

**Desarrollo de una mezcla en polvo para
elaboración de una bebida de horchata con
alto contenido de hierro y calcio para jóvenes
entre 13 y 17 años**

Julio Eduardo Alvarado Quintana

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2016

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Desarrollo de una mezcla en polvo para elaboración de una bebida de horchata con alto contenido de hierro y calcio para jóvenes entre 13 y 17 años

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Julio Eduardo Alvarado Quintana

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2016

Desarrollo de una mezcla en polvo para elaboración de una bebida de horchata con alto contenido de hierro y calcio para jóvenes entre 13 y 17 años

Julio Eduardo Alvarado Quintana

Resumen: Hierro y calcio son micronutrientes importantes durante la adolescencia. Estudios previos en Jicarito, comunidad rural cercana a Zamorano, demuestran que jóvenes de 13 a 17 años sufren deficiencias de calcio y hierro. El objetivo de este estudio fue formular una mezcla en polvo para elaboración de una bebida de horchata con alto contenido de hierro y calcio para contribuir a cubrir los requerimientos de ambos micronutrientes en jóvenes de 13 a 17 años. La Norma Salvadoreña define la horchata como un producto elaborado a partir de granos de morro, arroz, ajonjolí y canela en combinación con otros ingredientes, obtenida por un proceso de tueste y molienda. Se determinaron temperaturas de horneado de los granos entre 121 y 148 °C entre 15 y 30 minutos. En las formulaciones se mantuvieron constantes todos los ingredientes variando únicamente los porcentajes de grano de morro y ajonjolí, resultando tres tratamientos (40:10, 25:25 y 10:40% de grano de morro y ajonjolí respectivamente). Se utilizó un Diseño Completamente al Azar, un nivel de significancia de 0.05 para ANDEVA y separación de medias Duncan en los análisis sensoriales y químicos. El tratamiento 40:10 presentó mayor contenido de hierro y menor costo de formulación. Las mezclas 40:10 y 25:25 fueron las preferidas. No se encontró diferencia en la aceptación del producto ni en el contenido de cenizas y calcio. Se recomienda desarrollar formulaciones incluyendo otros granos y cereales de bajo costo que llenen otras deficiencias nutricionales.

Palabras clave: Bebida tradicional, declaración nutricional, facilidad de molienda, jícaro.

Abstract: Iron and calcium are important nutrients during adolescence. Jicarito, a rural community near Zamorano reported iron and calcium deficiencies in teenagers between 13 and 17 years old. The objective of this study was to formulate a dry mixture for preparing a horchata beverage to help filling the requirements for iron and calcium of teenagers. Horchata is a traditional beverage made with morro (*Crescentia alata*) grains, rice, sesame and cinnamon, all them roasted and grinded. Baking temperatures were between 121 and 148 °C during 15 and 30 minutes. Due to the content of iron and calcium, morro grains and sesame were varied in the formulation maintaining the rest of ingredients in a constant proportion in all the treatments. Obtaining treatments with 40:10, 25:25 and 10:40% morro grain-sesame. It was established a significance level of 0.05 for ANOVA and Duncan means separation in the sensorial and chemic analyses. The treatment 40:10 morro grain-sesame was the preferred, and also it had the highest iron content and the lowest formulation cost. It there were not differences between treatments in ash and calcium content. It is recommended to develop new formulations including other low cost grains and cereals in order to fulfil other nutritional deficiencies.

Key words: Jicaro, milling facility, nutritional claim, traditional beverage.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexo	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4. CONCLUSIONES	15
5. RECOMENDACIONES	16
6. LITERATURA CITADA.....	17
7. ANEXO.....	20

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXO

Cuadros	Página
1. Porcentaje de ingredientes contenidos en cada tratamiento.	7
2. Tiempo y temperatura para horneado de diferentes materias primas	8
3. Medias y desviaciones estándar obtenidas para cada atributo en la evaluación sensorial.....	11
4. Tratamiento preferido en cada repetición en evaluación sensorial con 90 personas.	11
5. Porcentaje de cenizas y aporte de hierro y calcio expresado en mg por 10.2 g de mezcla para horchata.	12
6. Correlación entre contenido de cenizas, hierro y calcio.....	13
7. Cantidad mínima requerida de mezcla en polvo para preparar una porción de 250 mL de horchata para cubrir el 20% del VRN de hierro y calcio según el RTCA y porcentaje que representa la mezcla en polvo para horchata en porción de 250 mL de bebida de horchata.	13
8. Costos de formulación para 454 gramos de mezcla para horchata.	14
Figuras	
1. Flujo de proceso para elaboración de base para horchata. (FAO <i>et al.</i> SF).	4
2. Flujo de proceso para elaboración de mezcla para horchata. Adaptado por el autor.....	9
Anexo	
1. Formato utilizado para evaluación sensorial.	20

1. INTRODUCCIÓN

Los micronutrientes son elementos que se requieren en cantidades pequeñas, sin embargo, no dejan de ser vitales para el buen funcionamiento del cuerpo humano. Las deficiencias de micronutrientes son más frecuentes en niños y mujeres embarazadas en países de bajos ingresos (WHO *et al.*). Dos micronutrientes que desempeñan un papel importante en el desarrollo son el calcio y el hierro.

El calcio es necesario para la formación y fortalecimiento de la estructura ósea (Pérez 2007). Durante la adolescencia los huesos en crecimiento absorben calcio de la sangre más que en cualquier otra etapa del crecimiento, intensificando así el proceso de calcificación (Healthy Children 2015). Debido a que aproximadamente el 45% de la masa ósea de un adulto se forma durante la adolescencia (EUFIC 2006) se han establecido las recomendaciones de calcio de manera que el pico de adquisición de calcio permita prevenir la osteoporosis en edades futuras (UNED SF).

