

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E
INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**“DESARROLLO DE UN SNACK TIPO TORTILLA A BASE DE
FRUTO DE PIJUAYO (*Bactris gasipaes kunth*)”**

Tesis

Para optar el título de:

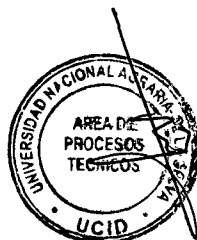
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

FRANCO TOÑO AFFA MONTOYA

PROMOCIÓN 2010 - I

Tingo María – Perú

2013



Q01

A27

Affa Montoya, Franco Toño

Desarrollo de un snack tipo tortilla a base de fruto de pijuayo (*Bactris gasipaes kunth*). Tingo María, 2013

80 páginas; 18 cuadros; 04 fgrs.; 88 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero en Industrias Alimentarias) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

1. DESARROLLO

2. PIJUAYO

3. TECNOLOGÍA

4. SNACK

5. AGROINDUSTRIAS

6. FUNCIONAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS


Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el 09 de Marzo del 2013, a horas 08.00 a.m. en la Sala de Audiovisuales de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco, para calificar la tesis presentado por el Bach. FRANCO TOÑO, AFFA MONTOYA, intitulada “

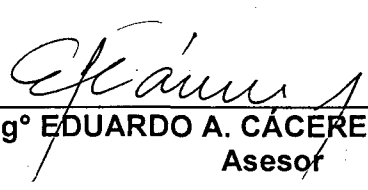
“DESARROLLO DE UN SNACK TIPO TORTILLA A BASE DEL FRUTO DEL PIJUAYO (*Bactris gasipaes kunth*)”

Después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran aprobado con el calificativo de *Muy bueno*, en consecuencia el Bachiller, queda apto para recibir el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias** del Consejo Universitario, de conformidad con el Art. 22° de la Ley Universitaria 23733; los artículos 51° y 52° del Estatuto Actualizado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 09 de Marzo de 2013


Ing° WILLIAMS ROLDÁN CARBAJAL
Presidente


Ing° ALFREDO A. CARMONA RUIZ
Miembro


Ing° EDUARDO A. CÁCERES ALMENARA
Asesor

DICATORIA

A Dios todo poderoso, por darme la vida y ser guía cada momento de mi existencia.

A mi Madre: ESTHER MONTOYA PEREZ, por su amor maternal, sacrificio y esfuerzo para darme una carrera profesional depositando su confianza en mí potencial, mostrándome siempre una imagen de perseverancias en mis objetivos de mi vida personal.

A mi Padre: RICARDO AFFA REATEGUI, por ser el sostén de la familia Affa, por su apoyo en la ejecución de mi trabajo de investigación tesis y brindarme sus sabios consejos y enseñanzas de cual es lo correcto para lograr objetivos trazados en la vida.

A mis Hermanos: LUIS, FERNANDO y HOLANDA, por su cariño y muestra de unidad familiar con su apoyo incondicional, en la ejecución del presente trabajo de tesis.

A mi novia: MILAGROS TUESTA CRISANTO, con todo mi amor, por ser consejera incondicional, apoyándome en tiempos difíciles en la ejecución de mi trabajo tesis.

AGRADECIMIENTOS

Primero a Dios, por ser mi guía en todo el trayectos de mi vida y por permitirme terminar mi trabajo de investigación tesis y así obtener el Título de Ingeniero en Industrias en Alimentarias.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, y todos los laboratorios donde se desarrollaron los análisis en la ejecución de la tesis.

A mi Asesor de tesis Ing. Eduardo Cáceres Almenara, por su orientación en la ejecución como patrocinador de la tesis.

Al Ing. Alfredo Carmona Ruiz, por su apoyo incondicional en la interpretación de los resultados de la tesis.

A todas aquellas persona que hicieron posible la culminación de este trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Generalidades del pijuayo.....	4
2.2. "SNACKS".....	8
2.3. Freído.....	12
2.4. Alimentos funcionales.....	16
2.5. Carotenoides.....	17
2.6. Características físicas.....	19
2.6.1. Color.....	19
2.6.2. Textura, dureza y fracturabilidad.....	21
2.7. Evaluación sensorial.....	22
2.7.1. Prueba de comparación pareada.....	22
2.7.2. Prueba de agrado.....	23
III. MATERIALES Y METODOS.....	25
3.1. Lugar de ejecución.....	25
3.2. Materia prima.....	25
3.3. Materiales equipos y reactivos.....	25
3.3.1. Materiales de laboratorio.....	25
3.3.2. Equipos de laboratorio.....	26

3.3.3. Reactivos y soluciones.....	27
3.4. Método de análisis.....	27
3.4.1. Análisis físicos.....	27
3.4.2. Análisis químicos.....	28
3.5. Metodología experimental.....	30
3.5.1. Pruebas preliminares.....	30
3.5.2. Elaboración de la harina.....	30
3.5.3. Proceso definitivo para la obtención de tortillas de pijuayo tipo snack.....	30
3.5.4. Caracterización fisicoquímica de las formulaciones desarrolladas.....	31
3.5.5. Evaluación sensorial.....	31
3.5.6. Evaluación del efecto del proceso sobre el contenido de carotenoides en la elaboración de chips de pijuayo.....	33
3.6. Diseño experimental.....	34
3.7. Análisis estadístico.....	35
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1. Pruebas preliminares.....	36
4.1.1. Establecimiento de la cantidad de agua para obtener la masa.....	36
4.1.2. Determinación del grado de sustitución de harina de pijuayo.....	37
4.1.3. Determinación de la cantidad de sal en la	

formulación.....	39
4.2. Características fisicoquímicas de las tortillas.....	40
4.2.1. Determinación de color.....	40
4.2.2. Determinación de fracturabilidad.....	44
4.2.3. Determinación de actividad de agua (Aw) y humedad.....	45
4.2.4. Determinación de grasa.....	47
4.3. Evaluación de la calidad sensorial y aceptación de las formulaciones desarrolladas.....	49
4.3.1. Evaluación de la calidad sensorial.....	49
4.3.2. Prueba de agrado.....	51
4.4. Proceso definitivo para la obtención de tortillas de pijuayo tipo snack.....	52
4.4.1. Descripción del proceso.....	53
4.4.2. Diagrama de flujo definitivo, balance de materia, rendimiento por proceso y rendimiento por operación.....	56
4.5. Evaluación del cambio en el contenido de carotenoides totales durante el proceso de elaboración de la tortilla frita de pijuayo de mayor aceptación.....	59
V. CONCLUSIONES.....	64
VI. RECOMENDACIONES.....	66
VII. ABSTRACT.....	67
VIII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS.....	69
IX. ANEXOS.....	80

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Composición química de la harina de pijuayo.....	8
Cuadro 2. Características de la masa obtenida en función de la cantidad de agua añadida para la elaboración de tortillas de pijuayo tipo "snack".....	36
Cuadro 3. Características de las tortillas fritas elaboradas con las diferentes proporciones de harina de pijuayo.....	38
Cuadro 4. Características de las tortillas de pijuayo tipo "snack" elaboradas con diferentes cantidades de sal.....	40
Cuadro 5. Parámetros de color de las diferentes formulaciones de las tortillas de pijuayo tipo "snack" (n=3).....	41
Cuadro 6. Resultados del análisis de varianza (ANOVA) para los parámetros de color.....	41
Cuadro 7. Resultados de la prueba de comparación de promedios para el color según las diferentes formulaciones.....	41
Cuadro 8. Fracturabilidad de la tortilla frita obtenida para cada formulación.....	44
Cuadro 9. Resultados del análisis de varianza de la fracturabilidad para las formulaciones.....	44
Cuadro 10. Actividad de agua y humedad en la tortilla frita obtenida para	

cada formulación (n=3).....	45
Cuadro 11. Resultados del análisis de varianza de las características físicoquímicas obtenidos con las diferentes formulaciones.....	46
Cuadro 12. Contenido de grasa de las tortillas fritas de pijuayo elaboradas con diferentes porcentajes de sustitución de harina (n=3).....	47
Cuadro 13. Resultados del análisis de varianza del análisis de grasa.....	47
Cuadro 14. Resultados obtenidos en la prueba de diferencia comparación pareada.....	49
Cuadro 15. Resultados de la prueba de comparación de medias para el agrado de las formulaciones evaluadas.....	51
Cuadro 16. Rendimiento por operación y rendimiento por proceso para la elaboración de tortilla tipo Snack de pijuayo.....	58
Cuadro 17. Contenido de carotenoides totales de cada producto obtenido durante el procesamiento de las tortillas fritas (n=3).....	59
Cuadro 18. Efecto de la operación de proceso en el contenido de carotenoides totales en base seca.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Diseño experimental para optimizar los parámetros.....	34
Figura 2. Niveles de sustitución en las Tortillas de harina de pijuayo.....	43
Figura 3. Diagrama de flujo definitivo para la elaboración de tortilla tipo Snack de pijuayo.....	56
Figura 4. Balance de materia para la elaboración de tortilla tipo Snack de pijuayo.....	57

