

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CONDICIONES DE HORNEADO SOBRE EL
CONTENIDO DE ANTIOXIDANTES DE UN SNACK DE PEJIBAYE (*BACTRIS
GASIPAES* H.B.K.) Y VALORACIÓN DE LA ACEPTACIÓN
POR PARTE DE LOS CONSUMIDORES**

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa de
Estudios de Posgrado en Ciencia de Alimentos para optar al grado y
título de Maestría Académica en Ciencia de Alimentos

REBECA LÓPEZ CALVO

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2012

Dedicatoria

A Dios porque me regala la vida y las oportunidades.

A Juan Pablo y a Walter, por su amor.

A toda mi familia, por su apoyo incondicional.

Agradecimientos

A Walter por estar siempre conmigo y a Juan Pablo por enseñarme tanto todos los días.

A mami, Sylvia, mis abuelitos y mis suegros por toda la ayuda que nos han brindado, especialmente con el cuidado de Juan Pablo. Sin ustedes no habría podido concluir esta etapa de mi vida.

A Ana Mercedes, María Lourdes y Eric por creer en mí, por su dedicación y por ayudarme a alcanzar esta meta y a crecer como profesional y como persona.

Al personal del Laboratorio de Química, especialmente a doña Marielos, por su invaluable ayuda y su gran disposición en todo momento.

A Carmen Ivankovich, Sandra Calderón y Jorge Figueroa por su gran apoyo en la realización de los estudios con consumidores.

A Carmela e Ileana por la confianza que me han brindado y las oportunidades.

A mis compañeros del CITA, gracias por todo el apoyo.

A mis amigos que estuvieron presentes de alguna u otra forma en este proceso.

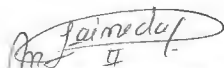
"Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencia de Alimentos de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Maestría Académica en Ciencia de Alimentos."



M.Sc. Georgina Gómez Salas
**Representante de la Decana
Sistema de Estudios de Posgrado**



Dra. Ana Mercedes Pérez Carvajal, Ph.D.
Directora de Tesis



Dra. María Lourdes Pineda Castro, M.Sc.
Asesora



Dr. Eric Wong González, Ph.D.
Asesor



Dra. Patricia Esquivel Rodríguez, Ph.D.
**Directora
Programa de Posgrado en Ciencia de Alimentos**



Rebeca López Calvo
Candidata

Tabla de contenidos

	Dedicatoria	ii
	Agradecimientos	iii
	Tribunal examinador	iv
	Tabla de contenidos	v
	Resumen	ix
	Lista de cuadros	x
	Lista de figuras	xii
I	Introducción	1
1.1	Justificación	1
1.2	Objetivos	8
1.2.1	Objetivo general	8
1.2.2	Objetivos específicos	8
II	Marco teórico	9
2.1	Generalidades del pejibaye	9
2.2	Manejo poscosecha y almacenamiento del pejibaye	10
2.3	Industrialización del pejibaye	11
2.3.1	Antecedentes	11
2.3.2	Métodos de conservación tradicionales	12
2.4	Alimentos funcionales	12
2.5	Compuestos bioactivos	13
2.5.1	Carotenoides	13
2.5.2	Polifenoles	15
2.5.3	Fibra	15
2.5.4	Almidón	16
2.5.5	Capacidad antioxidante	16
2.6	Valor nutritivo del fruto del pejibaye	17
2.6.1	Composición química	17
2.6.2	Efecto de la cocción sobre las propiedades nutricionales del fruto del pejibaye	19
2.7	Procesamiento de <i>snacks</i> tipo tortilla	21
2.8	Estudios de aceptación con consumidores	21
2.8.1	Metodologías	21
2.8.2	Análisis de conglomerados	25
2.9	Utilización de gomas en los productos alimenticios	26
III	Materiales y métodos	28
3.1	Ubicación	28
3.2	Pruebas preliminares	28
3.2.1	Preparación de la fruta	28
3.2.2	Definición del proceso de elaboración del <i>snack</i> de pejibaye	28
3.3	Evaluación del efecto de las condiciones de horneado sobre el	31

	contenido de compuestos antioxidantes	
3.3.1	Hipótesis	31
3.3.2	Estudio exploratorio de la concentración de polifenoles totales y la capacidad antioxidante hidrofílica del <i>snack</i> de pejibaye	31
3.3.3	Evaluación del efecto del tratamiento de horneado en el contenido de carotenoides totales del <i>snack</i> de pejibaye	31
3.3.3.1	Diseño experimental	31
3.3.3.2	Análisis estadístico	33
3.4	Estudio cualitativo de aceptación del prototipo del producto por parte de potenciales consumidores	33
3.5	Reformulación del <i>snack</i> de pejibaye mediante el uso de aditivos y harina de maíz y establecimiento de la formulación de mayor aceptación	34
3.5.1	Mejoramiento de la formulación del <i>snack</i> de pejibaye	34
3.5.2	Estudio cuantitativo de aceptación con consumidores del producto reformulado	35
3.5.2.1	Procedimiento	35
3.5.2.2	Análisis estadístico	35
3.5.3	Estudio cualitativo de aceptación con consumidores del producto reformulado	36
3.6	Caracterización química del producto reformulado de mayor aceptación y comparación con productos comerciales	36
3.6.1	Métodos de análisis	36
3.6.2	Preparación de las muestras	37
3.6.3	Análisis de resultados	38
IV	Resultados	39
4.1	Evaluación del efecto de las condiciones de horneado sobre el contenido de compuestos antioxidantes	39
4.1.1	Estudio exploratorio del contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante hidrofílica	39
4.1.2	Evaluación del efecto del tratamiento de horneado en el	42

	contenido de carotenoides totales del <i>snack</i> de pejibaye	
4.2	Estudios de aceptación por parte de potenciales consumidores y mejoramiento de la formulación del <i>snack</i> de pejibaye	49
4.2.1	Evaluación cualitativa del prototipo de <i>snack</i> de pejibaye	49
4.2.1.1	Valoración de la idea de producto	49
4.2.1.2	Degustación y evaluación del prototipo de <i>snack</i> de pejibaye	50
4.2.1.3	Precio y disposición de compra	51
4.2.1.4	Preferencias de empaque	52
4.2.2	Cambios en la formulación de los <i>snacks</i> de pejibaye	52
4.2.2.1	Sustitución con harina de maíz	52
4.2.2.2	Adición de gomas y fibras	53
4.2.2.3	Análisis sensorial	55
4.2.3	Estudio de aceptación con consumidores de los <i>snacks</i> de pejibaye reformulados	57
4.2.4	Evaluación cualitativa de los <i>snacks</i> de pejibaye reformulados	66
4.2.4.1	Valoración de la idea de producto	67
4.2.4.2	Degustación y evaluación de los <i>snacks</i>	68
4.2.4.3	Mercado meta y usos del producto	70
4.2.4.4	Precio y disposición de compra	71
4.2.4.5	Preferencias de empaque	71
4.2.5	Conocimientos y hábitos de consumo de alimentos con propiedades funcionales y <i>snacks</i>	72
4.2.5.1	Consumo de grasa, antioxidantes y fibra	72
4.2.5.2	Consumo de <i>snacks</i>	73
4.3	Caracterización química del producto reformulado de mayor aceptación	74
4.3.1	Contenido de grasa	75
4.3.2	Contenido de fibra dietética	76
4.3.3	Contenido de almidón resistente	77
4.3.4	Contenido de carotenoides	77
4.3.5	Capacidad antioxidantes	78
4.4	Desarrollo del concepto de producto	79
V	Conclusiones	81
VI	Recomendaciones	84

VII	Bibliografía	86
VIII	Anexos	96
8.1	Anexo 1. Guía para realización de mini grupo para evaluar el prototipo de <i>snack</i> de pejibaye	96
8.2	Anexo 2. Formularios usados en la evaluación en los mini grupos del prototipo de <i>snack</i> de pejibaye	100
8.3	Anexo 3. Encuesta utilizada en el estudio cuantitativo con consumidores	103
8.4	Anexo 4. Resultados	105
8.5	Anexo 5. Fichas técnicas de aditivos usados en la reformulación del <i>snack</i> de pejibaye	109
8.6	Anexo 6. Encuesta para seleccionar participantes para los mini grupos en los que se evaluó el <i>snack</i> de pejibaye reformulado	117
8.7	Anexo 7. Guía para realización de mini grupo para evaluar el <i>snack</i> de pejibaye reformulado	120
8.8	Anexo 8. Formularios usados en la evaluación en los mini grupos de los <i>snack</i> de pejibaye reformulados	124

Resumen

Se desarrolló un *snack* a partir de pejibaye y se evaluó el efecto de diferentes tratamientos de horneado sobre el contenido de carotenoides totales, utilizando un diseño central compuesto rotatable con dos factores: tiempo y temperatura de horneado. Bajo el dominio del experimento, no se pudo concluir que haya efecto alguno de las condiciones de horneado sobre el contenido de carotenoides de los *snacks* de pejibaye ($p > 0,05$); sin embargo, fue posible observar que la operación de horneado permite obtener un alto porcentaje de retención de carotenoides (mínimo 77%) en el producto final.

El *snack* de pejibaye fue evaluado por potenciales consumidores en distintos estudios cualitativos y cuantitativos, realizados en forma secuencial, para determinar su aceptación. Se realizaron dos sesiones de mini grupos con profesionales y amas de casa de clase media para evaluar el prototipo del *snack*, hecho a partir de pasta con 100% pejibaye. Los resultados obtenidos se utilizaron para mejorar las características del producto mediante la incorporación de aditivos y harina de maíz a la fórmula. Se escogieron cuatro formulaciones con diferentes sustituciones de harina de maíz y la adición de goma tara y carboximetilcelulosa (CMC) en diferentes proporciones, para ser evaluadas en un estudio cuantitativo con 100 consumidores potenciales. Los resultados fueron analizados estadísticamente por medio de un análisis de conglomerados y un ANDEVA. Se observó la formación de dos grupos considerando las evaluaciones de agrado otorgadas para las características: sabor, aspecto y textura de los *snacks*. El conglomerado 2 fue el que, en general, otorgó mejores calificaciones a las características evaluadas de los *snacks* y, en este grupo, están la mayoría de las personas que consumen más frecuentemente este tipo de alimentos así como la mayoría de las que consumen más frecuentemente pejibaye. Todos los consumidores de este grupo y la mayoría del grupo 1 (aproximadamente 86%) indicaron que comprarían el producto, por lo que se concluye que hay un nicho de mercado para el *snack* de pejibaye desarrollado, el cual está conformado principalmente por personas que consumen frecuentemente *snacks* y pejibaye.

Se realizó una evaluación cualitativa final con los dos productos que resultaron favoritos en el estudio cuantitativo, mediante dos sesiones adicionales de mini grupos con profesionales y amas de casa de clase media-media. Se determinó que la combinación de goma tara (0,5%) y carboximetilcelulosa (0,25%) permite obtener un efecto sinérgico positivo para las características sensoriales de los *snacks* de pejibaye. La goma resalta el sabor natural a pejibaye y la CMC mejora la crujencia. Además, los consumidores prefieren los productos que contienen menos cantidad de harina de maíz.

Se observó que la mayoría de los consumidores que participaron en los estudios cuida su salud a través de la dieta, principalmente mediante un bajo consumo de grasa, pero un grupo importante también busca consumir productos ricos en fibra y antioxidantes, lo cual le da mucho potencial a la comercialización del *snack* de pejibaye.

Con base en los resultados obtenidos en los estudios con consumidores y la caracterización química del *snack* de pejibaye calificado como favorito, se desarrolló el siguiente concepto de producto: "Producto innovador, práctico, tipo *snack*, a partir de pejibaye, horneado, que por su naturaleza es rico en antioxidantes y fibra y es bajo en grasa; dirigido a consumidores adultos que gusten del pejibaye y que cuidan su salud mediante la alimentación. Es ideal para consumirlo en actividades sociales."

Lista de cuadros

Cuadro 1	Composición química del mesocarpio del pejibaye reportada por diferentes fuentes.	18
Cuadro 2	Diseño central compuesto utilizado para evaluar el efecto del tratamiento de horneado en el contenido de carotenoides totales del <i>snack</i> de pejibaye.	32
Cuadro 3	Métodos de análisis químicos que se utilizaron en el desarrollo del estudio.	37
Cuadro 4	Resultados del estudio exploratorio para la determinación del cambio en el contenido de polifenoles y la capacidad antioxidante total en los puntos extremos del diseño central compuesto.	39
Cuadro 5	Retención de carotenoides obtenida al evaluar las diferentes condiciones del tratamiento de horneado correspondientes al diseño central compuesto.	43
Cuadro 6	Porcentaje de retención de carotenoides en diversos alimentos logrado después de aplicar diversos tratamientos térmicos.	46
Cuadro 7	Disposición de compra de <i>snacks</i> de pejibaye de los participantes del mini grupo de profesionales, por precios para una presentación de 90 g.	51
Cuadro 8	Disposición de compra de <i>snacks</i> de pejibaye de los participantes del mini grupo de amas de casa, por precios para una presentación de 90 g.	52
Cuadro 9	Mezclas de aditivos utilizadas en pruebas preliminares para mejoramiento de las características de los <i>snacks</i> de pejibaye.	56
Cuadro 10	Formulaciones evaluadas en el estudio con consumidores.	57
Cuadro 11	Características de los participantes que conforman los conglomerados resultantes en el estudio con consumidores de los <i>snacks</i> de pejibaye.	58
Cuadro 12	Análisis de varianza para la evaluación del agrado del aspecto, el sabor y la textura de las 4 formulaciones de <i>snacks</i> de pejibaye.	61
Cuadro 13	Comentarios, sobre diferentes características, realizados al	69

degustar los *snacks* de pejibaye.

Cuadro 14	Calificaciones otorgadas a los <i>snacks</i> de pejibaye por parte de los participantes de las sesiones de minigrupos.	70
Cuadro 15	Composición química del <i>snack</i> de pejibaye preferido por los consumidores (Formulación 15M-Tara)	75
Cuadro A.1	Resultados de los análisis realizados en el estudio exploratorio para conocer el contenido de polifenoles y la capacidad antioxidante hidrofílica de los <i>snacks</i> de pejibaye.	105
Cuadro A.2	Resultados de los análisis de carotenoides totales realizados en el Diseño Central Compuesto.	105
Cuadro A3	Características de los participantes de cada uno de los mini-grupos conformados para la evaluación del prototipo de <i>snack</i> de pejibaye.	106
Cuadro A.4	Características de los participantes del estudio cuantitativo con consumidores agrupados en los conglomerados.	107
Cuadro A.5	Resultados de la caracterización del <i>snack</i> de pejibaye en base húmeda.	108

Lista de figuras

Figura 1.	Proceso de elaboración de <i>snacks</i> de pejibaye	29
Figura 2.	Extractos de pejibaye de las zonas de Pérez Zeledón y Tucurrique, respectivamente.	44
Figura 3.	Comportamiento del hábito de consumo de <i>snacks</i> en cada conglomerado.	59
Figura 4.	Comportamiento del hábito de consumo de pejibaye en cada conglomerado.	60
Figura 5.	Nivel de agrado del aspecto de los <i>snacks</i> de pejibaye por parte de los consumidores que conforman cada uno de los conglomerados.	61
Figura 6.	Nivel de agrado del sabor de los <i>snacks</i> de pejibaye por parte de los consumidores que conforman cada uno de los conglomerados.	62
Figura 7.	Nivel de agrado de la textura de los <i>snacks</i> de pejibaye por parte de los consumidores que conforman cada uno de los conglomerados.	62
Figura 8.	Grado de intensidad de sabor de pejibaye percibido por los participantes en el estudio con consumidores.	64
Figura 9.	Intención de compra del <i>snack</i> de pejibaye preferido por los consumidores.	65

I. Introducción

1.1 Justificación

Actualmente hay un interés sin precedentes en los consumidores, organizaciones de salud pública y la comunidad médica por mejorar la salud y el bienestar mediante la dieta (Kalt, 2005). Una adecuada nutrición es un factor clave de una vida saludable asociado con un menor riesgo de sufrir enfermedades crónicas. El consumo de 5 porciones de frutas y vegetales por día ("5 al día") es recomendado para lograr un estado de salud óptimo (WFCR, 2007) y se recomiendan especialmente los alimentos "coloreados". Datos de estudios epidemiológicos muestran consistentemente la existencia de una relación inversa entre la ingesta de frutas y vegetales y la incidencia de enfermedades cardiovasculares, oftalmológicas, gastrointestinales, desórdenes neuro degenerativos y algunos tipos de cáncer (Stahl y Sies, 2005). El grado en que la dieta influye en la prevención de estas enfermedades no se conoce, pero una estimación comúnmente aceptada es que por lo menos una tercera parte de los casos de cáncer y posiblemente la mitad de los casos de enfermedades de arterias y el corazón, así como la hipertensión, están relacionados con la dieta. Uno de los principales factores asociados con la enfermedades cardiovasculares y el cáncer es el bajo consumo de fibra, vegetales y frutas (Puupponen *et al.*, 2003).

Son varios los tipos de compuestos presentes en los alimentos de origen vegetal a los que se les atribuyen los efectos preventivos de enfermedades; dentro de estos cabe destacar los carotenoides y los polifenoles. Se cree que éstos y otros nutrientes son efectivos en la prevención de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo, producido por la generación excesiva de radicales libres de oxígeno (Huang *et al.*, 2005). El sistema de defensa del organismo incluye una serie de enzimas que neutralizan la toxicidad de las especies reactivas de oxígeno, tales como superóxido dismutasa (SOD), catalasa (CAT), glutatión peroxidasa (GP) y glutatión reductasa (GR). Cuando la generación de las especies reactivas de oxígeno sobrepasa las barreras de defensa antioxidantes del organismo se produce un gran aumento del daño por lesión química de las estructuras biológicas y este proceso se conoce como "estrés oxidativo" (Lee *et al.*, 2004; Issa *et al.*, 2006). Al dañar las macromoléculas (lípidos, proteínas, hidratos de carbono y ácidos nucleicos) se alteran los procesos celulares (funcionalidad de las membranas, producción de enzimas, respiración celular, inducción génica, etc.) y esto puede relacionarse con la aparición de

enfermedades como el cáncer, la aterosclerosis, la insuficiencia renal, la diabetes mellitus, la hipertensión arterial y la cirrosis, insuficiencia hepática y hepatopatía alcohólica (Elejalde, 2001).

El procesamiento de los alimentos tiene un papel concluyente en la preservación y la biodisponibilidad de estos compuestos antioxidantes (Puupponen *et al.*, 2003). Por ejemplo, muchas investigaciones han demostrado que los carotenoides, incluyendo a las provitaminas A, están más concentrados en la cáscara que en la pulpa de las frutas; por lo tanto, sólo al pelar las frutas y vegetales se puede reducir considerablemente el contenido de provitamina A. El tratamiento con calor produce transformaciones químicas: la isomerización y epoxidación de los carotenoides provocando muchas veces una disminución en el contenido total y cambios en el valor nutricional como provitamina A; por esto se recomienda el procesamiento a la temperatura más baja por el tiempo más breve posibles, pero el procesamiento a alta temperatura y tiempo corto es una buena alternativa. El escaldado puede reducir el contenido de carotenoides en forma inicial pero prevendrá mayores pérdidas posteriores durante el procesamiento (especialmente en el procesamiento lento) y almacenamiento, por la inactivación de enzimas. En general, el tratamiento con antioxidantes naturales o agregados también aumenta la retención. Por ende, a pesar de su susceptibilidad a la descomposición, se pueden retener los carotenoides durante el procesamiento industrial si se siguen buenas prácticas tecnológicas (Rodríguez-Amaya, 1997).

Al menos 100 millones de niños menores de 5 años, en el mundo, sufren de deficiencia clínica y subclínica de vitamina A, según datos de la UNICEF y la FAO. Altos niveles de esta deficiencia pueden causar ceguera e incrementan considerablemente el riesgo de que los niños puedan morir de enfermedades como sarampión, diarrea e infecciones respiratorias agudas (UNICEF, 2011). Una de las estrategias para combatir esta deficiencia es mejorar la alimentación y para ello una de las alternativas es identificar vegetales ricos en vitamina A, además de mejorar el procesamiento y la preparación de estos alimentos con el fin de obtener una óptima retención y biodisponibilidad (Kidmose *et al.*, 2006).

El fruto del pejibaye es una fuente importante de vitamina A (carotenos), vitamina C, fibra dietética y calorías necesarias para una adecuada alimentación. Un pejibaye mediano (50 g), dependiendo de la variedad, suple en promedio entre un 15% y un 100% o más de las necesidades diarias de vitamina A y C del adulto (Blanco *et al.*, 1992).

El pejibaye presenta un gran potencial en la alimentación y nutrición humana y tiene un bajo costo de producción en relación con el elevado rendimiento del cultivo; además, posee la ventaja de que no se utilizan pesticidas en su producción (Mora-Urpí, 1981). La fruta es un verdadero "tubérculo de árbol" debido a su alto contenido de almidón. Los esfuerzos de investigación y desarrollo, sin embargo, se han enfocado más en la producción que en la transformación, la comercialización y el consumo del producto, perjudicando el concepto de agro cadena (Clement *et al.*, 2004). Según Sánchez (2011), esto ha generado algunos problemas, tales como el bajo valor agregado, la comercialización de esta fruta no pasa más allá de ser una compra al agricultor, así como es obtenida es vendida al consumidor final, salvo algunos productores que la han procesado en harina, de manera más artesanal que industrial; otras empresas la venden cocinada, en *dip*, al vacío y en salmuera. Además, hay una traba cultural, manifiesta en productores y comercializadores como una aversión a la innovación (Ellis, 1993) que se ha presentado en la poca implementación de nuevas ideas.

En la presente investigación se busca dar valor agregado al fruto del pejibaye mediante la elaboración de un *snack* tipo tortilla a partir de pasta de pejibaye y evaluar el efecto del proceso de horneado sobre el contenido de compuestos bioactivos presentes naturalmente en el fruto.

Se escogió desarrollar un *snack* de pejibaye debido a la alta aceptación de este tipo de alimentos por parte de los consumidores. En un estudio cuantitativo realizado en el año 2008, por el Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, utilizando una encuesta "cara a cara" con 163 mujeres residentes en el área metropolitana del país, a un alto porcentaje de las entrevistadas (95%) le gustó la idea de desarrollar "tortillas tostadas" a partir de pejibaye y un 92% respondió afirmativamente a la pregunta sobre su intención de compra en caso de que el producto llegue al mercado. Estos porcentajes estuvieron por encima de las otras opciones de productos planteadas, tales como bizcochos, galletas y pan (Ivankovich, 2010).

El tamaño del mercado de los productos tipo *snack* a nivel mundial y nacional no se conoce. Mc Carthy (2001) indica que del mercado mundial debe ser al menos el doble del mercado estadounidense, por lo que se estima que ronda los \$30-\$35 mil millones de ventas anuales.

Si bien el consumo per cápita de *snacks* en Costa Rica no se conoce, sí se sabe que este sector muestra un comportamiento positivo tanto para la producción nacional, como para los productos

importados, los cuales han ido aumentando su presencia. Entre el año 2001 y 2002, el crecimiento en las importaciones fue de 2406% y un 5775% en las exportaciones. Entre los tipos de *snacks* existentes en el mercado, los que han tomado más importancia son las tortillas tostadas de maíz, las cuales son muy gustadas por los costarricenses, sobre todo para actividades sociales (Anónimo, 2005).

En Centroamérica, según las compañías que elaboran *snacks*, el consumo de frituras empaçadas generó más de \$200 millones en el año 2006. Las "boquitas" preferidas de los paladares centroamericanos son las papas, los nachos de maíz y semillas como el maní. El mercado costarricense, junto con el salvadoreño, figura como el más rentable porque la mayoría de las empresas venden sus productos a tarifas más altas. En relación a la comercialización, se estima que el 80% se hace por medio de las pulperías de las zonas rurales y urbanas (López, 2006).

Una debilidad de la mayoría de los productos tipo *snack* es que su aporte a la nutrición es bajo debido a la composición química, principalmente por el alto contenido de grasa, sal y aditivos artificiales que los caracteriza. Los consumidores están cada vez más conscientes de la importancia de evitar los alimentos que puedan perjudicar su salud y la tendencia es hacia el consumo preferente de aquellos que brinden mayores beneficios, no sólo en el ámbito nutricional sino también en el funcional. Los productos hechos a partir de frutas y vegetales pueden tener estas propiedades, incluyendo una alta capacidad antioxidante. Para conocer estas propiedades y preservar la calidad de los alimentos, se deben desarrollar nuevas alternativas de procesamiento (Pérez-Tinoco *et al.*, 2008).

Los *snacks* horneados son una buena opción de alimento saludable, ya que tienen la ventaja de contener menos grasa que los de tipo frito. En los supermercados nacionales es notable el crecimiento en volumen y diversificación de este tipo de productos en los últimos años y la preferencia por parte de los consumidores también va en incremento. Por esto, el *snack* de pejibaye desarrollado fue horneado.

El efecto del procesamiento sobre el contenido de compuestos bioactivos en la fruta fresca, como los carotenoides y los polifenoles, ha sido estudiado en diversas investigaciones. Los resultados indican que algunas operaciones, principalmente las que implican un tratamiento con calor, como la cocción, pueden incrementar o disminuir la actividad antioxidante de los alimentos dependiendo de

la naturaleza y la estructura molecular de los compuestos antioxidantes (Wu *et al.*, 2004). En el estudio realizado con tortillas de maíz, por De la Parra *et al.*, (2007), el tratamiento de horneado incrementó ligeramente la capacidad antioxidante, posiblemente debido al incremento en el contenido de polifenoles solubles.

Thane y Reddy (1997) realizaron una extensa revisión bibliográfica sobre el efecto del procesamiento de frutas y vegetales en el contenido de carotenoides y llegaron a la conclusión de que las variables que intervienen son la cantidad original en el alimento fresco, la extensión y la naturaleza del procesamiento, las condiciones de almacenamiento y si la pérdida de vitaminas se restituye posteriormente.

En el presente estudio se buscó evaluar el efecto de la operación de horneado sobre el contenido de compuestos bioactivos de la pasta de pejibaye utilizada como materia prima, para lo cual se evaluaron diferentes condiciones de tiempo y temperatura del tratamiento térmico.

El conocimiento de la población sobre los beneficios de consumir antioxidantes en la dieta ha incrementado la demanda de los productos vegetales con una calidad antioxidante reconocida y mejorada. Esto está creando nuevas oportunidades para la horticultura y la industria alimentaria que buscan mejorar la calidad de los vegetales mediante el aumento de su capacidad antioxidante (Kalt, 2005).

Es difícil conocer el tamaño del mercado de los alimentos funcionales debido a la existencia de diferentes criterios de clasificación (Gibson y Williams, 2000). Considerando la definición de que los alimentos funcionales son los que contienen ingredientes con un valor adicional para la salud y esto es comunicado a los consumidores, el mercado mundial en el año 2007 se estimó en por lo menos US \$75 mil millones (GBA, 2007).

Con el fin de evaluar la aceptación de los *snacks* de pejibaye por parte de los consumidores se propuso la realización de un estudio cualitativo tipo grupo focal y un estudio cuantitativo de aceptación con consumidores. Las entrevistas por sesiones de grupo se han convertido en uno de los principales instrumentos de mercadotecnia para adquirir información acerca de los pensamientos y sentimientos del consumidor (Kotler y Amsntrong, 1998). La ventaja principal de esta técnica, según Kinneary y Taylor (1996), se relaciona con la premisa que establece que, si uno

quiere entender a sus consumidores, debe saberlos escuchar. Escuchando a los consumidores se puede aprender mucho cuando describen un producto en su propio lenguaje y describen la forma en que compran los productos y cómo perciben los beneficios y las limitaciones de éstos, utilizando términos muy personales. Tal información puede permitir ver problemas y oportunidades potenciales e identificar posibles estrategias de los programas de mercadeo. Por su lado, los estudios de aceptación con consumidores son un excelente complemento a los de tipo cualitativo ya que permiten que el producto sea evaluado por un número mayor de potenciales consumidores, mediante una serie de preguntas que cada persona responde en forma individual al probar el producto. Los resultados se analizan utilizando herramientas estadísticas con el fin de sacar conclusiones sobre el grado de aceptación o rechazo del alimento evaluado en la muestra poblacional empleada.

En el presente proyecto se evaluaron diferentes propiedades de los *snacks* de pejibaye. En términos generales, según un estudio de mercado realizado en el sector nacional de galletería y *snacks*, en el año 2005, a los consumidores les interesan principalmente las características de sabor, tamaño de empaque, precio, frescura, duración y servicio del fabricante (Anónimo y BID, 2005).

Con el objetivo de mejorar las propiedades reológicas, se planteó la utilización de otros ingredientes para sustituir una parte de la pasta de pejibaye para lograr mayor cohesividad, menor pegajosidad y, por ende, un manejo fácil durante la operación de moldeo y una textura en el producto final más fuerte y menos agrietada.

Los cereales, particularmente el maíz, contienen un elevado contenido de almidón y por ello tienen excelentes propiedades de expansión, característica que es importante en los *snacks* (Pérez-Navarrete *et al.*, 2006). Por otro lado, las proteínas funcionan como adherentes en muchos tipos de alimentos, tanto si están presentes en forma natural o si son adicionadas mediante diversos ingredientes con el fin de mejorar las características sensoriales y nutricionales de un producto. En los *snacks*, el gluten (generalmente obtenido del trigo) es la fuente proteica más utilizada para ayudar a la cohesividad y favorecer la elasticidad de la masa, por las gluteínas presentes y para contribuir a darle resistencia por la fracción de gluteninas (O`Donnell, 1997). Para compensar los bajos niveles de gluten en la pasta de pejibaye se pueden adicionar gomas, como la carboximetilcelulosa, la goma xantán y la guar, entre muchas otras. Las gomas alimentarias se

usan en muchas formulaciones por sus atributos de cambiar la viscosidad en medios acuosos, al mismo tiempo que imparten una textura adecuada a los alimentos. Muchas veces se utilizan mezclas de gomas con el propósito de obtener las propiedades funcionales apropiadas y abaratar costos (Ma y Barbosa-Cánovas, 1993). En este estudio, se probaron diferentes niveles de sustitución con harina de maíz y distintas gomas para buscar mejorar las características reológicas de la pasta con el fin de obtener un *snack* con una textura más crujiente y que sea menos propenso a agrietarse.

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de diferentes tratamientos de horneado sobre el contenido de antioxidantes de un *snack* hecho a partir de pejibaye y determinar su aceptación por parte de los consumidores.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar mediante pruebas preliminares la formulación y las características de forma y espesor del prototipo del *snack* de pejibaye.
- Estudiar el efecto del horneado sobre el contenido de antioxidantes del prototipo del *snack* de pejibaye para establecer las condiciones de tiempo y temperatura que permitan maximizar la retención de estos compuestos.
- Evaluar la aceptación de diferentes formulaciones del *snack* de pejibaye por medio de sesiones de grupo y estudio con consumidores para determinar el producto con mayor potencial de mercado.
- Determinar el contenido de compuestos antioxidantes y la composición físicoquímica del *snack* de pejibaye de mayor aceptación para definir su valor nutricional.