El hierro es responsable de la formación de tejidos musculares y sanguíneos (UNED SF). Las mujeres presentan un mayor requerimiento diario de hierro ya que deben de reponer las pérdidas causadas durante la menstruación (Ortega *et al.* 2010). La anemia por déficit de hierro puede causar cansancio, fatiga y problemas en crecimiento. Entre las causas de la anemia ferropénica se mencionan la pérdida de sangre, una mala alimentación y la incapacidad de absorber suficiente hierro a causa de complicaciones médicas (NHLBI 2009). El hierro se clasifica según la fuente de procedencia, se conoce como hierro hem o hemínico al hierro que proviene de fuente animal y este es absorbido en un 10 a 25% del hierro consumido y el hierro no hem o no hemínico proviene de fuente vegetal y solo se absorbe en un 2 a 5% del hierro consumido (Fundación Española del Corazón SF).

Existen factores que limitan y favorecen la absorción de hierro y calcio. El consumo de ácido ascórbico (vitamina C) favorece la absorción del hierro, mientras que esta se ve reducida hasta en un 40% en presencia de cafeína e inhibida cuando se consumen fitatos, fosfatos y taninos en exceso (Forrellat *et al.* 2000). El consumo de vitamina D favorece la absorción de calcio, mientras que un consumo de fósforo que exceda la relación 2:1 de calcio-fósforo y el consumo excesivo de sodio limitan su absorción (Fernández *et al.* 2011).

Se considera que la deficiencia de micronutrientes es uno de los problemas más graves en el tema de salud global. En el 2007 se estimó que más de 2 billones de personas se encuentran en estado nutricional de carencia de uno o más micronutrientes. El riesgo de deficiencias nutricionales es mayor en países de bajos recursos económicos dado que no existen posibilidades económicas de adquirir alimentos ricos en micronutrientes, como carnes rojas, frutas o alimentos fortificados (WHO *et al.* 2007).

Honduras cuenta con una población de 8 millones de personas, de las cuales se estima que el 63% viven en pobreza, mientras que 6 de cada 10 hogares de zonas rurales se encuentran viviendo en situaciones de extrema pobreza, sobreviviendo con menos de \$2.50 al día (World bank 2016)

Durante el 2015 se evaluó la situación nutricional de los jóvenes de 13-17 años de edad del instituto San Antonio de Oriente, El Jicarito, en el municipio del mismo nombre, comunidad vecina a la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. La población presentó deficiencias en hierro, calcio, fibra, energía y vitamina C debido al bajo consumo de carnes rojas y productos lácteos, adicionalmente, la población analizada registró un alto consumo de snacks altos en sodio y bebidas carbonatadas (Alvarenga 2015).

Incorporar a la dieta de los jóvenes de El Jicarito alimentos elaborados con materias primas locales y de fácil acceso es una alternativa bastante atractiva para solventar los problemas de deficiencia en requerimientos diarios de hierro y calcio, entre las materias primas que cumplen esas condiciones son el grano de morro (*Crescentia alata*) y el ajonjolí (*Sesamum indicum*) que aportan 9.40 mg y 14.5 mg de hierro por 100 g respectivamente y el aporte de calcio corresponde a 50 mg y 975 mg por 100 g respectivamente (INCAP y OPS 2012), los cuales son materias primas para la elaboración de horchata de morro, bebida refrescante y tradicional consumida en Honduras y El Salvador, que de acuerdo a la Norma Salvadoreña, la horchata de morro, “se entiende el producto elaborado con granos de morro común (*Crescentia alata*), arroz (*Oryza sativa*), ajonjolí (*Sesamum indicum*) y canela (*Cinnamomun zeylanicumblume*) en combinación con otros ingredientes, obtenida por medio de procedimientos de tostado y molienda en los que se mezclan hasta darle un grado adecuado de finura” (CONACYT 2007).

Existen parámetros y leyes internacionales para poder utilizar diferentes declaraciones nutricionales en el etiquetado de los alimentos. Para poder etiquetar un alimento como alto en calcio o hierro es necesario que una porción del alimento cumpla con 20% del valor de referencia de nutrientes (VRN) los cuales son 800 mg de calcio y 14 mg de hierro para jóvenes entre 13 y 17 años de edad (FAO 1997). Por lo tanto, este estudio tiene por objetivos:

- Formular una mezcla en polvo para elaboración de una bebida de horchata con alto contenido de hierro y calcio que contribuya a cubrir en un 20% o más los requerimientos de hierro y calcio para jóvenes entre 13 y 17 años.
- Determinar el contenido de hierro y calcio de las mezclas elaboradas.
- Determinar la aceptación y preferencia de la horchata.
- Evaluar los costos variables de elaboración de horchata.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El estudio fue realizado en las instalaciones del Departamento de Agroindustria Alimentaria de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. El proceso de elaboración de las mezclas para horchata en la Planta de Innovación de Alimentos (PIA). Los análisis microbiológicos en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos de Zamorano (LMAZ), los análisis de cenizas, hierro y calcio en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ) y el análisis sensorial se en el Laboratorio de Análisis Sensorial de la PIA.

Materiales y equipo. Los ingredientes y el flujo de proceso para hacer una mezcla de horchata se desarrolló tomando como base el flujo de proceso y los materiales especificados en la ficha técnica de procesados de cereales (FAO *et al.* SF). Se diseñó el proceso sin dependencia de equipos tecnificados y utilizando insumos de bajo costo para hacerlo más factible para la población.

Los granos de morro (*Crescentia alata*) fueron adquiridos a granel en supermercados de Tegucigalpa. El arroz (*Oryza sativa*) fue adquirido a granel en el puesto de ventas de Zamorano. El cacao (*Theobroma cacao*) fue provisto por el laboratorio de nutrición. El ajonjolí (*Sesamum indicum*), las semillas de ayote (*Cucurbita argyrosperma*), la nuez moscada (*Myristica fragans*) y la canela (*Cinnamomum verum*) de la marca “Del Bosque” fueron adquiridas en Supermercados de Tegucigalpa. Las materias primas fueron horneadas en bandejas de aluminio de 0.65×0.45 m dentro de un horno/fermentador Duke Manufacturing Company. Se utilizó una balanza electrónica marca Spirit para pesar las materias utilizadas. Las materias primas horneadas se molieron utilizando un molino con cono de cerámica de la marca Hario.