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo I. Mediciones de color mediante el Hunter Lab para las distintas formulaciones desarrolladas.....	81
Anexo I.I. Mediciones de color realizadas en el Hunter Lab para la formulación con 50% harina pijuayo y 50% harina de maíz (Repetición 1).....	81
Anexo I.II. Mediciones de color realizadas en el Hunter Lab para la formulación con 50% harina pijuayo y 50% harina de maíz (Repetición 2).....	82
Anexo I.III. Mediciones de color realizadas en el Hunter Lab para la formulación con 50% harina pijuayo y 50% harina de maíz (Repetición 3).....	83
Anexo I.IV. Mediciones de color realizadas en el Hunter Lab para la formulación con 60% harina pijuayo y 40% harina de maíz (Repetición 1).....	84
Anexo I.V. Mediciones de color realizadas en el Hunter Lab para la formulación con 60% harina pijuayo y 40% harina de maíz (Repetición 2).....	85
Anexo I.VI. Mediciones de color realizadas en el Hunter Lab para la formulación con 60% harina pijuayo y 40% harina de maíz	

(Repetición 3).....	86
Anexo I.VII. Mediciones de color realizadas en el Hunter Lab para la formulación con 70% harina pijuayo y 30% harina de maíz (Repetición 1).....	87
Anexo I.VIII. Mediciones de color realizadas en el Hunter Lab para la formulación con 70% harina pijuayo y 30% harina de maíz (Repetición 2).....	88
Anexo I.IX. Mediciones de parámetros de color realizadas en el Hunter Lab para la formulación con 70% harina pijuayo y 30% harina de maíz (Repetición 3).....	89
Anexo I.X. Mediciones de la fracturabilidad de los chips con una formulación de 50% harina pijuayo y 50% harina de maíz.....	90
Anexo I.XI. Mediciones de la fracturabilidad de los chips con una formulación de 60% harina pijuayo y 40% harina de maíz.....	91
Anexo I.XII. Mediciones de la fracturabilidad de los chips con una formulación de 70% harina pijuayo y 30% harina de maíz.....	92
Anexo I.XIII. Mediciones de Aw de los chips elaborados con las diferentes formulaciones.....	93
Anexo I.XIV. Mediciones realizadas para determinar la humedad de la harina de pijuayo.....	94
Anexo I.XV. Mediciones realizadas para determinar la humedad de la masa producida a partir de la harina de pijuayo y maíz.....	95
Anexo I.XVI. Mediciones realizadas para determinar la humedad de la tortilla horneada elaborada a partir de harina pijuayo y maíz.....	96

Anexo I.XVII. Mediciones realizadas para determinar la humedad de los chips producidos a partir de harina pijuayo y maíz.....	97
Anexo I.XVIII. Mediciones realizadas para determinar el % grasa de los chips elaborados a partir de harina pijuayo y maíz.....	98
Anexo II. Resultados de las pruebas sensoriales realizadas a los chips de pijuayo.....	99
Anexo II.I. Resultados de la prueba de comparación de pares 2-AFC de las tres formulaciones desarrolladas de los chips de pijuayo mediante 3 repeticiones.....	99
Anexo II.II. Resultados de la prueba de agrado con consumidores.....	100
Anexo III.I. Datos para el cálculo del contenido de carotenoides.....	107
Anexo III.I. Mediciones realizadas para determinación del contenido de carotenoides en los pijuayos crudos.....	107
Anexo III.II. Mediciones realizadas para determinación del contenido de carotenoides en los pijuayos cocinados.....	108
Anexo III.III. Mediciones realizadas para determinación del contenido de carotenoides en la harina de pijuayo.....	109
Anexo III.IV. Mediciones realizadas para determinación del contenido de carotenoides en la masa de la mezcla harina de maíz y pijuayo (50%/50%).....	110
Anexo III.V. Mediciones realizadas para la determinación del contenido de carotenoides en la tortilla horneada elaborada a partir de la mezcla de harina de maíz y pijuayo (50%/50%).....	111

Anexo III.VI. Mediciones realizadas para la determinación del contenido de carotenoides en los chips de pijuayo elaborados a partir de la mezcla de harina de maíz y pijuayo (50%/50%).....	112
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------

RESUMEN

Se desarrolló un "snack" o chip tipo tortilla frita a partir de harina de pijuayo (*Bactris gasipaes* Kunth), para lo cual se evaluaron tres porcentajes de sustitución (50%, 60% y 70%) de harina de maíz por la de pijuayo. Se caracterizó el producto final a través del color, fracturabilidad, grasa y A_w ; se evaluó además la calidad sensorial del producto terminado y el agrado de los consumidores. Finalmente se determinó el efecto del proceso sobre el contenido de carotenoides durante la elaboración del chip.

Se encontró que la cantidad de harina de pijuayo que se empleó en la mezcla influye significativamente sobre las variables de color b^* , L^* y Hue, mientras que no se encontró efecto significativo sobre los parámetros de fracturabilidad, A_w , contenido de humedad y de grasa de la tortilla frita.

Se realizó una evaluación sensorial con un panel de jueces entrenados quienes determinaron que existe diferencia significativa en el color de las tres formulaciones desarrolladas ($p < 0,001$) y percibieron diferencia significativa ($p < 0,01$) en la dureza de los chips con menor y mayor cantidad de harina de pijuayo, siendo más dura la tortilla con menor sustitución. Paralelamente, se evaluó el producto por su aceptación y los resultados indican que la tortilla elaborada con una menor sustitución (50% de harina de pijuayo) obtuvo el mayor agrado en cuanto a sabor y color y por ende se escogió esta formulación para la elaboración de los chips.

La cocción del pijuayo favoreció la extracción de los carotenoides totales mientras que la operación de secado y fritura produjeron una pérdida significativa. Sin embargo, se obtuvo un "snack" tipo tortilla a partir de fruto de pijuayo con un gran potencial como alimento funcional por su contenido de carotenoides ($28 \pm 2 \mu\text{g/g}$ en base seca), superior al contenido de frutos de pijuayo de la región Ucayali y al reportado para la mayoría de las frutas.

I. INTRODUCCIÓN

En la selva del Perú hasta el presente se han intervenido o colonizado unas 9 millones de hectáreas, que son utilizadas para la agricultura, para pastos, para extracción forestal selectiva, no existiendo bosques manejados en forma integral y permanente. La invasión de las áreas forestales por agricultores migratorios es generalizada, con anuencia de las oficinas públicas. El resto de terrenos están abandonados por la pérdida de la fertilidad de los suelos. La causa de dicha pérdida y la baja productividad estriba en el uso de tecnologías no adecuadas.

