

SUSTITUCIÓN DE LA HARINA DE TRIGO POR PULPA DE BANANO VERDE EN LA ELABORACIÓN DE PAN: UTILIZACIÓN DE UNA ESCALA IDEAL PARA DETERMINAR EL NIVEL ÓPTIMO DE SUSTITUCIÓN

Elba Cubero¹ y Floribeth Víquez²

ABSTRACT

The just right scale was used to determine the optimum level of green banana puree replacing wheat flour in a "baguette" whole wheat bread. The levels of green banana puree tested were: 30, 35, 40, 45 and 50%. A hedonic scale was used to evaluate flavor and the just right scale to evaluate color and texture liking. No significant differences were found in flavor for 35, 40 and 45% green banana puree ($p < 0,05$). The flavor did not turn out to be an important attribute affecting bread acceptance. There was significant difference in color among the tested concentrations ($p < 0,05$); the highest preference ratings were for 30 and 40% substitution. The ratings closest to just right value for texture corresponded to bread with 35% of banana puree. To calculate ideal substitution values related to color and texture Poulton's method was used, obtaining ideal banana puree concentrations of 36,80% for color and 35,93% for texture. It was found that texture was the attribute with the highest influence on acceptance, therefore optimum substitution was selected at 35,93% banana puree. Results indicate that it is feasible to use green banana puree to replace wheat flour in bread.

RESUMEN

Se utilizó la escala ideal para determinar el nivel óptimo de sustitución de la harina de trigo por pulpa de banano verde, en la elaboración de una hogaza de pan integral tipo "baguette". Los niveles de sustitución ensayados fueron: 30, 35, 40, 45 y 50% de pulpa de banano verde. Se utilizó una escala hedónica para evaluar el sabor y la escala ideal para evaluar el agrado de las características color y textura. No se encontraron diferencias significativas en el sabor para las concentraciones de 35, 40 y 45% ($p > 0,05$), se determinó que el sabor no fue un atributo importante en la aceptación del pan. Se encontraron diferencias significativas en el agrado del color en las concentraciones estudiadas ($p < 0,05$), los valores de 30 y 40 % de sustitución recibieron los mayores valores de agrado. En el caso de la textura, la muestra que obtuvo el valor más cercano al óptimo o ideal fue la de un 35%. Se utilizó el método de Poulton para calcular los valores ideales de sustitución en relación con las características color y textura, determinándose concentraciones de pulpa de banano ideales de 36,80% para el color y de 35,93% para la textura. Debido a que la textura es el atributo que más condiciona el agrado del pan, se seleccionó un óptimo de sustitución de un 35,93% en la formulación. Los resultados indican que es viable utilizar la pulpa de banano como una alternativa para sustituir la harina de trigo importada en la elaboración de pan.

INTRODUCCIÓN

El principal insumo utilizado en la elaboración de pan es la harina de trigo, a partir de la cual se obtienen los mejores productos de panificación y repostería. Esto se debe al contenido y calidad de sus proteínas, entre las que predominan la gliadina y la glutenina, que fuertemente hidratadas, producen una masa elástica denominada gluten que le confiere a la masa su elasticidad y cohesión (Blamidele *et al.*, 1990).

Existe en el nivel mundial una centralización en la producción de cereales, concentrada en unos cuantos países,

¹ Escuela de Tecnología de Alimentos

² Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos

lo cual resulta muy peligroso para un amplio grupo de países que no son autosuficientes en la producción de cereales (Rubio, 2002). Tal es el caso de Costa Rica, que debe importar el trigo debido a que en el país no existen condiciones climáticas propicias para su cultivo. Cualquier fuente de almidón o proteína que pueda utilizarse para sustituir las importaciones de trigo tendrá un impacto en la economía costarricense.