Formulación de los tratamientos. Se formuló una mezcla en polvo para preparación de bebida de horchata que cubriera el 20% del VRN de hierro y calcio. Para ello se utilizó como base la tabla de composición de alimentos centroamericanos. Donde se constató que los ingredientes con mayores valores de hierro y calcio son los granos de morro y el ajonjolí, razón por la cual se realizaron tres tratamientos variando el porcentaje utilizado de ambos insumos.

Preparación de muestras. El grano de morro fue seleccionado y se removieron fragmentos de corteza de morro, se eliminaron los granos planos, granos pegados y granos dañados por insectos, se utilizaron solo granos uniformes. Las semillas de ayote fueron también seleccionadas separando las semillas planas, con manchas y fragmentos de

pericarpio. En cuanto a las nueces de marañón solo se seleccionaron nueces enteras procurando homogeneidad de tamaño.

Preparación del área y equipo de trabajo. Las bandejas se precalentaron en el horno desde temperatura ambiente hasta 121 °C. La mesa de trabajo, los recipientes utilizados para pre-enfriar las materias primas horneadas, el molino manual y las bascula eléctrica se desinfectaron con una solución de cloro a 200 ppm.

Pruebas preliminares. Se realizaron pruebas preliminares para establecer el tiempo y temperatura de horneado para cada grano individual, se utilizó como parámetro inicial el flujo de proceso (figura 1) descrito en las fichas técnicas de procesados de cereales de la FAO. Se determinó el tiempo y temperatura óptimo para cada materia prima en base a la apariencia, olor sabor y facilidad de molienda debido a la extracción de aceites.

Proceso de horneado. Las materias primas se pesaron y se hornearon por 15 minutos a temperaturas entre 150 y 175 °C, se dejaron enfriar a temperatura ambiente por 1 hora. Posteriormente se colocaron en bolsas Zip-lock.

Proceso de molienda. Los ingredientes horneados se mezclaron y se molieron por separado utilizando un molino manual con disco de cerámica ajustable marca Hario. La figura 1 detalla el flujo de proceso establecido por la FAO et al. (SF) para la elaboración de las mezclas para horchata, el cual fue tomado como base.

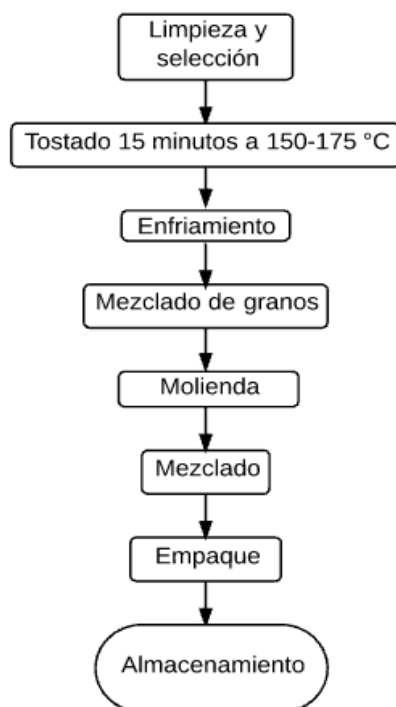


Figura 1. Flujo de proceso para elaboración de base para horchata (FAO et al. SF).
Análisis microbiológico.

Determinación de coliformes totales por método de vaciado en placa. Se preparó una solución de buffer de fosfatos utilizando 0.45 mL de solución madre en 360 mL de agua destilada y se esterilizó en autoclave. Se prepararon 80 mL de agar bilis rojo violeta (ABRV) diluyendo 3.16 g de ABRV en 80 mL de agua y ajustando el pH a 7.4 ± 0.2 , se calentó el agar hasta homogenizar el medio y se mantuvo en un termobañó a 55 °C para ser utilizado posteriormente. Se pesaron 10 g de horchata por cada tratamiento más el control y se diluyó cada uno en 90 mL de agua destilada. Las muestras fueron agitadas en el agitador orbital durante 5 minutos. Se colocó en cada plato Petri 1 mL de muestra y se vertió aproximadamente 15 mL de medio ABRV, se homogenizó con la dilución de la muestra. Al secar la primera capa de ABRV se colocó sobre ella una segunda capa más delgada de aproximadamente 5 mL y se dejó secar. Los platos se incubaron por 24 horas a 35 °C y posteriormente se realizó el recuento microbiano.

Análisis Sensorial.

Preparación de la bebida para análisis sensorial. Se pesaron 100 g de mezcla de horchata, 500 g de agua y 30 g de azúcar, se mezclaron en licuadora durante un minuto y se pasó por un colador para retener las partículas más grandes. Se colocaron las jarras con la bebida dentro del refrigerador a 5 °C durante 30 minutos previo al análisis sensorial. Las muestras evaluadas fueron servidas en copas de 28 mL y se les agitó antes de ser entregadas a los panelistas para evaluar correctamente la consistencia de la muestra dado que las partículas tienen a precipitarse.

Prueba de aceptación. Se condujo una prueba sensorial de aceptación a 90 panelistas no entrenados distribuidos en tres sesiones de aproximadamente 30 personas en cada una. En la prueba de aceptación fueron evaluados los atributos color, sabor, olor, apariencia, consistencia y aceptación general mediante una escala hedónica de 9 puntos, siendo 1 me disgusta extremadamente y 9 me gusta extremadamente.

Prueba de preferencia. Las preferencias se determinaron mediante una prueba por ordenamiento la cual consistió en que los panelistas ordenaran las muestras del 1 al 3, siendo 1 el más preferido y 3 el menos preferido. Se determinó la preferencia mediante una prueba de chi-cuadrado.

Análisis químicos

Obtención y cuantificación de cenizas: Se diluyeron 10.19 g de mezcla en 100 mL de agua des-ionizada y se licuaron las mezclas durante 1 minuto en una licuadora casera, teniendo la consideración de lavar con agua des-ionizada la licuadora tras el licuado de

cada muestra. Posteriormente se homogenizó la muestra para evitar la precipitación y se tomaron 3 g de infusión para obtener las cenizas mediante el método AOAC 90001.

Cuantificación de hierro y calcio. Se cuantificó el contenido de cenizas mediante el método AOAC 985.35.