Es necesario desarrollar empresarialmente la agricultura en la Amazonía utilizando eficazmente los recursos y alcanzar la eficiencia en cada uno de los procesos del cultivo y productivos, para lograr productos competitivos a nivel internacional que permitan mejorar el nivel de vida de los agricultores, sin olvidar el cuidado y la preservación del medio ambiente. Además hacer investigación, para tener empresas agroindustriales tecnificadas y competitivas en la región, dedicada a la producción de productos en base a frutales tropicales no tradicionales como el pijuayo, diseñando alimentos haciendo uso de las tecnologías emergentes como la extrusión para atender los requerimientos del mercado nacional e internacional.

El pijuayo (*Bactris gasipaes Kunth*) es un fruto que ofrece múltiples ventajas: una alta productividad por hectárea, un bajo costo de producción y un alto valor nutritivo (ALFARO, 1988). El fruto de pijuayo es una gran fuente de vitamina A, gracias a su alto contenido de carotenoides, además contiene pequeñas cantidades de tiamina, niacina, riboflavina y vitamina C, y es un alimento de alta densidad energética para una adecuada alimentación (BLANCO et al., 1992). Los métodos de conservación tradicionales son la cocción en salmuera y la congelación. Además, no se han realizado investigaciones que generen nuevas posibilidades para su uso industrial, a pesar que tiene un elevado valor nutricional; tal es el caso de estudios realizados en el cual se determinó que la mejor alternativa de industrialización a corto plazo identificada, es la elaboración de harinas destinadas a la alimentación animal y humana (BLANCO et al., 1992).

Por esta razón vimos que una de las operaciones para transformar el fruto podría ser la fritura por inmersión, el cual es un método de cocción rápido y práctico aplicado en la producción de "snacks". Además, la fritura es una operación económica, ya que todo el calor se concentra en una pequeña unidad y hay poco desperdicio de gas o electricidad (LAWSON, 1994).

Las industrias de alimentos tipo "snacks" producen una multitud de variedades de productos. Éstas crecen a medida que la competencia las induce a introducir "snacks" con características más agradables utilizando nuevas materias primas y mejorando la textura, forma, color, sabor y su contenido nutricional (SEGNINI, 2000; MONTERO et al., 2000).

Los "snacks" constituyen alimentos de frecuente consumo por la población escolar y colegial y representan un 22% de los alimentos consumidos por los estudiantes en sus horas lectivas. Ello se atribuye a su extendida disponibilidad en el mercado y accesibilidad al consumidor, ya que son poco perecederos, de fácil consumo y a que cuentan con una amplia publicidad comercial (CARAZO, 1992; FAO, 1997). Además, la apertura comercial también ha contribuido a ampliar la oferta de estos productos en el mercado (BRENDER y FONSECA, 1999).

Ante lo expuesto nos planteamos los siguientes objetivos:

- Desarrollar un "snack" tipo tortilla a partir del fruto de pijuayo y determinar el efecto del proceso sobre el contenido de carotenoides y la calidad sensorial del producto terminado.
- Definir los parámetros del proceso tecnológico para obtener una tortilla de pijuayo tipo "snack".
- Determinar los niveles de sustitución de la harina de maíz por la harina de pijuayo con respecto a la formulación típica de tortillas tipo "snack".
- Evaluar las características fisicoquímicas de las tortillas empleando tres formulaciones distintas.
- Evaluar la calidad sensorial y de aceptación de las tres formulaciones desarrolladas.
- Evaluar los cambios en el contenido de carotenoides durante el proceso de la elaboración de la tortilla de pijuayo a partir de harina.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Generalidades del pijuayo

La palma de pijuayo (*Bactris gasipaes* Kunth) es una palma que puede llegar a 20 m de altura. El diámetro del tallo puede variar de 15 a 30 cm (CLEMENT *et al.*, 2004), en donde presenta divisiones en forma de anillos o segmentos cubiertos de espinas negras fuertes, las cuales pueden tener una longitud de hasta 8 cm (CAMACHO, 1971).

El pijuayo es el nombre utilizado en el Perú para referirse a la fruta, sin embargo se le conoce en América Latina con un gran número de nombres. Los más comunes son: "chontaduro" y "cachipaes" en Colombia, "pupunha" en Brasil, "chonta" en Ecuador, "pewa" en Trinidad, "macana" y "pirijao" en Venezuela y en inglés se le conoce como peach palm (BLANCO *et al.*, 1990).

La palma de pijuayo fue domesticada en el Trópico Americano por su fruto y se constituyó en un cultivo muy importante para algunas civilizaciones precolombinas (VILLALOBOS, 1990). El cultivo del fruto se ha encontrado desde Centroamérica hasta Bolivia y de la boca del Río Amazonas hasta la costa Pacífica de Ecuador. Actualmente se extiende hacia el norte de México, a algunas Islas Caribeñas y también se ha llevado a otros continentes (MORA *et al.*, 1997).

En el Perú las zonas de producción se encuentran establecidas principalmente en las Regiones de Loreto, Ucayali, Madre de Dios, San Martín y en la parte selvática de las Regiones de Cuzco, Junín, Huánuco y Amazonas. A pesar de que se producen en todas estas regiones, la producción actualmente es limitada. Esto es debido a que la fruta tiene una textura peculiar y un sabor desconocido para personas foráneas, la fruta fresca es perecedera y los pocos productos procesados existentes no han tenido una buena estrategia de mercadeo resultando en una poca demanda de la fruta (CLEMENT *et al.*, 2004). Sin embargo, el pijuayo es un fruto prometedor dadas las características biológicas de la palmera y su rendimiento por hectárea, por lo cual podría ser utilizado como sustituto principalmente de cereales para humanos y animales (FERNÁNDEZ *et al.*, 1990).

Los pijuayos cosechados tienen un color rojo, anaranjado o amarillo (CLEMENT *et al.*, 2004). La fruta puede tener una forma redonda o angular. Sus dimensiones son variables: 2 a 7 cm largo, 2 a 8 cm ancho y 4 a 186 g de peso. El número de frutos por racimo varía entre 0 a 764 con un total de 0 a 20 kg de peso de fruta (MORA *et al.*, 1997).

A pesar de que existe una literatura extensiva sobre la composición química del mesocarpio de la fruta, la mayoría de estudios están basados en una o dos muestras, sin definición de la población. Existen variaciones que demuestran la importancia de la determinación de la composición química en cada lugar o población con potencial para el interés

del consumidor o de la agroindustria, ambos interesados en la calidad de la fruta y no tanto en la variabilidad (CLEMENT y ARKCOLL, 1991).

La fruta tiene un gran potencial nutricional por ser altamente energético, debido a su contenido de grasa y almidón. Es rico en precursores de vitamina A y C; constituye una fuente importante de fibra dietética y ácidos grasos monoinsaturados; sus carbohidratos son fundamentalmente complejos, por lo tanto el contenido de azúcares simples es bajo y es rico en potasio (BLANCO *et al.*, 1992).

Los pigmentos carotenoides son compuestos responsables de la coloración de gran número de alimentos vegetales y animales, como zanahorias, zumo de naranja, tomates, salmón y yema de huevo. Desde hace muchos años, se sabe que algunos de estos compuestos, como α y β -caroteno, así como la β -criptoxantina, son provitaminas A. No obstante, estudios recientes han puesto de manifiesto las propiedades antioxidantes de estos pigmentos, así como su eficacia en la prevención de ciertas enfermedades del ser humano, como la aterosclerosis o incluso el cáncer. Todo ello ha hecho que desde un punto de vista nutricional, el interés por estos pigmentos se haya incrementado notoriamente (MELÉNDEZ, 2004b), por lo que se han realizado análisis del contenido de carotenoides en Honduras y Costa Rica del pijuayo con cáscara con resultados que comprenden entre 0,290 a 2,760 mg por 100 g de muestra (MORTON, 1987).