Varios estudios reportan el uso de harinas diferentes al trigo en productos de panificación, por ejemplo harina de soya (Tsen y Hoover, 1973), harina de leguminosas (Kailasapathy *et al.*, 1985; Singh *et al.*, 1991; Harinder *et al.*, 1999), harina de sorgo (Carson *et al.*, 2000) y harinas de banano y plátano verdes (Blamidele *et al.*, 1990; Ngalani y Crouzet, 1995). Se han logrado características similares al pan de trigo por medio de sustituciones parciales de la harina de trigo por harinas de banano y plátano verde (Blamidele *et al.*, 1990; Ngalani y Crouzet, 1995). Además, se ha encontrado que la harina de plátano verde es un buen emulsificante y tiene una alta capacidad de absorción de agua al igual que de aceite, lo que la convierte en una materia prima adecuada en la preparación de productos de panadería y repostería, donde el aceite y el agua son ingredientes importantes (Fagbemi, 1999), lo que podría aplicarse también al banano verde. Otros estudios realizados con banano o plátano verde analizan las propiedades químicas, físicas y funcionales de las harinas (Fernández *et al.*, 1999; Da Mota *et al.*, 2000), sin embargo no se encontró ningún estudio que utilice la pulpa de banano verde, como tal en la elaboración de pan u otro producto de panificación.

El contenido de almidón en el banano verde, de alrededor de un 18% (Chacón *et al.*, 1987), hace suponer que éste podría emplearse directamente como un sustituto parcial de la harina de trigo en la elaboración de pan. Además, el banano es una fuente rica en hierro 100% biodisponible, potasio y fósforo (Suntharalingam y Ravindran, 1993) lo que mejoraría la calidad nutritiva del producto final. Por otra parte existe en el país una oferta de esta materia prima durante todo el año por lo que ésta alternativa contribuiría a darle uso al banano de rechazo de la exportación, estimado entre un 15% y un 20% de la producción nacional (Viquez, 1995).

Para evaluar el nivel óptimo de sustitución de un ingrediente en un producto es frecuente utilizar una escala hedónica para medir las preferencias de los consumidores.

Con este método al variar una dimensión física, por ejemplo la concentración, la curva de aceptación del producto presenta un máximo, lo que se interpreta como la concentración ideal para el individuo que realiza la prueba; un aumento o disminución de la concentración lleva a un descenso en la preferencia, función que se conoce como U invertida. Una desventaja de este método es que el máximo en la preferencia corresponde a una de las concentraciones evaluadas, salvo que el punto máximo se pueda calcular a partir de la interpolación de una ecuación (Shepherd *et al.*, 1984). Una alternativa para el uso de la escala hedónica es aquella escala donde se evalúa la muestra con respecto al nivel ideal que el consumidor tiene de un atributo evaluado, conocida como escala ideal ("just right" en inglés), la cual se usa para identificar los atributos que deben ser mejorados y determinar su nivel óptimo en el producto (Epler *et al.*, 1998). La escala está rotulada en el centro con la palabra ideal y en el extremo izquierdo con "no suficientemente el atributo" (e.g. no suficientemente dulce) y en el extremo derecho con "excesivamente el atributo" (e.g. excesivamente dulce) y por lo tanto es desagradable.

Se ha encontrado que la escala ideal sufre sesgos debido al contexto, como por ejemplo el efecto del ámbito de concentraciones de las muestras que se presentan de manera conjunta (Poulton, 1979), lo que se debe a que el ser humano percibe en forma relativa, no absoluta, de manera que el ámbito de intensidades que se presentan a un individuo no se evalúan aisladamente sino que el valor asignado a una muestra dada está parcialmente determinado por la magnitud de su intensidad con respecto a la intensidad de las otras muestras (Epler *et al.*, 1998). Otro efecto, influenciado por la relatividad, es la tendencia a igualar la respuesta en el centro de la escala con el estímulo que presenta la concentración media del grupo de estímulos probados, sin importar la intensidad absoluta (McBride, 1982) y que es conocido como efecto de tendencia de centrado. Obviar estos efectos lleva a respuestas erróneas cuando se quiere establecer un valor o nivel de un ingrediente en una formulación, ya que cuando se escoge un ámbito de concentraciones a probar ya se introdujo el efecto de centrado y será improbable encontrar el "verdadero" nivel óptimo (Johnson y Vickers, 1987). Para evitar este efecto Poulton (1979) desarrolló un método para calcular la concentración que corresponde al centro de la escala ideal.