Diseño experimental. En los análisis químicos y microbiológico se utilizó un diseño Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos y tres repeticiones más un control para un total de 10 unidades experimentales. En el análisis sensorial se utilizó un DCA donde solo se evaluaron los tratamientos elaborados en la PIA dado que las muestras comerciales no cumplieron con los criterios microbiológicos.

Los datos recolectados en los análisis químicos y sensoriales fueron procesados en SAS 9.4. La información recolectada en la prueba de aceptación se analizó mediante un análisis de varianza (ANDEVA) tomando como fuentes de variación los tratamientos y las repeticiones.

Con los resultados de la prueba de preferencia se realizó una prueba de chi-cuadrado para determinar el tratamiento preferido por los panelistas en cada repetición. Para el análisis estadístico de la cuantificación de cenizas, hierro y calcio se realizó un ANDEVA con separación de medias Duncan. El nivel de significancia utilizado fue de 0.05. Se utilizó el programa SAS 9.4 para procesar la información recopilada en la fase experimental.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desarrollo de la formulación y proceso de los tratamientos.

Formulación de los tratamientos. La formulación se estableció en base al contenido de hierro y calcio de la tabla de composición de alimentos centroamericanos. La composición de los tratamientos se muestra en el cuadro 1. El porcentaje de grano de morro y ajonjolí vario para cada tratamiento dado que presentan mayor cantidad de hierro y calcio, mientras que el porcentaje en formulación para el resto de los ingredientes se mantuvo constante en todos los tratamientos. Los porcentajes de grano de morro y ajonjolí utilizados fueron 25% grano de morro 10% ajonjolí, 25% grano de morro 25% ajonjolí y 10% grano de morro 40% ajonjolí en los diferentes tratamientos.

Cuadro 1. Porcentaje de ingredientes contenidos en cada tratamiento.

Tratamiento	Grano de morro (%)	Ajonjolí (%)	Arroz (%)	Semilla de ayote (%)	Nuez marañón (%)	Canela (%)	Cacao (%)	Nuez moscada (%)	Total (%)
TM40-A10	40	10	20	10	12	2.5	5	0.5	100
TM25-A25	25	25	20	10	12	2.5	5	0.5	100
TM10-A40	10	40	20	10	12	2.5	5	0.5	100

TM40-A10: Tratamiento con 40% grano de morro y 10% de ajonjolí.

TM25-A25: Tratamiento con 25% grano de morro y 25% de ajonjolí.

TM10-A40: Tratamiento con 10% grano de morro y 40% de ajonjolí.

Establecimiento de temperatura, tiempo de horneado y flujo de proceso. La ficha técnica de procesados de cereales de la FAO y colaboradores establece que el tueste de las materias primas debe ser por separado a una temperatura entre 150 y 175 °C por un tiempo aproximado de 15 minutos, posteriormente enfriadas a temperatura ambiente y luego mezcladas y molidas. Sin embargo, al realizar el mismo procedimiento de la ficha técnica se obtuvieron resultados no deseables. Para lo cual, en base a las pruebas preliminares se establecieron para el horneado temperaturas entre 121 y 148 °C y tiempos entre 15 y 30 minutos, (cuadro 2) con los cuales se obtuvieron resultados deseables en cuanto a olor, color, sabor y facilidad de molienda.

Cuadro 2. Tiempo y temperatura para horneado de diferentes materias primas

Ingrediente	Temperatura (°C)	Tiempo (min)
Grano de morro	121	30
Cacao	121	30
Nuez de marañón	137	15
Semilla de ayote	137	15
Ajonjolí	148	20
Canela	148	20
Arroz	148	20
Nuez moscada	148	20

Al hornear los granos de morro, el cacao y las nueces de marañón a 148 °C por 30 minutos resultaron sabores, olores y colores desagradables en la nuez de marañón y en los granos de morro y cacao resultaron granos quebradizos y con aromas desagradables, lo que se debió a la pérdida de humedad y a la licuefacción de sus aceites (FAO y OMS 1993), lo que podría influenciar negativamente el sabor de la bebida. Por otra parte, la semilla de ayote y el grano de morro fueron más difíciles de moler cuando el pericarpio estaba suficientemente húmedo para no fraccionarse en el cono del molino, sin embargo el aceite de las materias primas se licuó a temperaturas de 148 °C, razón por la que se disminuyó la temperatura del grano de morro a 121 °C por 30 minutos y la semilla de ayote a 137 °C por 15 minutos. Las materias primas se hornearon a temperaturas inferiores a las recomendadas por FAO obteniendo las mejores cualidades en cuanto a olor, sabor y color, además, los ingredientes horneados se enfriaron a temperatura ambiente y se almacenaron a 5 °C por 24 horas antes de la molienda para estabilizar sus lípidos, lo que facilitó la molienda.

Los resultados obtenidos concuerdan con estudios realizados por Romero (2005) donde determinó que al tostar las materias primas a 220 °C se dificultaba la molienda debido a que la disponibilidad de lípidos incrementa, sin embargo, el tueste a 139 °C obtuvo un resultado óptimo con una consistencia harinosa tras la molienda de sus mezclas para horchata.

En materias primas con bajo contenido o ausencia de lípidos como la canela, la nuez moscada, y el arroz, el tiempo y la temperatura de horneado no afectó facilidad de molienda pero si afectó sus cualidades de olor, sabor y color.

En base a las pruebas preliminares se adaptó el flujo de proceso (figura 2) para facilitar la conducción de este estudio. Entre las diferencias con las fichas técnicas de procesados de cereales se destacan los tiempos y temperaturas, el almacenamiento en refrigeración, la molienda individual de los ingredientes horneados y el pesado de los ingredientes molidos.