A pesar de ser una fruta conocida por sus aspectos nutricionales, el pijuayo tiene factores antinutricionales que producen un efecto negativo en

la digestión y absorción de proteínas de la dieta. Se ha encontrado la presencia de una lectina que aglutina únicamente eritrocitos de carnero, mientras que la lectina presente en la semilla, tiene la capacidad de aglutinar inespecíficamente eritrocitos humanos del sistema ABO y eritrocitos de caballo, carnero y conejo (GÓMEZ, 1998). Se han encontrado cristales de oxalato de calcio en frutas frescas de pijuayo (ARKCOLL y AGUIAR, citado por MORA *et al.*, 1997), compuesto que generan un desorden digestivo causando diarrea y a la vez pueden irritar la mucosa intestinal (BETSCHKE y FRETZDORFF, 2005). Además existen inhibidores de tripsina en la fruta cruda que provocan dificultades durante la digestión (MURILLO *et al.*, citado por MORA *et al.*, 1997). Sin embargo, la cocción disuelve los cristales de oxalato de calcio y elimina el efecto inhibitor de la tripsina (MORA *et al.*, 1997).

Debido a que la fruta de pijuayo es perecedera, ésta se puede conservar por medio de su deshidratación formando un producto estable y conservando gran parte de su valor nutricional (BLANCO *et al.*, 1992). Además se puede almacenar fácilmente y es muy versátil, ya que se puede emplear para elaborar productos tales como galletas, queques, panecillos, budín y otros (BLANCO *et al.*, 1992).

En el cuadro 1 se presenta una composición estimada de la composición química de la harina de pijuayo.

Cuadro 1. Composición química de la harina de pijuayo.

Componente	Procedencia de fruta fresca	
	Tocache	Aguaytía
Humedad (%)	11,50 ± 0,30	8,23 ± 0,01
Grasa (%)	11,50 ± 0,10	11,30 ± 0,01
Cenizas (%)	1,76 ± 0,01	-
Fibra dietética (%)	13,30 ± 0,80	7,13 ± 0,01
Almidón (%)	74,80 ± 1,80	61,80 ± 0,10
Energía (kcal/100g)	451,51 ± 6,65	-

*Valores expresados en base seca. Fuente: (1) PÉREZ-CARVAJAL *et al.*, 2006. Fruta con cáscara, 30 minutos de cocción a ebullición, secado 70°C. (2) ALFARO, 1988. Fruta con cáscara, 15 minutos de cocción a ebullición, secado 60°C

La composición química del mesocarpio de la fruta ha sido reportada por diferentes autores que sugieren una variación entre zonas e incluso se encuentran diferencias entre las frutas de una misma zona (MORA, 1997) y por ende se dan diferencias entre la harina como se observa en el cuadro 1.

2.2. "SNACKS"

Dentro de la categoría de "snacks" pueden incluirse productos que engloban a diversos alimentos tales como papas fritas y productos a base de maíz y trigo con un alto contenido de grasas y sodio que los hace poco recomendables para la salud. También se incluye al maní, que es la opción más sana, siempre que no se trate de la versión frita y salada. Por otra parte, como "snacks" dulces, se podrían mencionar a las golosinas. Los

"snacks" son percibidos por el consumidor como poco saludables, pero son consumidos por practicidad y placer (VIVIAN, 2007).

En el caso de las papas fritas, se puede decir que son los "snacks" más antiguos en el mercado, por ello dicho sector está obligado a evolucionar; esto supone para las empresas una reorientación productiva basada en la innovación y el desarrollo de productos que protejan la salud del consumidor y que, en consecuencia, puedan ser recomendados por los nutricionistas. Los "snacks funcionales" serían un buen campo de acción y una alternativa muy favorable (VIVIAN, 2007).

El mercado Peruano ha hecho una división entre aquellos "snacks" que se acostumbran comer con algún producto adicional y aquellos que no necesitan acompañarse. Los primeros están conformados por productos como papas tostadas y tortillas de maíz tostado; aunque estos se pueden comer solos, los peruanos los utilizan como un acompañamiento para comidas; o para combinar con "dips" comerciales o caseros; estos son utilizados igualmente en fiestas informales y familiares. Este tipo de producto va más enfocado hacia la población joven adulta y adulta, es decir mayores de 24 años. Su publicidad y presentación se dirigen más al consumo en grupo y familia, ya que se presentan en empaques de mayor tamaño. El otro tipo de "snacks" son los que por su composición o sabor más fuerte y característico son preferiblemente consumidos solos. Estos, aunque igual tienen presentación grande para fiestas, su mayor importancia está en el consumo individual, dado que es un producto muy buscado por los niños y los jóvenes para comer cuando están en las instituciones de estudio o

cuando andan fuera de la casa o sienten hambre. Su mayor mercado es el infantil y el de los adolescentes, aunque también, pero en menor medida los consume el adulto joven (PROCOMER, s.f.).

El mercado muestra un fuerte posicionamiento por las marcas nacionales aunque cada vez es más común observar en algunos puntos de ventas productos provenientes del exterior, la preferencia se sigue manifestando hacia el producto local (PROCOMER, s.f.).

El consumo de "snacks" es estable todo el año, ya que lo comen no sólo los niños sino los adultos para eventos sociales, sin embargo, en las épocas de campeonatos internacionales de fútbol y fiestas navideñas y de fin de año, se presenta un aumento importante. Por otra parte y tomando como referencia los datos estimados de la producción obtenida con base en la información brindada por el INEI, el consumo aparente en el sector total de galletería de dulces y "snacks", es de US \$142,7 millones (PROCOMER, s.f.).

La mayoría de los alimentos fritos son hechos a base de maíz y existen principalmente dos tipos: *chips* de maíz o *chips* de tortilla. Ambos productos son hechos de maíz cocido alcalinizado. La diferencia entre los dos productos reside en que los *chips* de tortilla se hornean antes de freírse y los *chips* de maíz se someten sólo a la fritura sin el horneado. Esto hace que el contenido de grasa sea diferente en los dos productos (23 a 30% B.H. de grasa en *chips* de tortilla y 30 a 38% B.H. de grasa en *chips* de maíz) (MOREIRA *et al.*, 1999).

El procesamiento de la tortilla fue desarrollado por los antiguos indios latinoamericanos. En el periodo precolombino, los aztecas producían *totopochtli* tostando las tortillas en una parrilla. Los *chips* de tortillas fueron hechos de los sobros que se producían luego de elaborar la tortilla. La masa sobrante se cortaba en pedazos y se freían (DEIS, 2000) en aceite caliente para mejorar su sabor y extender su tiempo de almacenamiento (SERNA-SALDIVAR *et al.* 1990).

En la elaboración de *chips* se debe obtener una masa con una humedad definida (entre 51 a 54% base húmeda) para así alcanzar una uniformidad de tamaño de partículas. Si la masa se encuentra muy húmeda, el *chip* final va a tener un contenido de humedad más bajo y el grosor del *chip* va a disminuir. Una masa muy seca se cae del rodillo, lo que origina un producto con mayor grosor y un contenido de humedad mayor. Por otro lado, si la textura de la masa es muy fina, los *chips* van a producir burbujas y van a ser más duros y grasosos. Si la textura es muy gruesa, los *chips* van a presentar huecos (MOREIRA *et al.*, 1999).

Luego de haber obtenido la masa, se forman láminas con un grosor uniforme y luego se moldean los chips cortando la masa laminada en formas definidas que posteriormente se trasladan al horno. El grosor varía desde 0,89 a 1,27 mm (MOREIRA *et al.*, 1999).

Durante el horneado, la superficie del *chip* se tuesta y la humedad se reduce a un 38 a 40 % BH lo que aumenta la fuerza de la estructura, y se desarrolla el sabor. El horneado se realiza en un tiempo de 15 a 20 segundos a una temperatura de 370 a 450 °C para producir un *chip* húmedo en su parte

interna y seca en su superficie. Una vez que se termina la operación de horneado, el producto es condicionado al pasar por un enfriamiento para equilibrar la humedad del producto. El tiempo de residencia es de 5 a 20 minutos (MOREIRA *et al.*, 1999).