El presente estudio tuvo como propósito utilizar la escala ideal junto con el método de Poulton, para determinar el nivel óptimo de sustitución de la harina de trigo por pulpa de banano verde, en la elaboración de una hogaza de pan integral tipo "baguette", utilizando como materia prima el banano de rechazo de la exportación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materias primas

Se utilizó banano verde de rechazo de exportación, grado de madurez 1 en la escala de maduración desarrollada por el CITA (Chacón *et al.*, 1987), soluciones de 1500ppm de bisulfito de sodio, ácido ascórbico al 1 % y CODEP-6000 (mezcla de gomas vegetales de la empresa Nutriquím), harina de trigo blanca, harina de trigo integral, manteca vegetal de palma africana, azúcar, agua y levadura.

Obtención de la pulpa de banano verde

Para facilitar el pelado se sometió el banano a un escaldado con vapor por 3 min. Se enjuagó la fruta con chorros de agua fría, se peló de forma manual y se sumergió en una solución de 1500ppm de bisulfito de sodio por 2-5 min. La pulpa se obtuvo por molienda de la fruta a través de un molino tipo Fitzmill (Fitz Patrick Co.), utilizando una malla de 825 mm (0,33 plg). A la pulpa obtenida se le adicionó un 1% de ácido ascórbico, para evitar el oscurecimiento enzimático.

Elaboración del pan

Por medio de pruebas preliminares se determinó, aproximadamente, los diferentes grados de sustitución de la harina de trigo por pulpa de banano. Se elaboraron hogazas de pan con los siguientes grados de sustitución de pulpa de banano: 30, 35, 40, 45 y 50%.

Se siguió el proceso básico para preparar una hogaza de pan integral, el cual consiste en pesar los ingredientes: mezcla de harina de trigo blanca e integral (50/50), pulpa de banano verde, azúcar, sal, manteca vegetal, agua, levadura y las gomas vegetales (CODEP) en las proporciones

que se describen en el Cuadro 1. Se mezclaron los ingredientes, se amasaron y se dejaron en reposo por 10-15 min, luego se le dio forma al pan, se dejó fermentar a 40-45°C por 30-60 min, se horneó a 160°C por 30 min y se enfrió a temperatura ambiente.

Cuadro 1. Porcentaje y peso de los ingredientes adicionados a la harina de trigo y pulpa de banano* para elaborar una hogaza

Ingredientes	% m/m respecto a la masa total	Masa (g)
Agua	34,6	283
Levadura	0,61	5
Sal	1,23	10
Azúcar	1,23	10
Manteca	1,23	10

* la mezcla de harina y pulpa de banano constituyen el restante 61%

Determinación del porcentaje de sustitución ideal

La prueba se realizó con 50 consumidores, 25 hombres y 25 mujeres, con edades comprendidas entre los 20 y los 45 años. Cada consumidor evaluó todas las formulaciones utilizando tres diferentes presentaciones. Para evitar sesgos por contexto y por frecuencia de aparición se utilizaron tres presentaciones: en la primera se evaluaron las siguientes sustituciones con pulpa de banano verde, 30, 35 y 40%; en la segunda se evaluó 35, 40 y 45%, y en la tercera, 40, 45 y 50%, de manera que cada panelista probó nueve muestras en total. La presentación de las muestras fue pan fresco del mismo tamaño (rebanadas de 2cm de espesor), en recipientes de vidrio codificados con números aleatorios de tres dígitos.

Se utilizó una escala ideal lineal de 10 cm de longitud para evaluar el agrado del color y la textura del pan. Esta escala estaba marcada en el extremo izquierdo con la frase "demasiado claro" o "demasiado masudo" según era el atributo, en el centro con "color ideal" o "textura ideal" y en el extremo derecho con "demasiado oscuro" o "demasiado seco". Los consumidores evaluaron cuánto les gustó el color y la textura en la boca y específicamente indicaron si se encontraba por debajo o por encima de lo que ellos consideran el óptimo en su preferencia. Se evaluó el agrado general del sabor usando una escala hedónica

lineal de 10 cm, marcada en el extremo izquierdo con la frase "muy desagradable" y en el extremo derecho con "muy agradable". Para el sabor no se pudo utilizar la escala ideal porque el sabor no descendía o aumentaba con la concentración de banano verde en una sola dimensión, sino en varias.

Con el fin de determinar cuáles características eran importantes, al final de la hoja de evaluación, se le pidió a los panelistas escribir su opinión en general con respecto a los panes que degustaron.