II. Marco teórico

2.1 Generalidades del pejibaye

El pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth) es una palmera monoica autóctona del trópico húmedo americano. Se considera la única palmera domesticada en Mesoamérica, producto de un proceso regional de domesticación realizado a lo largo de la cordillera de los Andes por diferentes grupos indígenas, que además de explicar la gran diversidad biológica presentada por el pejibaye, determina su amplia distribución geográfica (Castillo, 2004). Desde tiempos remotos, el pejibaye ha sido cultivado en Costa Rica por los aborígenes, principalmente los de Talamanca y la Vertiente Atlántica (CIPRONA, 1986).

El pejibaye se cultiva tanto por su fruta como por el corazón de la palma; este último se conoce como palmito. El pejibaye pertenece al grupo de las Bactrioideas, el cual tiende a formar capas con múltiples hijos que permiten la renovación periódica de los tallos cortados cuando se explota el palmito, o de los troncos muy altos en el caso de la explotación de la fruta, evitando así al agricultor la necesidad de sembrar luego de cada cosecha (CIPRONA, 1986).

El interés en el pejibaye se está incrementando en muchos países debido al alto valor energético que tiene la fruta y a su contenido de carotenoides (Leterme *et al.*, 2005). Al madurar, el pejibaye puede presentar un color amarillo, naranja o rojo, o mezclas de estos colores. El mesocarpio (pulpa), que es la parte comestible, es grueso y seco, de color amarillo o rojizo y se caracteriza por ser harinoso, fibroso o aceitoso (Gómez, 1997).

Costa Rica es uno de los países productores de pejibaye que ha dedicado más tiempo y esfuerzo a su investigación y donde se han realizado estudios en el campo de la agronomía, genética, economía, química y nutrición (Gómez, 1997). Costa Rica cuenta con aproximadamente 1500 ha de tierras cultivadas con pejibaye, de las cuales cerca de 500 ha corresponden a Tucurrique, una región ubicada en la zona atlántica del país, específicamente en el cantón de Jiménez en Cartago (Clement *et al.*, 2004). En términos generales, el resto de las plantaciones está disperso por las Regiones Norte y Atlántica, del nivel del mar hasta los 1000 msnm y por la Vertiente del Pacífico.

Cabe señalar como principales localidades productoras de estas regiones: Pérez Zeledón, Buenos Aires, La Cuesta, San Martín y Tabarcia de Mora (Cortés, 1994).

Dado que la polinización en general es cruzada, existe enorme variabilidad en las características de la palma. Se encuentra variación en el número de estípites por cepa, la ausencia o presencia así como la longitud de las espinas, en el tronco y hojas, tamaño de semilla, color interno y externo del fruto, además de mostrar variaciones en su forma, tamaño, contenido de fibra y aceite, y aún diferencias en su sabor. Aunque el pejibaye ha sido objeto de estudio, el conocimiento acerca de las variedades es todavía confuso. En Costa Rica, los nombres "rayado" y "liso", comúnmente utilizados para definir variedades, son mal empleados puesto que éstos no corresponden realmente a variedades bien definidas, sino a diferencias existentes en el fruto (CIPRONA, 1986; Calzada, 1985).

La tecnología de exportación agrícola del pejibaye como fruta ha sido desarrollada a un nivel paralelo a aquella del palmito, pero la tecnología para su industrialización es aún incipiente. La causa de su poco desarrollo industrial obedece a la incertidumbre por parte de la empresa privada sobre el comportamiento que podría tener su mercado. Cabe mencionar que el almidón que contiene posee características físico – químicas especiales que lo hacen valioso para algunos usos en la industria alimentaria. Además, su alto contenido de beta caroteno, de proteína y la buena calidad de su aceite ofrecen posibilidades industriales, como también los derivados de la fermentación (Cortés, 1994).

El principal mercado del fruto del pejibaye es nacional, aunque una pequeña parte se exporta al mercado internacional, principalmente a Centro América y Estados Unidos, como fruta fresca y en conserva.

2.2 Manejo poscosecha y almacenamiento del pejibaye

Para el lavado del pejibaye, lo ideal es separar las frutas de los racimos dejando el cáliz y corola persistentes o corona adherida a la fruta. Para esto la fruta debe ser cortada y no arrancada con el fin de disminuir el área expuesta en la herida de la cosecha, reduciendo el riesgo de enfermedades y pérdidas por deshidratación. Una vez separadas del racimo, las frutas se deben seleccionar para eliminar todas aquellas que han sufrido daños por insectos, heridas, picaduras de pájaros, golpes,

las que son muy pequeñas o que están enfermas (hongos, bacterias). La fruta seleccionada debe ser limpiada. En un estudio realizado por Sáenz *et al.* (1992), estos autores determinaron que para lavar el pejibaye lo ideal es emplear una solución de cloro de 250 ppm, hacer un enjuague con agua limpia y permitir que la fruta drene por un tiempo.

El período de conservación del pejibaye es mayor cuando, una vez desprendido del racimo, se almacena con su bráctea floral o cáliz remanente, ya que la ausencia de éste lo hace susceptible a ataques de hongos y a elevadas pérdidas de peso (Arguello *et al.*, 1999).

2.3 Industrialización del pejibaye

2.3.1 Antecedentes

Durante los 100 años posteriores a la conquista europea, la fruta fue utilizada principalmente como una fuente básica de almidón, cocido o fermentado, para su almacenamiento y dilución posterior con el fin de preparar la bebida conocida como "chicha". La harina hecha del mesocarpio se reportó en algunas áreas (Clement *et al.*, 2004).

En los años 80, se consideró significativo el potencial de la fruta de pejibaye para la alimentación animal, pero la investigación y el desarrollo de otros cultivos como maíz, sorgo y soya, en los países desarrollados, así como los subsidios, cambiaron el panorama (Clement *et al.*, 2004).

La utilización del pejibaye en la producción de aceite también se evaluó, principalmente cuando se identificó un germoplasma con un contenido de aceite en el mesocarpio similar al de la palma. Sin embargo, las reevaluaciones indicaron que el potencial del pejibaye como una fuente de aceite es menos interesante de lo que originalmente se pensó (Clement *et al.*, 2004).

Actualmente en Brasil, Colombia, Costa Rica y Perú, del 40 al 50% de la producción anual de fruta se destina al consumo animal o se trata como un desperdicio. Aunque existe una aparente demanda de la harina de pejibaye, se ha fallado en la creación y mantenimiento de un nicho de mercado para este producto, por lo que los esfuerzos de investigación y desarrollo han sido

infructuosos en la generación de soluciones para ayudar a cambiar la economía de este nicho. Es por ello que se concluye que el pejibaye sigue siendo subutilizado (Clement *et al.*, 2004).

2.3.2 Métodos de conservación tradicionales

Los frutos enteros, con cáscara o pelados, pueden conservarse hasta por un año, dependiendo del método utilizado. Los tratamientos de conservación comúnmente empleados son: envasado en salmuera, esterilización o encerado (Salas *et al.*, 1997). La congelación es uno de los métodos más seguros para conservar el pejibaye y poder así disponer de fruta durante todo el año (Pineda, 1996).

2.4 Alimentos funcionales

Un alimento funcional es similar en apariencia a un alimento convencional, o puede ser un alimento convencional que es consumido como parte de la dieta normal y que se ha demostrado que tiene efectos fisiológicos beneficiosos o que reduce el riesgo de una enfermedad crónica, además de las funciones nutricionales básicas (Shahidi, 2004). Es decir que la dieta no sólo puede contribuir a que la persona logre un estado de salud y desarrollo óptimos sino que también juega un papel importante en la reducción del riesgo de enfermedades (Diplock *et al.*, 1999).

El diseño de productos alimenticios con efectos beneficiosos para la salud es relativamente nuevo y responde al cada vez mayor reconocimiento del papel de la dieta en la prevención y tratamiento de enfermedades (Mazza, 2000). Un alimento funcional puede ser un alimento natural, un alimento al que se le ha agregado un compuesto o uno al que se le ha removido un componente utilizando biotecnología o medios tecnológicos (Diplock *et al.*, 1999).

Las frutas siempre se han considerado excelentes fuentes de azúcares y vitaminas, pero recientemente han adquirido un mayor protagonismo desde el punto de vista nutritivo dado su contenido de componentes biológicamente activos. No se conoce bien el modo de acción pero, al parecer muchos de ellos son antioxidantes y, como tales, neutralizan radicales libres que se forman durante la preparación de los alimentos o en procesos biológicos del organismo (Mazza, 2000).

2.5 Compuestos bioactivos

Las frutas y vegetales proveen una mezcla óptima de compuestos fitoquímicos como antioxidantes naturales, fibras y otros compuestos bioactivos. Sin embargo, su capacidad para promover la salud depende de su procesamiento. El proceso de transformación se espera que afecte el contenido, la actividad y la biodisponibilidad de los compuestos bioactivos. Las principales características que varían durante el procesamiento son los niveles de enzimas endógenas, la actividad de agua, la presión de oxígeno y la energía térmica y mecánica. Los tejidos vegetales íntegros son más estables en comparación con los triturados o molidos, ya que las enzimas se activan debido a que la ruptura de las paredes celulares permite su liberación y también la disponibilidad de sustratos (Puupponen *et al.*, 2003).

A continuación se describen los principales compuestos bioactivos que se conoce que se encuentran en el fruto del pejibaye o cuyo contenido se quiere determinar en el presente estudio.

2.5.1 Carotenoides

En plantas y animales, los carotenoides se encuentran como cristales o sólidos amorfos, en solución en medios lipídicos, en dispersión coloidal o en combinación con proteínas en fase acuosa (Rodríguez-Amaya, 1997).

Los pigmentos carotenoides constituyen un grupo de compuestos ubicuos en la naturaleza que realizan una serie de funciones que los hacen especiales. Así, son considerados compuestos indispensables para la vida, fundamentalmente debido a las diferentes funciones que llevan a cabo en relación con la fotosíntesis, tal y como se conoce hoy en día. Durante muchos años, la importancia nutricional de los carotenoides se atribuyó a que algunos de ellos poseen actividad provitáminica A. Sin embargo, el interés por estos isoprenoides se ha multiplicado en los últimos años a raíz de una gran variedad de estudios que parecen indicar que en su función como antioxidantes podrían ser beneficiosos para la prevención de diversas enfermedades crónicas humanas no transmisibles, si bien existe todavía cierta controversia al respecto (Meléndez *et al.*, 2007).

En muchos países en desarrollo, la contribución principal en la ingesta de vitamina A proviene de la provitamina A de los carotenoides presentes en los alimentos vegetales, lo cual puede equivaler a un 82% de la ingesta total de vitamina A (Kidmose *et al.*, 2006).

Debido a la presencia en su molécula de un cromóforo consistente total o principalmente en una cadena de dobles enlaces conjugados, los carotenoides proporcionan, a frutos y verduras, colores amarillos, anaranjados y rojizos (Meléndez *et al.*, 2004a). Los carotenoides son pigmentos estables en su ambiente natural, pero cuando los alimentos se calientan se vuelven mucho más lábiles. Se ha comprobado que los procesos de oxidación son más acusados cuando se pierde la integridad celular, de forma que en los vegetales triturados la pérdida de compartimentación celular pone en contacto sustancias que pueden modificar estructuralmente e incluso destruir los pigmentos (Meléndez *et al.*, 2004b).

Los carotenoides, con algunas excepciones, son insolubles en agua y, por lo tanto, las pérdidas por lixiviación durante el lavado y procesamiento de frutos son mínimas. Por otro lado, al ser altamente insaturados, los carotenoides son susceptibles a la isomerización y oxidación durante el procesamiento de los alimentos (Rodríguez-Amaya, 1999). La congelación, la adición de antioxidantes y la exclusión del oxígeno disminuyen las pérdidas durante el procesado y almacenamiento de los alimentos (Meléndez *et al.*, 2004b). Se han reportado efectos negativos de los tratamientos térmicos (debido a la oxidación) y efectos positivos (incremento de la biodisponibilidad) sobre el contenido de carotenoides. Los procesos térmicos provocan un aparente incremento de su concentración, posiblemente debido a que hay una mayor extracción, a la degradación enzimática y a las pérdidas de humedad y sólidos solubles que concentran la muestra por unidad de peso. El calor siempre induce la isomerización *cis/trans* que se traduce en la formación de subproductos de los carotenoides. El grado de cambio en los carotenoides depende del tipo de vegetal, el método de cocción y las condiciones de tiempo y temperatura. El calor también provoca la inactivación de enzimas y la ruptura de estructuras del alimento, provocando un incremento en la biodisponibilidad (Puupponen *et al.*, 2003).

Por lo general, los carotenos con mayor actividad biológica son aquellos que tienen todos sus dobles enlaces en forma del isómero *trans*, el cual se transforma parcialmente en la forma *cis* durante tratamientos térmicos en ausencia de oxígeno. Estudios recientes revelan que la

degradación del β - caroteno debida a diferentes condiciones de calentamiento sigue una cinética de primer orden (Meléndez *et al.*, 2004b).

Muchos factores influyen en la absorción y utilización de provitamina A como por ejemplo la cantidad, tipo y forma física de los carotenoides en la dieta; la ingesta de grasa, vitamina E y fibra; el estado nutricional en relación a las proteínas y zinc; la existencia de ciertas enfermedades e infecciones por parásitos. Así, la biodisponibilidad de carotenoides es variable y difícil de evaluar (Rodríguez-Amaya, 1997).

2.5.2 Polifenoles

Diferentes tipos de compuestos fenólicos son sintetizados por las plantas y poseen muchas propiedades beneficiosas, tales como actividades antioxidantes y antimicrobianas (Puupponen *et al.*, 2003). Los compuestos fenólicos están sujetos a la degradación durante el procesamiento; son hidrosolubles, por lo que pueden perderse en el agua de cocción y también pueden ser degradados por la acción de enzimas. Parece ser que estos compuestos son los más sensibles a los factores ambientales, tales como disponibilidad de agua, calidad de la luz y temperatura. Durante el almacenamiento, son propensos a degradarse por acción de la temperatura, la atmósfera y la luz, incluso son más sensibles que los carotenoides y la vitamina C (Kalt, 2005). En un estudio realizado por Puupponen *et al.* (2003) se encontró que las pérdidas en el contenido de compuestos fenólicos después de una operación de escaldado y el almacenamiento en congelación lenta oscilan entre un 20 y un 30% en zanahorias, papas y espinacas.

2.5.3 Fibra

Las fibras o polisacáridos no almidonosos son consideradas importantes en la salud de los intestinos y en la reducción del riesgo de cáncer intestinal (Blades, 2000). Existen diversas formas para clasificar la fibra, considerando sus propiedades biológicas, químicas o nutricionales. Desde el punto de vista biológico, la fibra se clasifica según su grado de solubilidad en agua. La fibra soluble, como la de verduras y frutas y algunos cereales, sufre una intensa degradación por bacterias y sirve de sustrato para el crecimiento de las enterobacterias, incrementando el peso fecal debido principalmente al aumento de la masa y gases bacterianos. Esto permite que se alcance rápidamente en el recto el volumen límite que desencadena la defecación. Existe una correlación

inversa entre el volumen fecal y el tiempo de tránsito. Un menor tiempo de tránsito supone una menor reabsorción y endurecimiento del contenido intestinal, lo que previene la impacción y el estreñimiento. Diversos estudios demuestran que el incremento del volumen fecal por peso unitario de fibra procedente de frutas y verduras es $4,7 \pm 0,7$ g/g (Mazza, 2000).

2.5.4 Almidón

Englyst *et al.*, establecieron en 1992 la clasificación nutricional del almidón y realizaron una modificación en el año 1996, basada en su grado de digestibilidad *in vitro*. Dichos autores pusieron en evidencia que almidones de distinta fuente o con distinta forma (estado físico) eran digeridos siguiendo cinéticas diferentes. Así se pueden distinguir tres tipos principales de almidón, los que se digieren de manera rápida (RDS), los que se digieren de manera lenta (SDS) y los almidones resistentes (RS). La digestibilidad se refiere a la capacidad de entregar más o menos glucosa, de manera más o menos rápida, a medida que ocurre el proceso de digestión en el organismo.

El almidón resistente (RS) ha recibido gran atención por su funcionalidad como fibra dietética y como una posibilidad de bajar la carga glicémica de alimentos amiláceos, siendo su estructura compacta (inaccesible para las enzimas digestivas) el factor determinante en la capacidad de este almidón a resistir los procesos físicos y enzimáticos (Parada y Rosowski, 2008).

2.5.5 Capacidad antioxidante

En los últimos años, existe un incremento en el interés de la actividad antioxidante de los fitoquímicos presentes en la dieta. Se cree que los antioxidantes juegan un papel importante en el sistema de defensas del cuerpo contra las especies reactivas de oxígeno, que son subproductos tóxicos generados durante la respiración normal aerobia de las células (Ou *et al.*, 2002). El estrés oxidativo ha sido asociado con el desarrollo de muchas enfermedades crónicas y degenerativas: cáncer, padecimientos del corazón, degeneración neuronal; ya que las especies reactivas de oxígeno pueden dañar proteínas, lípidos y ADN (Wu *et al.*, 2004).

Un incremento en la ingesta de antioxidantes en la dieta puede ayudar a mantener un adecuado estatus antioxidante y, por ende, las funciones fisiológicas normales de un sistema vivo. Algunos alimentos y dentro de ellos un grupo importante de vegetales, son fuente de antioxidantes

exógenos. Aunque se ha reconocido la importancia de estos fitonutrientes, no existe un índice nutricional de "antioxidantes totales" debido a que no hay un método que permita determinar su contenido total en un alimento por la naturaleza química tan diversa que poseen. Los antioxidantes que más comúnmente están presentes en los alimentos son la vitamina C, los carotenoides, los flavonoides y los compuestos –SH. Por esto, las metodologías de análisis desarrolladas lo que permiten es determinar una actividad total antioxidante o capacidad antioxidante, basadas en la reacción de transferencia de un electrón simple o la reacción de transferencia de un átomo de hidrógeno entre un oxidante y un radical libre (Ou *et al.*, 2002).

El método de la capacidad de absorción del radical oxígeno, ORAC, por sus siglas en inglés, se basa en la utilización de un radical iniciador para generar un radical peroxilo que reaccionará con un átomo de H proveniente del antioxidante, preferiblemente (Ou *et al.*, 2002).

2.6 Valor nutritivo del fruto de pejibaye

2.6.1 Composición química

Existen varios estudios sobre la composición química del pejibaye y, aunque difieren en algunos aspectos, especialmente por la gran cantidad de poblaciones existentes y por la metodología utilizada, todos concuerdan en que los nutrientes más relevantes son las grasas, los almidones y la fibra (Gómez, 1997). En el Cuadro 1 se presentan los resultados sobre composición química del pejibaye obtenidos en diversos estudios. La fruta es rica en energía debido tanto a su contenido de almidón como de aceite. Las proporciones relativas de almidón y aceite varían en forma inversa a la domesticación; las frutas de origen salvaje son ricas en aceites y las derivadas de especies domesticadas son ricas en almidones (Clement *et al.*, 2004). Otras características nutricionales del fruto son: alto contenido de fibra dietética, bajo contenido de azúcares simples y, por ser un alimento de origen vegetal, no contiene colesterol (Blanco *et al.*, 1992). Algunas autoridades llaman al pejibaye el "huevo vegetal" para resaltar su valor nutritivo y ningún otro producto agrícola ha recibido este calificativo (Piedrahita, 2006).

Cuadro 1. Composición química del mesocarpio del pejobaye reportada por diferentes fuentes.

Fuente	Humedad (%bh)	Proteína (%bs)	Grasa (%bs)	Carbohidratos (%bs)	Fibra (%bs)	Cenizas (%bs)
Amazonas						
Aguiar <i>et al.</i> (1980)	45,0	3,5	49,09	23,6	3,8	0,9
Arkcoll y Aguiar (1984)	55,7 (25,2-82,2)	6,9 (3,1-14,7)	51,92	59,5 (14,5-84,8)	9,3 (5,2-13,8)	1,3 (0,5-1,8)
Chaves <i>et al.</i> (1949)	53,0	8,1	62,55	42,3	18,5	1,9
Pechnik <i>et al.</i> (1962)	53,0	7,9	62,55	40,8	18,5	3,4
Yuyama <i>et al.</i> (2003)	53,0 ±2,9	2,3±0,4*	16,38	NR	6,6±1,5	0,6±0,1
Colombia						
Piedrahita y Velez (1982)	49,8	9,8	22,91	73,7	2,8	2,4
Zapata (1998)	55,7	12,8	11,06	72	1,8*	0,8*
Zapata (1972)	49,7	11,3	10,0	74,6	2,9	1,9
Velazco (1978)	50,70	12,8	11,76	72,0	1,30* (cruda)	0,80 *
América Central						
Leung y Marina (1961)	50,5	5,2	17,66	84,8	2,0	1,6
Costa Rica						
Johannessen (1967)	55,8	5,0	12,6	78,0	2,8	1,6
CIPRONA (1986)	56,7	6,1	18,77	79,9	3,6	2,1
Murillo <i>et al.</i> (1983**) Rojo	56,1	5,5	23,01	NR	1,2	2,1
Murillo <i>et al.</i> (1983**) Amarillo	63,1	6,4	48,51	NR	1,3	2,8
Murillo <i>et al.</i> (1983**) Mezcla de rojos y amarillos	66,1	6,3	26,25	NR	7,6	3,2

bh: base húmeda. bs: base seca. NR: no reportado.

*Valor reportado en % en base húmeda. ** No se reporta si es base húmeda o seca.

Fuentes: Citado por Leterme *et al.* (2005); Yuyama *et al.* (2003); Mora-Urpí *et al.* (1997); Astorga (1988); CIPRONA (1986) y Dean (1985)

En el pejibaye, en cuanto al contenido de minerales, vale destacar el fósforo que se encuentra en cantidades relativamente altas, el hierro y el calcio (Gallardo y Sierra, 1980). Además es una fuente importante de la vitamina A (carotenos), de vitamina C, fibra dietética y calorías necesarias para una adecuada alimentación.

En relación al contenido de carotenoides, Rodríguez-Amaya et al. (1996) reporta concentraciones de 3,2 $\mu\text{g/g}$ de α -caroteno, 22 $\mu\text{g/g}$ de β -caroteno y 18 $\mu\text{g/g}$ de γ -caroteno. De Rosso y Mercadante (2007) obtuvieron 197,7 μg de carotenoides totales/g en base seca, en pulpa cocida, por medio de método cromatográfico. Monge y Campos (2011) reportan una concentración de β -caroteno total de 0,59 $\mu\text{g/g}$. En el estudio realizado por Serrano et al. (2011) el contenido de carotenoides en pulpa cruda de pejibaye cosechado a los 120 días fue $143,7 \pm 81,4$ $\mu\text{g/g}$ en base seca y, por otro lado, Rojas et al. (2011) determinaron que el contenido de β -caroteno equivalente de 5 lotes de pejibaye cosechado en Costa Rica, fue $373,4 \pm 0,5$ $\mu\text{g/g}$ bs para el fruto crudo y de $286,9 \pm 0,7$ $\mu\text{g/g}$ bs para el fruto cocinado. Quesada *et al.* (2011), analizaron dos variedades de pejibaye: Ecuador y Yurimaguas. El contenido total de carotenoides que determinaron fue $7,43 \pm 0,2$ mg/100g para Ecuador y $5,74 \pm 0,05$ mg/100g para Yurimaguas, además analizaron el índice glicémico y concluyeron que el pejibaye es un alimento con un bajo índice (35 ± 6) que puede proveer beneficios nutricionales que podrían desempeñar un papel importante en la prevención o el tratamiento de enfermedades crónicas severas.

Un pejibaye mediano (50 g), dependiendo de la variedad, suple en promedio entre un 15% y un 100% o más de las necesidades diarias de vitamina A y C del adulto (Blanco *et al.*, 1992). La calidad de la proteína presente en la fruta del pejibaye no es excepcionalmente alta pero los aminoácidos están completamente biodisponibles (Clement *et al.*, 2004). Por otra parte, el contenido de proteína es superior al de la mayoría de las frutas.

2.6.2 Efecto de la cocción sobre las propiedades nutricionales del fruto del pejibaye

El pejibaye no se puede comer crudo dado que contiene factores antinutricionales; la forma más tradicional de cocinarlo es hirviéndolo en agua. La cocción lo suaviza y hace más agradable su sabor, además destruye los factores antinutricionales que dificultan el aprovechamiento de ciertas sustancias nutritivas. En Costa Rica se acostumbra hervirlo en agua con sal, grasa y a veces tapa dulce, bajo este tratamiento tarda en suavizar unos 30 min en promedio (Blanco *et al.*, 1990).

Los efectos adversos del pejibaye crudo pueden estar relacionados con más de un factor antinutricional. En los estudios realizados se han determinado varios aspectos de interés:

- Existencia de un inhibidor de tripsina como principal responsable de efectos adversos que presenta la harina de pejibaye cruda.
- La utilización de altas temperaturas por períodos prolongados con el fin de eliminar el factor antinutricional (inhibidor de tripsina), ocasiona pérdidas de nutrientes y disminución en la digestibilidad.
- El factor antinutricional puede ser inactivado mediante cocción a 115 °C por 5 minutos, ebullición por 15 min o extrusión, pero no al utilizar calor seco (Alfaro, 1988).
- Los inhibidores de tripsina son polipéptidos o proteínas capaces de inhibir la capacidad catalítica de esta enzima, lo cual repercute en pérdida de peso y baja conversión alimenticia en los animales utilizados en los estudios (Gómez *et al.*, 1998). Se reporta también la existencia de otros dos inhibidores: oxalato de calcio y lectinas (Leterme *et al.*, 2005; Gómez *et al.*, 1998).

Los cristales de oxalato de calcio provocan más del 90% de los cálculos renales (Glaxo Smithkline, 2006), ya que no están disponibles para la absorción y asimilación por lo que precipitan como sales insolubles. La cocción permite la eliminación de este compuesto por el efecto de lixiviación en agua (Judprasong *et al.*, 2006).

Las lectinas más estudiadas son componentes celulares solubles, mientras que otras están ligadas a la membrana citoplasmática. Estas sustancias son proteínas o glicoproteínas de origen no inmunológico, formadas por más de una subunidad proteica, que se caracterizan por ligar carbohidratos o glucoconjugados con alta especificidad, uniéndose de manera reversible sin alterar su estructura covalente. Estas sustancias han sido implicadas en efectos tóxicos y en la disminución de la tasa de crecimiento observada al alimentar animales de laboratorio con plantas o semillas comestibles que contienen lectina cruda. Este efecto generalmente es eliminado por medio de un tratamiento térmico adecuado, sin embargo, en la práctica no siempre se alcanza la destrucción completa del efecto tóxico de la lectina. Se ha demostrado la presencia de lectinas en la pulpa y la semilla del fruto del pejibaye, no así en la cáscara. Por el contrario, el inhibidor de tripsina se localiza principalmente en la cáscara del fruto (Gómez *et al.*, 1998).

2.7 Procesamiento de *snacks* tipo tortilla

Se entiende por *snack* un producto alimenticio que se puede consumir frío o caliente, líquido o sólido, que requiere de poca o ninguna preparación, que se presenta en porciones pequeñas, que satisface el hambre ocasional y es, cada vez con mayor frecuencia, sustituto de las comidas formales (Schlesinger, 2001). Dentro de esta categoría se consideran productos como los tubérculos (fritos, extruídos o en pellets) y los bocadillos de maíz (fritos, horneados, extruídos, moldeados, tipo tortilla, etc). En los últimos años se ha visto un incremento en la variedad de *snacks* horneados disponibles en el mercado como respuesta a los nuevos hábitos de consumo de las personas que buscan opciones más saludables para alimentarse, siendo una de las principales alternativas los productos que contienen menos grasa.

El horneado es un proceso en el que ocurren una serie de cambios físicos, químicos y biológicos como: evaporación del agua, formación de estructuras porosas, expansión del volumen, desnaturalización de la proteína, gelatinización del almidón, formación de corteza (Mandal y Datta, 2008), reacciones de Maillard, desarrollo de sabores y colores, entre otros.

2.8 Estudios de aceptación con consumidores

2.8.1 Metodologías

Para las empresas es de suma importancia conocer los gustos y preferencias de los consumidores, ya que es esta información la base para la toma de decisiones que dirijan el rumbo de su estrategia para con los consumidores.

Según Kotler y Armstrong (1998), existen varios tipos de investigación de mercado que se pueden identificar por el objetivo que persiguen:

- La investigación exploratoria cuyo objetivo es recopilar una información preliminar que ayudará a definir el problema y a sugerir hipótesis.
- El objetivo de la investigación descriptiva es especificar aspectos como el potencial del mercado para un producto.

- El objetivo de la investigación causal es poner a prueba las hipótesis acerca de las relaciones de causa-efecto.

Otro tipo de clasificación para este tipo de investigaciones se basa en el modo de obtener la información:

- Cuantitativa: por medio de preguntas simples busca explicar cierta situación y la frecuencia con que se presenta el hecho.
- Cualitativa: se consulta a quienes hayan experimentado cierta situación buscando determinar el motivo de su reacción (Kinnear y Taylor, 1996).

Los métodos de investigación cuantitativa y cualitativa son enfoques fundamentalmente diferentes para estudiar los valores y el comportamiento humano. Lo ideal sería, en la mayoría de los casos, una combinación de ambos métodos, de no existir limitaciones de tiempo y recursos (Aubel, 1993).

El principal contraste entre los dos enfoques consiste en que mientras la investigación cuantitativa tiende a analizar "objetivamente" las situaciones y comportamientos de las personas desde una perspectiva externa, la investigación cualitativa apunta a comprender esas situaciones y comportamientos desde la perspectiva "subjetiva", desde el interior. La característica básica de la investigación cualitativa se inclina a comprender los valores, las creencias, las normas, etc., a través de la mirada de quienes están sometidos a estudio. Las principales diferencias se relacionan con la forma de seleccionar las muestras, con las técnicas empleadas y el tipo de nexo existente entre el entrevistador y el entrevistado (Aubel, 1993).

Los métodos cualitativos por lo general se basan en pocos sujetos, ya que lo que importa no es la cantidad sino la calidad de los datos. Usualmente, profundizan en las causas de determinados comportamientos a un nivel que ningún otro método puede llegar. Las técnicas más utilizadas en la investigación cualitativa son: la observación de la conducta, las entrevistas en profundidad y las sesiones de grupo o "focus group" (Ivankovich, 1999).

Las sesiones de grupo consisten en invitar a un grupo de personas a reunirse durante unas horas con un moderador capacitado, que se apoya en un manual de preguntas, para hablar de un producto, de un servicio o de una organización. El moderador alienta la libre expresión, con la esperanza de que las interacciones del grupo saquen a relucir los verdaderos sentimientos y

pensamientos. Al mismo tiempo, el moderador "enfoca" la charla (Kotler y Armstrong, 1998; Aubel, 1993).

Existen diferentes opiniones en relación al tamaño que debe tener el grupo para poder hacer la evaluación. Krueger (1988), por ejemplo, considera que para un *focus group* se debe trabajar con un mínimo de 4 y un máximo de 12 participantes, mientras que Smith *et al.*, citados por Seymour (1988), indican que el grupo mínimo debe ser de 8 personas y que los grupos de menos personas serían mini-grupos si se cuenta con al menos 4 participantes.