Luego se introduce en un freidor continuo por 45 a 120 segundos a una temperatura de 179 a 193°C. Durante esta etapa, el contenido de humedad es reducido hasta 1 a 2 % B.H., y la textura del *chip* se vuelve crujiente obteniendo una estructura porosa. El grosor del *chip* se incrementa hasta en un 40 % con respecto a la tortilla cruda durante la fritura debido a la formación de la costra y el contenido de aceite se incrementará en un 23 a 30 % B.H. (MOREIRA *et al.*, 1999).

La calidad de una tortilla *chip* depende de parámetros como el tiempo y la temperatura de horneado, de freído y la humedad. El sabor es crucial, y se logra sobre todo combinando aspectos como la grasa, la sal, el condimento (JUTTELSTAD, 1999), lo que contribuye además a la crujencia, color y apariencia.

2.3. Freído

Freír los alimentos es considerado como uno de los métodos más antiguos de cocción que se conocen. El proceso de fritura se emplea tanto para cocer los alimentos como para impartirles sabores y texturas que les son únicos. Al contactar el aceite caliente con un trozo de alimento, se produce un rápido proceso de transferencia de calor (AGUILERA, 1997).

La fritura por inmersión es un método muy importante de cocinado, ya que es rápido, práctico y los alimentos fritos por inmersión son generalmente gustosos por su sabor y textura (LAWSON, 1994).

Hay muchos beneficios que se derivan de la fritura de alimentos. Los alimentos fritos tienen buen sabor, excelente sensación de palatabilidad en la boca y una textura apetecible. La fritura permite crear una corteza crocante en alimentos apanados, así como un color exterior dorado o tostado agradable (AGUILERA, 1997).

La mayoría de los alimentos se fríen correctamente en el intervalo de 163 a 191°C (LAWSON, 1994). En comparación con otros procesos de cocción, la fritura se realiza a altas temperaturas en tiempos cortos, permite incorporar aceite al producto a la vez que se producen pocas pérdidas en rendimiento y valor nutricional (AGUILERA, 1997). El escape del vapor de agua por la microestructura del alimento crea un debilitamiento selectivo, incluyendo grietas, capilares abiertos y canales en la estructura celular, donde luego se acomoda el aceite proveniente de la inmersión (BOUCHON, 2007).

Como resultado de cambios a nivel celular y subcelular en las capas externas del producto, se da la formación de costra. Estos cambios físicos y químicos incluyen: gelatinización del almidón y deshidratación consecuente, desnaturalización de proteínas, rompimiento de fuerzas adhesivas entre las células, evaporación del agua, deshidratación rápida, expansión y oscurecimiento de los tejidos. Estos cambios empiezan desde la

superficie externa del alimento y luego se van desplazando internamente durante el proceso de la cocción (BOUCHON, 2007).

En el proceso de freído se presentan dos tipos diferentes de transferencia de calor: conducción y convección. La transferencia conductiva de calor en un estado no estacionario ocurre dentro del alimento sólido y es afectado por las propiedades térmicas del alimento incluidas la difusividad térmica, conductividad térmica, calor específico y densidad. La transferencia convectiva de calor ocurre entre un alimento sólido y el aceite que lo circunda. Las interacciones de superficie entre el aceite y el material alimenticio son afectadas por el movimiento vigoroso de los vapores de agua que escapan del alimento al aceite (SHARMA *et al.*, 2003).

La transferencia de calor hacia el alimento está influenciada por las propiedades térmicas y de viscosidad del aceite y las condiciones de agitación. Mientras exista producción de burbujas en la superficie, el régimen será de convección forzada y la determinación de los coeficientes de transferencia de calor convectivos se hace difícil de cuantificar. El proceso de transferencia de calor hacia la superficie se dificulta aún más si las burbujas permanecen adheridas al producto (AGUILERA, 1997).

La transferencia de masa se caracteriza por la pérdida de humedad y la ganancia en aceite, fenómenos que operan en contracorriente. El agua abandona el producto en burbujas de vapor e internamente migra por diversos mecanismos de transporte que aún no han sido dilucidados. Transcurrido un periodo inicial en que se evapora la humedad superficial, el

frente de evaporación retrocede al interior del trozo y se comienza a formar la corteza deshidratada (AGUILERA, 1997).

Las grasas empleadas en la fritura por inmersión experimentan gradualmente ciertos cambios químicos durante su uso. Los cambios más importantes son: formación de color, oxidación, polimerización, e hidrólisis. Todos los alimentos que se fríen aportan sustancias que se acumulan en el aceite durante el proceso de fritura. Estos materiales extraídos se doran y/o reaccionan con el aceite y causan el oscurecimiento del mismo. Por otro lado, el oxígeno del aire reacciona con la grasa de la freidora (LAWSON, 1994) produciendo hidroperóxidos que pueden degradarse a alcoholes, aldehídos, ácidos e hidrocarburos, cetonas y radicales libres. Estos compuestos pueden generar un sabor no apetecido en el aceite (MOREIRA *et al.* 1999). Algunos de estos productos son eliminados de la freidora por el vapor desarrollado durante la fritura de los alimentos, pero otros productos de la reacción permanecen en el aceite y pueden acelerar la oxidación posterior de la grasa. Una oxidación excesiva va a menudo acompañada de una polimerización. Cuando los aceites y grasas sufren el calentamiento en el proceso de fritura en profundidad, se forman varios productos de descomposición (LAWSON, 1994). Algunos de estos productos son esencialmente volátiles a las temperaturas de freído y tienen escasa responsabilidad en el deterioro del aceite a diferencia de los compuestos polares no volátiles (CHOE y MIN, 2007). Estos son de alto peso molecular y sufren reacciones formando monómeros y dímeros cíclicos (Moreira *et al.*, 1999), generando deterioro en el aceite.

En general, las industrias evalúan la calidad de los productos fritos por la apariencia y el sabor. Estos parámetros de calidad pueden ser determinados midiendo propiedades tales como humedad, color, contenido de grasa, sabor, textura, valor nutricional y vida útil (MOREIRA *et al.*, 1999).

2.4. Alimentos funcionales

En los últimos años del siglo veinte los conceptos referidos a la nutrición humana se han trasladado desde el énfasis en la supervivencia, el hambre y la prevención de las deficiencias de nutrientes hacia el mantenimiento de la salud y el interés en aquellos compuestos alimentarios bioactivos que promueven el bienestar y ayudan a reducir el riesgo de enfermedades crónicas y degenerativas (RÍO DE GÓMEZ, 2003).

Los productos alimentarios siempre han sido elaborados con el objetivo de satisfacer las exigencias del consumidor en cuanto a sabor, apariencia, valor y comodidad. La idea de diseñar productos alimentarios con efectos beneficiosos para la salud es relativamente nueva y responde al cada vez mayor reconocimiento del papel de la dieta en la prevención y tratamiento de enfermedades (MAZZA, 1998).

El *Health Protection Branch de Health Canada*, organismo responsable de la protección de la salud de los ciudadanos canadienses, ha sugerido una definición del alimento funcional de la siguiente manera: "Un alimento funcional tiene una apariencia similar a la de un alimento convencional, se consume como parte de una dieta normal y, además de su función nutritiva básica se ha demostrado que presenta propiedades

fisiológicas beneficiosas y/o reduce el riesgo de contraer enfermedades crónicas" (MAZZA, 1998).

Los productos funcionales son alimentos que proveen un beneficio a la salud además de la nutrición cotidiana. Los carotenoides son uno de los componentes que conforman estos productos, se encuentran en vegetales como zanahoria, ayote sazón, etc., también neutralizan los radicales libres que pueden dañar las células, refuerzan el poder antioxidante de algunas células y son precursores de la vitamina A para el cuerpo (IFIC, 2006).

El interés del consumidor en relación con la dieta y la salud ha incrementado la demanda de información sobre productos funcionales. Los avances de la ciencia y tecnología, el aumento de los costos de mantenimiento de salud, cambios en normas de alimentos, el envejecimiento de la población y el interés creciente por bienestar a través de la dieta son algunos factores que han incrementado el interés hacia los productos funcionales (IFIC, 2006).