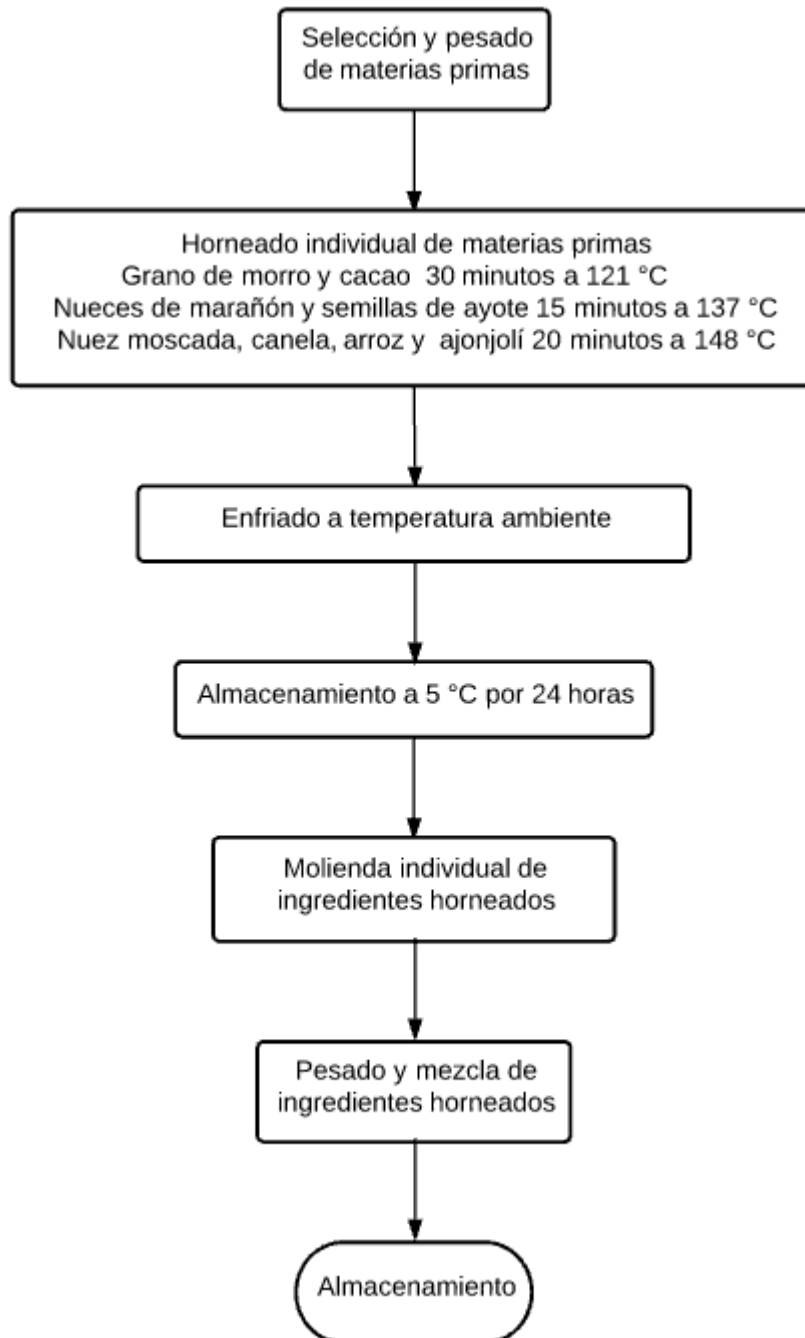


Figura 2. Flujo de proceso para elaboración de mezcla para horchata (FAO *et al.* SF.) Adaptado por el autor.

Determinación de coliformes totales por vaciado en placa. Los análisis microbiológicos para cuantificación de coliformes totales indicaron que los tratamientos preparados contenían menos de 100 UFC/g lo que indica que estaban microbiológicamente aceptables para consumo humano de acuerdo al límite de 100 UFC/g establecido en la Norma Técnica Salvadoreña para elaboración de horchata (CONACYT 2007), por el contrario las dos marcas comerciales de horchata evaluadas no cumplieron el criterio microbiológico para poder someterlas a evaluación sensorial dado que sobrepasaron el límite.

Entre los factores que permitieron que la mezcla para horchata elaborada en la PIA haya tenido un bajo recuento microbiológico se destaca que las materias primas fueron horneadas en un rango de temperatura entre 121 - 148 °C por tiempos entre 30 - 15 minutos, el precalentamiento de las bandejas de aluminio, la desinfección del molino, mesa de trabajo, básculas y recipientes para pre-enfriamiento con solución de cloro a 200 ppm, en su mayoría los coliformes totales son bacterias mesófilas que no toleran temperaturas arriba de 72 °C, lo que justifica el bajo recuento microbiológico de los tratamientos elaborados dado que fueron horneados a temperaturas mayores a 72 °C.

Rivera y Sevillano (2013), realizaron un estudio microbiológico a diferentes marcas de horchatas en polvo comercializadas en dos supermercados de El Salvador, encontrando que entre el 70 y 77% de las muestras evaluadas no cumplieron el criterio de < 100 UFC/g de coliformes totales, y concluyen que entre los factores que podrían afectar el alto recuento de coliformes totales en las marcas comerciales de horchata son las malas prácticas de higiene en el proceso y la manipulación del producto en la cadena productiva.

Evaluación sensorial.

Prueba de aceptación. No se encontraron diferencias significativas para ninguno de los atributos evaluados en los tratamientos, los tres tratamientos fueron aceptados por los panelistas con una valoración entre 6 y 7 que indican me gusta poco a me gusta moderadamente (cuadro 3). Lo anterior se atribuye a la poca cantidad de azúcar en las bebidas, a la variación en temperatura y a que algunas muestras se pudieron haber sedimentado si los panelistas demoraron mucho en consumir las muestras. Lo anterior difiere con el estudio conducido por Amaya y Villalta (2005) donde variaron el porcentaje de harina de arroz y de azúcar y encontraron que las personas preferían la horchata con menor contenido de azúcar. Por otra parte, Romero (2005), encontró diferencias significativas para los atributos de sabor, aroma color y aceptación general entre un tratamiento con 50% grano de morro contra el tratamiento que contiene 25% grano de morro.

Cuadro 3. Medias y desviaciones estándar obtenidas para cada atributo en la evaluación sensorial.