Las sesiones deben ser realizadas en un cuarto silencioso (para permitir su grabación), con asientos confortables, generalmente alrededor de una mesa (Keown, 1983), por lo que pueden ser efectuadas en lugares tales como casas de habitación, oficinas y hasta por videoconferencia (Ivankovich, 1999). Las sesiones normalmente tardan de 2-4 horas (Fuller, 2005) y los comentarios se registran por medio de notas por escrito o grabaciones de sonido o video. Aún cuando las sesiones de grupo podrían arrojar información cuantitativa, casi siempre se utilizan para extraer información cualitativa. Los datos de este tipo se recogen en las propias palabras y el contexto de las personas que participan en las sesiones. Por otra parte contienen muy poco elemento artificial (introducido por el uso de escalas predeterminadas) y son, por lo tanto, más difíciles de resumir y de analizar (Ivankovich, 1999).

Las sesiones de grupo se pueden usar en una fase exploratoria, cuando aún no se conoce la manera y las palabras que utilizan los consumidores para referirse a un tema. También se puede usar en una fase confirmatoria, donde se trate de buscar explicaciones a comportamientos identificados y cuantificados por otros medios. Dentro de las aplicaciones más comunes de los *focus groups*, están, según Ivankovich (1999): la generación de impresiones sobre productos nuevos, las pruebas de sabor, así como el desarrollo y prueba de concepto de productos.

Varias sesiones de grupo (normalmente no más de tres o cuatro) con diferentes individuos pueden ser necesarias antes de poder obtener un concepto claro y conciso sobre un nuevo producto que englobe el "concepto del producto" y cómo éste va a satisfacer las necesidades y expectativas de los consumidores. Estos estudios son valiosos para sugerir dirección para las ideas pero no pueden ser la base para una decisión comercial. La principal función de una sesión de grupo es determinar

la reacción del consumidor hacia un concepto de producto y desde esta reacción rediseñar el concepto de acuerdo con la meta propuesta (Fuller, 2005).

Para realizar estudios cuantitativos se pueden utilizar los análisis afectivos, los cuales son empleados en la evaluación sensorial de alimentos para conocer la aceptabilidad de estos por parte del consumidor, así como también sus preferencias de consumo. En ambos casos, se busca medir estos criterios a partir de datos obtenidos de una muestra poblacional representativa de un grupo social de individuos que, por consideraciones de idiosincrasia de consumo, cultura, nivel económico, lugar de residencia, entre otros aspectos, tienden a coincidir muchas veces en gustos, datos que luego serán analizados estadísticamente para su valoración y posterior aceptación o rechazo de la hipótesis enunciada inicialmente (Ureña y D´Arrigo, 1999).

Para determinar el grado de satisfacción de los consumidores en respuesta a la medida de cómo cumple el alimento evaluado con sus requerimientos o expectativas, se hace uso de escalas de categorización adimensionadas o dimensionadas relativas, aplicadas en análisis como el de apreciación hedónica. Este análisis es usado para medir el nivel de agrado o desagrado del producto en una muestra poblacional de potenciales consumidores (Ureña y D´Arrigo, 1999). Las escalas hedónicas pueden ser verbales o gráficas, y la elección del tipo de escala depende de la edad de los jueces y del número de muestras a evaluar. Cuando se tienen más de dos muestras, o cuando es muy probable que dos o más muestras sean agradables (o las dos sean desagradables) para los jueces, es necesario utilizar escalas de más de tres puntos; no es recomendable usar escalas de más de 9 puntos ya que se dificulta la diferenciación, y entonces no se logra la finalidad de las escalas hedónicas, que es la disminución de la subjetividad en las apreciaciones de los jueces. Las escalas verbales son las que presentan descripciones verbales para evaluar las sensaciones y las gráficas son las que se usan cuando hay dificultad para describir los puntos de una escala hedónica debido al tamaño de ésta, o cuando los jueces tienen limitaciones para comprender las diferencias entre los términos mencionados en la escala (Anzaldúa, 1994).

Mediante la utilización de calificaciones relativas de aceptación se puede inferir la preferencia sobre las muestras analizadas por parte de los consumidores, ya que la muestra que obtenga una mejor calificación será la favorita. Los mejores resultados se obtienen cuando se usan escalas balanceadas, por ejemplo las que tienen igual número de categorías positivas y negativas y están colocadas a la misma distancia entre ellas. Para medir el agrado hacia un producto se pueden

utilizar diferentes tipos de escalas como las de categorías, lineales, o de estimación de la magnitud (Meilgaard *et al.*, 2007). Las escalas de calificación permiten transformar las categorías asignadas a las muestras por los jueces, como respuestas a la intensidad del estímulo percibido, a valores numéricos para su análisis estadístico correspondiente (Ureña y D'Arrigo, 1999).

El que un alimento le guste a alguien no quiere decir que esa persona vaya a querer comprarlo. El deseo de una persona por adquirir un producto es lo que se llama aceptación, y no sólo depende de la impresión agradable o desagradable que el juez reciba al probar un alimento, sino también de aspectos culturales, socioeconómicos, de hábitos, etc. (Anzaldúa, 1994). Las pruebas de aceptación son un tipo de prueba afectiva en la que el juez evalúa la muestra y manifiesta si su apreciación le induce a aceptarla o preferirla sobre otras. Para este tipo de pruebas el consumidor habitual o potencial es el juez más idóneo. Basta entonces con encuestar a un grupo de individuos de una misma zona, con costumbres de consumo generales comunes, aparente estado psico-somático satisfactorio y asequibles; por lo general son personas tomadas al azar en un lugar determinado (Ureña y D'Arrigo, 1999).

2.8.2 Análisis de conglomerados

Una de las estrategias básicas usadas en mercadeo es la clasificación de los consumidores en grupos homogéneos y para ello se puede utilizar el análisis de conglomerados o *clusters*. La técnica de análisis de conglomerados permite evaluar si un grupo de datos pueden resumirse en términos de un pequeño número de conglomerados de objetos o individuos que se asemejan entre sí y se diferencian en algo de los individuos de otros conglomerados (Everitt *et al.*, 2011). Su objeto consiste en ordenar objetos (personas, cosas, animales, plantas, variables, etc.) en grupos (conglomerados o *clusters*) de forma que el grado de asociación/similitud entre miembros del mismo *cluster* sea más fuerte que el grado de asociación/similitud entre miembros de diferentes *clusters*. Cada *cluster* se describe como la clase a la que sus miembros pertenecen. El análisis de *cluster* es un método que permite descubrir asociaciones y estructuras en los datos que no son evidentes a priori pero que pueden ser útiles una vez que se han encontrado (Vicente, s.a.).

El dendograma o diagrama de árbol, es una representación matemática y gráfica del procedimiento de conglomeración completo (Everitt *et al.*, 2011). Los objetos similares se conectan mediante

enlaces cuya posición en el diagrama está determinada por el nivel de similitud/disimilitud entre los objetos. La decisión sobre el número óptimo de *clusters* es subjetiva, especialmente cuando se incrementa el número de objetos ya que si se seleccionan demasiado pocos, los *clusters* resultantes son heterogéneos y artificiales, mientras que si se seleccionan demasiados, la interpretación de los mismos suele ser complicada (Vicente, s.a.).

Existen diversas formas de medir la distancia entre *clusters* que producen diferentes agrupaciones y diferentes dendrogramas. No hay un criterio para seleccionar cual de los algoritmos es el mejor. La decisión es normalmente subjetiva y depende del método que mejor refleje los propósitos de cada estudio particular. Entre los métodos existentes, se pueden mencionar el Método de la Media (*Average Linkage*), el Método del Vecino más Próximo, el Método del Vecino más Lejano (*Complete Linkage*), el Método de Varianza Mínima (Método de *Ward*) y el Método del Centroide (Vicente, s.a.).

2.9 Utilización de gomas en los productos alimenticios

Las gomas son un importante grupo de polisacáridos no estructurales que generalmente se encuentran de forma natural en diversas plantas o se producen en ellas en respuesta a un daño externo, existiendo también gomas de origen bacteriano. Si bien la mayoría no son componentes de las paredes celulares de las plantas, en general se les reconoce como constituyentes de la fracción de fibra soluble de los alimentos, dadas las propiedades físico-químicas y nutricionales de las mismas. Las gomas consumidas en la dieta proceden principalmente de aditivos alimentarios, siendo éste el uso más ampliamente difundido de las mismas, gracias a sus inestimables cualidades reológicas (Rupérez y Bravo, 2001).

Las gomas son hidrocoloides que actúan estabilizando las características físicas de los alimentos a los que se adicionan. Proporcionan textura, consistencia y estabilidad, permitiendo que el alimento se presente como recién preparado en el momento de su consumo. Por otro lado, facilitan muchos procesos modernos de fabricación de alimentos (Chocano, s.a.).

Las gomas se utilizan principalmente como agentes espesantes y gelificantes, pero también tienen un importante uso como estabilizantes y como sustitutos de grasas. Las proporciones de gomas

empleadas en las distintas formulaciones son generalmente menores del 2% y siempre por debajo del 5% debido a la alta viscosidad que éstas confieren (Rupérez y Bravo, 2001).

Por ser parte de la fibra soluble, el consumo de gomas brinda también propiedades beneficiosas para la salud como reducción del colesterol, los triglicéridos y la glucosa en la sangre, y el incremento del colesterol HDL, así como la regulación de los índices glicémicos y de obesidad (Sadiq *et al.*, 2007).

La elección de una goma para determinada aplicación depende básicamente de la viscosidad o fuerza del gel deseado, de sus características reológicas, del pH del sistema, de la temperatura durante el procesado, de las interacciones con otros ingredientes, textura y del costo de las cantidades requeridas para obtener los resultados que se desean (Chocano, s.a.).

III. Materiales y métodos

3.1 Ubicación

Esta investigación se desarrolló en el Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica, específicamente en las instalaciones de la Planta Piloto, el Laboratorio de Química y el Laboratorio de Análisis Sensorial.

3.2 Pruebas preliminares

3.2.1 Preparación de la fruta

Se utilizó como materia prima pejibaye cultivado en las zonas de Tucurrique y Pérez Zeledón. Se seleccionaron los frutos con cáscara de color rojo o anaranjado. El pejibaye con cáscara se cocinó a ebullición durante 30 min y se dejó enfriar para luego proceder a empacarlo en bolsas de polietileno de alta densidad y congelarlo a una temperatura aproximada de -18° C. De esta manera se procuró utilizar un mismo lote de fruta, por zona de cultivo, para disminuir la variabilidad en las características del fruto entre tratamientos.

La cocción se definió considerando el tiempo mínimo (15 min) que se necesita aplicar, a temperatura de ebullición, para eliminar los factores antinutricionales presentes en forma natural en el pejibaye fresco y el tiempo promedio que se necesita para suavizar la fruta (30 min) (Alfaro, 1988; Blanco *et al.*, 1990). Se definió la proporción agua:pejibaye utilizada, la cual fue de 46:54 (m/m).

3.2.2 Definición del proceso de elaboración del *snack* de pejibaye

Con el fin de trabajar con pocos lotes de fruta como materia prima, se cocinó grandes cantidades de pejibaye con cáscara, sin cáliz, a ebullición (aproximadamente $96,5^{\circ}$ C) durante 30 min.

El pejibaye cocinado fue almacenado en congelación y para la preparación de la pasta se descongelaba en el refrigerador ($6-8^{\circ}$ C).

La formulación y el proceso de elaboración del *snack* de pejibaye se determinaron mediante la realización de pruebas preliminares. El proceso de elaboración se describe en la Figura 1.

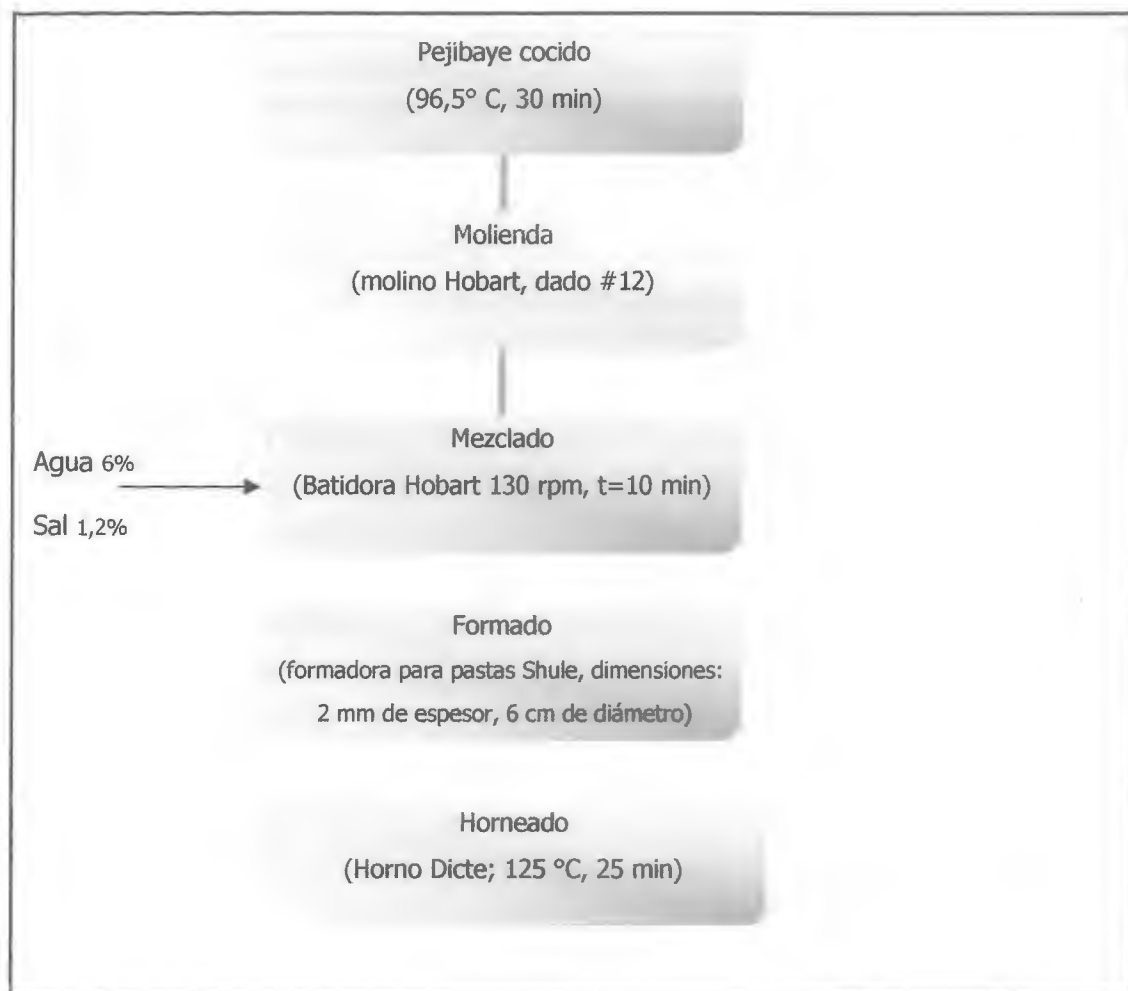


Figura 1. Proceso de elaboración de *snacks* de pejibaye

Para la etapa de molienda se hicieron pruebas con el molino de martillos y el molino marca Hobart. Se utilizaron las mallas #065 y #125 en el primero y el dado #12 en el segundo. La malla #065 no permitió el paso del producto. Se escogió utilizar el molino Hobart debido a que se obtuvo un rendimiento mayor (más del 95%) que utilizando el molino de martillos con la malla #125.

Los ingredientes (1,2% de sal y 6% de agua) se mezclaron con el pejibaye molido durante 10 min, a una velocidad aproximada de 130 rpm, utilizando una batidora marca Hobart.

La pasta se pasó a través de una máquina de rodillos manual para darle un espesor uniforme y luego se cortaron los *snacks* con un molde redondo de 6 cm de diámetro.

En la etapa de horneado se realizaron varias pruebas hasta encontrar la combinación de tiempo y temperatura que permitiera obtener un producto con las siguientes características sensoriales: textura tostada y sabor y color a pejibaye. Se trabajó con temperaturas relativamente bajas (125, 130 y 140° C) con el fin de disminuir al máximo la formación de acrilamida en el producto final, pues este compuesto es un potencial agente carcinogénico para las personas que lo consumen (Friedman, 2003). Se probaron diferentes tiempos de proceso (15, 20 y 25 min) hasta obtener un producto completamente horneado. Se determinó que la combinación 125° C y 25 min permite obtener un *snack* con características sensoriales aceptables (color, textura, sabor), por lo que se escogió este tratamiento como el punto central en el estudio de evaluación del efecto de las condiciones de horneado sobre el contenido de compuestos antioxidantes (descrito en la sección 3.3).

El producto obtenido posee las siguientes características:

- Espesor: 2 mm
- Forma: redonda
- Diámetro: 6 cm
- Textura: tostada
- Sabor y color a pejibaye

3.3 Evaluación del efecto de las condiciones de horneado sobre el contenido de compuestos antioxidantes

3.3.1 Hipótesis

Se planteó la siguiente hipótesis: "La concentración final de compuestos antioxidantes en el *snack* de pejibaye será menor conforme aumenta el tiempo y la temperatura en la operación de horneado".

3.3.2 Estudio exploratorio de la concentración de polifenoles totales y la capacidad antioxidante hidrofílica del *snack* de pejibaye

Se realizaron primero análisis de tres muestras, correspondientes a tres lotes de pasta de pejibaye, para determinar el contenido de polifenoles y la capacidad antioxidante hidrofílica (ORAC-H) pues, como no se contaba con información disponible sobre estos compuestos en el pejibaye, era importante hacerlo para analizar si era conveniente usarlos como variable respuesta. Como se explica en la sección 4.1.1, los resultados obtenidos permitieron concluir que los cambios en las concentraciones eran pequeños por lo que no se incluyeron en el estudio como variable respuesta.

3.3.3 Evaluación del efecto del tratamiento de horneado en el contenido de carotenoides totales del *snack* de pejibaye

3.3.3.1 Diseño experimental

Para evaluar el efecto de las condiciones de horneado sobre el contenido de carotenoides, se utilizó un diseño central compuesto rotatable con dos factores: tiempo y temperatura de horneado. Se trabajó con cuatro puntos factoriales (niveles codificados como +1 y -1), cuatro puntos axiales (dos puntos axiales en el eje de cada variable del diseño a una distancia de $\pm\sqrt{2}$ del centro) y un punto central por triplicado (codificado como 0), para un total de 11 experimentos (ver Cuadro 2). El orden en que se realizaron los experimentos fue seleccionado al azar. Para cada tratamiento se preparó aproximadamente 215 g de *snacks*.

Cuadro 2. Diseño central compuesto utilizado para evaluar el efecto del tratamiento de horneado en el contenido de carotenoides totales del *snack* de pejibaye.

Condiciones	Tiempo axial mínimo: 18 min (-√2)	Tiempo mínimo: 20 min (-1)	Tiempo central: 25 min (0)	Tiempo máximo: 30 min (+1)	Tiempo axial máximo: 32 min (+√2)
Temperatura axial mínima: 115 °C (-√2)			X		
Temperatura mínima: 118° C (-1)		X		X	
Temperatura central: 125° C (0)	X		3X		X
Temperatura axial máxima: 132° C (+1)		X		X	
Temperatura máxima: 135° C (+√2)			X		

x: tratamiento (1 repetición)

3x: tratamiento (3 repeticiones, punto central)

Para la determinación del efecto de las condiciones de horneado sobre el contenido total de compuestos antioxidantes se trabajó con dos lotes de pejibayes. El primer lote se cosechó en un mismo día en la zona de Tucurrique y se utilizó en siete de los tratamientos. En los otros cuatro tratamientos se utilizó el segundo lote, el cual se cosechó en un mismo día en Pérez Zeledón. Ambos lotes fueron tratados de la misma manera: cocción de los frutos y congelación.

Para cada uno de los experimentos se descongeló el pejibaye en refrigeración (6-8 °C) durante aproximadamente 18 h. Una vez descongelado se preparó la pasta y el mismo día se elaboraron los *snacks* de pejibaye. Las muestras de pasta utilizada y el producto final se empacaron en bolsas laminadas de poliéster, aluminio y polietileno con el fin de evitar el contacto con la luz y la humedad, y se almacenaron en congelación (aproximadamente a -18° C).

Los análisis químicos de carotenoides, polifenoles y ORAC-H se realizaron por duplicado, tanto a la pasta de pejibaye como al *snack*, cinco días después de que se produjeron. Los métodos de análisis que se utilizaron se especifican en el apartado 3.6.1.

Todos los análisis químicos se hicieron por duplicado, y cada réplica se midió por triplicado. En cada análisis se controló que el coeficiente de variación ((desviación estándar / media) x 100) fuese menor que 10 %. Si esto no se cumplía, el análisis se repetía.

Se determinó la combinación de tiempo y temperatura que permite obtener un producto horneado tipo *snack* con un alto contenido de compuestos antioxidantes. Este producto fue el que se denominó "prototipo" y se evaluó en las primeras sesiones de grupo realizadas (ver apartados 3.4 y 4.2.1).

3.3.3.2 Análisis estadístico

Los resultados del contenido de carotenoides se analizaron utilizando el programa estadístico JMP 4.0.4 para el método de superficie de respuesta. La variable respuesta que se utilizó es la reducción en el contenido de carotenoides.

3.4 Estudio cualitativo de aceptación del prototipo del producto por parte de potenciales consumidores

Se evaluó la aceptación del prototipo de producto desarrollado (125 °C, 25 min) mediante un estudio de mercado cualitativo utilizando la técnica de sesiones de mini grupo. Se realizaron dos sesiones y se invitaron a 12 personas por sesión, seleccionadas bajo parámetros de homogeneidad por características de edad, lugar de residencia, nivel académico, entre otros. El primer grupo estuvo conformado por seis amas de casa de clase media y el segundo por cinco profesionales de clase media.

Para la preparación de los *snacks*, las condiciones de horneado utilizadas fueron 125 °C durante un tiempo mínimo de 25 min. Estas condiciones fueron seleccionadas considerando los resultados

obtenidos en el estudio central compuesto, los cuales se explican en el apartado 4.1.2. Los *snacks* fueron empacados en bolsas metalizadas con el fin de protegerlos de la luz y la humedad.

Durante las sesiones de mini grupos se presentó la idea del producto, sus características y se realizó una degustación de los *snacks*, permitiendo a los participantes libremente expresar sus opiniones, sensaciones y comentarios, guiados por una estructura de preguntas generales y específicas planteadas en un documento dispuesto para tal objetivo. La guía para la realización de esta actividad se encuentra en el Anexo 1 y los formularios empleados por los participantes en el Anexo 2.

En cada sesión estuvo presente un moderador que guió la reunión con el fin de mantener un orden lógico que permitiera la participación de todos de una forma abierta y en confianza. Participó también un asistente encargado de tomar nota de hechos, actitudes y comentarios relevantes, así como de grabar en audio la sesión para detallar luego la información obtenida. Las sesiones se realizaron en la sala de entrenamiento del panel sensorial del CITA.

3.5 Reformulación del *snack* de pejibaye mediante el uso de aditivos y harina de maíz y establecimiento de la formulación de mayor aceptación

3.5.1 Mejoramiento de la formulación del *snack* de pejibaye

En las pruebas preliminares realizadas para determinar una formulación y un proceso para la elaboración de los *snacks*, se observó que la pasta hecha con 100% de pejibaye es un producto que no siempre permite un fácil manejo en la etapas de formado del *snack*, dada la alta variabilidad de las características de la materia prima. Esto afecta las características sensoriales del producto final debido a que se aprecia una textura quebradiza y una superficie agrietada en el *snack*, lo cual se intensifica cuando la pasta utilizada como materia prima es difícil de moldear. Esta situación debe corregirse para que el producto pueda ser producido a nivel industrial, por lo que se decidió evaluar la sustitución de una parte de la pasta de pejibaye con harina de maíz y adicionar gomas y caseinatos con el fin de favorecer la consistencia de la pasta y lograr mejores características de apariencia y textura en el producto final. Se buscó con la reformulación, además, mejorar cualquier característica sensorial que se haya identificado como importante en el estudio realizado con mini grupos. Se realizaron pruebas utilizando primero un aditivo a la vez: goma tara, goma guar, goma

xantán y carboximetil celulosa, las fibras de trigo y avena y el caseinato de sodio. A partir de las características sensoriales impartidas se seleccionaron los aditivos que permitían mejorar la textura del producto sin afectar su sabor.

Las formulaciones fueron evaluadas sensorialmente de manera informal para seleccionar aquellas que se consideró que presentaron las mejores características y someterlas posteriormente a una nueva evaluación en un estudio cuantitativo de aceptación con consumidores.

3.5.2 Estudio cuantitativo de aceptación con consumidores del producto reformulado

3.5.2.1 Procedimiento

Las formulaciones seleccionadas fueron evaluadas en un estudio de aceptación con 100 consumidores que gustan del pejibaye. Los *snacks* fueron empacados en bolsas metalizadas para protegerlos de la luz y la humedad.

Para determinar el grado de satisfacción de los consumidores, se utilizó una escala hedónica de 9 puntos con etiquetas verbales, considerando las características sensoriales más importantes. Al finalizar la degustación de las muestras, se entregó una encuesta a cada uno de los participantes con el fin de obtener información importante sobre sus características demográficas, hábitos de consumo y conocimiento general sobre nutrición y alimentos funcionales (Anexo 3).

3.5.2.2 Análisis estadístico

Los resultados del estudio cuantitativo se analizaron mediante un análisis de conglomerados, utilizando el programa estadístico JMP 4.0.4. Se utilizaron todos los métodos de aglomeración que el software proporciona y se escogió el dendograma obtenido por medio del Método del Vecino más Lejano o Método Completo (Vicente, s.a.). Se consideró el agrado de los consumidores por el sabor, la textura y el aspecto de las cuatro formulaciones de *snacks* de pejibaye evaluadas. Posteriormente se realizó un ANDEVA para determinar diferencias entre formulaciones y conglomerados con los jueces anidados por conglomerado.

Las formulaciones mejor aceptadas de acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis fueron sometidas a un segundo estudio de aceptación mediante la técnica cualitativa de minigrupos.

3.5.3 Estudio cualitativo de aceptación con consumidores del producto reformulado

Para complementar el estudio cuantitativo, se evaluaron las formulaciones mejor aceptadas por los participantes en el estudio con consumidores en dos sesiones de mini grupo, siguiendo la misma metodología que en el caso del estudio realizado con el prototipo del *snack* hecho con 100% pejibaye, descrita en el apartado 3.4. Se seleccionaron diez personas que consumían pejibaye, que gustaran de los productos tipo *snack* y que no tuviesen experiencias previas en este tipo de estudios.

3.6 Caracterización química del producto reformulado de mayor aceptación y comparación con productos comerciales

Se caracterizó químicamente el producto que fue seleccionado por los consumidores como el mejor. Para tres muestras, correspondientes a tres lotes distintos, se determinó el contenido de humedad, grasa, proteína, cenizas, fibra dietética, almidón y almidón resistente. Además se cuantificó el contenido de carotenoides y la capacidad antioxidante hidrofílica.

Se seleccionaron tres *snacks* disponibles comercialmente para analizar su composición química y compararla con el *snack* de pejibaye, considerando las distintas características de procesamiento. Los productos escogidos fueron papas tostadas, tortillas de maíz horneadas y un producto extruido con sabor a queso; de cada uno de ellos se analizaron tres bolsas de producto de un mismo lote.

3.6.1 Métodos de análisis

Los análisis de carotenoides, polifenoles, capacidad antioxidante, humedad, grasa, proteína, cenizas, fibra dietética y almidón se realizaron siguiendo los métodos validados en el Laboratorio de Química del CITA, cuyas fuentes se detallan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Métodos de análisis químicos que se utilizaron en el desarrollo del estudio.

Análisis	Identificación del Laboratorio de Química y fuente(s)
Determinación de carotenoides totales por espectrofotometría.	AQCITA-M035 (basado en los métodos descritos por Britton <i>et al.</i> (1995); Mencaca (2006); Martínez (2001); Rodríguez-Amaya (1999))
Determinación de polifenoles totales por espectrofotometría.	AQCITA-M036 (basado en los métodos descritos por Slinkard y Singleton (1977); Georgé <i>et al.</i> (2005))
Determinación del poder antioxidante por el método ORAC-H por espectrofluorometría	AQCITA-M037 (basado en el método descrito por Ou <i>et al.</i> (2002))
Humedad por estufa de vacío	AQCITA-M002 (basado en método 935.39 A del AOAC (2005))
Grasa por hidrólisis ácida	AQCITA-M009 (basado en el método 922.06 del AOAC (2005))
Nitrógeno total por método Kjeldahl en equipo Foss-Tecator	AQCITA-M003 (basado en método 935.39 C del AOAC, 2005)
Cenizas totales	AQCITA-M004 (basado en método 935.39 B del AOAC, 2005)
Fibra dietética por método enzimático	AQCITA-M007 (basado en método 985.29 del AOAC, 2005)
Almidón por método enzimático	AQCITA-M018 (Tomkinson, 1986; Southgate,1976)

Para la determinación de almidón resistente se utilizó el método enzimático AOAC 2002.02 (AOAC INTERNATIONAL, 2006).

3.6.2 Preparación de las muestras

Las muestras de pasta de pejibaye se liofilizaron con el fin de facilitar su homogeneización y se almacenaron en bolsas laminadas de poliéster, aluminio y polietileno, a temperatura ambiente, hasta el momento de su análisis.

Las muestras de *snacks* de pejibaye se empacaron en bolsas laminadas y se congelaron a -18 °C hasta el momento del análisis. Para descongelarlas se colocaron en el refrigerador aproximadamente 15 h antes de iniciar el análisis.

Todas las muestras se homogenizaron antes de tomar la cantidad que se requería para cada tipo de análisis. Para los *snacks* se utilizó un procesador de alimentos.

Para el análisis de los compuestos antioxidantes y la capacidad antioxidante, se protegieron todas las muestras de la luz mediante la envoltura de los recipientes que se usaron así como la utilización de luz amarilla en el laboratorio. Las extracciones se realizaron siguiendo los pasos indicados en cada método para muestras grasosas; en el caso del análisis de carotenoides se requirió que la muestra fuera saponificada y para el análisis de polifenoles y ORAC-H se realizó una extracción con acetona.

3.6.3 Análisis de resultados

Se calculó el promedio de la concentración de cada uno de los componentes analizados con el intervalo de confianza al 95%.

IV. Resultados y discusión

4.1 Evaluación del efecto de las condiciones de horneado sobre el contenido de compuestos antioxidantes

4.1.1 Estudio exploratorio del contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante hidrofílica

Se determinó el contenido de polifenoles y la capacidad antioxidante de tres lotes de *snacks* de pejibaye producidos bajo condiciones de horneado diferentes, que correspondían a los puntos extremos del diseño central compuesto (Cuadro 2), antes y después de esta operación, con el fin de explorar el efecto de las combinaciones de tiempo y temperatura. Los resultados se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Resultados del estudio exploratorio para la determinación del cambio en el contenido de polifenoles y la capacidad antioxidante total en los puntos extremos del diseño central compuesto.