Análisis de datos

La distancia del extremo izquierdo de la línea hasta la marca hecha por el panelista fue medida en mm. Se calculó un análisis de variancia para cada ámbito de concentraciones y cada atributo. También se calcularon regresiones lineales de los valores de preferencia de cada panelista contra los porcentajes de sustitución para cada set de concentraciones. Para cada set se calculó el punto óptimo o ideal para el color y la textura, sustituyendo el valor que corresponde al ideal en la escala (50) en la ecuación de regresión y resolviendo para el porcentaje de pulpa de banano. Posteriormente, estos datos se analizaron por el método gráfico propuesto por Poulton (1979). El gráfico se construye como sigue: el eje Y representa el porcentaje de pulpa de banano verde y el eje X representa los sets de concentraciones usados; se grafica el porcentaje de pulpa de cada uno de los tres sets de concentraciones usados y se traza la línea de mejor ajuste. Se grafican los valores del porcentaje de pulpa de banano ideales calculados en el punto anterior para cada set de concentraciones y se traza la línea de mejor ajuste; la intersección de las dos líneas corresponde al porcentaje ideal, sin sesgos, de pulpa de banano que se puede sustituir en la elaboración del pan.

Para el sabor se utilizaron los datos medidos directamente de la escala y se aplicó un ANDEVA para cada grupo de concentraciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las concentraciones de 35%, 40% y 45% de pulpa de banano verde que se presentaron en dos de los tres sets de muestras usados, recibieron valores en la escala hedónica para sabor similares en ambos casos (Figura 1), tal y como

se esperaba, ya que las escalas hedónicas no presentan efecto de tendencia de centrado (Epler *et al.*, 1998). Para cada uno de los tres sets utilizados, no hubo diferencias significativas en la aceptación del sabor del pan entre las concentraciones ($p > 0,05$). Lo anterior es inusual ya que se espera que la curva hedónica tenga la forma de una U invertida, donde el punto máximo representa la concentración con mayor aceptación y los puntos mínimos donde la concentración no es suficientemente alta o es excesivamente alta para que sea aceptable (Shepherd *et al.*, 1984). Sin embargo, los valores de aceptación estaban alrededor del valor ideal de la escala (50 mm, mitad de la escala), con lo que se concluye que el atributo sabor no fue un factor determinante en la aceptación del pan.

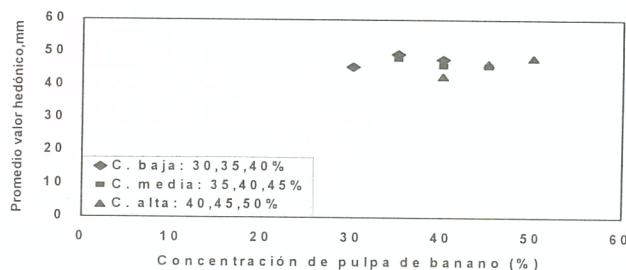


Figura 1. Valores promedio (n=50) en la escala hedónica para la aceptación del sabor para tres ámbitos de concentraciones de pulpa de banano verde.

El agrado del color (Figura 2) dio una curva ascendente para el set de concentraciones bajas ($p < 0,05$), una línea descendente para el ámbito de concentraciones medias ($p > 0,05$) y una función en forma de U para el de concentraciones altas ($p < 0,05$). Contrario a lo que muchos autores argumentan de que el empleo de la escala ideal produce un efecto del ámbito de concentraciones, en este estudio no se observó. En todos los casos donde se repitió, en más de un set, el mismo valor de la concentración, no se obtuvo diferencias en la calificación de la aceptación. Al respecto Lawless y Heymann (1999) señalan que el contexto induce a obtener valores mayores, si la muestra se presenta junto a otras muestras con concentraciones más bajas, o valores menores, si la muestra se presenta junto a otras de concentraciones más altas. Al analizar las nueve muestras de los tres sets juntas se encuentra que hay diferencias significativas en el agrado del color entre las concentraciones utilizadas. Los panes elaborados con 30 y 40% de pulpa de banano recibieron los valores de agrado mayores.