2.5. Carotenoides

Los carotenoides son pigmentos responsables del color amarillo, anaranjado y rojo en frutas, alimentos, vegetales, en la yema del huevo, algunas truchas y salmones y finalmente en crustáceos (OTLES y ATLAS, 2002). Estos son sintetizados en las plantas y en algunos microorganismos y son introducidos en la dieta del ser humano y de animales, los cuales son incapaces de sintetizarlos (FELTL *et al.*, 2005). Más de 600 tipos de

carotenoides han sido aislados de su fuente natural y caracterizados (OTLES y ATLAS, 2002).

Los carotenoides son sustancias hidrofóbicas, lipofílicas y son virtualmente insolubles en agua. Se disuelven en solventes grasos como acetona, alcohol, éter etílico, tetrahidrofurano y cloroformo (RODRÍGUEZ-AMAYA, 1997). Poseen encadenamientos de unidades isoprénicas que tienen a veces al final de la cadena un núcleo cíclico portador de diversas funciones (alcohol, ácido, etc.). Los más conocidos son el β -caroteno y el licopeno, sin embargo, existen también otros que se utilizan como colorantes alimentarios: α -caroteno, bixina, etc. (LINDEN y LORIENT, 1996).

La importancia de los carotenoides en los alimentos va más allá de su rol como pigmentos naturales, se han atribuido funciones y acciones biológicas de forma creciente a estos compuestos. La dieta proporciona la vitamina A en forma de vitamina A preformada a partir de alimentos de origen animal o como carotenoides que se pueden transformar biológicamente a vitamina A, generalmente a partir de alimentos de origen vegetal. La provitamina A tiene la ventaja de convertirse a vitamina A sólo cuando el cuerpo lo requiere; evitando así, la toxicidad potencial de una sobredosis de vitamina A (RODRÍGUEZ-AMAYA, 1997).

Los carotenoides también se han relacionado con un aumento del sistema inmune y una disminución del riesgo de enfermedades degenerativas tales como cáncer, enfermedad cardiovascular, degeneración macular relacionada con la edad y formación de cataratas. Estos efectos biológicos son independientes de la actividad de provitamina A y se han

atribuido a una propiedad antioxidante de los carotenoides a través de la desactivación de los radicales libres y la captura del oxígeno (RODRÍGUEZ-AMAYA, 1997).

El consumo de beta carotenos presenta un déficit importante; en un estudio que se realizó en la Universidad de Costa Rica con jóvenes de 17 a 19 años, se halló que sólo el 25% de la población estudiada cumple con las recomendaciones para beta caroteno. La deficiencia de vitamina A sigue siendo un problema serio de salud pública en los países en desarrollo, mientras que las fuentes dietarias y la adecuación de la ingesta de las provitaminas A continúan siendo la principal preocupación (GÓMEZ *et al.*, 2001).

2.6. Características físicas

2.6.1. Color

El color es la impresión que producen en la vista los rayos de la luz reflejada de un cuerpo, convirtiéndose así en un atributo del mismo y, por ende, en una propiedad sensorial. Si se percibe que un objeto tiene color verde, es porque el cuerpo refleja la longitud de onda correspondiente a dicho color habiendo absorbido la luz de todas las demás longitudes de onda del espectro visible. Si reflejara además las otras longitudes de onda tendría un color blanco y, por el contrario, al no reflejar ninguna sería negro (UREÑA *et al.*, 1999).

El color es la única propiedad sensorial que puede ser medida en forma instrumental más efectivamente que en forma visual. El desarrollo

de un método instrumental que pudiera sustituir la comparación subjetiva de color por parte de los jueces en los alimentos fue descrito por Hunter. Existe una variedad de escalas para describir el color. Los más utilizados en la industria alimentaria son: el sistema CIE, el Hunter L, a b, y el sólido del color de Munsell (GIESE, 2000).

En 1976, la "Commission Internationale del 'Eclairage" adoptó un nuevo sistema llamado CIE-LAB (C.I.E., 1986) como una medida más objetiva del color y que define cada color a partir de unas coordenadas denominadas L^* (luminosidad), a^* y b^* . Los parámetros C^* (*chroma* métrico o saturación) y Hue^* (tonalidad o tono) se calculan a partir de a^* y b^* (GIL-MUÑOZ *et al.*, 1997).

El eje vertical L^* es una medida de luminosidad, y varía desde completamente opaco (valor 0) a completamente transparente (valor 100). En los círculos de tonalidad, a^* es una medida de la intensidad de color rojo y $-a^*$ de color verde, y b^* de la intensidad de color amarillo y $-b^*$ de color azul (GIL-MUÑOZ. *et al.*, 1997). Muestras con $a^*=b^*=0$ resultan acromáticas (WESTLAND, 2001). La tonalidad (H^*) y la saturación o chroma (C^*) se obtienen a partir de las coordenadas L^* , a^* , y b^* (CASASSA y SARI, 2006).

Las fórmulas para calcular los valores de la tonalidad (H^*) y de la saturación (C^*) se presentan en las ecuaciones siguientes:

Ángulo hue: $\arctang(b/a)$

Chroma: $(a^2 + b^2)^{1/2}$

2.6.2. Textura, dureza y fracturabilidad

El atributo que se evalúa en la deformación del alimento sólido se llama textura, consistencia en el caso de los alimentos semisólidos y viscosidad en alimentos líquidos (UREÑA *et al.*, 1999).

La textura es la propiedad de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído (UREÑA *et al.*, 1999) y está relacionada con la deformación, desintegración de los alimentos sólidos y la viscosidad de los líquidos bajo la acción de una fuerza (GIESE, 1995).

La evaluación de la textura se puede realizar por métodos sensoriales e instrumentales, siendo estos últimos métodos indirectos, cuyos resultados tienen sentido únicamente si están relacionados conceptual y estadísticamente con los obtenidos por métodos sensoriales, los cuales deben de considerarse como definitivos (UREÑA *et al.*, 1999).

Los métodos tradicionales sensoriales involucran la evaluación con jueces entrenados. Las definiciones y términos específicos son desarrollados para cada producto, con una especial atención a los defectos de textura. Por otro lado, una gran cantidad de instrumentos ha sido desarrollada para la evaluación de la textura de los alimentos desde que se ideó un dispositivo con una punta para cuantificar la firmeza de las jaleas (TAUB y SINGH, 1998). Entre ellos se encuentra el *Stable Texture Analyzer*.

Unas de las características más importantes en las tortillas son la fracturabilidad y la dureza. La fracturabilidad es la fuerza a la cual el material se fractura (GIESE, 1995). Esta característica de textura es muy

importante para los productos extruidos y crujientes como son los "snacks" y cereales. Incluso el nivel de humedad puede afectar significativamente las propiedades de textura debido a la distribución de intensidad de fractura (BARRETO y KALETUNC, 1998). La dureza es la fuerza necesaria para deformar el sólido (UREÑA *et al.*, 1999) o la fuerza necesaria para compresionar el alimento entre los molares (ROSENTHAL, 1999).

2.7. Evaluación sensorial

El sabor como sensación, es definido como la interpretación psicológica de la respuesta fisiológica a estímulos físicos y químicos, causados por la presencia de componentes volátiles del alimento saboreado en la boca. Por ello, el sabor resulta de la combinación de cuatro propiedades: olor, aroma, gusto y textura, por lo que su medición y apreciación son más complejas que las de cada propiedad por separado (UREÑA *et al.*, 1999).

2.7.1. Prueba de comparación pareada

El método de comparación pareada es fácil y sencillo de realizar; es el más preciso de todos los métodos de diferencia, ya que cada muestra sirve a su vez como estímulo y como patrón (PEDRERO y PANGBORN, 1989). Puesto que estas pruebas implican juicios comparativos colaterales, pueden ser muy sensibles y capaces de detectar diferencias bastante pequeñas entre los productos (CARPENTER *et al.*, 2000).