Condiciones de norneado		Contenido de polifenoles (mg GAE/100 g)				Capacidad antioxidante hidrofílica (μ mol TE/g)			
		Pasta		<i>Snacks</i>		Pasta		<i>Snacks</i>	
Temperatura (°C)	Tiempo (min)	bs	bh	bs	bh	bs	bh	bs	bh
115	25	115	112	96	89	37,29	36,28	35,46	32,8
125	18	118	115	103	98	49,52	48,18	41,48	39,57
125	32	111	109	108	102	45,98	44,97	47,84	45,16
135	25	96	94	104	99	47,84	46,88	46,69	44,59

bs: base seca

bh: base húmeda

GAE: equivalentes de ácido gálico

TE: equivalentes de Trolox

Después del horneado de los *snacks*, se observan pequeños cambios en el contenido de polifenoles y en la capacidad antioxidante hidrofílica. La pérdida máxima en ambos parámetros fue de aproximadamente un 17% y también se observaron incrementos en algunos de los tratamientos,

un 8% en el contenido de polifenoles y un 4% en la actividad antioxidante, como máximo. Se consideró que los cambios que ocurren en los puntos extremos del diseño central compuesto no son importantes, por lo que se decidió no usar estos parámetros como variable respuesta en el diseño del experimento y trabajar únicamente con el contenido total de carotenoides.

Rojas (2010) determinó el contenido de polifenoles totales de 5 lotes de pejibaye crudo, obteniendo valores entre 54 y 104 mg GAE/100 g bs y un promedio de 72 ± 18 mg GAE/100 g bs con un intervalo de confianza de 8 mg GAE/100 g bs. En este trabajo se reportó que el origen de los pejibayes no tiene influencia en el contenido de polifenoles. Considerando estos datos, se observa que los valores obtenidos en la presente investigación son muy similares a los obtenidos para la pasta y el *snack* de pejibaye, por lo que pareciera que las operaciones de cocción y horneado utilizadas en este estudio no afectan en forma negativa el contenido de polifenoles del pejibaye.

Es interesante destacar que en el estudio realizado por De la Parra *et al.* (2007) se determinó que el contenido de polifenoles en *snacks* de maíz fritos osciló entre $111,7 \pm 1,9$ a $155,0 \pm 1,9$ mg de GAE/100 g bs, valores similares a los obtenidos en este estudio para los *snacks* de pejibaye. Sin embargo, estos autores indican que la disminución obtenida de estos compuestos por la operación de fritura sí fue significativa, ya que los valores iniciales estuvieron entre $136 \pm 2,9$ y $207,3 \pm 1,9$ mg GAE/100 g bs. Estos *snacks* fueron sometidos primero a una operación de horneado (280 °C por 60 s), pero en esta etapa no se produjo una disminución significativa ($p > 0,05$) en el contenido de polifenoles. Considerando los resultados de ambos estudios, se puede ver que el horneado es una operación que permite conservar en mayor proporción el contenido de polifenoles en los productos tipo *snack*, por lo que esto puede ser una justificación adicional para desarrollar alimentos horneados en lugar de fritos.

Otros alimentos con un contenido de polifenoles similar al pejibaye cocinado son la zanahoria fresca (120 – 130 mg GAE/100 g bs), las nectarinas (107 ± 26 mg GAE/100 g bh), la lechuga (100 ± 57 mg GAE/100 g bh) y los tomates (100 ± 11 mg GAE/100 g bh). Los *snacks* de pejibaye tienen más polifenoles que vegetales como los guisantes (30- 60 mg GAE/100 g bs) y las papas (50 – 60 mg GAE/100 g bs) y su contenido es menor en comparación con la coliflor (560 mg GAE/100 g bs), el brócoli (320 mg GAE/100 g bs), los nabos (320 mg GAE/100 g bs) y las espinacas (720 mg GAE/100 g bs) (Puupponen *et al.*, 2003; Wu *et al.*, 2004).

Pinilla *et al.* (2005) determinaron el contenido de polifenoles de distintas muestras de gazpacho, una sopa fría tradicional en España que se hace con tomate, chile, ajo, cebolla y aceite de oliva. Los resultados mostraron valores inferiores a los obtenidos para los *snacks* de pejibaye, ya que oscilaron entre $41,5 \pm 3,6$ mg/100 ml y 84 mg/100 ml, datos muy similares a los obtenidos por otros autores para productos derivados del tomate.

En relación con la capacidad antioxidante hidrofílica, los valores obtenidos para la pasta y los *snacks* son similares a los encontrados por Rojas (2010) para 5 lotes de pejibaye provenientes de distintas zonas del país, cuyos resultados oscilaron entre 32,2 a 49,6 $\mu\text{mol TE/g}$ bs, y sólo uno de los lotes fue significativamente diferente ($p < 0,05$) del resto. Comparando ambos estudios, se observa que las operaciones de cocción, molienda y horneado no parecieran afectar en forma significativa el contenido original de polifenoles y la capacidad antioxidante hidrofílica de los *snacks* de pejibaye, posiblemente por la formación de compuestos fenólicos durante los tratamientos térmicos. Estos compuestos, según Nicoli *et al.* (1999), se encuentran en un estado intermedio de oxidación, por reacciones enzimáticas o químicas que generan moléculas capaces de estabilizar el sistema de electrones π en el anillo aromático, lo que provoca su alta propiedad antioxidante. Además, según estos autores, los productos de la reacción de Maillard generados por un tratamiento térmico drástico, como la cocción o el horneado, presentan alta capacidad antioxidante, dando estabilidad al producto final contra las reacciones de oxidación. Rojas (2010) también observó el mismo comportamiento con la harina de pejibaye, concluyendo que tampoco el proceso de secado afecta en forma negativa la capacidad antioxidante del producto.

Los compuestos del pejibaye que influyen en su capacidad antioxidante, de acuerdo con Leterme *et al.* (2005), son los carotenoides, los polifenoles, la vitamina C y minerales como el selenio y el zinc. De éstos, todos son de naturaleza hidrofílica excepto los carotenoides, por lo cual el valor de capacidad antioxidante medida corresponde al aporte que hacen los polifenoles, la vitamina C y los minerales.

La determinación de la capacidad antioxidante lipofílica no se pudo realizar porque no se contaba con el método de análisis implementado; sin embargo, este dato normalmente aporta un valor mucho menor a la capacidad antioxidante total, en relación con el aporte de la capacidad antioxidante hidrofílica, por lo que se considera que conociendo la parte hidrofílica se tiene una

muy buena estimación de la actividad antioxidante total (Wu *et al.*, 2004). Además, al tener los datos del contenido total de carotenoides, se puede conocer el valor nutricional y potencialmente funcional que éstos aportan.

Los cambios en la concentración de los compuestos bioactivos que influyen en la capacidad antioxidante de los *snacks* después de la operación de horneado, bajo las condiciones estudiadas, son mucho menores que los que reportan De la Parra *et al.* (2007) para los chips de maíz fritos. Estos autores señalan que los tratamientos secuenciales con calor de cocción, horneado y fritura afectaron la actividad antioxidante. La actividad disminuyó aproximadamente un 30% después de preparar la masa y en un 50% después de la fritura, con respecto al maíz crudo. Sin embargo, después de la operación de horneado, previo a la fritura, se observó un ligero incremento en dicha actividad, posiblemente debido a que hay un incremento de los fenoles solubles.

Wu *et al.* (2004) también determinaron la capacidad antioxidante y el contenido de polifenoles de varios *snacks*, específicamente: chips de tortilla, galletas de avena y pasas, palomitas de maíz con mantequilla, barra de granola baja en grasa y barra de avena y fresa. En comparación con los *snacks* de pejibaye, todos los productos tuvieron un mayor contenido de polifenoles, con valores entre 117 mg GAE/100 g bh (palomitas de maíz) y 638 mg GAE/ 100 g bh (galleta), pero la actividad antioxidante fue mucho menor, ya que los productos con valores mayores fueron la galleta (17 $\mu\text{mol TE/g}$ en bh) y un chip de tortilla (16 $\mu\text{mol TE/g}$ en bh).

4.1.2 Evaluación del efecto del tratamiento de horneado en el contenido de carotenoides totales del *snack* de pejibaye

Se determinó el contenido de carotenoides de la pasta de pejibaye utilizada como materia prima y de los *snacks* elaborados, en cada uno de los tratamientos, 5 días después de su producción. Se calculó el valor promedio y la diferencia (reducción) entre el contenido final e inicial se utilizó como variable respuesta. Los resultados se presentan en el Cuadro 5.

Se escogió utilizar la metodología de superficie de respuesta con el fin de tratar de encontrar el tratamiento que permitiera minimizar la pérdida del contenido de carotenoides o maximizar la cantidad de estos compuestos en el producto final.

Cuadro 5. Retención de carotenoides obtenida al evaluar las diferentes condiciones del tratamiento de horneado correspondientes al diseño central compuesto.

Condiciones del tratamiento de horneado		Contenido de carotenoides ($\mu\text{g } \beta \text{ caroteno/ g bs}$)		
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Tiempo (min)	Pasta	Snacks	Retención de carotenoides (%)*
115	25	152	142	94
118	20	127	128	101
118	30	184	160	87
125	18	469	528	113
125	25	395 \pm 230**	414 \pm 238**	105 \pm 6**
125	32	197	237	121
132	20	552	542	98
132	30	106	114	107
135	25	147	113	77

bs: base seca

*% retención = (contenido de carotenoides por g de *snacks* en base seca/ contenido de carotenoides por g de pasta en base seca)*100

**Promedio \pm IC al 95%

El contenido de carotenoides de las pastas de pejibaye preparadas, en general, son altos y se observa un contenido mayor en las que se elaboraron a partir del pejibaye procedente de Pérez Zeledón, lo cual era esperable por la notable diferencia observada en la intensidad del color de la cáscara.

En la Figura 2 se observa la diferencia en la intensidad del color de dos extractos de pejibayes, el más claro corresponde a fruta de la zona de Tucurrique.



Figura 2. Extractos de hexano de pebibaye de las zonas de Pérez Zeledón y Tucurrique, respectivamente.

Según la literatura, existe una gran variabilidad en el contenido de carotenoides entre los lotes de pebibaye y esto afectó de igual manera la pasta preparada. Rojas (2010) y Jatunov *et al.* (2010) observaron el mismo comportamiento al analizar frutos de pebibaye de diferentes zonas del país y variedades.

Los resultados obtenidos por Rojas (2010) de cinco lotes de pebibaye fresco, provenientes de dos zonas del país, oscilaron entre 109 y 202 $\mu\text{g/g}$ bs. La autora no observó en las muestras un contenido tan alto como el de los lotes de Pérez Zeledón usados en esta investigación, a pesar de que tres de los lotes que analizó también provenían de esta zona. Posiblemente se trate de variedades distintas, lo cual es muy normal que ocurra ya que, inclusive, los expertos afirman que es muy difícil tipificar distintas variedades de pebibaye silvestre.

Jatunov *et al.* (2010) analizaron seis variedades diferentes de pebibaye cuyo contenido de carotenoides estuvo entre 1,1 y 22,3 $\mu\text{g/g}$ en bh (frutos crudos) y 1,3 y 21,1 $\mu\text{g/g}$ en bh (frutos cocidos). En dicho estudio, no se encontró diferencia significativa ($p > 0,05$) entre los valores de la pulpa cruda y los correspondientes a la pulpa cocida, por lo que se concluyó que el tratamiento térmico (hervor durante 30 min) no afecta el contenido total de carotenoides pero sí la concentración de algunos carotenoides, principalmente los isómeros Z. En comparación con los resultados obtenidos en base húmeda, los valores para la pasta de pebibaye son ligeramente más altos que los reportados por Jatunov *et al.* (2010), pues oscilaron entre 4,39 y 23,67 $\mu\text{g/g}$. Sin embargo, comparar datos en base fresca no permite sacar conclusiones fiables ya que también el contenido de humedad puede variar significativamente, tal y como lo determinó Rojas (2010).

Considerando los resultados obtenidos (Cuadro 5), bajo el dominio del experimento (temperaturas entre 115 y 135 ° C y tiempos entre 18 y 32 min), no se puede concluir que haya efecto alguno de las condiciones de horneado sobre el contenido de carotenoides de los *snacks* de pejibaye ($p > 0,05$). El valor promedio de la diferencia del contenido de carotenoides en el punto central fue de 19 $\mu\text{g/g}$ con un intervalo de confianza de aproximadamente 30; es decir que existe un 95% de probabilidad de que el valor se encuentre entre -11 y 49 $\mu\text{g/g}$. Consecuentemente, la variabilidad en el punto central (125 °C, 25 min), puede ser superior que en los demás puntos del experimento. Por tanto, no es posible modelar matemáticamente el comportamiento de la concentración de carotenoides por efecto de las condiciones de horneado estudiadas bajo una superficie de respuesta y no se puede concluir sobre la hipótesis planteada.

Para profundizar el estudio del comportamiento de los carotenoides en la operación de horneado, se recomienda realizar determinaciones del perfil de estos compuestos mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), de esta manera es posible ver si hay cambios en sus configuraciones *cis/ trans* y pérdida o generación de nuevos carotenoides, tal y como lo comprobó Rojas (2010).

Si bien no es posible concluir sobre cuál es la condición óptima de la combinación tiempo y temperatura para maximizar el contenido de carotenoides en el producto final, los resultados obtenidos describen la cantidad presente en la materia prima y los *snacks*, así como la forma en que éstos se comportan ante el tratamiento de horneado. Pareciera que esta operación, bajo las condiciones del dominio del experimento, no afecta el potencial funcional del alimento, ya que el porcentaje de retención de carotenoides en los *snacks* de pejibaye es alto.

En el Cuadro 5 se muestran los porcentajes de retención de estos compuestos, obtenidos bajo las diferentes condiciones evaluadas. En general, al comparar estos datos con los resultados reportados por diversos autores que han estudiado el efecto sobre el contenido de estos compuestos (Cuadro 6), de operaciones tales como escaldado, pasteurización, esterilización, liofilización y secado, se observa que la operación de horneado permite obtener un alto porcentaje de retención de carotenoides (77-121%) en los *snacks* de pejibaye.

Cuadro 6. Porcentaje de retención de carotenoides en diversos alimentos logrado después de aplicar diversos tratamientos térmicos.

Producto/ tratamiento	Retención de carotenoides (%)	Referencia
Zanahoria deshidratada (70-80 °C)	104	Rodríguez-Amaya (1997)
Corteza de pan (215 °C, 25 min)	71	Hidalgo <i>et al.</i> (2010)
Miga de pan (215 °C, 25 min)	97	
Puré de mango pasteurizado (93°C, 95 l/h)	82,3 - 90	Vásquez <i>et al.</i> (2007)
Papaya confitada (60 °C, 22 min)	82	Chavasit <i>et al.</i> (2002)
<i>Snacks</i> fritos de camote (160-170 °C, 10 min)	77-78	Bengston <i>et al.</i> (2008)
Jugo de zanahoria concentrado (40-50 °C)	75	Bao y Chang (1994)
<i>Snacks</i> de maíz rico en carotenoides	74	De la Parra <i>et al.</i> (2007)
Jugo de zanahoria enlatado	70	Bao y Chang (1994)
<i>Snacks</i> fritos de zanahoria (185 °C, 3-5 min)	68,6	Sulaeman <i>et al.</i> (2001)
Jugo de naranja pasteurizado (80 °C, 2 min)	64	Lessin <i>et al.</i> (1997)
Espinaca italiana deshidratada (6-8 h, solar)	57	Puupponen <i>et al.</i> (2003)
Pasta corta extruida (8000 kPa, 40 °C)	52	Hidalgo <i>et al.</i> (2010)
<i>Snacks</i> fritos de pejibaye	36	Ayí (2009)

Ayí (2009) desarrolló una tortilla frita de harina de maíz y pejibaye (50:50) y estudió el efecto de las operaciones de cocción, secado, horneado y fritura sobre el contenido total de carotenoides. La

autora encontró que la cocción tiene un efecto significativo en el incremento de los carotenoides, pero la operación de fritura disminuye la concentración también en forma significativa. La fritura (190 °C, 20 s) provoca una disminución del 64% del contenido original de estos compuestos bioactivos presentes en la masa, mientras que la operación de horneado (290-310 °C, 35 s), que se realiza con el fin de bajar la humedad del producto previo a la operación de fritura, no afectó la concentración de carotenoides. Estos resultados parecen coincidir con los obtenidos para el *snack* horneado ya que, aunque las condiciones de tiempo y temperatura de la operación de horneado son diferentes, la retención de carotenoides es alta. El chip frito tiene un contenido final de carotenoides de $28 \pm 2 \mu\text{g/g}$ bs, valor muy inferior al de su análogo horneado, debido no sólo a las condiciones de proceso diferentes, sino también a la formulación, pues el primero no fue formulado con 100% de pejibaye, sino que contiene maíz, materia prima con una menor concentración de carotenoides.

En la elaboración de chips de tortillas de maíz, la etapa de nixtamalización es la que provoca una disminución importante en el contenido de carotenoides; aproximadamente se pierde un 50% del contenido original, de acuerdo con los resultados obtenidos por De la Parra *et al.* (2007). Para el maíz alto en carotenoides, los chips elaborados contienen $8,39 \pm 0,21 \mu\text{g } \beta\text{-caroteno/100 g}$ en bs y el maíz utilizado como materia prima contiene $45,8 \pm 3,9 \mu\text{g } \beta\text{-caroteno/100 g}$ en bs. En comparación con el *snack* de pejibaye, el aporte de carotenoides de los chips de maíz es muchísimo menor, ya que el contenido mínimo obtenido en los productos desarrollados en el presente estudio, en base a 100 g de muestra seca, fue 10500 μg , lo que constituye una gran ventaja competitiva a nivel nutricional con respecto a uno de los *snacks* preferidos por los consumidores, como lo es el chip de maíz tipo tortilla.

Los *snacks* de camote (Bengston *et al.*, 2007) tienen un contenido de carotenoides (103-253 $\mu\text{g/g}$ bs) similar a los productos desarrollados en esta investigación, hechos a partir de pejibaye procedente de la zona de Tucurrique, pero menor a los *snacks* hechos con pejibaye de Pérez Zeledón. Estos últimos tienen una concentración de carotenoides similar a los *snacks* de zanahoria desarrollados por Sulaeman *et al.* (2001), cuyo contenido fue de 512,22 $\mu\text{g/g}$ bs para el producto frito en aceite de palma a 185 °C por 3-5 min.

Como se observa en el Cuadro 5, en muchos de los tratamientos de horneado a los que se sometió el *snack* de pejibaye no hubo pérdida de carotenoides, e incluso el contenido final fue superior al

inicial, lo que se traduce en valores de retención superiores al 100%. Este comportamiento ha sido reportado por diversos autores y se explica por el hecho de que los tratamientos térmicos provocan rompimiento de las macromoléculas que encapsulan estos compuestos, permitiendo que queden más disponibles para efectos analíticos, además que puede ocurrir inactivación de enzimas oxidativas (Puupponen *et al.*, 2003). Por ejemplo, Rojas (2010) encontró que en el proceso de elaboración de harina a partir de pejibaye, hay un efecto significativo ($p < 0,05$) de la cocción sobre el contenido de carotenoides. En la cocción hubo un aumento del 17% en el contenido de estos compuestos al pasar de pulpa cruda a pulpa cocinada. Sin embargo, Jatunov *et al.* (2010) indican en su estudio que la cocción por inmersión en agua por 30 min en ebullición no afecta el contenido de carotenoides totales de seis variedades distintas de pejibaye. Rojas (2010) señala que las variedades estudiadas por Jatunov *et al.* (2010) pueden ser distintas a las utilizadas en su estudio y que la disposición de los carotenoides en la matriz puede depender de las asociaciones que se dan con las proteínas y lípidos del fruto de pejibaye.

A diferencia de Ayí (2009), Rojas (2010) sí observó que la etapa de secado (72 °C por aproximadamente 3 h) provoca una disminución significativa de 28% en el contenido de carotenoides, con respecto al pejibaye cocido. Esto podría deberse a que, aunque la temperatura utilizada por Rojas (2010) fue más baja, el tiempo de secado fue mucho más prolongado, ya que las condiciones usadas por Ayí (2009), previo a la fritura, fueron de: 290-310 °C por 35 s. Un tratamiento térmico por largo tiempo puede favorecer el desarrollo de reacciones de oxidación por procesos enzimáticos, reacciones oxidativas y la degradación de las moléculas por el efecto del calor. Sin embargo, es interesante que, en el proceso de secado, realizado por Rojas (2010), la disminución de 15% en el contenido de carotenoides de la harina respecto al contenido en la materia prima (pulpa de pejibaye crudo) no es significativa ($p > 0,05$). Por lo tanto, de manera general, en el proceso de elaboración de harina, la etapa de cocción provoca un aumento del contenido de carotenoides en la pulpa de pejibaye cocinado a un valor que compensa la pérdida de carotenoides observada en la etapa de secado. En este mismo estudio se evaluó el aporte de carotenoides de la cáscara en la harina de pejibaye y se encontró que éste sí es significativo, ya que la harina con cáscara contiene $253 \pm 77 \mu\text{g/g}$ bs, mientras que la harina que no posee cáscara contiene $142 \pm 22 \mu\text{g/g}$ bs (Rojas, 2010).

Considerando los resultados expuestos, para el desarrollo de las actividades relacionadas con los otros objetivos planteados en este estudio, se eligió la temperatura de 125 °C (punto central del

diseño central compuesto) para la operación de horneado, con el fin de disminuir la probabilidad de formación de acrilamida. El tiempo de horneado fue de 25 min o más, dependiendo de las características iniciales de la materia prima en relación con su contenido de humedad, de tal manera que el producto final tuviera la crujencia adecuada, propia de un *snack*.

4.2 Estudios de aceptación por parte de potenciales consumidores y mejoramiento de la formulación del *snack* de pejibaye

4.2.1 Evaluación cualitativa del prototipo de *snack* de pejibaye

Se presentó el prototipo de *snack* de pejibaye (125 °C, 25 min mínimo) a potenciales consumidores en dos sesiones de mini grupos, con el fin de evaluar la aceptación del producto por parte de ellos y conocer sus propuestas de mejora.

Cada mini grupo se enfocó en un segmento distinto de consumidores; uno estuvo conformado por profesionales jóvenes, tanto hombres como mujeres en igual cantidad, con edades de entre 25 y 34 años, en tanto que el segundo mini grupo lo integraron mujeres, amas de casa, con hijos y con edades entre 35 y 71 años. En el Anexo 4 se muestra la conformación de los grupos.

La selección de un grupo de mujeres amas de casa responde a que, tal y como lo indica Sabbe (2009), ellas son las principales responsables de las compras de los alimentos y consumen más vegetales que los hombres, además de que se preocupan más por el consumo de alimentos saludables. Sin embargo, resulta interesante también valorar la aceptación por parte de un grupo de profesionales, hombres y mujeres, quienes también pueden tener más fácil acceso a información relacionada con propiedades funcionales de los alimentos y un interés mayor por los productos listos para consumir debido a su estilo particular de vida.

4.2.1.1 Valoración de la idea de producto

En las sesiones de mini grupos se presentó la idea del producto y algunas de sus características más relevantes a los participantes, cuyos comentarios y valoración se exponen a continuación.

La idea de un producto horneado hecho a partir de pejibaye, rico en fibra, con antioxidantes y bajo en grasa, fue calificada por todos los participantes de los mini grupos como buena o excelente. Posteriormente, se les mostró el prototipo del *snack* y surgieron una serie de comentarios positivos tales como que les parece un producto natural y saludable, con sabor, color y una textura realmente característica del pejibaye y que es bueno para las personas que suelen consumir productos "sanos". Además, el mini grupo de las amas de casa manifestó que es un producto versátil y práctico porque se puede usar de diferentes maneras y en distintas ocasiones.

4.2.1.2 Degustación y evaluación del prototipo de *snack* de pejibaye

Luego de probar los *snacks* de pejibaye, los participantes de ambos grupos calificaron el producto como bueno y excelente, resaltando características positivas como el buen sabor y el color adecuado. En el grupo de amas de casa, mencionaron, además, que les parece buena la consistencia y adecuado el tamaño; en el grupo de profesionales destacaron positivamente que el olor a pejibaye es poco perceptible.

Dentro de los comentarios y sugerencias sobre mejoras que se le deberían hacer al producto, algunas amas de casa preferirían que no tuviese cáscara, ya que les parece muy fibroso y difícil de tragar, a menos que se consuma con líquidos. Para ninguno de los profesionales, la presencia de cáscara fue un aspecto negativo; en este grupo únicamente se mencionó que la textura se podría mejorar haciéndola más crujiente.

Algunos participantes sugirieron diversificar la presentación de los *snacks* haciendo diferentes tamaños y "texturas". En relación con lo anterior, consideraron que hacer tortillas suaves podría ser una buena opción. Varios preferirían agregarle más sal a la formulación. También, varios coincidieron en que en la etiqueta del producto se debe destacar la propiedad de "natural" y las características del pejibaye que lo hacen beneficioso para la salud.

Al consultar qué tipo de personas consumirían el producto, en los dos grupos se mencionó: personas adultas y que cuidan su salud. No sugieren el producto para niños principalmente por considerarlo seco y fibroso, lo que lo hace potencialmente peligroso y no atractivo para los infantes.

Sobre las ocasiones en que se podría usar el producto, los participantes de ambos grupos coinciden en que sería apropiado para actividades sociales, como fiestas, paseos y reuniones; las amas de casa mencionaron que puede usarse como sustituto de pan o tortillas.

El nuevo producto de pejibaye es percibido como similar a los que están disponibles en macrobióticas y también a algunos productos más comerciales, pero con la ventaja de que el *snack* de pejibaye es más natural y saludable.

4.2.1.3 Precio y disposición de compra

Para establecer los precios a evaluar, se hizo un estudio de precios de productos similares disponibles en el mercado, y como base se planteó un precio redondeado con respecto al precio más bajo registrado y una presentación de 90 g que corresponde a la moda entre los empaques pequeños.

En ambos grupos se mencionó que, para una misma presentación de producto, los *snacks* de pejibaye deberían ser más caros, debido a que es un producto más nutritivo y saludable. Sin embargo, al variar el precio de la misma presentación, la disposición de compra disminuye en forma similar para ambos grupos, como se muestra a continuación (Cuadros 7 y 8).

Cuadro 7. Disposición de compra de *snacks* de pejibaye de los participantes del mini grupo de profesionales, por precios para una presentación de 90 g.

Respuesta	Sin precio	¢300	¢600	¢1000
Con toda seguridad lo compraría	4	4	0	0
Creo que sí lo compraría	2	2	3	0
No lo sé	0	0	2	3
Creo que no lo compraría	0	0	1	1
Definitivamente no lo compraría	0	0	0	2

Cuadro 8. Disposición de compra de snacks de pejibaye de los participantes del mini grupo de amas de casa, por precios para una presentación de 90 g.

Respuesta	Sin precio	¢300	¢600	¢1000
Con toda seguridad lo compraría	2	2	0	0
Creo que sí lo compraría	2	3	1	0
No lo sé	1	1	2	0
Creo que no lo compraría	1	0	3	1

4.2.1.4 Preferencias de empaque

Se presentaron los tres tipos de empaque más comunes en el mercado para este tipo de producto: plástico, metal y el tubo de cartón, todos en tres tamaños: pequeño, mediano y grande. Al consultar por la preferencia, la mayoría indicó el plástico transparente, porque permite ver el producto y, al ser nuevo en el mercado, los consumidores potenciales desean hacer primero un contacto visual; sólo un participante menciona el empaque de cartón y, en general, el tamaño predilecto es el mediano por su facilidad de transporte y por contener una cantidad de producto de consumo frecuente. También mencionan que la diferencia entre la escogencia de los diferentes tamaños está relacionada con su fin práctico, por lo que varios de los participantes ven como adecuado tener varias presentaciones del producto.

4.2.2 Cambios en la formulación de los *snacks* de pejibaye

4.2.2.1 Sustitución con harina de maíz

Con el fin de mejorar la adhesividad de la pasta de pejibaye y facilitar así su manejo para el formado de los *snacks*, se realizaron pruebas de sustitución con masa de maíz, utilizando niveles de 10%, 15%, 20% y 30%. Se escogieron niveles bajos para tratar de que el producto conservara al máximo el color y el sabor a pejibaye, ya que se consideró que éstas eran características positivas de acuerdo con la percepción de los consumidores y por las propiedades funcionales que se le asocian a este fruto.

La harina de maíz tiene un alto contenido de almidón, además las proteínas y la fibra dietética (aproximadamente un 7%, incluyendo el almidón resistente) son también componentes importantes. Además, posee niveles relativamente altos de ácidos grasos poliinsaturados entre los que se encuentran los ácidos grasos esenciales que intervienen en la prevención de enfermedades cardiovasculares. Otro atributo es que es un producto libre de las secuencias aminoacídicas que originan la intolerancia al gluten en enfermos celíacos, tal como ocurre con trigo, avena, cebada y centeno (León y Rosell, 2007).

Para definir la proporción agua: harina de maíz, así como el porcentaje de sal, se probó con diferentes cantidades y se observó que agregar partes iguales de agua y harina permite obtener una masa con características adecuadas, y que una concentración de 2% de sal imparte un sabor agradable al producto.

Al incrementar la cantidad de masa utilizada, la pasta obtenida se vuelve más manejable pero pierde color, como era de esperarse. Por esta razón, se seleccionaron los niveles intermedios (15 y 20%) para la realización de las pruebas de aceptación con consumidores. Se decidió incluir en la formulación diferentes gomas y fibras para evaluar si su adición permitía mejorar aún más las características de cohesividad de la pasta y, también, la textura y apariencia de los *snacks*. Esto porque las formulaciones iniciales presentaron grietas y eran más frágiles de lo deseable.

4.2.2.2 Adición de gomas y fibras

Se consultó con especialistas de la industria de aditivos para escoger las gomas y fibras que se iban a probar y se seleccionaron siete: goma guar, carboximetilcelulosa (CMC), goma xantán, goma tara, caseinato de sodio, fibra de trigo y fibra de avena. Las fichas técnicas están disponibles en el Anexo 5. Para las gomas se utilizó un mismo porcentaje de adición (0,5%) y para las fibras y el caseinato se utilizó un 2%, siguiendo las recomendaciones de los proveedores.

Muchas gomas se utilizan como sustituto de la grasa en la fabricación de repostería baja en calorías; por ejemplo, Zambrano *et al.* (2004) probaron con éxito la sustitución del 50% de la grasa con goma guar y goma xantán en la producción de queques, demostrando que no hay diferencias significativas ($p < 0,05$) en la firmeza y la elasticidad con respecto a la formulación estándar, durante todo el período de almacenamiento (15 días). Además, realizaron una prueba con consumidores en

la que se determinó que el producto con goma xantán tiene una mejor aceptación con respecto a la textura del que fue formulado con goma guar.

La goma xantán también se utiliza en productos de panadería porque facilita la pregelatinización y la capacidad de retención de agua y tiene las propiedades de ser muy resistente a las variaciones de temperatura y al pH, además de ser inerte a los otros componentes naturales o adicionados a los alimentos (de Souza, 1984). También mejora el volumen, la textura y la estabilidad de las masas refrigeradas, mientras que favorece la retención de agua en el producto final. En productos como quesos y "muffins", por ejemplo, incluso provee suspensión a las piezas de frutas, nueces y chocolates (Anónimo, 1999).

La goma tara se utiliza como agente espesante y estabilizante en productos de panadería (Chocano, s.a.). Es termoestable, estable a pH mayor a 3,5, agente de retención de agua, soluble en frío, no modifica sabores, da excelente palatabilidad, previene la cristalización y la sinéresis, y no sufre alteración por acción de electrolitos (Peñaflor y Ruiz, 2004).

La carboximetilcelulosa, comúnmente conocida como goma celulósica o CMC, es generalmente utilizada como espesante, estabilizante, gel y modificador de las características de flujo de soluciones acuosas o suspensiones (Pasquel, 2001).