El agrado de la textura (Figura 3) presentó la función de U invertida únicamente en concentraciones bajas. Los datos obtenidos de escalas ideales no deben generar funciones como las de U invertida ya que están diseñadas para linealizar la curva. En este caso, a 30% y 40% de pulpa de banano se obtuvo valores que están en el extremo de la escala que indicaba pan masudo, mientras que a 35% la textura fue ideal. Se encontraron diferencias significativas en el agrado de la textura únicamente en el ámbito de concentraciones bajas ($p < 0,003$). En los sets de concentraciones medias y altas la tendencia (no significativa) fue a disminuir el agrado conforme aumentaba la concentración de la pulpa de banano verde. El agrado disminuyó debido a que el pan se percibió más "masudo" con el aumento de la concentración de pulpa de banano y esa característica fue rechazada. La sustitución de harina de trigo por pulpa de banano verde tiene un efecto de dilución que debilita la red de gluten y por eso el volumen del pan disminuye (masudo), por lo que generalmente se recomienda usar harina de trigo fuerte (con mayor contenido de gluten) en este tipo de productos mixtos (Carson *et al.*, 2000).

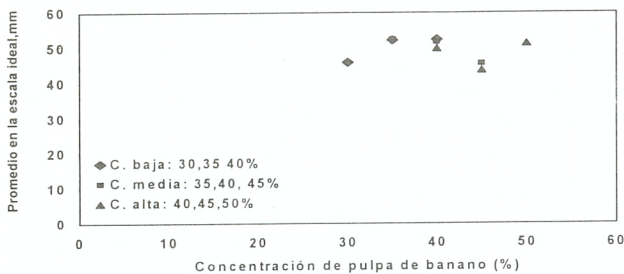


Figura 2. Valores promedio (n=50) de agrado en la escala ideal para el color de la hogaza para tres ámbitos de concentraciones de pulpa de banano.

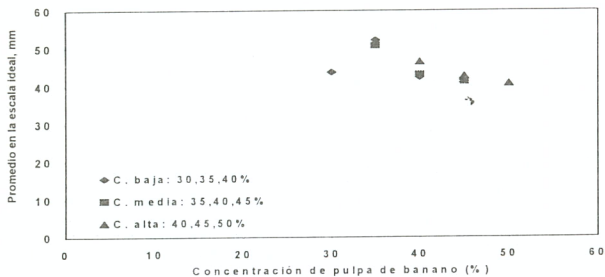


Figura 3. Valores promedio (n=50) de agrado en la escala ideal para la textura de la hogaza para tres ámbitos de concentraciones de pulpa de banano verde.

Para determinar la concentración óptima de pulpa de banano verde que sustituya la harina de trigo en la hogaza se utilizó el método de Poulton para los atributos color (Figuras 4) y textura (Figura 5). Como se puede apreciar en las Figuras 4 y 5 para obtener el color ideal, la concentración de pulpa de banano es de 36,84%, mientras que para obtener la textura ideal se requiere de 35,93% de la pulpa.

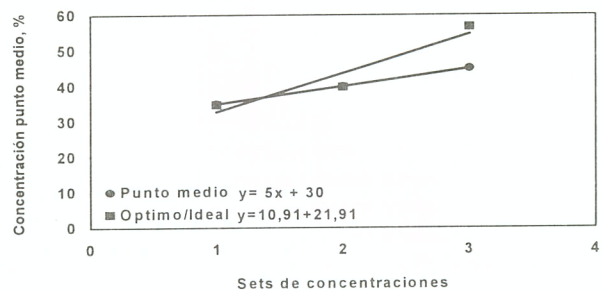


Figura 4. Método de Poulton para interpolar la concentración óptima para sustituir pulpa de banano verde por harina en relación con el color de la hogaza de pan.

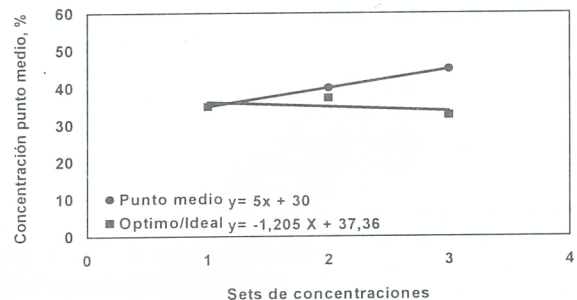


Figura 5. Método de Poulton para interpolar la concentración óptima para sustituir pulpa de banano verde por harina en relación con la textura de la hogaza.