El objetivo de esta prueba es determinar si existe diferencia perceptible entre dos o más muestras; esta diferencia se obtiene comparando dos muestras (un par) entre sí (PEDRERO y PANGBORN, 1989). Se le presenta al juez dos productos codificados y se le pregunta, por ejemplo, cuál de las dos es la más dura o qué muestra es más amarga (BSI, 1982). Por lo tanto es una prueba dirigida, con el establecimiento de un atributo o característica como criterio de diferencia. Al juez se le presentan dos muestras y se le pregunta, por ejemplo, cuál de las dos es la más dura o qué muestra es más amarga. El diseño de la prueba debería asegurar que cada una de las muestras se evalúa las mismas veces en primera y segunda posición (Carpenter *et al*, 2000).

2.7.2. Prueba de agrado

El placer, la complacencia o satisfacción, el grado de gusto o disgusto, el agrado o desagrado, como todo aquello que conlleve a la elección de los alimentos sobre los demás, pueden ser objeto de estudio a través de análisis afectivos de preferencia. Esta elección puede concretarse directamente al elegirse una muestra de otras, así como ser medida a través de la categorización de éstas por criterios de preferencia como son las opiniones hedonistas (UREÑA *et al.*, 1999).

El objetivo de la prueba de agrado con escala hedónica es localizar el nivel de agrado o desagrado que provoca una muestra específica. Se utiliza una escala no estructurada sin mayores descriptores que los extremos de la escala, en los cuales se puntualiza la característica de

agrado. Esta escala debe contar con un indicador del punto medio, a fin de facilitar al juez consumidor la localización de un punto de indiferencia a la muestra. Es una prueba sencilla de aplicar y no requiere entrenamiento o experiencia por parte de los consumidores. Esta prueba permite detectar el nivel de agrado que una muestra representa para una población en particular (Pedrero & Pangborn, 1989).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la ciudad de Tingo María situado a 660 msnm, en la Provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias y en la Planta Piloto de frutas y Hortalizas en la Universidad Nacional Agraria de la Selva - UNAS.

3.2. Materia prima

La materia prima que se utilizó fue el pijuayo tipo grande de color rojo anaranjado que se comercializa en la localidad de Tingo María provenientes de la provincia de Padre Abad y de Tocache.

3.3. Materiales, equipo y reactivos

3.3.1. Materiales de laboratorio

- Termómetro de 100 °C
- Matraz de erlenmeyer de 250 ml.
- Buretas.
- Balones de digestión.

- Vasos de precipitación de 50, 100 y 250 ml.
- Crisoles de porcelana.
- Fiolas de 50, 100 y 500 ml
- Vaguetas
- Pipetas graduadas de 2.5 y 10 ml.
- Placas petri.
- Embudos de vidrio.
- Cubetas de espectrofotómetro entre otros.

3.3.2. Equipos de laboratorio

- Mesa de trabajo
- Cuchillos de acero inoxidable
- Espátulas
- Ollas
- Recipientes de plástico
- Balanza
- Cocinas a gas y eléctricas
- Estufa marca Felisa® modelo 133
- Secador de bandejas
- Cuchillos.
- Molino de martillos
- Tamiz.
- Recipientes de plástico.
- Congeladora.

- Bandejas especiales de congelación.
- Frascos de vidrio para empacar producto.
- Molino de tornillo sinfín.
- Secador
- Selladora
- Mezcladora
- Horno
- Freidora
- Medidor de textura
- Colorímetro
- Balanza analítica
- Espectrofotómetro UV
- Medidor de Aw

3.3.3. Reactivos y soluciones

- Hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N.
- Indicador de fenolftaleína 1%.
- Buffer acetato de sodio 0.1 M pH 4.5.
- Buffer acetato de sodio 1M pH 5.
- Ácido sulfúrico.
- Colorante 2-6 diclorofenolindofenol.

3.4. Método de análisis

3.4.1. Análisis físicos

Medición de color

Se utilizó el colorímetro de la Facultad. Se realizó un llenado a la cubeta que tiene el equipo con muestras de "snacks" de pijuayo de modo que la placa se encontrara lo más llena posible. De acuerdo con las instrucciones de funcionamiento del equipo se realizó la medición de color determinando los valores de L*, a*, b*, chroma y hue con el Software del Equipo.

Se realiza 6 réplicas y los resultados se expresaron en valores promedios de las mediciones.

Medición de textura

Se realiza un análisis instrumental de la textura mediante un texturómetro que consiste en una barra vertical de sección circular de aluminio móvil que tiene un terminal inferior de superficie plana de 0,5 cm² de forma circular, en cuya parte superior tiene una plataforma donde se colocan pequeñas pesas hasta que se produzca el rompimiento del producto. Se realizan 6 réplicas y los resultados se expresan en valores promedios de las mediciones expresados en Newton para obtener la fracturabilidad de las tortillas.

3.4.2. Análisis químicos

Medición de humedad

Se determina el contenido de humedad a cada muestra desarrollada, utilizando el método 925.06 descrito por la AOAC (1999),

mediante una estufa de 98 °C a 100 °C por 1 hora y vacío de 20 ± 5 plg de Hg hasta la obtención de un peso constante. El resultado se expresa en g/100 g de muestra.

Contenido de grasa

Se determina el contenido de grasa cruda por hidrólisis descrito por el método No. 922.06 de la AOAC (2005). El resultado se expresa en g/100 g de muestra.

Actividad de agua (a_w)

El equipo Aqua Lab modelo CX-2 permitió medir la actividad del agua de las muestras desarrolladas.

Contenido de carotenoides

Los carotenoides totales se determinan mediante extracción con acetona, éter y hexano, según el método descrito en AQCITA-M035 referencia. La muestra de fruta homogenizada se saponifico para eliminar interferencias, se mortariza con acetona para extraer los carotenoides presentes y se cuantifican los carotenoides en n-hexano a 450 nm por medio de espectrofotometría UV-visible. Los resultados se expresan en µg de beta caroteno/g muestra (BRITTON et al., 1995; MENACA y MURILLO, 2006; MARTÍNEZ y MURILLO, 2001; RODRÍGUEZ-AMAYA, 1999).

3.5. Metodología experimental

3.5.1. Pruebas preliminares

Se establecieron diferentes porcentajes de sustitución de harina de pijuayo en un rango del 50 al 80 % para obtener la mezcla de harina de maíz y harina de pijuayo, con el fin de lograr el mayor porcentaje de la última que permitiera obtener un producto de calidad aceptable.

Las mezclas de harina de maíz con harina de pijuayo se sometieron al proceso tecnológico tradicional de elaboración de tortillas de maíz para evaluar su comportamiento y definir el proceso tecnológico para la tortilla de pijuayo. Se fijó un espesor de 1,5 mm en las tortillas crudas a la hora del moldeado. Luego se establecieron los parámetros de proceso (temperatura, tiempo, etc.).

3.5.2. Elaboración de la harina

La harina se elaboró bajo las condiciones establecidas por UGALDE (2002) modificando el proceso para las etapas de desmolido y troceado del pijuayo y variando el valor para la velocidad de aire del secado.

En el presente trabajo se utilizó una máquina de moler con tornillo sin fin calibrado con una luz de abertura un poco mayor que el diámetro de una semilla que aplastara el fruto y facilitara el desmolido. La pulpa y las semillas fueron separadas manualmente.

3.5.3. Proceso definitivo para la obtención de tortillas de pijuayo tipo snack

Fue necesario establecer un diagrama definitivo del proceso productivo el cual describimos en los resultados según la figura 3.

3.5.4. Caracterización fisicoquímica de las formulaciones desarrolladas

Se aplicó un diseño irrestricto aleatorio y se realizaron los análisis de color, fracturabilidad, porcentaje de grasa, Aw y humedad, a cada una de las formulaciones desarrolladas y se compararon los resultados.