La goma xantán, la goma guar y la CMC también han sido utilizadas como sustitutos de gluten en productos de panificación, permitiendo obtener productos dirigidos a las personas celíacas (León y Rosell, 2007).

El caseinato de sodio es una goma de origen proteico y uno de los ingredientes más versátiles en la industria alimentaria, debido a su buena solubilidad, naturaleza surfactante, resistencia al calor y capacidad de retención de agua (Vega, 2006).

La fibra de avena tiene una alta capacidad de ligar agua, se mezcla fácilmente en las masas y no afecta el color ni el sabor de los productos horneados. Se ha utilizado exitosamente en la elaboración de galletas (20% de sustitución de la harina de trigo), de pan (6%) y de galletas suaves (9,8% a 12%). Su adición permite además elevar el contenido de fibra dietética en los alimentos (Sungsoo y Samuel, 2009; Cunto, 2006).

La fibra de trigo se utiliza mucho como sustituto de harina de trigo para enriquecer el contenido de fibra dietética de los productos de panadería y los *snacks*; sin embargo, por tener una capacidad de absorción de agua y grasa elevada, puede disminuir la crujencia de los alimentos en los que se usa y aumentar su dureza (Gamboa, 2006; Bollinger, 1994; Yanniotis *et al.*, 2007). Otra aplicación importante se relaciona con la estabilización de productos como rellenos de reposterías, por su capacidad de absorción de agua y aceite (Noli, 1998). Esta fibra también ha sido utilizada exitosamente como sustituto de grasa; por ejemplo, Mansour y Kahlil (1997) la adicionaron a tortas de hamburguesa y consiguieron reducir el nivel de colesterol del producto hasta en un 39% y el valor calórico en un 33%.

4.2.2.3 Análisis sensorial

En el presente estudio, los *snacks* de pejibaye con 20% de masa de maíz y aditivos fueron evaluados sensorialmente de manera informal por un grupo de 6 expertos en procesamiento de alimentos. La adición de fibras (de avena y de trigo) no mejoró la consistencia de la pasta, por lo que se descartó su utilización. Los *snacks* con goma tara conservaron mejor el sabor a pejibaye pero resultaron frágiles. El uso de CMC permitió obtener un *snack* menos frágil pero alteró un poco el sabor a pejibaye. La goma guar potenció en el *snack* un sabor ácido y salado y mejoró la dureza pero se obtuvieron mejores características de dureza con la CMC. Las características impartidas por la goma xantán no fueron positivas, se percibió una sensación "masuda" en el producto y, aunque no se resquebraja, tampoco fue lo suficientemente crujiente. El caseinato de sodio sí mejoró la crujencia de los *snacks*, pero les impartió un sabor salado muy fuerte, no agradable.

Ruiz (2007) obtuvo resultados similares en queso untable. La CMC fue la goma que le dio más firmeza al queso, en comparación con las gommas xantán y tara. Fennema (2007) señala que el incremento en la firmeza en ciertos productos se debe justamente a la formación del complejo CMC-Proteína.

En relación con el sabor, en teoría, las gommas utilizadas no alteran esta característica pero los resultados demostraron lo contrario; sólo la goma tara y la goma xantán permitieron que sobresaliera el sabor característico a pejibaye, ya que las demás impartieron sabores diferentes, principalmente salados.

Considerando las características impartidas por cada uno de los aditivos utilizados, se hizo una segunda prueba utilizando combinaciones de éstos, manteniendo el 20% de sustitución con masa de maíz. En el Cuadro 9, se indican los productos y las cantidades utilizadas.

Cuadro 9. Mezclas de aditivos utilizadas en pruebas preliminares para mejoramiento de las características de los *snacks* de pejibaye.

Formulación	Aditivos
1	CMC (0,5%)
2	CMC (0,25%) + goma tara (0,25%)
3	CMC (0,25%) + caseinato de sodio (1%)

Las combinaciones de gomas entre sí o con otros ingredientes permiten obtener una amplísima gama de agentes de textura; la selección de los componentes de dicha mezcla es la clave para la obtención de la reología deseada. El uso de mezclas de hidrocoloides es una práctica general, que presenta numerosas ventajas desde el punto de vista comercial e industrial. Por una parte, es posible la aparición de sinergismos que permiten la reducción de las dosis totales y, por otro lado, pueden elaborarse formulaciones específicas dirigidas a diferentes condiciones de uso (Chocano, s.a.).

Se analizaron informalmente las características sensoriales de los *snacks* preparados con los aditivos indicados en el Cuadro 9. Todas las formulaciones permitieron obtener un producto sin grietas y crujiente, pero la formulación #3 no tuvo un sabor agradable y se perdía mucho el sabor a pejibaye, razón por la cual se decidió no agregar caseinato de sodio en las siguientes pruebas. En relación con la textura, la crujencia de la formulación #1 fue mejor pero la intensidad del sabor a pejibaye fue más fuerte en el producto que contenía goma tara (formulación #2).

La tercera prueba preliminar de formulaciones consistió en reducir la sustitución con masa de maíz a un 15% y comparar con los *snacks* que contenían 20%. Además, se disminuyó la concentración de CMC a 0,25% en la formulación #1 y se aumentó la concentración de goma tara a 0,5% en la formulación 2, con el fin de buscar resaltar las propiedades positivas de cada uno de los aditivos. El producto con goma tara tuvo mejor sabor y el que contenía sólo CMC fue más crujiente; además, la diferencia de un 5% en la sustitución con maíz influyó en la intensidad del sabor a pejibaye, siendo

más fuerte en el producto con menor sustitución, como se esperaba. Por esta razón, se decidió evaluar en el estudio con consumidores cuatro formulaciones de *snacks*, las cuales fueron identificadas como se indica en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Formulaciones evaluadas en el estudio con consumidores.

Formulación	Aditivos
15M-Tara	15% maíz + 0, 25%CMC + 0,5% goma tara
15M	15% maíz + 0, 25%CMC
20M-Tara	20% maíz + 0, 25%CMC + 0,5% goma tara
20M	20% maíz + 0, 25%CMC

4.2.3 Estudio de aceptación con consumidores de los *snacks* de pejibaye reformulados

El estudio se realizó con 100 consumidores de pejibaye. Se les presentaron cada uno de los productos, en orden aleatorio, para que evaluaran el agrado del sabor, el aspecto y textura, así como la intensidad del sabor a pejibaye, utilizando una escala hedónica híbrida de 9 puntos.

Los resultados fueron analizados estadísticamente por medio de un análisis de conglomerados, en el cual se determinó que se podían agrupar todas las variables a las cuales se les evaluó el agrado, ya que el análisis individual de cada una permite obtener las mismas tendencias que el análisis grupal.

Por medio del Método Completo del análisis de conglomerados realizado se establecieron dos grupos, el primero conformado por 60 personas y el segundo por 31 personas; las restantes nueve fueron descartadas por no mostrar un comportamiento semejante al resto de los participantes. En el Cuadro 11 se detalla la conformación de los conglomerados identificados.

Cuadro 11. Características de los participantes que conforman los conglomerados resultantes en el estudio con consumidores de los *snacks* de pejibaye.

Característica	Conglomerado 1		Conglomerado 2		Total	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencias	Porcentaje
Edad (años)						
15-24	11	18,3	7	22,6	18	19,8
25-34	21	35,0	11	35,5	32	35,2
35-44	12	20,0	7	22,6	19	20,9
45-54	14	23,3	4	12,9	18	19,8
55-65	2	3,3	2	6,5	4	4,4
Género						
Femenino	34	56,7	19	61,3	53	58,2
Masculino	26	43,3	12	38,7	38	41,8
Ocupación						
Estudiante	3	5,0	7	22,6	10	11,0
Profesional	13	21,7	6	19,4	19	20,9
Técnico especializado	14	23,3	8	25,8	22	24,2
Trabajador operativo	30	50,0	10	32,3	40	44,0

Las variables demográficas de las personas que conforman cada uno de los conglomerados parecieran no influir en la aceptación del snack de pejibaye evaluado. En ambos conglomerados y en el grupo total de consumidores, hay una participación importante de personas que tienen entre 25 y 34 años (aproximadamente 35%). En el conglomerado 1 se destaca una participación mayor (23,3%) de personas que tienen entre 45 y 54 años con respecto al conglomerado 2 (12,9%).

En la evaluación participaron más mujeres que hombres y esta tendencia se mantuvo en cada uno de los conglomerados, teniendo una participación porcentual ligeramente mayor en el conglomerado 2.

La mayor parte de los participantes se dedican a trabajos operativos (44%), seguido de labores técnicas especializados (24,2%) y profesionales (20,9%). Sólo un 11% de los consumidores eran estudiantes y la mayoría se encuentra en el conglomerado 2.

En la Figura 3 se muestra el comportamiento de cada conglomerado en relación con la frecuencia de consumo de *snacks*. En general, los participantes del estudio consumen frecuentemente

productos tipo *snack*. La mayoría de las personas que los consumen más frecuentemente se encuentra en el conglomerado 2; aproximadamente un 58% lo hace 2 ó más veces por semana.

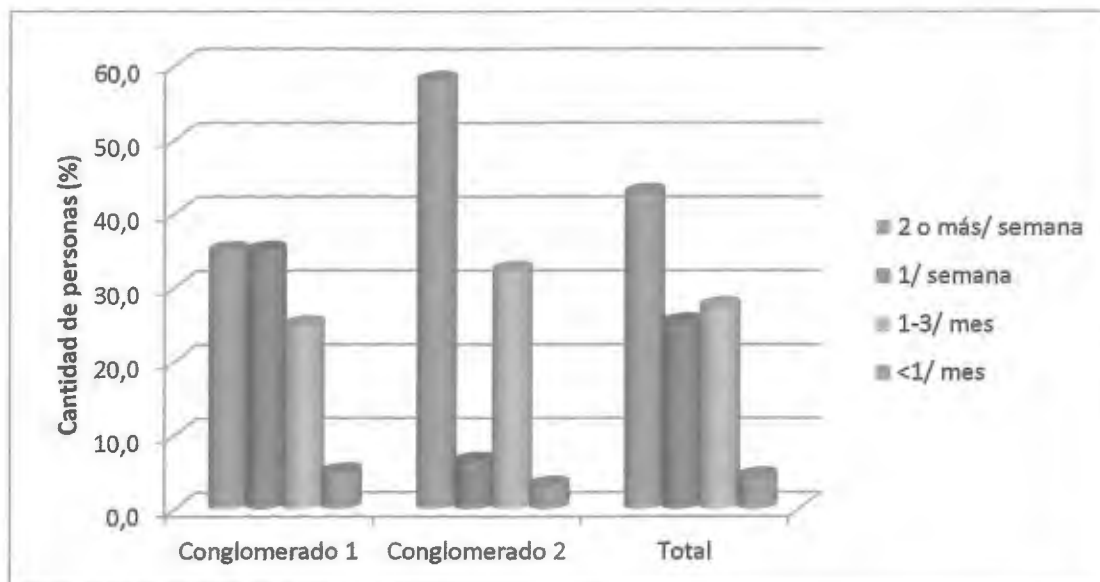


Figura 3. Comportamiento del hábito de consumo de *snacks* en cada conglomerado.

En las Figura 4 se muestra el comportamiento de cada conglomerado en relación con la frecuencia de consumo de pejibaye. La mayor parte de los participantes consume pejibaye una vez al mes (aproximadamente un 47%) pero también hay un grupo importante de personas que lo hace con una frecuencia menor a una vez por mes.

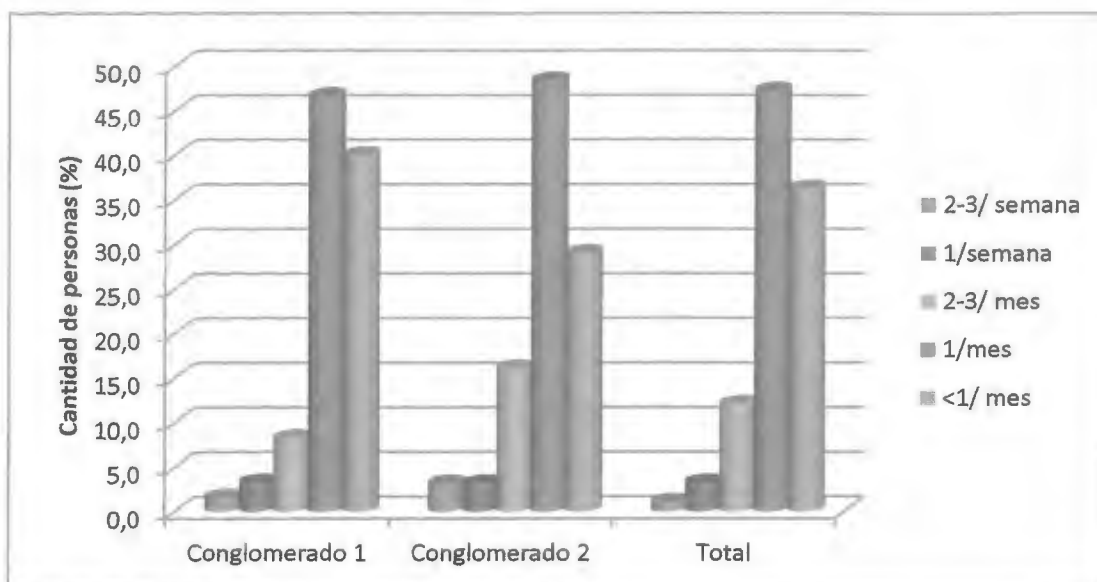


Figura 4. Comportamiento del hábito de consumo de pejibaye en cada conglomerado.

En un estudio con consumidores ($n=80$) realizado por Wattson (2010) para evaluar productos hechos con harina de pejibaye, los participantes indicaron frecuencias de consumo de pejibaye menores: sólo un 25% lo hace una vez al mes y un 66,7% lo hace varias veces al año, es decir, menos de una vez al mes. En comparación, los participantes en el estudio de los *snacks* son una población que muestra mayor preferencia por el fruto del pejibaye.

Los resultados del análisis de varianza realizado para determinar la existencia de diferencias significativas ($p<0,05$) en el agrado de las distintas características de los *snacks* de pejibaye, se muestra en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Análisis de varianza para la evaluación del agrado del aspecto, el sabor y la textura de las 4 formulaciones de *snacks* de pejibaye.

Efecto	Grados de libertad	Probabilidad asociada		
		Aspecto	Sabor	Textura
Conglomerado	1	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Juez (conglomerado)	89	<0,0001	<0,0001	0,0032
Producto	3	0,0348	<0,0001	<0,0001
Conglomerado * producto	3	0,0219	0,0002	<0,0001

Todos los efectos evaluados resultaron significativos ($p < 0,05$). Al presentarse una interacción significativa, se concluye que la valoración de cada producto depende del conglomerado. En las Figuras 5, 6 y 7 se muestran las calificaciones de agrado promedio otorgadas por los participantes que conforman los conglomerados para las variables aspecto, sabor y textura, respectivamente, en cada una de las cuatro formulaciones de *snacks* de pejibaye estudiadas.

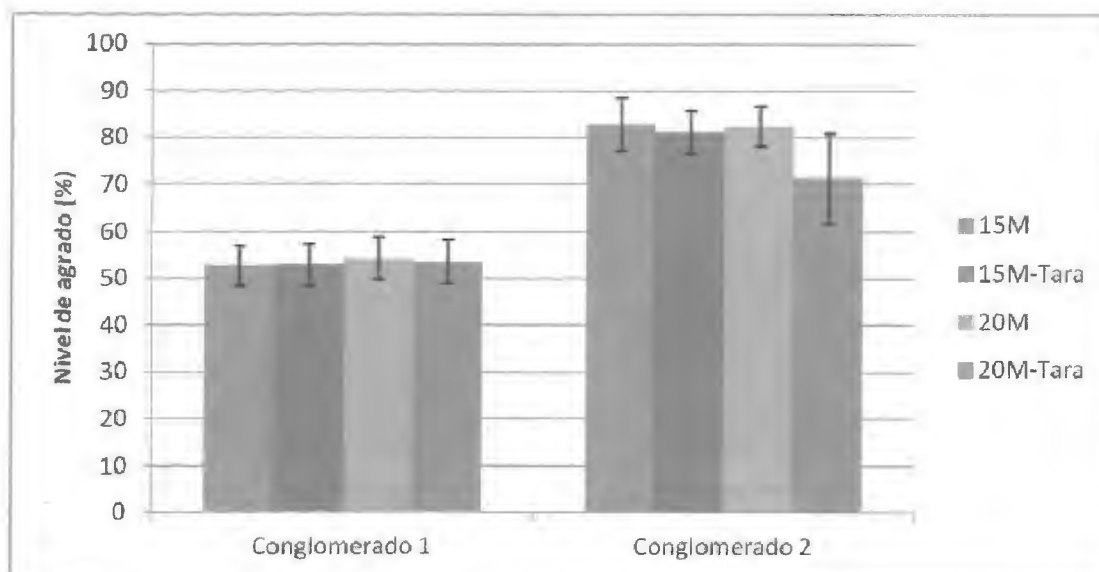


Figura 5. Nivel de agrado del aspecto de los *snacks* de pejibaye por parte de los consumidores que conforman cada uno de los conglomerados.

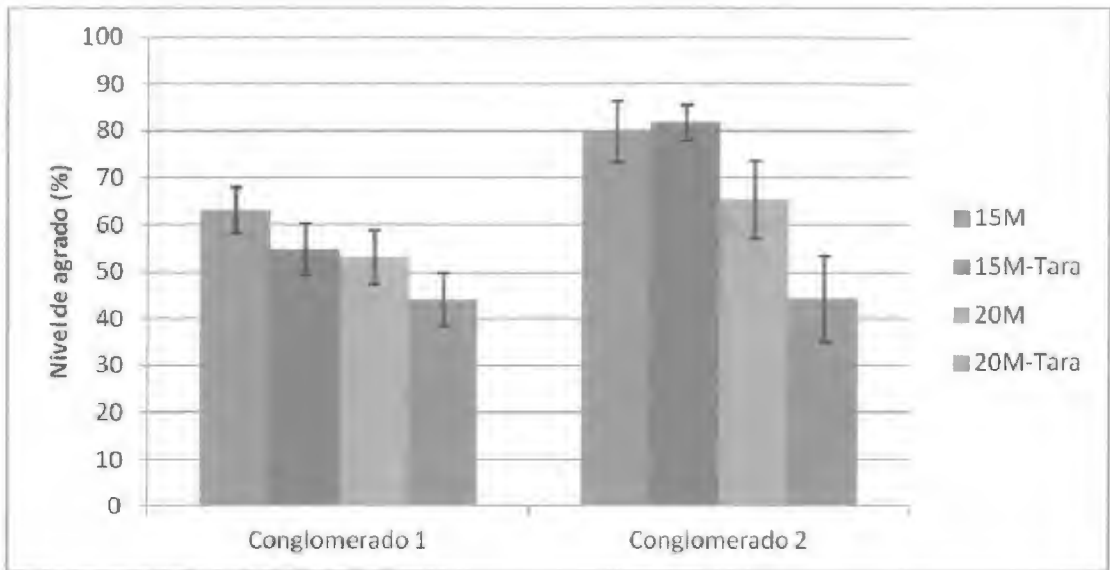


Figura 6. Nivel de agrado del sabor de los *snacks* de peji-baye por parte de los consumidores que conforman cada uno de los conglomerados.

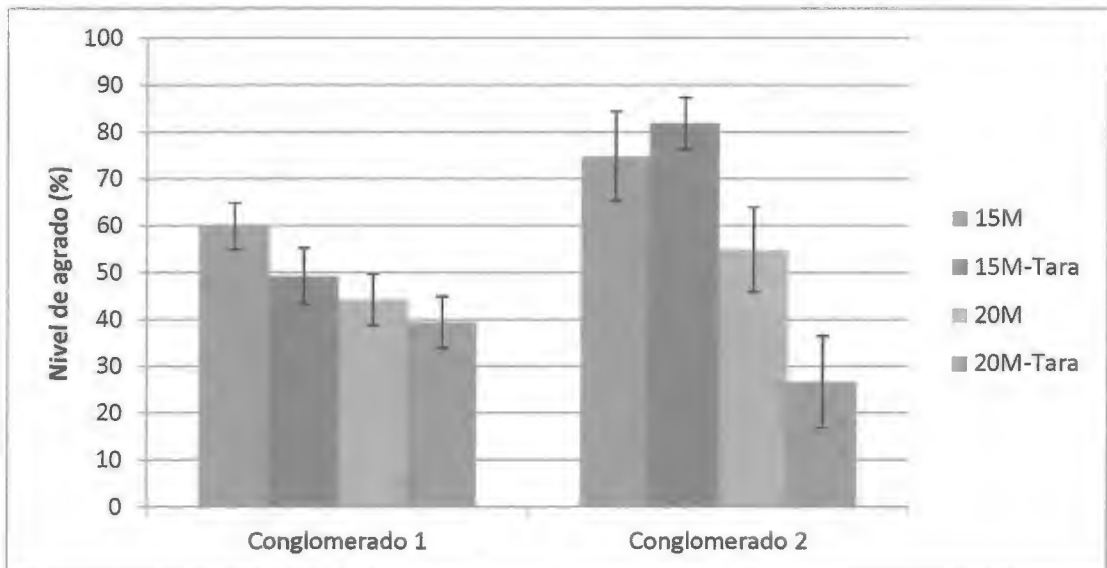


Figura 7. Nivel de agrado de la textura de los *snacks* de peji-baye por parte de los consumidores que conforman cada uno de los conglomerados.

El conglomerado 2 calificó con mayores puntuaciones el aspecto de los *snacks* de peji-baye, mostrando menos preferencia por la formulación con goma tara y un 20% de sustitución con maíz

(20M-Tara). Se aprecia además que las preferencias del conglomerado 1 fueron semejantes entre formulaciones.

Para todas las formulaciones, exceptuando la 20M-Tara, se observa en la Figura 6 que el conglomerado 2 otorgó mayores calificaciones al evaluar el sabor de los *snacks* y muestra preferencia por las formulaciones que contienen menos maíz.

Al igual que con las variables "aspecto" y "sabor", las calificaciones otorgadas por el conglomerado 2 para la textura de los *snacks* son mayores que las resultantes del conglomerado 1, excepto la formulación 20M-Tara, que en este caso, pareció ser mejor valorada por el conglomerado 1 (ver Figura 7). Para esta variable, el conglomerado 2 prefirió la textura de los *snacks* con un 15% de sustitución con maíz y, entre ellos, el que contiene goma tara.

La intensidad del sabor a pejibaye percibida por los consumidores también fue evaluada. Para esta variable, la interacción resultante no fue significativa ($p > 0,05$) por lo que la cuantificación del sabor a pejibaye no dependió del conglomerado. Sin embargo, sí hubo efecto del conglomerado ya que en la Figura 8 se aprecia que el conglomerado 2 calificó como más intensos los sabores a pejibaye de los *snacks*. En general, los consumidores percibieron un sabor de pejibaye más intenso en los productos que contenían más cantidad de pasta de este fruto en comparación con el que tenía menos cantidad y además se le adicionó goma tara.

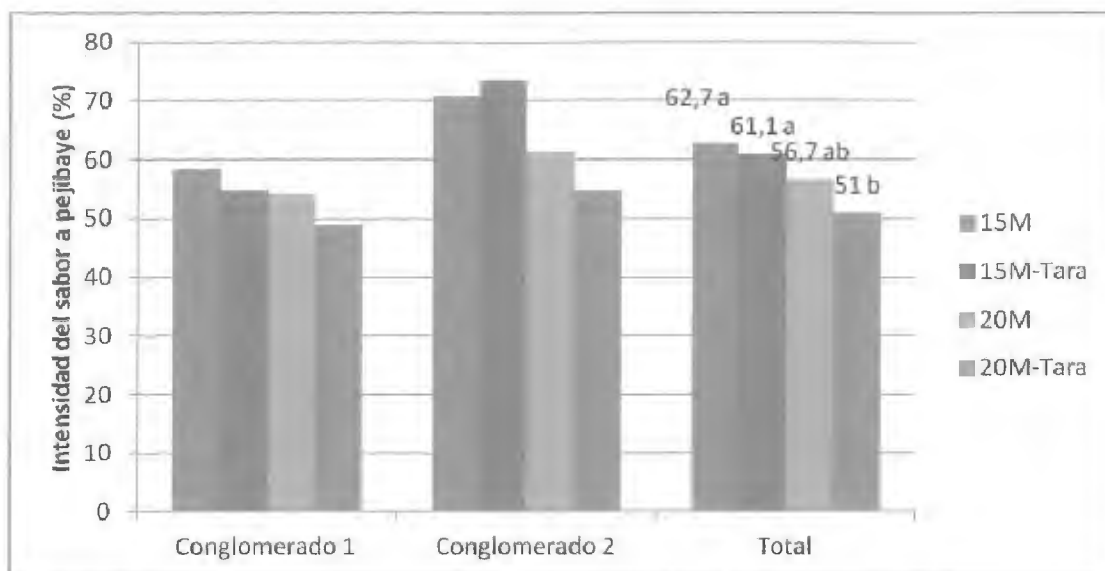


Figura 8. Grado de intensidad de sabor de peyibaye percibido por los participantes en el estudio con consumidores. Promedios con letras distintas indica existencia de diferencias significativas ($p < 0,05$).

Los consumidores encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la intensidad del sabor a peyibaye entre la formulación que contiene un 20% de sustitución de maíz y goma tara y las formulaciones que sólo tienen un 15% de sustitución. De acuerdo con los resultados de la Figura 8, podría ser que la adición de goma tara enmascare el sabor a peyibaye, ya que los consumidores no encontraron que el producto con 20% de sustitución sin goma, fuera diferente de las formulaciones que contenían 15% de pasta de maíz.

Considerando los resultados anteriores, se observa que el conglomerado 2 fue el que, en general, otorgó mejores calificaciones a las características evaluadas de los *snacks* y, en este grupo, resulta interesante destacar que están la mayoría de las personas que consumen más frecuentemente este tipo de alimentos (dos o más veces por semana), así como la mayoría de las que consumen más frecuentemente peyibaye. Por ende, el potencial nicho de mercado más importante para el *snack* de peyibaye parece estar conformado por personas que consumen habitualmente este tipo de productos así como el fruto del peyibaye.

También, el conglomerado 2 fue el que percibió una intensidad mayor en el sabor a pejibaye de los *snacks* por lo que se puede inferir que esto es una característica positiva de los productos. Los productos que más agradaron a los consumidores de ambos conglomerados fueron los que tienen un grado menor de sustitución con maíz por su sabor y su textura, mientras que el *snack* que contiene goma tara y 20% de sustitución con maíz fue el que menos gustó para las tres variables evaluadas. Se eligió, por tanto, las formulaciones con 15% de sustitución para la realización del estudio cualitativo con consumidores, adicionadas con solo CMC o combinando CMC y goma tara.

Todos los consumidores del conglomerado 2 y un 83,4% de las personas del conglomerado 1 indicaron que comprarían el *snack* de pejibaye que más les gustó (Figura 8), por lo que se puede concluir que existe un nicho de mercado para este producto.

Las razones principales por las cuales los consumidores del estudio comprarían el producto preferido son el sabor, "por ser un producto novedoso y diferente" y "una opción de *snack* más saludable".

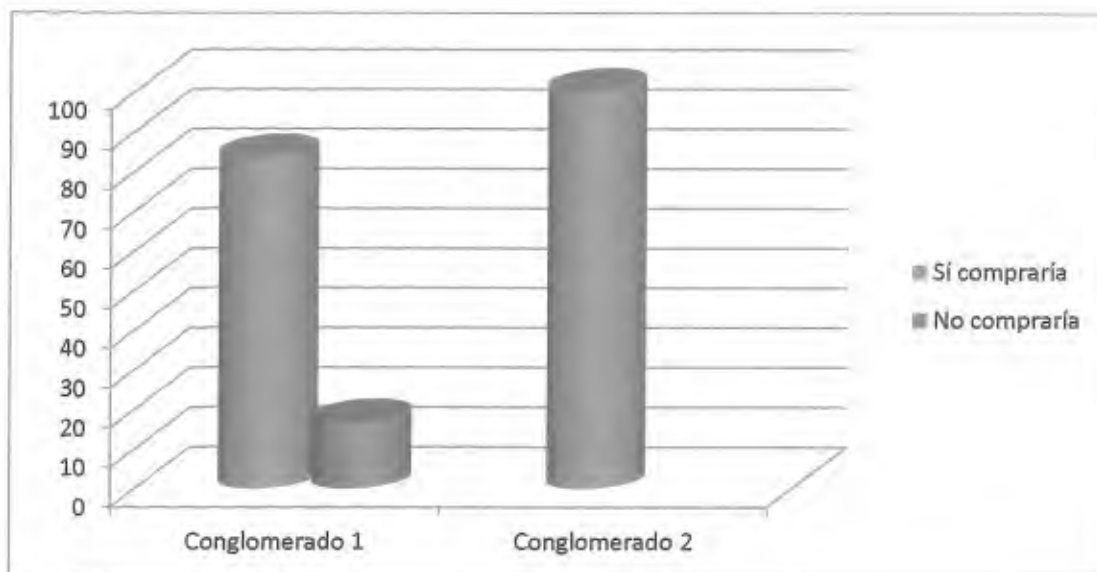


Figura 9. Intención de compra del *snack* de pejibaye preferido por los consumidores.

La mayoría de los participantes preferirían consumir el *snack* de pejibaye con algún acompañamiento (58%), un 12% indicó que lo comería solo y un 28% manifestó que le gustaría de

ambas formas. Los *dips* son los acompañamientos favoritos (67%) y los consumidores mencionaron otros como los frijoles (27,9%) y la mayonesa (22,1%), este último posiblemente por la forma habitual de consumir el pejibaye en nuestra cultura. Según Ivankovich *et al.* (2010) un 50,6% de las 163 amas de casa entrevistadas en su estudio sobre consumo de pejibaye acostumbran agregarle mayonesa. Otros acompañamientos para los *snacks*, que fueron mencionados por los consumidores del presente sondeo de mercado, son: atún, ensaladas, quesos, gallo pinto, chicharrón, queso crema, salsas, natilla y mantequilla.

4.2.4 Evaluación cualitativa de los *snacks* de pejibaye reformulados

Los *snacks* que fueron mejor evaluados en el estudio con consumidores (15M y 15M-Tara) fueron presentados en dos sesiones de mini grupos, uno conformado por amas de casa y el otro por profesionales.

En esta ocasión, aparte del consumo de pejibaye ocasional, se buscó seleccionar a los participantes considerando otros aspectos, por lo que se realizaron entrevistas en forma personal a 22 personas, todas pertenecientes a la clase económica media-media, utilizando la guía que se encuentra en el Anexo 6. Los criterios adicionales que se consideraron para la inclusión en el sondeo fueron la no participación previa en sesiones de grupo, el consumo de *snacks* y si la persona se mostró expresiva y crítica al responder a la encuesta. Es preferible realizar este tipo de estudios con personas que no hayan participado previamente en *focus groups* o similares, para evitar que haya predisposición a responder convenientemente (Seymour, 1988), además se buscan personas que sean críticas y que tengan facilidad de palabra para tratar de obtener la mayor cantidad y calidad de información posible.

Considerando los criterios de selección, se convocó a siete amas de casa y a nueve profesionales; sin embargo, a cada una de las sesiones asistieron sólo cinco personas. La guía y los formularios utilizados se encuentran en los Anexos 7 y 8, respectivamente.