Los consumidores indicaron que la textura es importante y es el atributo que influye más en el agrado del pan. Con base en lo anterior se escogió como óptimo el porcentaje de pulpa de banano que corresponde a un pan con la textura más agradable, 35,93%. Este valor es mayor que el reportado por otros autores, quienes encontraron un porcentaje de sustitución de un 10% de harina de banano

verde (Blamidele *et al.*, 1990), que corresponde a un 32% de pulpa de banano. De manera similar, Ngalani y Crouzet (1995) encontraron un valor de sustitución de un 7,5% de harina de plátano verde, correspondiente a un 24% de pulpa de plátano verde. El mayor porcentaje de sustitución obtenido en este estudio (35,93%) pudo deberse al tipo de pan, ya que al tratarse de un pan tipo integral, los consumidores aceptan como propio un color más oscuro y una miga más cerrada.

Se determinó que la pulpa de banano verde puede ser utilizada como sustituto parcial de la harina de trigo en la elaboración de pan. Esto hace suponer que su eventual incorporación permitiría no sólo un ahorro de divisas, por sustitución de las importaciones de trigo, sino que permitiría darle uso y agregar valor a una materia prima nacional, actualmente subutilizada (Viquez, 1995). Adicionalmente, existe una ventaja operativa y económica de utilizar el banano en forma de pulpa y no en forma de harina, ya que no requiere la deshidratación de la fruta, proceso, además, costoso por la gran cantidad de agua (72% - 73%) que ésta contiene (Chacón *et al.*, 1987).

BIBLIOGRAFÍA

- Blamidele, E., Cardoso, A. y Olaofe, O. 1990. Rheology and baking potential of wheat/plantain composite flour. *J. Sci. Food Agric.* 5: 421-424.
- Carson, L., Setser, C. y Sun, X. 2000. Sensory characteristics of sorghum composite bread. *International J. Food Sci. and Tech.* 35: 465-471.
- Chacón, S., Viquez, F. y Chacón, G. 1987. Escala físico-química de maduración de banano. *Fruits* 42 (2): 95-102.
- Da Mota, R., Lajolo, F., Ciacco, C. y Cordenunsi, B. 2000. Composition and functional properties of banana flour from different varieties. *Starch* 52(2-3): 63-68.
- Epler, S., Chambers, E. y Kemp, K. 1998. Hedonic scales are better predictor than just-about-right scales of optimal sweetness in lemonade. *J. Sensory Studies* 13: 191-197.
- Fagbemi, T. 1999. Effect of blanching and ripening on functional properties of plantain (*Musa* aab) flour. *Plant Foods Human Nutr.* 54: 261-269.
- Fernández, M., Marrer, M., Falcó, S., Zamora, E., Méndez, B. y García, M. 1999. Evaluación de harinas obtenidas con plátano burro censa (*Musa* grupo aab). *Alimentaria Marzo*: 75-78.
- Harinder, K., Kaur, B. y Sharma, S. 1999. Studies on the baking properties of wheat: pigeonpea flour blends. *Plant Foods Human Nutr.* 54: 217-226.
- Johnson, J. y Vickers, Z. 1987. Avoiding the centering bias or rage effect when determining an optimum level of sweetness in lemonade. *J. Sensory Studies* 2: 283-292.
- Kailasapathy, K., Perera, P. y MacNeil, J. 1985. Improved nutritional value in wheat bread by fortification with full fat winged bean flour. *J. Food Sci.* 50: 1693-1696, 1702.
- Lawless, H. y Heymann, H. 1999. Sensory evaluation of food: principles and practices. Aspen, Maryland. pp. 320-325.
- McBride, R.L. 1982. Range bias in sensory evaluation. *J. Food Technol.* 17:405-410.
- Ngalani, J.A. y Crouzet, J. 1995. Utilisation de farine de banane plantain dans la fabrication de pains, biscuits et farines instantanées. *Cahiers Agriculture* 4: 61-64.
- Poulton, E. 1979. Model for biases in judging sensory magnitude. *Psicol. Bull.* 86: 777-803.
- Rubio, B. 2002. La seguridad alimentaria en tiempos de guerra. Disponible en: [//www.jornada.unam.mx](http://www.jornada.unam.mx). 08-10-2002. 2 p.