Tratamiento	Apariencia (Media $\pm$ DE)	Color (Media $\pm$ DE)	Olor (Media $\pm$ DE)	Sabor (Media $\pm$ DE ^s)	Consistencia (Media $\pm$ DE)	Aceptación general (Media $\pm$ DE)
TM40-A10	6.144 $\pm$ 1.719	6.322 $\pm$ 1.741	6.811 $\pm$ 1.728	6.556 $\pm$ 2.136	6.422 $\pm$ 1.977	6.640 $\pm$ 1.744
TM25-A25	6.311 $\pm$ 1.660	6.444 $\pm$ 1.736	6.644 $\pm$ 1.731	6.067 $\pm$ 1.847	6.111 $\pm$ 1.893	6.344 $\pm$ 1.643
TM10-A40	6.189 $\pm$ 1.748	6.433 $\pm$ 1.656	6.689 $\pm$ 1.746	5.956 $\pm$ 1.848	6.044 $\pm$ 1.798	6.144 $\pm$ 1.590
CV (%)	27.5	26.7	25.8	31.4	30.53	26.0

DE: Desviación Estándar.

CV: coeficiente de variación en porcentaje.

TM40-A10: Tratamiento con 40% grano de morro y 10% de ajonjolí.

TM25-A25: Tratamiento con 25% grano de morro y 25% de ajonjolí.

TM10-A40: Tratamiento con 10% grano de morro y 40% de ajonjolí.

Escala hedónica 1-9 siendo 1 me disgusta extremadamente y 9 me gusta extremadamente.

Prueba de preferencia: Los tratamientos preferidos por los panelistas fueron el TM40-A10 en la primera repetición y el TM25-A25 en la segunda repetición. Sin embargo no hubo preferencia en la tercera repetición. En el cuadro 4 se detalla la preferencia encontrada para cada repetición.

Cuadro 4. Tratamiento preferido en cada repetición en evaluación sensorial con 90 personas.

Repetición	Preferencia	Probabilidad
1	TM25-25	0.0074
2	TM40-10	< 0.0001
3	ND	0.4095

Probabilidades menores a 0.05 son estadísticamente significativas.

TM40-A10: Tratamiento con 40% grano de morro y 10% de ajonjolí.

TM25-A25: Tratamiento con 25% grano de morro y 25% de ajonjolí.

ND: No definido.

Análisis químicos.

Porcentaje de cenizas. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos elaborados pero si se encontró diferencia entre el control y los tratamientos. Lo anterior se atribuye a que las mezclas comerciales para horchata de supermercados de El Salvador contienen arroz como principal ingrediente como lo confirman Amaya y Villalta (2005).

El arroz según la tabla de composición de alimentos centroamericanos contiene 0.58 g de cenizas por cada 100 g de fracción comestible. Los tratamientos elaborados contenían morro o ajonjolí como principal ingrediente los cuales contienen 3.8 g y 4.45 g de cenizas por cada 100 g de fracción comestible respectivamente, razón por la cual tuvieron mayor porcentaje de cenizas que el control (cuadro 5).

Cuantificación de calcio y hierro. Se encontraron diferencias significativas en el contenido de hierro de las muestras evaluadas, siendo el tratamiento con mayor contenido de morro el que presento mayor contenido de hierro. Mientras que en el contenido de calcio no se encontraron diferencias entre los tratamientos elaborados pero si se encontró diferencia entre el control y los tratamientos, presentando el control el contenido más bajo de calcio (cuadro 5).

Cuadro 5. Porcentaje de cenizas y aporte de hierro y calcio expresado en mg por 10.2 g de mezcla para horchata.

Tratamiento	Cenizas (%) (Media $\pm$ DE)	Hierro (mg) (Media $\pm$ DE)	Calcio (mg) (Media $\pm$ DE)
Control	0.082 $\pm$ 0.007 B	0.762 $\pm$ 0.003 B	12.858 $\pm$ 0.906 B
TM40 -A10	0.162 $\pm$ 0.042 A	0.955 $\pm$ 0.056 A	29.495 $\pm$ 9.041 A
TM25-A25	0.176 $\pm$ 0.014 A	0.621 $\pm$ 0.056 CB	28.754 $\pm$ 9.640 A
TM10-A40	0.173 $\pm$ 0.014 A	0.566 $\pm$ 0.041 C	33.265 $\pm$ 2.147 A
CV	22.4	7.17	20.3

Letras mayúsculas indican diferencias significativas $P < 0.05$ en la columna respectiva

TM40-A10: Tratamiento con 40% grano de morro y 10% de ajonjolí

TM25-A25: Tratamiento con 25% grano de morro y 25% de ajonjolí

TM10-A40: Tratamiento con 10% grano de morro y 40% de ajonjolí

DE: Desviación Estándar

CV: coeficiente de variación

mg: miligramos

Se encontró una correlación directa de 0.97175 con un P value < 0.05 entre el porcentaje de cenizas y el contenido de calcio (cuadro 6) donde se muestra que los tratamientos elaborados dan mayor aporte de calcio que el control, esto se debe a que al haber más cenizas también hay más aporte de calcio ya que el ajonjolí y el morro son fuentes con alto contenido de este mineral. Retomando el estudio de Amaya y Villalta (2005) las marcas comerciales de horchata en El Salvador están compuestas mayormente por arroz, el cual tiene bajo contenido de cenizas, al correlacionar los valores obtenidos de cenizas y calcio se explica la razón de por qué el control es estadísticamente diferente a los tratamientos formulados tanto en el contenido de calcio como en el porcentaje de cenizas.

Cuadro 6. Correlación entre contenido de cenizas, hierro y calcio.

Variables	Correlación de Pearson	
	coeficiente	Prob > r
Cenizas- Calcio	0.971	0.028
Hierro Calcio	-0.238	0.761
Cenizas-hierro	-0.263	0.736

Variables con probabilidad Prob < 0.05 son estadísticamente significativas

Declaración alto en hierro y calcio. El reglamento técnico centro americano 67.01.60:10 establece que para poder etiquetar un alimento como “alto en hierro y calcio”, deberá de haber como mínimo el 20% del VRN del nutriente por porción. El mismo reglamento establece que el VRN de calcio de 800 mg y el de hierro es de 14 mg (RTCA 2011). De acuerdo a la información plasmada en el cuadro 7, los tratamientos elaborados son altos en hierro y calcio al utilizar 56.7 g de mezcla en polvo para horchata en una porción de 250 mL, lo que representa el 23% de la bebida.