En el minigrupo conformado por amas de casa, dos personas eran menores de 50 años y las otras tres superan esta edad. La frecuencia de consumo de *snacks* entre las señoras varía, sólo una lo hace más de una vez por semana y dos personas lo hacen una vez por mes, el resto lo hace en frecuencias intermedias. En relación con el consumo de pejibaye, dos participantes lo consumen

bastante (una vez por semana), una lo hace una vez por mes y las otras dos, menos de una vez al mes.

El minigrupo conformado por personas profesionales se caracterizó porque en su mayoría los participantes tenían más de 30 años (cuatro personas). También se apreció que la frecuencia de consumo de *snacks* y pejibaye es variable entre participantes; en el caso de los primeros, esta frecuencia es baja, ya que dos personas lo hacen una vez por mes y el resto menos veces. El pejibaye es consumido por una persona una vez cada quince días y las otras cuatro personas lo hace menos de una vez por mes.

Los resultados obtenidos en estas sesiones se resumen a continuación.

4.2.4.1 Valoración de la idea de producto

Considerando los comentarios sobre la idea de producto presentada en los mini grupos que evaluaron el prototipo del *snack*, se presentó la siguiente idea en estas sesiones: "Producto tipo *snack* a partir de pejibaye que es rico en antioxidantes y fibra y, además, es bajo en grasa".

En general, los participantes de ambos grupos consideraron que un *snack* es una buena opción para consumir el pejibaye en forma más fácil, lo identifican como un producto "muy tico", práctico y saludable.

En cuanto a la definición, les parece importante destacar que las propiedades indicadas (con antioxidantes y fibra) no se deben a la adición de otros ingredientes sino que corresponden a la naturaleza del pejibaye y, además, que se debe indicar que el producto es horneado.

4.2.4.2 Degustación y evaluación de los *snacks*

En el Cuadro 13 se muestra un resumen de los comentarios realizados por los participantes de los mini grupos al degustar los *snacks* de pejibaye.

Para algunas de las características hay opiniones encontradas. Por ejemplo, algunos participantes indicaron que la formulación 1 es más salada que la 2 y viceversa, y para la formulación 2 algunos consumidores dijeron que se le sentía un sabor residual amargo mientras que otros indicaron lo contrario. Sin embargo, en general, los participantes indicaron como fortalezas del producto su color, ya que abre el apetito, la sensación no grasosa del *snack*, el olor y la presencia de cáscara. Además, consideran que *snacks* de este tipo son una necesidad porque "no hay mucha variedad de alimentos saludables de este tipo en el mercado".

Cuadro 13. Comentarios, sobre diferentes características, realizados al degustar los *snacks* de pejibaye.

Formulación 1 (15% masa maíz+CMC+goma tara)	Formulación 2 (15% masa maíz+CMC)
Textura	
<ul style="list-style-type: none"> • Muy dura • Niños podrían ahogarse • Personas con prótesis dentales no podrían comerlos • Positivo el hecho de que no sean tan frágiles como las papas tostadas • Se queda pegado en las muelas, no gusta 	<ul style="list-style-type: none"> • Más crujiente, gusta más • Se queda pegado en las muelas, no gusta
Sabor	
<ul style="list-style-type: none"> • Sabe más a pejibaye que el otro producto • Más salado • Sabor residual amargo menos que el otro producto • Sabor similar a las "Polacas" 	<ul style="list-style-type: none"> • Sabor natural • Más salado • Menos salado • Sabe menos a pejibaye que el otro producto • No deja sabor residual amargo • Sabor residual amargo más intenso
Color	
<ul style="list-style-type: none"> • Color muy llamativo, agradable • Color natural a pejibaye 	<ul style="list-style-type: none"> • Color fascinante • Color atractivo
Olor	
<ul style="list-style-type: none"> • Olor no es fuerte • Agradable 	<ul style="list-style-type: none"> • Olor no es fuerte • Agradable
Apariencia	
<ul style="list-style-type: none"> • Apariencia buena. Sólo a una participante no le gusta la presencia de "pelillos" y las "cositas rojas" porque le parece chile dulce. Estas pintas rojas resultaron atractivas para otras y los pelillos lo relacionaron con la fibra • Similar a la pasta de hojaldre por la presencia de láminas 	<ul style="list-style-type: none"> • Apariencia igual al otro
Forma	
<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño apropiado para agregarles acompañamientos para comerlos 	<ul style="list-style-type: none"> • Más delgado

Los resultados de las calificaciones obtenidas por los productos al evaluar el agrado general mediante el uso de una escala hedónica híbrida se muestran en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Calificaciones otorgadas a los *snacks* de pejibaye por parte de los participantes de las sesiones de minigrupos.

Minigrupo	Formulación 1 (15% masa maíz+CMC+goma tara)	Formulación 2 (15% masa maíz+CMC)
Amas de casa	5,5; 7; 8; 7; 5 Promedio: 6,5	0,5; 6; 4; 7 Promedio: 4,4 (una persona no respondió)
Profesionales	8; 9; 7; 8; 9 Promedio: 8,2	8; 6; 6; 9; 8 Promedio: 7,4
Calificación promedio total	7,3	5,9

La mayoría prefiere el producto que contiene goma tara (formulación 1), a pesar de que su textura fue percibida como más dura. Las razones de preferencias se basan en el sabor más intenso a pejibaye, menor a sal y mayor crujencia.

Los participantes indicaron las siguientes mejoras que les harían a los *snacks* de pejibaye:

- Disminuir el grosor de las fibras para que no "puncen".
- Añadir sabores como barbacoa, paprika y queso.
- Disminuir la cantidad de sal.
- Aumentar humedad.
- Hacerlos menos duros, para que sean más fáciles de morder.
- Darles forma de "canastitas".

4.2.4.3 Mercado meta y usos del producto

Una vez que degustaron los productos, la mayoría consideró que el *snack* de pejibaye es un producto para personas adultas que gusten de productos sanos o los necesiten por alguna restricción alimenticia; muy apropiado para servirlo en actividades sociales, tales como fiestas y paseos e indican que sería ideal para quienes gusten ofrecer algo diferente a sus invitados. Todos piensan que el producto es para personas como ellos; sin embargo, al preguntarles sobre su intención de compra, en el grupo de amas de casa, sólo dos indicaron que lo harían con toda seguridad, el resto manifestó que "cree que sí lo haría". El grupo de profesionales sí fue unánime al decir que con toda seguridad lo comprarían, posiblemente porque valoran la practicidad de consumir el pejibaye de esta forma. Un comportamiento similar tuvieron los mini grupos que evaluaron el prototipo del *snack* en la primera parte de este estudio.

4.2.4.4 Precio y disposición de compra

En relación con el precio, para una presentación de 90 g, todos los profesionales estarían dispuestos a pagar ₡300; la mayoría de ellos incluso pagaría ₡1000 por el producto. Al comparar con los resultados obtenidos en el mini grupo en el que profesionales evaluaron el prototipo del *snack* (Cuadro 7), se aprecia que el producto reformulado parece tener más aceptación, puesto que hay mayor disposición a pagar un precio mayor.

Las amas de casa fueron más reservadas, ya que sólo 3 manifestaron que lo comprarían con toda seguridad si costara ₡300, las otras 2 dijeron que creían que sí, pero al aumentar a ₡600, 2 no estuvieron seguras de si lo comprarían y si el precio fuera ₡1000, 3 dijeron que definitivamente no lo comprarían. Un comportamiento muy similar mostró el mini grupo de amas de casa que evaluó el prototipo del *snack* (Cuadro 8).

Posiblemente, el hecho de que los profesionales generalmente son personas con un poder adquisitivo mayor en comparación con las amas de casa y porque tienen menos tiempo para dedicarse a labores culinarias, por estar fuera de sus casas la mayor parte del día, hace que ellos valoren más el producto presentado y por esto, estén dispuestos a comprarlo a un precio superior.

4.2.4.5 Preferencias de empaque

Al consultarles sobre el material de empaque preferido para el *snack* de pejibaye, en el grupo de amas de casa indicaron el cartón y el metal, pareciendo que prefieren darle más valor agregado, mientras que los profesionales prefieren el plástico y uno manifestó que le gustaría que fuese oxobiodegradable, reflejo de un sector de la población, cada vez más importante, preocupado por disminuir el daño al ambiente. Es interesante ver que en esta ocasión no hubo un consenso como en el estudio inicial con el prototipo de producto, en el que el plástico fue el material preferido en los dos mini grupos.

Para seleccionar el material de empaque se deben considerar los factores de deterioro más importantes para este tipo de productos, que en este caso podrían ser la ganancia de humedad, la pérdida de color y el cambio en el sabor por reacciones de oxidación de las grasas. El material metálico es una buena barrera para el oxígeno y la humedad pero tiene la desventaja de que no

permite ver el producto. Es importante, por tanto, realizar estudios de almacenamiento utilizando distintos materiales de empaque para así definir el material que mejor preserve las características del producto. Una vez que se tenga la información técnica, se debe considerar otros factores tales como el precio y la aceptación por parte de los consumidores, para poder así diseñar un empaque que reúna todas las características requeridas.

4.2.5 Conocimientos y hábitos de consumo de alimentos con propiedades funcionales y *snacks*

4.2.5.1 Consumo de grasa, antioxidantes y fibra

En el estudio con consumidores, los participantes llenaron una encuesta en la que se preguntaban aspectos diversos sobre prácticas de consumo de alimentos con propiedades beneficiosas para la salud y de productos tipo *snacks*, para conocer sus hábitos de consumo y las razones que los justifican. Con el mismo objetivo, para introducir las sesiones de todos los mini grupos, se habló sobre estos temas.

En general, todos los participantes de los mini grupos cuidan su salud mediante la alimentación. La mayoría evita consumir grasas. En el estudio cuantitativo, se logró determinar el mismo comportamiento, el 77% de los participantes cuida su consumo de grasas mediante su eliminación de la dieta (74%) o la compra de productos que tengan un contenido bajo de grasa (14,3%) y sólo un 2,6% lo hacen por medio de un control con nutricionista.

Todos los participantes de los mini grupos han escuchado hablar de la importancia de consumir alimentos con antioxidantes para prevenir el cáncer y algunos mencionan que sirven para "purificar la sangre" y para la piel e, inclusive, varias personas entienden que éstos contrarrestan el efecto de los radicales libres. Dentro de los ejemplos de alimentos ricos en antioxidantes mencionados están: el tomate, el brócoli, el té verde, el noni y las frutas en general.

Un 73% de los participantes del estudio cuantitativo indicó que conoce el término "antioxidante" y un 28% reconoce que los antioxidantes producen efectos beneficiosos para la salud. El 13% de los consumidores indicó que el consumo de estos compuestos previene el cáncer, además que evita el envejecimiento (mencionado por el 11%) y que elimina los radicales libres (mencionado por el 14%).

Considerando ambos estudios, se observa que la población conoce sobre la importancia de ingerir alimentos ricos en antioxidantes. En el estudio realizado por Wattson (2010), donde se preguntó el nivel de conocimiento sobre los antioxidantes, sólo el 24,5% manifestó tener bastante o mucho conocimiento y una minoría (15,8%) indicó no tener conocimiento alguno. Considerando estos resultados, se ve la importancia de continuar educando a los consumidores en los beneficios para la salud que una alimentación rica en antioxidantes puede brindar y así, al haber más conciencia sobre esto, se esperaría que el mercado para los alimentos funcionales se incremente aún más.

Sobre el consumo de fibra, en general, hay conciencia de la importancia que tiene esto para el buen funcionamiento del sistema digestivo. Un 59% de los participantes en el estudio cuantitativo manifestó que la fibra ayuda a la digestión y un 15% indicó que es beneficiosa para la salud. Cabe destacar que el mini grupo de profesionales que evaluó los *snacks* reformulados fue el que señaló en forma unánime que busca consumir alimentos ricos en fibra; varios de los participantes también indicaron que padecen de estreñimiento, por lo que les resulta especialmente importante consumir frutas con cáscaras y cereales integrales, principalmente. Otra fuente de fibra mencionada fue la linaza. Las amas de casa del mini grupo consideran que los niños tienen dificultad para aceptar este tipo de alimentos.

4.2.5.2 Consumo de *snacks*

Como se observa en la Figura 3, la mayoría de los participantes del estudio cuantitativo consumen *snacks* dos o más veces por semana. Un comportamiento similar parece darse en las casas de la mayoría de las amas de casa del mini grupo que evaluó los *snacks* reformulados, ya que consumen estos productos principalmente los sábados mientras ven televisión o en las noches en lugar de la cena y también los usan para meriendas de los hijos. Ellas mencionaron las marcas "Mejitos" y "Toreaditos", como los favoritos. Sin embargo, el mini grupo de las amas de casa que evaluó el prototipo de *snacks* indicó un consumo menos frecuente porque les preocupa que su salud se vea afectada. De igual forma, en los hogares de los profesionales participantes en el mini grupo que evaluó los *snacks* reformulados, el consumo de estos productos es más restringido, ya que ellos buscan opciones que sean lo más saludables posibles y mencionan la marca Bioland como una de las favoritas. En este grupo, normalmente sólo consumen *snacks* tradicionales en actividades sociales, contrario al otro mini grupo de profesionales que acostumbra consumirlos una vez por semana.

Se concluye que la mayoría de los participantes, sin importar si son amas de casa o profesionales, acostumbran consumir *snacks* en actividades sociales y en su hogar con una frecuencia de 1 o más veces por semana. Las personas que los consumen menos frecuentemente lo hacen para cuidar su salud pues consideran que estos productos tienen un alto contenido de grasa y no les aportan nutrientes en forma significativa, sino más bien calorías.

Dentro del grupo de consumidores que participaron en el estudio cuantitativo, el producto más consumido son las tortillas de maíz (83%), seguido de los plátanos tostados (79%), las semillas (77%) y las papas tostadas (73%). La mayoría consume yucas tostadas (66%), *snacks* con formas de triángulos y rectángulos (65%), extruídos con queso (53%) y barras de frutas y granola (57%); además a una parte importante del grupo (46%) le gusta las frutas secas.

4.3 Caracterización química del producto reformulado de mayor aceptación

Se realizó el análisis proximal y de compuestos bioactivos de interés, de tres lotes de *snacks* de pejibaye de la formulación que tuvo mejor aceptación en los estudios con consumidores, que contiene 15% de masa de maíz, 0,25 % de CMC y 0,5% de goma tara. Los resultados promedio en base húmeda y seca, con su intervalo de confianza al 95%, se muestran en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Composición química del *snack* de pejibaye preferido por los consumidores (Formulación 15M-Tara)

Análisis	Contenido promedio ± IC (bh)	Contenido promedio ± IC (bs)
Humedad (g/100 g)	6±3	-
Grasa (g/100 g)	9±4	9±4
Cenizas (g/100 g)	4,0±0,7	5,0± 0,7
Proteína (g/100 g)	5±1	6±1
Fibra dietética (g/100 g)	13,0±0,3	14,0±0,3
Almidón total (g/100 g)	60±5	67±5
Carbohidratos totales (g/100 g)	75±3	83±4
Carbohidratos disponibles (g/100 g)	63±3	69±3
Valor energético (kJ/100 g)	1467±125	1621±139
Valor energético (kcal/100 g)	350±30	387±29
Valor energético por grasa (kJ/ 100 g)	326±149	360±165
Valor energético por grasa (kcal/ 100 g)	78±36	86±39
ORAC-H (μmol TE/ g)	43±7	47±8
Carotenoides (μg /g)	141±29	155±32

IC: intervalo de confianza al 95%

TE: equivalentes de trolox

4.3.1 Contenido de grasa

En relación con el contenido de grasa, si se considera como referencia el *snack* de pejibaye frito desarrollado por Ayí (2009), que contiene $25 \pm 1\%$ de este nutriente, el producto horneado se puede clasificar como liviano, ya que contiene menos del 50% en relación con el producto frito. Considerando un tamaño de porción de 32 g, el contenido de grasa del *snack* de pejibaye horneado, es aproximadamente de 3 g, valor que también está por debajo de la mitad del contenido declarado en varios productos comerciales, como por ejemplo las tortillas de maíz horneadas marca "Rumba" cuyo contenido de grasa es 8,3 g y los extruidos de queso marca "Meneitos" que contienen 9,1 g por cada 32 g de producto. Estos datos sobre el contenido de grasa en *snacks* comerciales resultan importantes si se consideran las conclusiones obtenidas en el

estudio con consumidores, donde se observó que la mayoría de las personas cuidan la ingesta de grasa en su alimentación, prefiriendo aquellos productos reducidos en este componente.

Otro aspecto positivo del contenido de grasa, es que la pequeña cantidad presente puede ser suficiente para favorecer la biodisponibilidad de los carotenoides ya que la recomendación de adición de grasa en un alimento rico en estos pigmentos es de 3-5 g/ comida (European Micronutrients Recommendation Alligned, 2010).

4.3.2 Contenido de fibra dietética

El *snack* de pejibaye tiene un alto contenido de fibra, ya que es superior al contenido mínimo que se establece en el Reglamento de Etiquetado Nutricional vigente (MEIC, 2002) para que un alimento pueda ser categorizado de esta manera (6 g/ 100 g).

Rojas (2010) reporta un contenido de fibra de 12 ± 1 g/ 100 g en la harina de pejibaye con cáscara y un valor significativamente diferente ($p < 0,05$) para la harina de pejibaye sin cáscara: 11 ± 1 g/ 100 g. Esto permite concluir que la cáscara es una fuente importante de fibra. Por otro lado, es interesante ver que la cantidad de fibra es ligeramente menor en la harina de pejibaye que en el *snack* desarrollado en este proyecto, posiblemente debido a que en la composición de este último hay otras fuentes de fibra: la harina de maíz y las gomas.

Otros productos con contenidos de fibra dietética similares son el trigo con cáscara y sin procesar, cuya concentración depende de la variedad, pero para la mayoría es de aproximadamente 10%. Sin embargo, es interesante destacar que el derivado principal del trigo, el pan, tiene un contenido mucho menor de fibra dietética (3,7% para el pan corriente y 6,9% para el pan integral), de acuerdo con lo reportado por Pak (2001).

El salvado de avena es una fuente de fibra similar al *snack* de pejibaye, considerando su contenido (13,5%). Otros alimentos con un contenido parecido son las leguminosas, específicamente las arvejas (12,7%), los frijoles (14,3 – 18,8%), los garbanzos (13,7%) y las lentejas (14,2-16,6%) (Pak, 2001).

El *snack* de pejibaye constituye una fuente importante de fibra considerando que el consumo diario recomendado oscila entre 28 y 35 g/ día para obtener los beneficios en la salud. El interés en desarrollar *snacks* con esta propiedad va en incremento. Por ejemplo, Sáenz *et al.* (2007) desarrollaron un *snack* a partir de residuos de la industria de jugos de naranja con un contenido de fibra dietética que osciló entre 20 y 26% y con un aporte energético muy similar al de los *snacks* de pejibaye (329,8-339,4 kcal/ 100 g). Sin embargo, a nivel comercial, son pocos los productos disponibles que contienen o declaran el contenido de fibra dietética. De tres muestras de productos comerciales que se analizaron por triplicado, únicamente las papas tostadas contienen fibra dietética ($3,7 \pm 0,1\text{g}/100\text{ g}$); no se detectó este compuesto en el extruido de queso ni en las tortillas de maíz.

4.3.3 Contenido de almidón resistente

Los *snacks* de pejibaye, a pesar de tener un contenido de almidón de aproximadamente 60 g/100 g, no contienen almidón resistente. No se tiene información de si el fruto del pejibaye tiene este compuesto por lo que es importante hacer dicha determinación. Si se detectara que está presente en forma natural, se podría indicar que posiblemente son las operaciones de cocción, molienda y horneado las que están alterando la integridad granular, así como la cristalinidad y solubilidad de los gránulos de almidón, provocando que éste sea susceptible al ataque enzimático, tal y como lo explican Tosi *et al.* (2001). Estos autores indican que el contenido de almidón resistente está determinado por las características que presenta el almidón en el alimento: tipo de gránulo, relación amilosa/ amilopectina, grado de cristalinidad, presencia de otras especies químicas capaces de interactuar con el almidón y condiciones de procesamiento del alimento, entre otras. En dicho estudio se indica que el contenido de humedad también afecta positivamente el contenido de almidón resistente, al promover la formación de enlaces amilosa - amilosa, amilosa - proteínas o amilosa - lípidos, por lo que el bajo contenido de humedad de los *snacks* también puede estar provocando la pérdida de este compuesto.

4.3.4 Contenido de carotenoides

El contenido de carotenoides totales del *snack* de pejibaye reformulado ($141 \pm 29\ \mu\text{g}/\text{g bs}$) está dentro del rango de los valores obtenidos para los *snacks* 100% pejibaye que fueron sometidos a diferentes condiciones de horneado para determinar el efecto (ver Cuadro 5). Por tanto, como se

discutió en el apartado 4.1.2, el producto desarrollado es una fuente importante de carotenoides. Algunos estudios se han enfocado en el rol de los carotenoides consumidos en la dieta en la prevención de enfermedades coronarias y algunos tipos de cáncer. En el caso del cáncer de próstata, carotenoides como el licopeno, han sido relacionados con la baja ocurrencia de este carcinoma y se le han atribuido algunos potenciales usos terapéuticos (Rodríguez-Amaya, 1997). Por tanto, es muy importante desarrollar estudios *in vivo* para determinar la biodisponibilidad de los carotenoides y estimar el potencial del *snack* de pejibaye como alimento funcional.

4.3.5 Capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante del *snack* de pejibaye reformulado ($43 \pm 7 \mu\text{mol TE/g bh}$) es muy similar a los valores obtenidos en el estudio exploratorio realizado (ver apartado 4.1.1). Pareciera que la disminución en el contenido de pejibaye como materia prima no afectó el potencial valor funcional del *snack*, posiblemente porque la cantidad de harina de maíz agregada es pequeña o porque el maíz también está aportando propiedades antioxidantes al producto.

De acuerdo con la clasificación hecha por Wu *et al.* (2004) de 100 alimentos de consumo común en Estados Unidos, el *snack* de pejibaye sería ubicado en el cuartil 75 de los valores para ORAC-H obtenidos (1000 - 1999 $\mu\text{mol TE / porción}$), ya que, si se considera un tamaño de porción de 32 g, el valor resultante para ésta sería 1376 $\mu\text{mol TE}$. El tamaño de porción se escogió considerando los valores usados para los productos similares disponibles en el mercado y equivale a 4 unidades de *snacks*. De los productos analizados por Wu *et al.* (2004), en este grupo se ubican los espárragos, los guisantes, la remolacha, el mango, la granola baja en grasa con pasas, el brócoli cocido, la lechuga, la avena instantánea, el camote, las galletas de avena y pasas, y el tomate, entre otros.

Los resultados revelan que la capacidad antioxidante del *snack* de pejibaye es alta. Esta es una característica muy importante de resaltar si el producto saliera al mercado, ya que el interés de los consumidores por los alimentos que disminuyan el riesgo de enfermedades crónicas y degenerativas como el cáncer, va en incremento. Además, a nivel comercial no hay productos populares que tengan un poder antioxidante tan alto; por ejemplo, de los productos comerciales analizados, las papas tostadas fueron las que tuvieron un contenido mayor ($16,0 \pm 1,2 \mu\text{mol TE/g bh}$), seguidas de las tortillas de maíz horneadas ($10,5 \pm 4,3 \mu\text{mol TE/g bh}$) y por último el *snack*

extruido de queso ($6,0 \pm 0,8 \mu\text{mol TE/g bh}$). Se observa que el *snack* de pejibaye contiene más del doble de la capacidad antioxidante del *snack* líder del mercado, las papas tostadas.

4.4 Desarrollo del concepto de producto

La información recopilada en las sesiones de mini grupos sobre la valoración de la idea del producto y el mercado meta de los *snacks* de pejibaye, así como los resultados que se recopilaron en el estudio cuantitativo y la caracterización química del *snack* con mejores posibilidades de aceptación en el mercado, permitieron elaborar el concepto de producto. De acuerdo con Kotler y Keller (2006), la diferencia entre una idea y un concepto es que el segundo es una versión más elaborada y se expresa en términos de consumo. El concepto responde a tres preguntas: ¿Quién utilizará el producto? ¿Qué ventajas ofrece este producto? ¿Cuándo se consumirá este producto?

Esta prueba de concepto es una de las primeras acciones a realizar en un desarrollo de producto e implica someter a prueba los conceptos de nuevos productos utilizando grupos de consumidores meta, con el fin de determinar si tienen atractivo para el cliente (Kotler y Armstrong, 1998).

El concepto final de producto desarrollado fue:

“Producto innovador, práctico, tipo *snack*, a partir de pejibaye, horneado, que por su naturaleza es rico en antioxidantes y fibra y es bajo en grasa; dirigido a consumidores adultos que gusten del pejibaye y que cuidan su salud mediante la alimentación. Es ideal para consumirlo en actividades sociales”. La explicación se detalla a continuación.

Producto innovador

El *snack* de pejibaye no existe en el mercado. En el estudio cuantitativo, esta fue una de las principales razones por las cuales los participantes comprarían el producto.

Práctico, tipo *snack*

El producto es un *snack* y, como tal, está listo para consumir, es decir que no requiere preparación alguna. En comparación con el fruto, resulta muy práctico ya que no hay que cocinarlo y pelarlo. En el estudio realizado por Ivankovich *et al.* (2010), se identificó que éstas son las razones principales por las que el consumo de pejibaye no es más frecuente entre los encuestados pues el 20,3% considera que es difícil de pelar y el 11,7% que es difícil su cocción.

A partir de pejibaye

El ingrediente principal del *snack* es el pejibaye; se utiliza aproximadamente 85 g/100 g de pasta que imparte el sabor y el color característicos de este fruto al producto final.

Por su naturaleza es rico en antioxidantes

El pejibaye, componente principal del *snack*, tiene un alto contenido de carotenoides y estos se conservan en un alto porcentaje en el producto final. El valor promedio de carotenoides (\pm IC al 95%), en base seca, en el *snack* desarrollado es 141 ± 29 μ g/g y la capacidad antioxidante hidrofílica es de 43 ± 7 μ mol TE /g.

Por su naturaleza es rico en fibra

El pejibaye tiene un alto contenido de fibra y el *snack* además contiene la cáscara, por lo que se incrementa la cantidad de fibra presente en el producto final ($13 \pm 0,3$ g/ 100 g bs). En la etiqueta del producto se puede indicar que es alto en fibra, ya que el Reglamento de Etiquetado Nutricional establece que esto se puede hacer si el contenido es mayor a 6 g/ 100 g (MEIC, 2002).

Por su naturaleza es bajo en grasa

Al ser un *snack* horneado, la grasa que contiene (9 ± 4 g/ 100 g) proviene únicamente del pejibaye y de la harina de maíz. Si se considera un tamaño de porción de 32 g, el contenido de grasa sería 3 g por porción. En la práctica, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de Etiquetado Nutricional (RTCR 135:2002) (MEIC, 2002), se podría declarar en la etiqueta que este producto es bajo en grasa, ya que contiene no más de 3 g de grasa por porción.

Dirigido a consumidores adultos que gusten del pejibaye y que cuiden su salud

Los mini grupos, en general, consideraron que el *snack* de pejibaye es un producto dirigido a adultos e indicaron que no les parecía apropiado para niños por lo secos que son y porque la presencia de fibra no resultaría atractiva para esta población. En el estudio cuantitativo se observó que las personas que acostumbran consumir más frecuentemente pejibaye también fueron las que mostraron mayor agrado por el *snack*, y el 100% de ellos indicaron una intención de compra positiva. Además, en los mini grupos se señaló que este tipo de producto es una necesidad para las personas que cuidan su salud a través de la alimentación.

Ideal para consumirlo en actividades sociales

En general, en las sesiones de mini grupo se señaló que el producto es ideal para actividades sociales especialmente, sean fiestas, paseos, reuniones y otros.

V. Conclusiones

- Bajo las condiciones utilizadas en el estudio y el diseño experimental elegido, no es posible concluir si hay efecto de la operación de horneado sobre el contenido total de carotenoides del *snack* de pejibaye desarrollado.
- Los contenidos de carotenoides totales de las pastas de pejibaye preparadas son altos (106 - 552 $\mu\text{g/g}$ bs) y se observa una concentración mayor en las que se elaboraron a partir del pejibaye procedente de Pérez Zeledón. El *snack* de pejibaye es un producto rico en carotenoides y una buena fuente de fibra. Bajo las condiciones de horneado estudiadas, se consigue una retención mínima de carotenoides de un 77% y en algunos de los tratamientos ocurre un incremento en la cantidad de estos compuestos bioactivos, permitiendo que el contenido final sea incluso mayor que el de la materia prima.
- La pasta hecha con 100% pejibaye es difícil de moldear y el prototipo de *snack* desarrollado a partir de ésta no es lo suficientemente crujiente y presenta grietas en su superficie. Estas características fueron señaladas por algunos consumidores participantes en sesiones de grupo como desagradables, razón por la cual fue necesario la adición de otros ingredientes que permitieran modificar sus características sensoriales.
- La combinación de goma tara (0,5%) y carboximetilcelulosa (0,25%) permitió obtener un efecto sinérgico positivo para las características sensoriales de los *snacks* de pejibaye. La goma resaltó el sabor natural a pejibaye y la CMC mejoró la crujencia.
- Por medio del análisis de conglomerados, se determinó la existencia de 2 grupos entre el total de consumidores que participaron en el estudio cuantitativo. El conglomerado 2 (31%) fue el que, en general, calificó con valores más altos las características de sabor, textura y aspecto de los *snacks* de pejibaye y todos en este conglomerado están dispuestos a comprar el producto que más les gustó. Este grupo está conformado principalmente por personas que consumen más frecuentemente productos tipo *snack* y pejibaye.
- Los consumidores encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la intensidad del sabor a pejibaye de la formulación que contiene un 20% de sustitución de maíz y goma tara con

respecto a las formulaciones que sólo tienen un 15% de sustitución. Los productos que más agradaron a los consumidores de ambos conglomerados fueron los que tienen un grado menor de sustitución con maíz por su sabor y su textura.

- El producto preferido por los consumidores es el que tiene un nivel de sustitución con maíz del 15% y que contiene goma tara (0,5%) y carboximetilcelulosa (0,25%). Las razones de la preferencia se basan en el sabor más intenso a pejibaye, sabor salado menos intenso y la mayor crujencia.
- Sobre la intención de compra, las razones principales por las cuales los consumidores del estudio comprarían el producto preferido son el sabor y, "por ser un producto novedoso y diferente", además de "una opción de *snack* más saludable".
- La presencia de cáscara en el *snack* de pejibaye provoca reacciones encontradas entre los consumidores; sin embargo, a pesar de que a algunos no les gusta, consideran que el producto sería bien aceptado si se le comunica al consumidor que la fibra del producto es natural y se debe en parte al aporte de la cáscara.
- Los consumidores consideran que lo ideal sería contar en el mercado con diferentes presentaciones de peso del *snack* de pejibaye e indican preferencia por el tamaño mediano debido a su versatilidad.
- Los consumidores están dispuestos a pagar un precio mayor por un producto saludable y nutritivo, como el *snack* de pejibaye, en comparación con los disponibles comercialmente.
- La mayoría de los consumidores cuidan su salud a través de la dieta, principalmente mediante un bajo consumo de grasa, pero un grupo importante también busca consumir productos ricos en fibra y antioxidantes; esto le da mucho potencial a la comercialización del *snack* de pejibaye.
- La mayoría de los consumidores comen *snacks* una o más veces por semana, una frecuencia mucho mayor que la que se encontró en el consumo de pejibaye, razón por la

cual la diversificación de productos de consumo común a partir de esta fruta es una buena opción para incluir sus beneficios dentro de la dieta.

