R2 R3
INTE	25	97.13 97.16 97.29 97.43 97.44 97.51 97.57 97.67 97.87 97.88 97.89 97.91 97.99 98.02 98.03 98.13 98.14 98.16 98.28 98.44 98.51 98.52 98.68 99.03 99.05

Number of observations 27

The SAS System 10:33 Monday, September 30, 2002 26

The GLM Procedure

Dependent Variable: INTE

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	4.50734815	1.12683704	8.48	0.0003
Error	22	2.92188148	0.13281279		
Corrected Total	26	7.42922963			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	INTE Mean
0.606705	0.372010	0.364435	97.96370

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PRESION	2	4.32476296	2.16238148	16.28	<.0001
REP	2	0.18258519	0.09129259	0.69	0.5134

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PRESION	2	4.32476296	2.16238148	16.28	<.0001
REP	2	0.18258519	0.09129259	0.69	0.5134

Student-Newman-Keuls Test for INTE

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate under the complete null

hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	22
Error Mean Square	0.132813

Number of Means	2	3
Critical Range	0.356284	0.4315631

SNK Grouping	Mean	N	PRESION
A	98.4378	9	P1
B	97.9944	9	P2
C	97.4589	9	P3