Cuadro 7. Cantidad mínima requerida de mezcla en polvo para preparar una porción de 250 mL de horchata para cubrir el 20% del VRN de hierro y calcio según el RTCA y porcentaje que representa la mezcla en polvo para horchata en porción de 250 mL de bebida de horchata.

Tratamiento	Aporte de hierro y calcio en 100 g de mezcla en polvo para horchata		Mínimo requerido de hierro y calcio en una porción de 250 mL para declaración "alto en hierro y calcio" acorde al RTCA.		Gramos de mezcla en polvo para horchata necesarios para elaborar una porción de 250 mL bebida de horchata que cubra el 20% del VRN de hierro y calcio	Porcentaje de mezcla en 250 mL bebida
	Hierro (mg)	Calcio (mg)	Hierro (mg)	Calcio (mg)		
Control	7.6	128.5			126.80	51%
TM40 -A10	9.5	294.9	2.8	160	55.28	22%
TM25-A25	6.2	287.5			56.70	23%
TM10-A40	5.6	332.6			50.41	20%

TM40-A10: Tratamiento con 40% grano de morro y 10% de ajonjolí

TM25-A25: Tratamiento con 25% grano de morro y 25% de ajonjolí

TM10-A40: Tratamiento con 10% grano de morro y 40% de ajonjolí

mg: miligramos

mL: mililitros

Costos de formulación de mezcla de horchata. Se evaluaron los costos de elaboración de cada tratamiento en base a cotizaciones de las materias primas hechas en supermercados en el mes de mayo de 2016. Sin embargo, los costos pueden reducirse al adquirir las materias primas en volúmenes mayores y en mercados locales. El cuadro 8 muestra el análisis de costos de formulación para producir 454 g de cada tratamiento. Se observa que el ajonjolí es más caro que el grano de morro, por tanto el tratamiento más caro es el TM10-A40 debido a que el grano de morro es más barato que el ajonjolí, el tratamiento TM40-A10 es el que presentó menor costo variable.

Cuadro 8. Costos de formulación para 454 gramos de mezcla para horchata.

Materias primas	TM40-A10		TM25-A25		TM10-A40	
	Cantidad (g)	Costo (L.)	Cantidad (g)	Costo (L.)	Cantidad (g)	Costo (L.)
Semilla de morro	181.6	12.44	113.5	7.78	45.4	3.11
Ajonjolí	45.4	12.59	113.5	31.48	181.6	50.36
Arroz	90.8	2.00	90.8	2.00	90.8	2.00
Semilla de ayote	45.4	6.03	45.4	6.03	45.4	6.03
Semilla de marañón	54.48	21.29	54.48	21.29	54.48	21.29
Canela	11.35	14.02	11.35	14.02	11.35	14.02
Cacao	22.7	2.00	22.7	2.00	22.7	2.00
Nuez moscada	2.27	7.01	2.27	7.01	2.27	7.01
Total	454	77.37	454	91.59	454	105.81
Total en dólares americanos.		\$3.35		\$3.96		\$4.58

TM40-A10: Tratamiento con 40% grano de morro y 10% de ajonjolí

TM25-A25: Tratamiento con 25% grano de morro y 25% de ajonjolí

TM10-A40: Tratamiento con 10% grano de morro y 40% de ajonjolí

g: gramos utilizados

L. Lempiras

\$. Dólar americano.

Tasa de cambio: 23.0846 L. Según Banco Central de Honduras, 18 de octubre de 2016.

4. CONCLUSIONES

- Las mezclas en polvo desarrolladas para la elaboración de bebida de horchata estudio contribuyen en 20% del VRN de hierro y calcio en jóvenes entre 13 a 17 años cuando la mezcla representa entre el 20 y 23% de una porción de 250 mL de horchata.
- La mezcla en polvo para elaboración de bebida de horchata con mayor porcentaje de grano de morro tuvo mayor contenido de hierro, no obstante, el contenido de calcio fue igual en los tres tratamientos.
- Los tratamientos fueron igualmente aceptados, no obstante, las mezclas con mayor contenido de grano de morro fueron las preferidas.
- El costo de formulación de la mezcla para horchata decrece al utilizar menos ajonjolí en la formulación.

5. RECOMENDACIONES

- Evaluar si la aceptación del producto incrementa al utilizar mayor concentración de azúcar.
- Conducir evaluaciones sensoriales a los jóvenes entre 13 y 17 años de edad de la comunidad de El Jicarito para determinar la aceptación del producto en la población meta.
- Desarrollar nuevas formulaciones utilizando granos y cereales de bajo costo y con mayores aportes nutricionales que contribuyan a cubrir otras deficiencias.
- Añadir ingredientes como ácido ascórbico o cítrico para potencializar la absorción de hierro.

6. LITERATURA CITADA

Alvarenga BM. 2015. Determinación del patrón de consumo de alimentos y estado nutricional en jóvenes de 13 a 17 años de edad del instituto San Antonio de Oriente (El Jicarito), San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras 2015 [tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano- San Antonio de Oriente. 44p.

Amaya E. Villalta K. 2005. Elaboración de una propuesta de norma técnica para regular la calidad de dos productos étnicos (horchata de arroz y refresco de cebada). [Tesis]. Universidad de El Salvador. San Salvador. 182p.

CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) 2007. NSO 67.45.01:06 Mezcla para preparar bebida de horchata. Especificaciones. [Internet]. [Acceso 2016 Oct. 05]. <http://www.diariooficial.gob.sv/diarios/do-2007/01-enero/31-01-2007.pdf>

EUFIK (European Food Information Council) 2006. Nutrición en niños y adolescentes. [Internet]. [Acceso 2016 Sep. 20]. <http://www.eufic.org/article/es/salud-estilo-de-vida/comida-sana/expid/basics-nutricion-ninos-adolescentes/>

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 1997. Directrices para el uso de declaraciones nutricionales. [Internet]. [Acceso 2016 Jul 23]. <http://www.fao.org/docrep/005/Y2770S/y2770s06.htm#bm6>

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) y OMS (Organización Mundial de la Salud).1993. Grasas y aceites en la nutrición humana. Consulta FAO/OMS de expertos. (Estudio FAO alimentación y nutrición- 57) Capítulo 6. [Acceso 2016 Oct. 03]. [http://www.fao.org/docrep/v4700s/v4700s0a.htm#capítulo 6 selección de usos de las grasas y de los aceites en l](http://www.fao.org/docrep/v4700s/v4700s0a.htm#capítulo%206%20selección%20de%20usos%20de%20las%20grasas%20y%20de%20los%20aceites%20en%20la%20nutrición)

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), PRODAR (Programa de Desarrollo de la Agroindustria Rural para América Latina y el Caribe), IICA (Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola). SF. Fichas técnicas. Procesados de cereales. [Internet]. [Acceso 2017 Sep. 9]. <http://www.fao.org/3/a-au166s.pdf>.

Fernández A. Sosa P. Setton S. Desantadina V. Fabeiro M. Martinez M. Piazza N. Casavalle P. Tonietti M. Vacarezza V. Grandis S. Granados N. Hernandez J. 2011. Calcio y nutrición. [Internet]. [Acceso 2016 Sep. 20]. <http://www.sap.org.ar/docs/calcio.pdf>

Forrellat M. Gautier H. Fernández N. 2000. Metabolismo del hierro. Rev Cubana Hematol Inmunol Hemoter. 16(3) 149-160. http://www.bvs.sld.cu/revistas/hih/vol16_3_00/hih01300.pdf

Fundación Española del Corazón. SF. Hierro. [Internet]. [Acceso 2016 Sep. 22]. <http://www.fundaciondelcorazon.com/nutricion/nutrientes/838-hierro.html>

Healthy Children 2015. Calcio para la formación de los huesos. [Internet]. [Acceso 2016 Sep. 20]. <https://www.healthychildren.org/Spanish/ages-stages/teen/nutrition/Paginas/Calcium-The-Bone-Builder.aspx>

INCAP (Instituto de nutrición de Centro América y Panamá) and OPS (Organización Panamericana de la Salud) 2012. Tabla de Composición de Alimentos Centro Americanos. Segunda edición, Guatemala. Páginas 31 y 32.

NHLBI (National Heart Lung and Blood Institute). 2009. ¿Cuáles son las causas de la anemia por deficiencia de hierro? [Internet]. [Acceso 2016 Sep. 22]. <https://www.nhlbi.nih.gov/health-spanish/health-topics/temas/ida/causes>

Ortega P. Leal J. Amaya D. Chávez C. 2010. Evaluación nutricional, deficiencia de micronutrientes y anemia en adolescentes femeninas de una zona urbana y una rural del estado Zulia, Venezuela. Invest Clin. [Acceso 2016 Jul 03]. Vol. 51 N°1 P.37-52. <http://www.scielo.org.ve/pdf/ic/v51n1/art05.pdf>

Pérez C. 2007. Alimentación y educación nutricional en la adolescencia. Trastor. conducta aliment. [Acceso 2016 Jun. 24]. N°6: P.600-634. <http://dice.cindoc.csic.es/revista.php?rev=1699-7611>

RCTA (Reglamento Técnico Centroamericano) 2011. Etiquetado nutricional de productos alimenticios pre envasados para consume humano para la población a partir de 3 años de edad. [Internet]. [Acceso 2016 Sep. 16]. <http://www.dgrs.gob.hn/documents/Resoluciones/AlimentosBebidas/anexo%20Res%20281-2012.pdf>

Rivera M. Sevillano D. 2013. Determinación de la calidad microbiológica de diferentes marcas de horchata en polvo comercializadas en los supermercados de la zona 2 del distrito 2 del área metropolitana de San Salvador. [Tesis]. Universidad De El Salvador. San Salvador, El Salvador. 151 p.

Romero C. 2005. Evaluación de dos formulaciones de horchata enriquecidas con ácido fólico. [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano- San Antonio de Oriente. 38 p.

UNED (Universidad Nacional de Educación a Distancia) SF. Guía de alimentación y salud. Alimentación en las etapas de la vida: Adolescencia. [Internet]. [Acceso 2016 Sep. 20]. http://www2.uned.es/pea-nutricion-y-dietetica-I/guia/etapas/adolescencia/neces_minerales.htm

WHO (World Health Organization), WFP (World Food Program), UNICEF (United Nations Children's Funds). 2007. Preventing and controlling micronutrient deficiencies in populations affected by an emergency. [Internet]. [Acceso 2016 Sep. 15]. http://www.who.int/nutrition/publications/WHO_WFP_UNICEFstatement.pdf

WHO (World Health Organization). SF. [Internet]. [Acceso 2016 Sep. 15]. <http://www.who.int/nutrition/topics/micronutrients/en/>

World Bank. 2016. Honduras overview. [Internet]. [Acceso 2016 Ago. 16]. <http://www.worldbank.org/en/country/honduras/overview>

7. ANEXO

Anexo 1. Formato utilizado para evaluación sensorial.

Hoja de evaluación sensorial de Horchata

Fecha: _____

Instrucciones

A continuación, se le presentarán tres muestras de horchata, galleta de soda y un vaso con agua. Limpie su paladar con la galleta y el agua antes y después de cada muestra. Evalúe la apariencia antes de probar cada muestra. Marque con una X el cuadro indicando su grado de aceptación. Al final escriba el código de la muestra preferida y dejar sus comentarios.

Precaución: Contiene marañón y cacao

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta extremadamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente

Código de muestra: _____

Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia									
Color									
Olor									
Sabor									
Consistencia									
Aceptación general									

Código de muestra: _____

Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia									
Color									
Olor									
Sabor									
Consistencia									
Aceptación general									

Código de muestra: _____

Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia									
Color									
Olor									
Sabor									
Consistencia									
Aceptación general									

Ordenar por preferencia:

Código: _____

Comentarios: _____

¡Muchas Gracias por colaboración!