El concepto de producto desarrollado es: "Producto innovador, práctico, tipo *snack*, a partir de pejibaye, horneado, que por su naturaleza es rico en antioxidantes y fibra y es bajo en grasa; dirigido a consumidores adultos que gusten del pejibaye y que cuidan su salud mediante la alimentación. Es ideal para consumirlo en actividades sociales".

VI. Recomendaciones

- Explorar otras alternativas de equipos de molienda (molino de discos o de martillos usando diferentes potencias) con el fin de disminuir la sensación de las fibras largas, indicada por algunos de los consumidores potenciales.
- Estudiar tratamientos de estabilización como el uso de preservantes y opciones de empaques que permitan aumentar la vida útil de la pasta de pejibaye, bajo condiciones de refrigeración o congelación.
- Buscar otras alternativas de gomas y productos que se utilicen como sustitutos de grasa para disminuir la sensación seca que el producto desarrollado produce al consumirlo y mejorar su crujencia.
- Realizar un estudio de almacenamiento de los *snacks* de pejibaye para evaluar el cambio en el contenido de carotenoides total y el color, así como la oxidación de la grasa, en el tiempo.
- Determinar el perfil de carotenoides en los *snacks* de pejibaye antes y después de la operación de horneado con el fin de conocer los cambios que podrían afectar su valor nutricional.
- Evaluar la aceptación del *snack* de pejibaye con niños y jóvenes y valorar si el producto cumple con las especificaciones del nuevo reglamento del Ministerio de Educación Pública para la venta de alimentos en sodas escolares (36910-MEP-S), con el fin de conocer qué posibilidades de mercado hay en estos sectores de la población, cuya nutrición es un tema de mucha relevancia para la salud pública.
- Estudiar diferentes condiciones de temperatura con equipos industriales y determinar el costo energético asociado para definir cuál es la mejor opción para obtener un producto con características sensoriales apropiadas y un proceso eficiente.

- Determinar el contenido de oxalato de calcio y de acrilamida del producto final para confirmar que las condiciones de proceso garantizan su ausencia.

VII. Bibliografía

- ALFARO, I. 1988. Elaboración de harina de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) para consumo animal. Tesis Lic. En Tecnología de Alimentos. Escuela de Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. San José.
- ANÓNIMO, 1999. Xanthan Gum: The Flexible Ingredient. *Food Marketing and Technology* 13(5): 12.
- ANÓNIMO. 2005. Perfil sectorial: galletería dulce y *snacks* en Costa Rica. PROEXPORT y BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO-FONDO MULTILATERAL DE INVERSIÓN (BIDFOMIN), Costa Rica.
- ANZALDÚA, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. Acribia, Zaragoza.
- AOAC INTERNATIONAL. 2006. Official Methods of Analysis. 18 ed. Current Through Revision 1. AOAC INTERNATIONAL, Maryland.
- AOAC INTERNATIONAL. 2005. Official Methods of Analysis. 18 ed. AOAC INTERNATIONAL, Maryland.
- ARGUELLO, H., BOLAÑOS, C., CORREDOR, G., CHAPARRO, O., GALVIS, J. y HERRERA, A. 1999. Manejo postcosecha e industrialización del chontaduro *Bactris gasipaes*. Universidad Nacional de Colombia. Colombia.
- ASTORGA, C. 1988. Caracterización de dos poblaciones de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.). Tesis Lic. en Ingeniería Agronómica. Escuela de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional. Heredia.
- AUBEL, J. 1993. Directrices para estudios en base a la técnica de grupos focales. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo.
- AYÍ, D. 2009. Desarrollo de un *snack* tipo tortilla a base De fruto de pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth). Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. San José.
- BAO, B. y CHANG, K. 1994. Carrot juice color, carotenoids, and nonstarchy polysaccharides as affected by processing conditions. *Journal of Food Science* 59(6): 1155-1158.
- BENGSTON, A., NAMUTEBI, A., LARSSON, M. y SVANBERG, U. 2007. Effects of various traditional processing methods on the all-trans- β -carotene content of orange-fleshed sweet potato. *Journal of Food Composition and Analysis* 21: 134-143.
- BLADES, M. 2000. Functional foods or nutraceuticals. *Nutrition and Food Science* 30 (2): 73-75.
- BLANCO, A., LOWERY, M., MONTERO, M., MORA, J. y ROJAS, M. 1990. El pejibaye: su uso en la alimentación humana. Informe INCIENSA. San José. 19 pp.

- BLANCO, A., GOMEZ, G. y MONTERO, M. 1992. Elaboración y evaluación de un alimento infantil a partir de pejibaye (*Bactris gasipaes*). *Reviteca* 1 (2): 36-41.
- BOLLINGER, H. 1994. A new type of wheat fiber for use in extruded products. *Food Technology* 8(4): 12-18.
- BRITTON, G., LIAAEN-JENSEN, S. y PFANDER, H. 1995. Carotenoids: Isolation and analysis. Birkhauser Verlag, Alemania.
- CALZADA, J. 1985. El pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) como alternativa en la producción de aceite vegetal con respecto a la palma aceitera. Informe de proyecto de investigación. CIPRONA, UCR.
- CASTILLO, E. 2004. Evaluación de la diversidad genética de cultivares regionales y locales de pejibaye (*Bactris gasipaes*) utilizando marcadores moleculares (RAPDS y AFLPS). Tesis MSc. en Biología. Programa de Estudios de Postgrado en Biología. Universidad de Costa Rica. San José.
- CHAVASIT, V., PISAPHAP, R., SUNGPUAG, P., JITTINANDANA, S y WASANTWISUT, E. 2002. Changes in β -carotene and vitamin A contents of vitamin A- rich foods in Thailand during preservation and storage. *Journal of Food Science* 67(1): 375-379.
- CHOCANO, A. Recopilación tecnológica de agentes de textura y sus aplicaciones. INTERNET. Recuperado el 10 de abril de 2012 de <http://www.chefuri.net/usuarios/download/recopilacion/recopilacion.pdf>.
- CIPRONA. 1986. Aprovechamiento industrial del pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.). Informe de investigación. Universidad de Costa Rica, San José.
- CLEMENT, C., WEBER, J., van LEEUWEN J., ASTORGA, C., COLE, D., ARÉVALO, L. y ARGUELLO, H. 2004. Why extensive research and development did not promote use of peach palm fruit in Latin America. *Agroforestry Systems* 61: 195-206.
- CORTÉS, G. 1994. Atlas agropecuario de Costa Rica. EUNED, San José.
- CUNTO, A., FERREIRA, D., DOS SANTOS, D. y DE PADUA, A. 2006. Processamento e aceitabilidade de paes de forma a partir de ingredientes funcionais: farinha de soja e fibra alimentar. *Alimentos e Nutricao* 17(1): 43-49.
- DE LA PARRA, C., SERNA, S. y HAI, R. 2007. Effect of processing on the phytochemical profiles and antioxidant activity of corn for production of masa, tortillas and tortillas *snacks*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55: 4177-4183.
- DE ROSSO, V.V. y MERCADANTE, A.Z. 2007. Identification and quantification of carotenoids, by HPLC-PDA-MS/MS, from Amazonian fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55:5062-5072.
- DE SOUZA, G. 1984. Utilização da goma xantana na industria de alimentos. *Boletim do Instituto de*

Tecnología de Alimentos. ITAL, Brasil.

- DEAN, M. 1985. The pejibaye fruit: problems and prospects for its development in Costa Rica. Thesis presented to the Faculty of the Graduate School of the University of Texas at Austin in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Arts. University of Texas. Texas.
- DIPLOCK, A., AGGETT, P., ASHWELL, M., BORNET, F., FERN, E. y ROBERFROID, M. 1999. Scientific concepts of functional foods in Europe: consensus document. *British Journal of Nutrition* 81 (1): S1-S27.
- ELEJALDE, J.I. 2001. Estrés oxidativo, enfermedades y tratamientos antioxidants. *Anales de Medicina Interna* 18(6): 326-335.
- ELLIS, F. 1993. *Peasant Economics*. Cambridge University Press, Cambridge.
- ENGLYST, H. y HUDSON, G. 1996. The classification and measurement of dietary carbohydrates. *Food Chemistry* 57(1): 15-21.
- EUROPEAN MICRONUTRIENTS RECOMENDATION ALLIGNED. 2010. La biodisponibilidad de los nutrientes o cómo sacar el máximo partido de los alimentos. *Alimentación Hoy en Día* 05/2010. INTERNET. Recuperado el 20 de junio de 2012 de <http://www.eufic.org/article/es/artid/biodisponibilidad-nutrientes-como-sacar-maximo-partido-alimentos/>
- EVERITT, B., LANDAU, S., LEESE, M. y STAHL, D. 2011. *Cluster Analysis*. Wiley: United Kingdom.
- FENNEMA, O. 2007. *Química de los Alimentos*. Zaragoza, Acribia.
- FRIEDMAN, M. 2003. Chemistry, biochemistry and safety of acrylamide. A review. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 51: 4504-4526.
- FULLER, G. 2005. *New Food Product Development: from concept to marketplace*. 2 ed. CRC Press, Boca Raton.
- GALLARDO, M. y SIERRA, C. 1980. Condiciones óptimas de secado para la obtención de harina de chontaduro (*Bactris gasipaes*). Tesis en Ing. Agrícola. Universidad Nacional de Colombia. Colombia.
- GAMBOA, V. 2006. Evaluación del efecto de sustitución parcial de harina de trigo por fibra de trigo y de la adición de polidextrosa sobre las características de calidad de una galleta de maní sin azúcar. Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. San José.
- GBA. 2007. Functional foods and drinks market to reach U.S. \$109 billion by 2010. *Global Industry Analysts*, San Jose, Calif. July 24.

- GEORGE, S. y BRAT, P. 2005. Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 53: 1370-1373.
- GIBSON, G. y WILLIAMS, C. 2000. *Functional Foods: Concept to product*. 1 ed. CRC Press, Boca Raton.
- GLAXO SMITHKLINE, 2006. Cálculos renales. INTERNET.
<http://www.calciuminfo.com/espanol/calciumquestions/kidneystones.aspx>
- GÓMEZ, G. 1997. Factores antinutricionales en el pejibaye (*Bactris gasipaes*): Efecto sobre el crecimiento y diferentes parámetros bioquímicos en ratas jóvenes. Tesis MSc. en Ciencias Biomédicas. Universidad de Costa Rica. San José.
- GÓMEZ, G., QUESADA, S. y NANNE, C. 1998. Efecto de factores antinutricionales en el pejibaye (*Bactris gasipaes*) sobre el metabolismo de ratas jóvenes. *Agronomía Costarricense* 22 (2): 191-198.
- HIDALGO, A., BRANDOLINI, A. y POMPEI, C. 2010. Carotenoids evolution during pasta, bread and water biscuit preparation from wheat flours. *Food Chemistry* 121: 746-751.
- HUANG, D., OU, B. y PRIOR, R. 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 1841-1856.
- ISSA, A.Y., VOLATE, S.R. y WARGOVICH, M.J. 2006. The role of phytochemicals in inhibition of cancer and inflammation: New directions and perspectives. *Journal of Food Composition and Analysis* 19: 405-419.
- IVANKOVICH, C. 1999. Uso de las técnicas de sesiones de grupo en la investigación de mercados: un campo de acción para los psicólogos. Tesis de Maestría en Psicología, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- IVANKOVICH, C., FLORES, W. y ARAYA, Y. 2010. Percepción sobre el pejibaye y la aceptación de un *snack* funcional a base de pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth) por consumidores costarricenses. *Ciencias Económicas* 28 (2): 139-149.
- JATUNOV, S., QUESADA, S., DÍAZ, C. y MURILLO, E. 2010. Carotenoid composition and antioxidant activity of the raw and boiled fruit mesocarp of six varieties of *Bactris gasipaes*. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 60(1): 99-104.
- JUDPRASONG, K., CHAROENKIATKUL, S., SUNGPUAG, P., VASANACHITT, K. y NAKJAMANONG, Y. 2006. Total and soluble oxalate contents in Thai vegetables, cereal grains and legume seeds and their changes after cooking. *Journal of Food Composition and Analysis* 19: 340-347.
- KALT, W. 2005. Effects of production and processing factors on major fruit and vegetable antioxidants. *Journal of Food Science* 70(1): R11-R19.

- KEOWN, C. 1983. Focus group research: tool for the retailer. *Journal of Small Business Management* 21: 59-65.
- KIDMOSE, U., YANG, R., THILSTED, S., CHRISTENSEN, L. y BRANDT, K. 2006. Content of carotenoids in commonly consumed Asian vegetables and stability and extractability during frying. *Journal of Food Composition and Analysis* 19: 562-571.
- KINNEAR, T. y TAYLOR, J. 1996. *Investigación de Mercados*. 5a ed. Mc Graw Hill: México D. F.
- KOTLER, P. y AMSTRONG, G. 1998. *Fundamentos de Mercadotecnia* 4ª ed. Prentice Hall: México.
- KOTLER, P. y KELLER, K. 2006. *Dirección de Marketing*. 12 ed. Pearson :México.
- KRUEGER, R. 1988. *Focus groups: A practical guide for applied research*. Sage Publications, London.
- LEE, J., KOO, N. y MIN, D. 2004. Reactive oxygen species, aging and antioxidative nutraceuticals. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 3:21-32.
- LEÓN, A. y ROSELL, C. 2007. *De tales harinas, tales panes*. Hugo Báez, Córdoba.
- LESSIN, W., CATIGANI, G. y SCHWATRZ, S. 1997. Quantification of *cis-trans* isomers of Provitamin A Carotenoids in Fresh and Processed Fruits and Vegetables. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 45: 3728-3732.
- LETERME, P., GARCÍA, M., LONDOÑO, A., ROJAS, M., BULDGEN, A. y SOUFFRANT, W. 2005. Chemical composition and nutritive value of peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) in rats. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85: 1505-1512.
- LÓPEZ, A. 2006. Consumo de *snacks* genera \$200 millones en C.A. *El Diario de Hoy*, El Salvador. Diciembre 4. INTERNET. Recuperado el 10 de abril de 2012 de <http://www.elsalvador.com/noticias/2006/12/04/negocios/neg11.asp>
- MA, L. y BARBOSA-CÁNOVAS, G. 1993. Revisión: Propiedades reológicas de gomas alimentarias y sus mezclas. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 33(2): 133-163.
- MANSOUR, E. y KAHLIL, A. 1997. Characteristics of low-fat beefburger as influenced by various types of wheat fibers. *Food Research International* 30 (314): 199-205.
- MARTÍNEZ, O. 2001. Efecto de los compuestos polifenólicos, vitamina C y carotenoides sobre la actividad antioxidante "in vitro" de frutas tropicales. Universidad de Panamá, Panamá.
- MAZZA, G. 2000. *Alimentos Funcionales: Aspectos bioquímicos y de procesado*. Acribia, Zaragoza.
- MCCARTHY, J. 2001. *Snack foods processing. The snack industry: history, domestic and global status*. CRC Press, Boca Raton.

- MEIC, 2002. Decreto N° 30256-MEIC-S RTCR 135:2002 Etiquetado Nutricional de los Alimentos Preenvasados. San José, Costa Rica.
- MEILGAARD, M., VANCE, G. y CARR, T. 2007. Sensory evaluation techniques. 4 ed. CRC Press, Boca Raton.
- MELÉNDEZ, A., VICARIO, I. y HEREDIA, F. 2007. Pigmentos carotenoides: consideraciones estructurales y físicoquímicas. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 57 (2): 109-117.
- MELÉNDEZ, A., VICARIO, I. y HEREDIA, F. 2004a. Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 54 (2): 149-154.
- MELÉNDEZ, A., VICARIO, I. y HEREDIA, F. 2004b. Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 54 (2): 209-215.
- MENCACA, D. 2006. Fraccionamiento y caracterización de los principales carotenoides del sapote (*Quararibea cordata*). Universidad de Panamá, Panamá.
- MONDAL, A. y Datta, A.K. 2008. Bread baking- a review. Journal of Food Engineering 86: 465-474
- MONGE, R. y CAMPOS, H. 2011. Tocopherol and carotenoid content of foods commonly consumed in Costa Rica. Journal of Food Composition and Analysis 24: 202-216.
- MORA-URPÍ, J. 1981. Aspectos taxonómicos relativos al pejibaye (*Bactris gasipaes* HBK). Revista Biología Tropical 29(1): 139-142.
- MORA-URPÍ, J., WEBER, J. y CLEMENT, C. 1997. Peach palm. *Bactris gasipaes* Kunth. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 20. Institute of Plants Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/ International Plant Genetic Resources Institute. Roma.
- NICOLI, M.C., ANESE, M. y PARPINEL, M. 1999. Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. Trends on Food Science and Technology 10: 94-100.
- NOLI, B. 1998. Stabilization of fillings with wheat fiber. International Food Marketing and Technology 12(3): 8-10.
- O`DONNELL, C. 1997. Proteínas y gomas. Alimentos Procesados 16(3): 51-54.
- OU, B., HUANG, D., HAMPSCH-WOODILL, M., FLANAGAN, J. y DEEMER, E. 2002. Analysis of antioxidant activities of common vegetables employing oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays; a comparative study. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50: 3122-3128.
- PAK, N. 2001. Fibra dietética en alimentos chilenos. Fibra dietética en Iberoamérica: Tecnología y Salud. Editorial Varela, São Paulo.

- PARADA, J. y ROSOWSKI, J. 2008. Relación entre la respuesta glicémica del almidón y su estado microestructural. *Revista Chilena de Nutrición* [versión on line] 35(32): 84-92.
- PASQUEL, A. 2001. Gomas: una aproximación a la industria de alimentos. *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria* 1(1): 1 – 8.
- PEÑAFIEL, C. y RUIZ, B. 2004. Utilización del método de diseño de mezclas en la formulación de salchichas tipo frankfurter con inclusión de goma tara (*Caesalpinia spinosa*). INTERNET. Recuperado el 10 de abril de 2012 de <http://www.bisac.com.pe/informacion/tara/tema1.pdf>
- PÉREZ-NAVARRETE, C., CRUZ-ESTRADA, R., CHEL-GUERRERO, L. y BETANCUR-ANCONA, D. 2006. Caracterización física de extruidos preparados con mezclas de harinas de maíz QPM (*Zea mays* L.) y frijol lima (*Phaseolus lunatus* L.). *Revista Mexicana de Ingeniería Química* 5: 145-155.
- PÉREZ-TINOCO, M., PÉREZ, A., SALGADO-CERVANTES, M., REYNES, M. y VAILLANT, F. 2008. Effect of vacuum frying on main physicochemical and nutritional quality parameters of pineapple snacks. *Journal of the Science of the Food and Agriculture* 88: 945-953.
- PIEDRAHITA, C. 2006. Conservación de los frutos de la palma de chontaduro (*Bactris gasipaes* H.B.K.). INTERNET. Recuperado el 10 de abril de 2012 de www.pejibaye.ucr.ac.cr
- PINEDA, M. 1996. Informe de actividades en Tecnología de Alimentos. Proyecto ECO-Pejibaye Tucurrique II semestre 1995 y I semestre 1996. Costa Rica.
- PINILLA, M., SÁNCHEZ, C., DE ANCOS, B. y CANO, P. 2005. Hydrophilic and lipophilic antioxidant capacities of commercial mediterranean vegetable soups (gazpachos). *Journal of Food Science* 70(1): S60-S65.
- PUUPPONEN-PIMIA, R., HAKKINEN, S., AARNI, M., SUORTTI, T., LAMPI, A., EUROLA, M., PIIRONEN, V., NUUTILA, A. y OKSMAN, K. 2003. Blanching and long term freezing affect various bioactive compounds of vegetables in different ways. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 83: 1389-1402.
- QUESADA, S., AZOFEIFA, G., JATUNOV, S., JIMÉNEZ, G., NAVARRO, L., y GÓMEZ, G. 2011. Carotenoids composition, antioxidant activity and glycemic index of two varieties of *Bactris gasipaes*. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 23(6): 482-489.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. 1996. Assessment of the provitamin A contents of foods—the Brazilian experience. *Journal of Food Composition and Analysis* 9: 196-230.
- RODRÍGUEZ-AMAYA, D. 1997. Carotenoides y preparación de alimentos: la retención de los carotenoides provitamina A en alimentos preparados, procesados y almacenados. John Snow, Inc./OMNI Project, Brasil.
- RODRÍGUEZ-AMAYA, D. 1999. Changes in carotenoids during processing and storage of foods. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 49 (3, supl.1): 38S-47S.

- RODRIGUEZ-AMAYA, D. 1999. A guide to carotenoid analysis in foods. Universidade Estadual de Campinas, Brasil.
- ROJAS, C., PÉREZ, A., BUSTOS, J. y VAILLANT, F. 2011. Identification and quantification of carotenoids by HPLC-DAD during the process of peach palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.) flour. Food Research International 44: 2377-2384.
- ROJAS, C. 2010. Evaluación del efecto del proceso de elaboración de la harina de pejibaye sobre el contenido de compuestos bioactivos beneficiosos para la salud. Tesis Maestría en Ciencia de Alimentos. Universidad de Costa Rica. San José.
- RUIZ, A. 2007. Aplicación de hidrocoloides en queso procesado untado. Tesis Lic. en Ciencia de Alimentos. Universidad Austral de Chile. Valdivia.
- RÚPEREZ, P. y BRAVO, L. 2001. Oligofructanos y gomas. Fibra dietética en Iberoamérica: Tecnología y Salud. Editorial Varela, São Paulo.
- SABBE, S. 2009. Consumer perception and behaviour towards tropical fruits in Belgium. P.h.D. thesis. Faculty of Bioscience Engineering, University of Ghent, Ghent, Belgium.
- SADIQ, M., SHAHZADI, N., KAMRAN, M. y NASIR, M. 2007. Guar Gum: A miracle therapy for Hypercholesterolemia, Hyperglycemia and Obesity. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 47: 389-396.
- SÁENZ, M., VALVERDE, E. y VARGAS, A. 1992. Cosecha y empaque de pejibaye como fruta fresca. Boletín Informativo 4 (1). Universidad de Costa Rica.
- SÁENZ, C., ESTÉVEZ, A. y SANHUEZA, S. 2007. Utilización de residuos de la industria de jugos de naranja como fuente de fibra dietética en la elaboración de alimentos. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 57(2): 186-191.
- SALAS, R., TRUJILLO, A. y CEROVICH, M. 1997. El pijiguao. Editorial Bnev: Maracay.
- SÁNCHEZ, L. 2011. Estudio de prefactibilidad para la transformación del fruto de pejibaye (*Bactris gasipaes* KUNTH) en la harina, con base en la agrocadena del pejibaye en Tucurrique. Tesis Lic. en Economía Agrícola con énfasis en Agroambiente. Universidad de Costa Rica. San José.
- SCHLESINGER, G. 2001. La industria de los *snacks*. Industria de Alimentos 4(16): 27.
- SERRANO, M., UMAÑA, G. y SÁENZ, M. 2011. Fisiología poscosecha, composición química y capacidad antioxidante de frutas de pejibaye (*Bactris gasipaes* KUNTH) cv. Tuirá-Darién cosechadas a tres diferentes edades. Agronomía Costarricense 35(2): 75-87.

- SEYMOUR, D. 1988. Marketing research. Qualitative methods for the marketing professional. Probus Publishing Company, Chicago.
- SHAHIDI, F. 2004. Functional foods: their role in health promotion and disease prevention. *Journal of Food Science* 69(5): R146 – R149.
- SLINKARD, K. y SINGLETON, V.L. 1977. Total phenol analysis: Automation and Comparison with Manual Methods. *American Journal of Enology and Viticulture* 28 (1): 49-55.
- SOUTHGATE, D.A., 1976. Determination of food carbohydrates. Selected Methods. Applied Science Publishers LTD, Londres.
- STAHL, W. y SIES, H. 2005. Bioactivity and protective effects of natural carotenoids. *Biochimica et Biophysica Acta* 1740: 101-107.
- SULAEMAN, A., KEELER, L., GIRAUD, D., TAYLOR, S., WEHLING, R. y DRISKELL, J. 2001. Carotenoid content and physicochemical and sensory characteristics of carrot chips deep-fried in different oils at several temperatures. *Journal of Food Science* 66(9): 1257-1264.
- SUNGSOO, S. y SAMUEL, P. 2008. Fiber ingredients. Food Applications and Health Benefits. CRC Press, Boca Raton.
- THANE, C. y REDDY, S. 1997. Processing of fruits and vegetables: effects on carotenoids. *Journal of Nutrition and Food Science* 2-3:58-65.
- TOMKINSON, R.A. 1986. Studies on the digestible and fermentable components of dry bean grains. Master Science Thesis. Michigan State University, USA.
- TOSI, E., RÉ, E., TORRES, R., DeGREEF, M. y CIAPPINI, C. 2001. Modificación de la concentración de almidón resistente por tratamiento térmico en cereales. Capítulo 10. Fibra Dietética en Iberoamérica: Tecnología y Salud. Editorial Varela, São Paulo.
- UNICEF, 2011. Micronutrients - Iodine, Iron and Vitamin A. INTERNET. Recuperado el 10 de abril de 2012 de http://www.unicef.org/nutrition/index_iodine.html
- UREÑA, M. y D'ARRIGO, M. 1999. Evaluación sensorial de los alimentos. Aplicación didáctica. Editorial Agraria, Lima.
- VÁSQUEZ, A., SCHILLING, S., CARLE, R. y NEIDHART, S. 2007. Impact of packaging and storage conditions on colour and β -carotene retention of pasteurised mango purée. *European Food Research and Technology* 224: 581–590.

- VEGA, C. 2006. Sobre las propiedades emulsificantes de las caseínas. Mundo lácteo y cárnico. INTERNET. Recuperado el 10 de abril de 2012 de http://www.alimentariaonline.com/apadmin/img/upload/MLC010_EMULCASEINA.pdf
- VICENTE, J. s.a. Introducción al Análisis de Cluster. INTERNET. Recuperado el 10 de abril de 2012 de <http://biplot.usal.es/ALUMNOS/CIENCIAS/2ESTADISTICA/MULTIVAR/cluster.pdf>
- WATTSON, D. 2010. Aprovechamiento de la harina de pejibaye en la elaboración de alimentos enriquecidos con compuestos bioactivos beneficiosos y la evaluación de su aceptación sensorial en consumidores. Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. Escuela de Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. San José.
- WFCR, 2007. Food, nutrition, physical activity and the prevention of cancer: a global perspective. AICR, Washington DC.
- WU, X., BEECHER, G., HOLDEN, J., HAYTOWITZ, D., GEBHARDT, S. y PRIOR, R. 2004. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52: 4026-4037.
- YANNIOTIS, S., PETRAKI, A. y SOUMPASI, E. 2007. Effect of pectin and wheat fibers on quality attributes of extruded cornstarch. *Journal of Food Engineering* 80: 594–599.
- YUYAMA, L., AGUIAR, J., YUYAMA, K., CLEMENT, C., MACEDO, S., FÁVARO, D., AFONSO, C., VASCONCELLOS, M., PIMENTEL, S., BADOLATO, E. y VANNUCCHI, H. 2003. Chemical composition of the fruit mesocarp of three peach palm (*Bactris gasipaes*) population grown in Central Amazonia, Brazil. *International Journal of Food Science and Nutrition* 54: 49-56.
- ZAMBRANO, F., DESPINOY, P., ORMENESE, R. y FARIA, E. 2004. The use of guar and xanthan gums in the production of "light" low fat cakes. *International Journal of Food Science and Technology* 39: 959-966.

VIII. Anexos

8.1 Anexo 1. Guía para realización de mini grupo para evaluar el prototipo de *snack* de pejibaye

Guía para realización de Focus Group

Introducción:

Presentación

Solicitar que todos participen, resaltar la importancia de la opinión de cada uno,

Pedir permiso para grabar, explicando la utilidad de hacerlo y solicitar que hable una persona a la vez.

Partir de lo general: indagar respecto de actuales hábitos relacionados con el producto.

¿Consume usted chips, *snacks*, boquitas u hojuelas de algún tipo?

¿Qué tipos de *snacks*, boquitas, chips u hojuelas usualmente consume?

Cómo soluciona hoy el consumidor, la problemática que la idea satisface.

¿Para qué ocasiones compra usted este tipo de productos y con que frecuencia?

¿Qué es lo que más le gusta del producto y qué es lo que menos le gusta?

¿Ha oído hablar sobre los antioxidantes, qué ha oído?

¿Ha oído hablar sobre alimentos ricos en fibra, qué ha oído?

¿Cuáles son sus hábitos de consumo de alimentos ricos en grasa? ¿Se cuida en su consumo, cómo?

Dar a conocer el concepto de producto con los máximos detalles posibles (presentación del producto).

Se ha desarrollado un producto tipo *snack* a partir de pejibaye que es rico en antioxidantes y fibra y además es bajo en grasa.

Luego de su descripción pedir una nota de evaluación de la idea de producto (de 1 a 5, donde 1 es pésimo y 5 excelente). Solicitar que primero pongan la calificación y luego hacemos los comentarios.

Sondear respecto de esa evaluación:

¿Qué es lo más positivo o lo que más le gusta de esta idea?

¿Qué es lo que menos le gusta?

¿Cuán necesario cree que es este nuevo producto?

¿Por qué le puso esa nota?

Luego de su descripción pedir una nota de evaluación de cada prototipo de producto (de 1 a 5, donde 1 es pésimo y 5 excelente).

Sondear respecto de esa evaluación:

¿Qué es lo más positivo o lo que más le gusta de cada prototipo? (Valor características: olor, color, sabor, aspecto, tamaño, etc)

¿Qué es lo que menos le gusta?

¿Cuán necesario cree que es este nuevo producto?

¿Por qué le puso esa nota?

¿Le haría mejoras a este producto? ¿Cuáles?

Leer algunas afirmaciones y pedir el grado de acuerdo o desacuerdo con ellas, esto permitirá profundizar en algunas creencias relacionadas con el producto. Solicitar que pongan la primera idea que se les venga a la mente sin preocuparse de la ortografía.

Este producto lo usarían personas...

Lo usaría en ocasiones como ...

Es más apropiado para...

Productos similares a este son...

¿Es para personas como yo?

Preguntar por la disposición de compra o uso, con las siguientes alternativas de respuesta:

¿Ud.o su familia, harán uso de este producto, (ej: cuando lo vean en el supermercado...)?

Con toda seguridad lo compraría

Creo que sí lo compraría

No lo sé

Creo que no lo compraría

Definitivamente no lo compraría.

Mostrar una presentación patrón de producto empacado para realizar las siguientes preguntas.

¿Este producto sería más barato, más caro o de igual precio a los que usted considera similares?

Repetir la pregunta anterior pero con alternativas de precios (2, máximo 3), para conocer la elasticidad precio de este producto; los precios deben ir de mayor a menor. Dar las mismas alternativas de respuesta con respecto a un tamaño específico de presentación.

Esta pregunta se junta con la anterior: ¿ Ud. compraría este nuevo Chip si lo ve en el supermercado la próxima vez? Mostrar alternativas de respuesta en la tarjeta (Anotar respuesta bajo columna sin precio).

Si ahora yo le digo que este Chip cuesta ¢300 ¿Lo compraría? (anotar respuesta bajo columna a ¢300; si la respuesta es la alternativa con toda seguridad lo compraría no hacer las otras preguntas de precio)

Si ahora supiera que el valor es de ¢600 ¿Lo compraría? (anotar respuesta bajo columna a ¢600)

Y si el precio es de ¢1000 ¿ lo compraría? (anotar respuesta bajo columna a)

Respuesta	Sin precio	¢300	¢600	¢1000
Con toda seguridad lo compraría				
Creo que sí lo compraría				
No lo sé				
Creo que no lo compraría				
<i>Definitivamente no lo compraría</i>				

Consultar por empaque preferido según muestras existentes en el mercado nacional (metálico, plástico transparente o tubo de cartón) y en que tamaño lo compraría con más frecuencia. (mostrar tamaños comunes para cada empaque)

Empaque	Preferido	Pequeño (90 g)	Mediano (200 g)	Grande (300 g)
Plástico				
Metálico				
<i>Cartón</i>				

Recomendaciones finales para el producto.

Cierre: Agradecer la participación y explicar brevemente la importancia de esta actividad para el proyecto PAVUC.

8.2 Anexo 2. Formularios usados en la evaluación en los mini grupos del prototipo de *snack* de pejibaye

Formulario para realización de Focus Group

Sexo: _____

Edad: _____

Lugar de residencia: _____

- *Nota de evaluación de la idea de producto (de 1 a 5, donde 1 es pésimo y 5 excelente).*

1 2 3 4 5

- *Nota de evaluación del prototipo de producto (de 1 a 5, donde 1 es pésimo y 5 excelente).*

1 2 3 4 5

Cómo finalizaría las siguientes frases:

Este producto lo usarían personas _____

Lo usaría en ocasiones como _____

Es más apropiado para _____

Productos similares a este son _____

¿Es para personas como yo? Si ____ *No* ____

- Con respecto al producto y tomando en cuenta el ejemplo mostrado

Respuesta	Sin precio	Precio ¢300	Precio ¢600	Precio ¢1000
<i>Con toda seguridad lo compraría</i>				
Creo que sí lo compraría				
No lo sé				
Creo que no lo compraría				
Definitivamente no lo compraría				

Empaque preferido y en que tamaño lo compraría con más frecuencia.

Empaque	Preferido	Pequeño (90 g)	Mediano (200 g)	<i>Grande</i> (300 g)
Plástico				
Metálico				
<i>Cartón</i>				

- Recomendaciones finales para el producto.

8.3 Anexo 3. Encuesta utilizada en el estudio cuantitativo con consumidores

Encuesta para participantes del estudio con consumidores de los *snacks* de pejibaye

Nombre:	Lugar de residencia:
Teléfono:	Género:
Ocupación:	Lugar de trabajo

1. Edad:

15 a 24 años

25 a 34 años

35 a 44 años

45 a 54 años

55 a 65 años

Otra (especifique)

2. ¿Cuáles productos tipo *snack* consume?

<input type="checkbox"/> Barras de frutas y granola	<input type="checkbox"/> Yucas tostadas
<input type="checkbox"/> Frutas secas	<input type="checkbox"/> Extruidos con queso (tipo Meneitos, Bolitas de queso, Palitos)
<input type="checkbox"/> Semillas secas (tipo maní, marañón, etc)	<input type="checkbox"/> Triángulos/ rectángulos de maíz (tipo Picaritas, Bravos, Tronaditas, etc.)
<input type="checkbox"/> Papas tostadas	<input type="checkbox"/> Tortillas de maíz tostadas (tipo Rumba, Mejitos, etc.)
<input type="checkbox"/> Plátanos tostados	<input type="checkbox"/> Otros (especifique cuáles _____)

3. ¿Con qué frecuencia consume productos tipo *snack*?

1 vez al día

1 vez a la semana

2-3 veces a la semana

1 vez al mes

2-3 veces al mes

Otro (especifique)

4. ¿Con qué frecuencia consume pejibaye?

___ 1 vez al día ___ 1 vez a la semana

___ 2-3 veces a la semana ___ 1 vez al mes

___ 2-3 veces al mes ___ Otro (especifique)

5. ¿Ha escuchado hablar sobre los antioxidantes? ¿Qué ha escuchado?

6. ¿Ha escuchado hablar sobre la importancia de la fibra en la alimentación? ¿Qué ha escuchado?

7. ¿Cuáles son sus hábitos de consumo de grasa? ¿Se cuida en su consumo, cómo?

8. ¿Compraría usted el producto que más le gustó entre los que se le han presentado durante este panel sensorial?

___ Sí ___ No ¿Por qué? _____

9. ¿Cómo se comería usted este producto?

___ Solo ___ Acompañado ¿Con qué? _____

¡Gracias por su colaboración!

8.4 Anexo 4. Resultados

Cuadro A.1. Resultados de los análisis realizados en el estudio exploratorio para conocer el contenido de polifenoles y la capacidad antioxidante hidrofílica de los *snacks* de pejibaye.

Condiciones	Contenido de polifenoles BS (mg/g)		Capacidad antioxidante hidrofílica ($\mu\text{mol TE/g}$)	
	Pasta	<i>Snacks</i>	Pasta	<i>Snacks</i>
115°C 25 min	1,15	0,96	37,29	35,46
125°C 18 min	1,18	1,03	49,52	41,48
125°C 32 min	1,11	1,08	45,98	47,84
135°C 25 min	0,96	1,04	47,84	46,69

Cuadro A.2. Resultados de los análisis de carotenoides totales realizados en el Diseño Central Compuesto.

Condiciones	Contenido de carotenoides totales ($\mu\text{g/g}$) base seca	
	Pasta	<i>Snacks</i>
115°C 25 min	151,71	142,27
118°C 20 min	127,14	128,55
118°C 30 min	184,13	159,69
125°C 18 min	468,85	527,81
125°C 25 min	165,81	172,06
125°C 25 min	468,85	517,74
125°C 25 min	551,91	551,39
125°C 32 min	196,83	237,46
132°C 20 min	551,91	541,91
132°C 30 min	105,98	113,87
135°C 25 min	146,95	112,77

Cuadro A3. Características de los participantes de cada uno de los mini-grupos conformados para la evaluación del prototipo de *snack* de pejibaye.

Mini grupo/ Características	Amas de casa	Profesionales
Edad	30-39 años: 1 persona 50-59 años: 3 personas >60 años: 2 personas	20-29 años: 1 persona 30-39 años: 4 personas

Cuadro A.4. Características de los participantes del estudio cuantitativo con consumidores agrupados en los conglomerados.

Característica	Conglomerado 1		Conglomerado 2		General	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Edad (años)						
15-24	11	18,3	7	22,6	18	19,8
25-34	21	35,0	11	35,5	32	35,2
35-44	12	20,0	7	22,6	19	20,9
45-54	14	23,3	4	12,9	18	19,8
55-65	2	3,3	2	6,5	4	4,4
Género						
Fem	34	56,7	19	61,3	53	58,2
Masc	26	43,3	12	38,7	38	41,8
Ocupación						0,0
Estudiante	3	5,0	7	22,6	10	11,0
Profesional	13	21,7	6	19,4	19	20,9
Técnico especializado	14	23,3	8	25,8	22	24,2
Trabajador operativo	30	50,0	10	32,3	40	44,0
Frecuencia de consumo de snacks						
1/ día	4	6,7	3	9,7	7	7,7
2-3/ semana	17	28,3	15	48,4	32	35,2
1/ semana	21	35,0	2	6,5	23	25,3
2-3/ mes	10	16,7	8	25,8	18	19,8
1/mes	5	8,3	2	6,5	7	7,7
<1/ mes	3	5,0	1	3,2	4	4,4
Frecuencia de consumo de pejibaye						
2-3/ semana	1	1,7	1	3,2	1	1,1
1/semana	2	3,3	1	3,2	3	3,3
2-3/ mes	5	8,3	5	16,1	11	12,1
1/mes	28	46,7	15	48,4	43	47,3
<1/ mes	24	40,0	9	29,0	33	36,3

Cuadro A.5. Resultados de la caracterización del *snack* de pejibaye en base húmeda.

Análisis	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Humedad (g/100 g)	9,5	5,4	3,7
Grasa (g/100 g)	8,3	5,3	12,3
Cenizas (g/100 g)	4,64	4,92	3,77
Proteína (g/100 g)	4,4	5,8	6,3
Fibra dietética (g/100 g)	12,3	12,7	12,7
Carbohidratos totales (g/100 g)	73,1	78,6	73,9
Carbohidratos disponibles (g/100 g)	60,8	65,9	61,2
Valor energético (kJ/100 g)	1406	1400	1595
Valor energético (kcal/100 g)	336	334	381
Valor energético por grasa (kJ/ 100 g)	314	200	463
Valor energético por grasa (kcal/ 100 g)	75	48	111
ORAC (μmol TROLOX equivalente/ g)	38	40	49,88
Carotenoides (μg /g)	113,12	162,71	146,24

8.5 Anexo 5. Fichas técnicas de aditivos usados en la reformulación del *snack* de pejibaye

<p>Data Sheet</p> <p>VITACEL®</p> <p>Oat Fibre</p> <p>Characteristics</p> <p>VITACEL® Oat Fibre HF 600 is a bright, microfibre dietary fibre produced by a special process from oats</p> <p>Its multifunctional and physical characteristics give VITACEL® Oat Fibre a wide range of applications in the food industry.</p> <p>Analysis</p> <table border="0"> <tr> <td>dietary fibre content (acc. to AOAC-method)*</td> <td>min.</td> <td>96 % i. d.s.</td> </tr> <tr> <td> of which: insoluble dietary fibre</td> <td></td> <td>93 %</td> </tr> <tr> <td> soluble dietary fibre</td> <td></td> <td>3 %</td> </tr> <tr> <td>loss on drying</td> <td>max.</td> <td>8 %</td> </tr> <tr> <td>ash</td> <td>max.</td> <td>2.6 %</td> </tr> <tr> <td>protein*</td> <td></td> <td>0.25 %</td> </tr> <tr> <td>fat*</td> <td></td> <td>0.1 %</td> </tr> <tr> <td>phytic acid*</td> <td></td> <td>negative</td> </tr> <tr> <td>gluten</td> <td></td> <td>< 10 mg/kg</td> </tr> <tr> <td>pH-value (10 % suspension)</td> <td></td> <td>6.5 +/- 1</td> </tr> <tr> <td>average fibre length</td> <td></td> <td>80 µm</td> </tr> <tr> <td>average fibre thickness</td> <td></td> <td>20 µm</td> </tr> </table> <p>Composition of dietary fibre</p> <table border="0"> <tr> <td>cellulose*</td> <td></td> <td>70 %</td> </tr> <tr> <td>hemicellulose*</td> <td></td> <td>25 %</td> </tr> <tr> <td>lignin</td> <td>max.</td> <td>5 %</td> </tr> </table> <p>Microbiological analysis</p> <table border="0"> <tr> <td>standard plate count</td> <td>max.</td> <td>10³ cfu/g</td> </tr> <tr> <td>yeasts and moulds</td> <td>max.</td> <td>2 · 10² cfu/g</td> </tr> <tr> <td>aflatoxines</td> <td></td> <td>not detectable</td> </tr> </table> <p>(*: typical value)</p>	dietary fibre content (acc. to AOAC-method)*	min.	96 % i. d.s.	of which: insoluble dietary fibre		93 %	soluble dietary fibre		3 %	loss on drying	max.	8 %	ash	max.	2.6 %	protein*		0.25 %	fat*		0.1 %	phytic acid*		negative	gluten		< 10 mg/kg	pH-value (10 % suspension)		6.5 +/- 1	average fibre length		80 µm	average fibre thickness		20 µm	cellulose*		70 %	hemicellulose*		25 %	lignin	max.	5 %	standard plate count	max.	10 ³ cfu/g	yeasts and moulds	max.	2 · 10 ² cfu/g	aflatoxines		not detectable	<p>Grade</p> <p>HF 600</p>
dietary fibre content (acc. to AOAC-method)*	min.	96 % i. d.s.																																																					
of which: insoluble dietary fibre		93 %																																																					
soluble dietary fibre		3 %																																																					
loss on drying	max.	8 %																																																					
ash	max.	2.6 %																																																					
protein*		0.25 %																																																					
fat*		0.1 %																																																					
phytic acid*		negative																																																					
gluten		< 10 mg/kg																																																					
pH-value (10 % suspension)		6.5 +/- 1																																																					
average fibre length		80 µm																																																					
average fibre thickness		20 µm																																																					
cellulose*		70 %																																																					
hemicellulose*		25 %																																																					
lignin	max.	5 %																																																					
standard plate count	max.	10 ³ cfu/g																																																					
yeasts and moulds	max.	2 · 10 ² cfu/g																																																					
aflatoxines		not detectable																																																					

Heavy metals

arsenic	max.	3 mg/kg
lead	max.	5 mg/kg
mercury	max.	1 mg/kg
cadmium	max.	1 mg/kg

Pesticides and fungicides

The analyzed residue is lower than the official stipulations in the ordinance for maximum amounts of plant protectives.

Physical data*

water binding capacity (AACC-method)	4.3 g H ₂ O /g d.s. - 6.0 g H ₂ O /g d.s.
oil absorption	3 g oil/g d.s.
ash-value*	0.44
utilizable carbohydrates	max. 1.05 %
calorific value/g	0.06 kcal resp. 0.26 kJ
bulk density (in accordance with DIN 53 468)	210 g/l - 280 g/l
fineness	98 % < 100 µm

Sensory properties

appearance	white, powder
flavour	neutral
odour	neutral

Screen analysis (in accordance with DIN 53 734/air jet sieve)

> 100 µm	max.	2 %
> 32 µm		15 % - 60 %

Declaration

VITACEL® Oat Fibre HF 600 is a foodstuff which can be added to all other foodstuffs, provided that no other special instructions have to be observed due to the composition of these foodstuffs.

We recommend a declaration as Oat Fibre or Isolated Oat Fibre.
Please consider the regulation for foodstuff of your country.

Packaging and storage

Packed in multi-layer 20 kgs paper-bags with PE-liner.
480 kgs/pallet; average measurement (in cm): 135 x 95 x 115.
Shelf life is at least 5 years if stored at room temperature in dry conditions.

(* typical value)



J. RETTENMAIER & SÖHNE GMBH + CO.KG
Fibres designed by Nature
Holzmuehle 1
D-73494 Rosenberg

Telephone:
Telefax:
E-Mail:
www.jrs.de

+49 7967/152-0
+49 7967/152-222
food@jrs.de

Data sheet

Grade
WF 600**VITACEL**®

Wheat Fibre

Characteristics

VITACEL® Wheat Fibre WF 600 is a bright, microfine dietary fibre produced by a special process from the structure building components of the wheat plant.

Its multifunctional and physical characteristics give VITACEL® Wheat Fibre a wide range of applications in the food industry.

Analysis

dietary fibre content (acc. to AOAC-method)*	min.	97 % i. d.s.
of which: insoluble dietary fibre		94.5 %
soluble dietary fibre		2.5 %
loss on drying	max.	8 %
ash	max.	3 %
protein*		0.4 %
fat*		0.2 %
phytic acid*		negative
gluten		< 10 mg/kg
pH-value (10 % suspension)		6.5 +/- 1.5
average fibre length		80 µm
average fibre thickness		20 µm

Composition of dietary fibre

cellulose*		74 %
hemicellulose*		26 %
lignin	max.	0.5 %

Microbiological analysis

standard plate count	max.	5×10^3 cfu/g
yeasts and moulds	max.	2×10^2 cfu/g
aflatoxines		not detectable
Salmonella		negative in 25 g

(* typical value)

Heavy metals

arsenic	max.	3 mg/kg
lead	max.	5 mg/kg
mercury	max.	1 mg/kg
cadmium	max.	1 mg/kg

Pesticides and fungicides

The analyzed residue is lower than the official stipulations in the ordinance for maximum amounts of plant protectives.

Physical data

water binding capacity (AACC-method)*		4.2 g H ₂ O/g d.s. - 5.5 g H ₂ O/g d.s.
oil absorption*	min.	3.7 g oil/g d.s.
a _w -value*		0.44
calorific value/g*		0.09 kcal resp. 0.39 kJ
bulk density (in accordance with DIN 53 468)		200 g/l - 240 g/l
fineness		90 % < 70 µm

Sensory properties

appearance	white, powder
flavour	neutral
odour	neutral

Screen analysis (in accordance with DIN 53 734/air jet sieve)

> 100 µm	0 % - 2 %
> 32 µm	15 % - 45 %

Declaration

VITACEL® Wheat Fibre WF 600 is a foodstuff which can be added to all other foodstuffs, provided that no other special instructions have to be observed due to the composition of these foodstuffs.

We recommend a declaration as Wheat Fibre or Wheat Plant Fibre.

Please consider the regulation for foodstuff of your country.

Packaging and storage

Packed in multi-layer 20 kgs paper-bags with PE-liner.

960 kgs/palett; average measurement (in cm): 130 x 90 x 215.

480 kgs/palett; average measurement (in cm): 130 x 90 x 120.

Shelf life is at least 5 years if stored at room temperature in dry conditions.

(* typical value)



J. RETTENMAIER & SÖHNE GMBH + CO.KG
Fibres designed by Nature
Holzmühle 1
D-73494 Rosenberg

Telephone:
Telefax:
E-Mail:
www.jrs.de

+49 7967/152-0
+49 7967/152-222
food@jrs.de

0801

Ficha Técnica Carboximetil Celulosa de Sodio

1. Nombre del Producto

Carboximetil Celulosa de Sodio (CMC)

2. Descripción

Éter celulósico de carácter aniónico, soluble en agua, usado en la industria como estabilizante y espesante de alimentos.

3. Características Físicoquímicas

Pureza: 97-100%

Grado de sustitución (DS): 0.70-0.90

Viscosidad (1% en solución acuosa a 25°C mpa.s): 3.000 – 4.000

Perdida en el secado: <10%

Metales pesados (Pb): $\leq 0.002\%$

Fe: <0.03

As: <0.0002

4. Características Sensoriales

Color: Crema – blanco

Olor: Inoloro

Sabor: Insaboro

Textura: Polvo fino

5. Consumidores Potenciales

Este tipo de CMC es utilizada como espesante, estabilizante y agente de retención de agua en las industrias alimenticias.

6. Empaque y Presentación

La CMC viene en sacos de 25 kg. con bolsa interior de polietileno y bolsa exterior de cartón .

7. Almacenamiento

Almacénese en sitio fresco y seco; no almacenar a la intemperie. La CMC es un sólido Higroscópico que puede absorber humedad del ambiente por lo tanto se deben mantener los sacos cerrados. En cuanto se abran y se consuman parcialmente es necesario volverlo a cerrar lo más herméticamente posible.

8. Vida Útil

La vida útil de la CMC es de 24 meses, a partir de su fecha de producción.

NOTA

Esta información está basada en nuestro estado presente de conocimiento. Por lo tanto no debería ser interpretada como garantía de las propiedades específicas de los productos descritos o su conveniencia para un uso particular. Se da a título de orientación y sin garantía de nuestra parte debido a que la aplicación, procesamiento y uso de nuestros productos están fuera de nuestro control. Es responsabilidad del cliente efectuar sus propios ensayos para determinar las condiciones de trabajo más adecuadas a sus necesidades o pedir asistencia a cualquiera de nuestro personal técnico





1500m. Costa de la Esmeralda
Principal de Inter
Teléfono: 2089 0546
Fax: 2090 1097
C/1. Avenida de Baler
Heredia, Costa Rica



INDUSTRIA PARA
INDUSTRIA
DE ALIMENTOS

FICHA TECNICA DE USO DE LA GOMA GUAR

Se usa alrededor de 1ppmil para espesar jugos, salsas, sopas. Se puede hacer una pre mezcla en seco con cristales como sal y azúcar, luego se disuelve en agua. Se puede usar en mayor cantidad del 1ppmil dependiendo de la necesidad del cliente.

TRANSFORMADORA AGRICOLA S.A.C.

Características Básicas y Propiedades de la Goma de Tara / TGM

Pureza de la Goma	:	90 % mínimo
Aspecto	:	Polvo fino altamente higroscópico, de color blanco, totalmente inodoro e insípido
Grado de Dispersión	:	80% a 25°C y 100% a 45° C
Densidad	:	0.5 – 0.8 g/cm ³
Solubilidad (solución al 1%)	:	Relativa buena solubilidad en frío, dando un buen desarrollo de viscosidad a 25°C 100% soluble a 45°C formando un gel opalescente sin grumos.
Estabilidad	:	La variación de viscosidad es mínima a pH < 4.5 y es predominantemente estable con un pH > 4.5
Viscosidad en solución al 1% Brookfield RVTDI+ Spindle RV4 20 RPM, Temp.25° C	:	<u>Mesh 100</u> TGM-2000 : 3,100 - 3,700 cps TGM-2001 : 4,700 – 5,500 cps
Concentración	:	El desarrollo de la viscosidad se incrementa exponencialmente, a través del incremento de la concentración de la goma.
Métodos de Análisis	:	Galactomananos : Food Chemical Codex 1981.
Temperatura	:	La pequeña variación que ocurre con un rango de 0°C a 100°C es reversible. Las soluciones que se efectúan en frío y se emplean en caliente permanecen relativamente inalteradas.



TECNALI S.R.L.
CONSULTORIA PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS



FICHA TECNICA

PRODUCT : XANTHAN GUM
FORMULA : N/A
MOLECULAR WEIGHT : N/A
APPEARANCE : White-like free flowing powder.
PROPERTY : Completely soluble in hot/cold water
SPECIFICATION : Food Grade FCCIV

PARAMETERS	STANDARD
Particle Size(Mesh)	80-200 Mesh
Viscosity	1200-1600cps
Shearing Ratio	6.0 MIN
PH Value	6.0-8.0
Pyruvic Acid	1.5% MIN
Loss on drying	13% MAX
Ash	13% MAX
Purity	91%-108%
Total Nitrogen	1.5% MAX
Heavy Metals	20PPM MAX
Arsenic	3PPM MAX
Lead	5PPM MAX
Total Plate Count	2000pic. g MAX
Moulds y Yeasts	100pic. g MAX

USES : Food Grade Xanthan Gum can be widely used as salt/acid resistant thickener, high efficient suspension agent and emulsifier, high viscosity filling agent in various food and beverage. It can not only enhance the performance of water-keeping and shape-keeping, but also improve the freeze/thaw stability and mouth-feeling of food and beverage products.

PACKING : In 25 kg Kraft paper bag.

QUANTITY/20 FCL : 20 MT(Non-Palletized)

REMARKS : -

The information in this sheet is accurate to the best of our knowledge but is given strictly without liability. No liability is accepted in respect of its use and users are advised to satisfy themselves that the product is fit for the purpose for which they require it.

Ing. Luis Ferrando
Gerente Técnico.
TECNALI S.R.L.



8.6 Anexo 6. Encuesta para seleccionar participantes para los mini grupos en los que se evaluó el *snack* de pejibaye reformulado

Universidad de Costa Rica

Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos

Selección de participantes para focus group

Nombre: _____

Edad: ____ 20- 29 ____ 30- 39 ____ 40- 49 ____ 50-59 ____ Más de 60 Sexo: M () F ()

Profesión u ocupación: _____

Teléfono personal u oficina: _____

¿Usted o algún familiar trabajan en alguno de los siguientes lugares:

Agencia de publicidad	Sí	No
Medio de comunicación	Sí	No
Fábrica de alimentos	Sí	No

Si responde que sí, detener la encuesta y agradecer.

Sobre los hábitos de compra y consumo:

Producto	Compra	Consumo	Presentación	Frecuencia de consumo
Pan	Sí No	Sí No	Baguette	1 vez/ día
			Cuadrado	1 vez/ semana
			Otro	1 vez/ mes
				Menos de 1 vez/ mes
<i>Snacks</i>	Sí No	Sí No Si dice que No, detener la encuesta y agradecer	Bolsa plástica	1 vez/ semana
			Bolsa metálica	1 vez/ mes
			Tubo de cartón	1 vez/ 2 meses
				Menos de 1 vez/ 2 meses
Papas	Sí No	Sí No	Crudas	1 vez/ día
			<i>Snacks</i>	1 vez/ semana
			Puré deshidratado	1 vez/ mes
				Menos de 1 vez/ mes
Pejibaye	Sí No	Sí No Si dice que No, detener la encuesta y agradecer	Crudo	1 vez/ día
			Cocinado	1 vez/ semana
			Conserva	1 vez/ mes
				Menos de 1 vez/ mes

¿Le agrada la idea de conseguir nuevos productos alimenticios en el mercado?

Sí ()

No ()

¿Ha participado alguna vez en reuniones de grupo para evaluar un nuevo producto?

Sí ()

No ()

¿Le agrada consumir?

Galletas con fibra	Sí ()	No ()
Polacas	Sí ()	No ()
Alimentos bajos en grasa	Sí ()	No ()

Información sobre nivel económico

Lugar de residencia	Urbanización La Riviera	
Último nivel de estudio	Primaria Secundaria Universidad	
Casa	Propia	Alquilada
Área casa		
Posee vehículo	Marca:	Año:

La persona se mostró:

() Poco expresiva y crítica

() Muy expresiva y crítica

8.7. Anexo 7. Guía para realización de mini grupo para evaluar el *snack* de pejibaye reformulado

Guía para realización de *Focus Group*

Introducción:

- Presentación
- Solicitar que todos participen, resaltar la importancia de la opinión de cada uno
- **Pedir permiso para grabar, explicando la utilidad de hacerlo y solicitar que hable una persona a la vez.**
- Partir de lo general: indagar respecto de hábitos actuales relacionados con el producto:

¿Consume usted chips, *snacks*, boquitas u hojuelas de algún tipo?

¿Qué tipos de *snacks*, boquitas, chips u hojuelas usualmente consume?

¿Cómo soluciona hoy el consumidor, la problemática que la idea satisface?

¿Para qué ocasiones compra usted este tipo de productos y con qué frecuencia?

¿Qué es lo que más le gusta del producto y qué es lo que menos le gusta?

¿Ha oído hablar sobre los antioxidantes, qué ha oído?

¿Ha oído hablar sobre alimentos ricos en fibra, qué ha oído?

¿Cuáles son sus hábitos de consumo de alimentos ricos en grasa? ¿Se cuida en su consumo, cómo?

- Dar a conocer el concepto de producto con los máximos detalles posibles (presentación del producto).
“Se ha desarrollado un producto tipo *snack* a partir de pejibaye que es rico en antioxidantes y fibra y además es bajo en grasa”.

- Luego de su descripción pedir una nota de evaluación de la idea de producto (de 1 a 5, donde 1 es pésimo y 5 excelente). Solicitar que primero pongan la calificación y luego hacer los comentarios.

- Sondear respecto de esa evaluación:

¿Qué es lo más positivo o lo que más le gusta de esta idea?

¿Qué es lo que menos le gusta?

¿Cuán necesario cree que es este nuevo producto?

¿Por qué le puso esa nota?

- Presentación del prototipo de producto:

Luego de su descripción pedir una nota de evaluación de cada prototipo de producto (de 1 a 5, donde 1 es pésimo y 5 excelente).

- Sondear respecto de esa evaluación:

¿Qué es lo más positivo o lo que más le gusta de cada prototipo? (Valorar características: olor, color, sabor, aspecto, tamaño, etc.)

¿Qué es lo que menos le gusta?

¿Cuán necesario cree que es este nuevo producto?

¿Por qué le puso esa nota?

¿Le haría mejoras a este producto? ¿Cuáles?

- Leer algunas afirmaciones y pedir el grado de acuerdo o desacuerdo con ellas, esto permitirá profundizar en algunas creencias relacionadas con el producto. Solicitar que pongan la primera idea que se les venga a la mente sin preocuparse de la ortografía.

Este producto lo usarían personas...

Lo usaría en ocasiones como ...

Es más apropiado para...

Productos similares a este son...

- Preguntar por la disposición de compra o uso, con las siguientes alternativas de respuesta:
 - ¿Ud. o su familia, harán uso de este producto, (ej: cuando lo vean en el supermercado...)?
 - Con toda seguridad lo compraría
 - Creo que sí lo compraría
 - No lo sé
 - Creo que no lo compraría
 - Definitivamente no lo compraría.
- Mostrar una presentación patrón de producto empacado para realizar las siguientes preguntas.
 - ¿Este producto sería más barato, más caro o de igual precio a los que usted considera similares?

Repetir la pregunta anterior pero con alternativas de precios (2, máximo 3), para conocer la elasticidad del precio de este producto; los precios deben ir de mayor a menor. Dar las mismas alternativas de respuesta con respecto a un tamaño específico de presentación.

Esta pregunta se junta con la anterior: ¿Ud. compraría este nuevo *snack* si lo ve en el supermercado la próxima vez? Mostrar alternativas de respuesta en la tarjeta (Anotar respuesta bajo columna sin precio).

Si ahora yo le digo que este *snack* cuesta ₡300 ¿Lo compraría? (anotar respuesta bajo columna a ₡300; si la respuesta es la alternativa definitivamente no lo compraría no hacer las otras preguntas de precio)

Si ahora supiera que el valor es de ₡600 ¿Lo compraría? (anotar respuesta bajo columna a ₡600)

Y si el precio es de ₡1000 ¿lo compraría? (anotar respuesta bajo la columna correspondiente)

Respuesta	Sin precio	¢300	¢600	¢1000
Con toda seguridad lo compraría				
Creo que sí lo compraría				
No lo sé				
Creo que no lo compraría				
Definitivamente no lo compraría				

Consultar por empaque preferido según muestras existentes en el mercado nacional (metálico, plástico transparente o tubo de cartón) y en cuál tamaño lo compraría con más frecuencia (mostrar tamaños comunes para cada empaque).

Empaque	Preferido	Pequeño (90 g)	Mediano (200 g)	Grande (300 g)
Plástico				
Metálico				
Cartón				

Recomendaciones finales para el producto.

Cierre: Agradecer la participación y explicar brevemente la importancia de esta actividad para el proyecto PAVUC.

8.8. Anexo 8. Formularios usados en la evaluación en los mini grupos de los *snack* de pejibaye reformulados

Formulario para realización de *Focus Group*

Género: _____

Edad: _____

Lugar de residencia: _____

- *Nota de evaluación de la idea de producto (de 1 a 5, donde 1 es pésimo y 5 excelente).*

1 2 3 4 5

- *Nota de evaluación del prototipo de producto (de 1 a 5, donde 1 es pésimo y 5 es excelente).*

Cómo finalizaría las siguientes frases:

Este producto lo usarían personas _____

Lo usaría en ocasiones como _____

Es más apropiado para _____

Productos similares a este son _____

¿Es para personas como yo? Si _____ No _____

- Con respecto al producto y tomando en cuenta el ejemplo mostrado

Respuesta	Sin precio	Precio ¢300	Precio ¢600	Precio ¢1000
Con toda seguridad lo compraría				
Creo que sí lo compraría				
No lo sé				
Creo que no lo compraría				
Definitivamente no lo compraría				

Empaque preferido y en que tamaño lo compraría con más frecuencia.

Empaque	Preferido	Pequeño (90 g)	Mediano (200 g)	Grande (300 g)
Plástico				
Metálico				
<i>Cartón</i>				

- Recomendaciones finales para el producto.