Los análisis se efectuaron por duplicado a tres repeticiones a excepción del color y la fracturabilidad, los cuales se realizaron con un mínimo de 6 réplicas a tres repeticiones. Este número de repeticiones se estableció de acuerdo con las limitaciones presupuestarias del proyecto que impidieron realizar un mayor número de repeticiones, al incrementarse los costos de los análisis fisicoquímicos.

Se realizó una estimación por intervalo de cada determinación. Se analizaron los resultados estadísticamente por medio del análisis de varianza (ANOVA) y prueba de comparación de medias de Tukey. Se calculó la respectiva potencia de la prueba con los datos de las 3 repeticiones programadas inicialmente.

3.5.5. Evaluación sensorial

Las diferentes formulaciones de chips de pijuayo tipo "snack se sometieron a dos diferentes tipos de pruebas sensoriales.

Prueba de diferencia

Mediante una prueba de diferencia de comparación pareada, se determinó si existía diferencia entre las formulaciones, evaluando los atributos de sabor, color, fracturabilidad y dureza con 20 jueces semi-entrenados. A cada uno de los jueces se le preguntó cuál de las dos muestras era la más dura, la más oscura (tonalidad café), la más fracturable y cuál sabía más a pijuayo, siguiendo el procedimiento ASCITA- M001.

Se evaluaron las siguientes combinaciones en la sustitución de harina de pijuayo por la de maíz: 50% vs. 60%, 50% vs. 70% y 60% vs. 70%. Las muestras fueron presentadas en forma aleatoria y balanceada a la vez para el grupo de jueces participantes.

La prueba se realizó en una sala exclusivamente para pruebas sensoriales que dispone de un área ventilada, libre de olores intensos, con cubículos separados para cada panelista. Las muestras fueron presentadas en cajas de Petri con luz blanca y se les proporcionó agua para que enjuagaran su boca.

Para esta evaluación se realizaron 3 repeticiones (BRUUN y SCHLICH, 1998). Los jueces se convocaron a 3 sesiones, cada una de estas realizadas en diferentes días. Los resultados se analizaron utilizando las tablas para la comparación pareada de 1 cola, con un nivel de significancia del 95% según el procedimiento descrito en el método ASCITA-M001 ya que por medio de las pruebas preliminares se conocían las tendencias.

Prueba de agrado

La segunda prueba fue la evaluación del producto por medio de la preferencia. Se evaluó la preferencia en el sabor, el color y la textura, mediante la prueba hedónica (agrado/desagrado). Se empleó una escala de nueve puntos, con 50 consumidores frecuentes de "snacks" y fruto de pijuayo cuyas edades se encontraban entre 15 y 70 años que pertenecían a la clase media. Los resultados se analizaron por medio del análisis de varianza (ANOVA).

3.5.6. Evaluación del efecto del proceso sobre el contenido de carotenoides en la elaboración de chips de pijuayo

Se realizó la determinación del contenido de carotenoides totales por duplicado a las diferentes etapas del proceso (pijuayo crudo, pijuayo cocinado, harina de pijuayo, masa obtenida, tortilla horneada, tortilla frita) para la formulación con mayor aceptación.

Se realizó una estimación por intervalo de cada determinación. Se analizaron los resultados estadísticamente por medio de la prueba de media t Student. Se calculó la respectiva potencia de la prueba con los datos de las 3 repeticiones programadas inicialmente.

3.6. Diseño experimental

En la figura 1 se tiene el diseño experimental

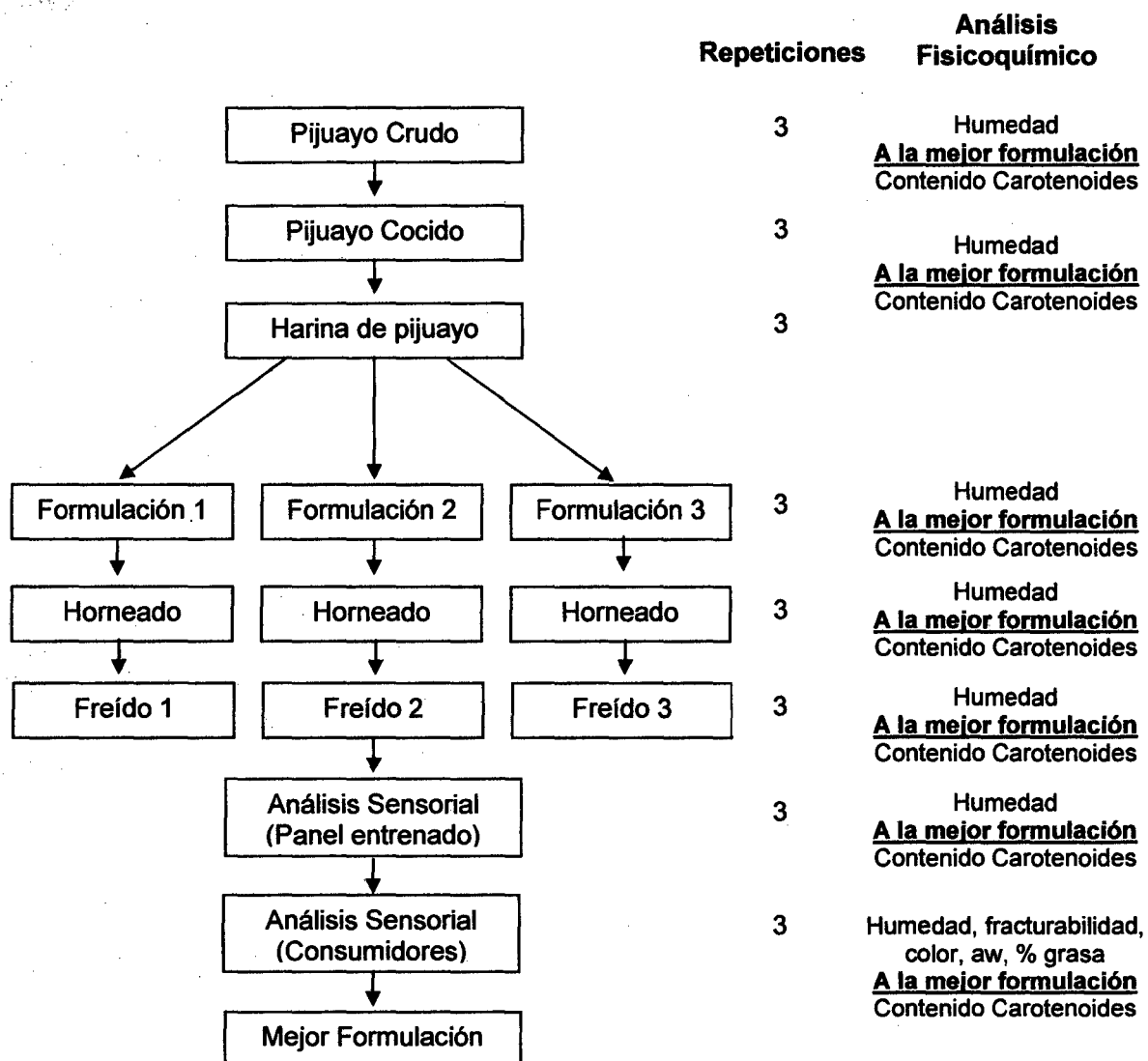


Figura 1. Diseño experimental para optimizar los parámetros.

3.7. Análisis estadístico

Las pruebas estadísticas se hicieron solamente a nivel de los ensayos preliminares para elaborar el snack tipo tortilla de pijuayo.

Para el ajuste de la formulación de la tortilla de pijuayo se utilizó un ANVA DCA simple por tratamiento o teniendo en cuenta cada variable en estudio con tres repeticiones, cuyo modelo matemático fue:

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Resultado de la evaluación

U = Efecto medio de las evaluaciones

T_i = Tratamiento

E_{ijk} = Error experimental

Se realizaron por medio de la Software Statgraphics.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Pruebas preliminares

4.1.1. Establecimiento de la cantidad de agua para obtener la masa

En el cuadro 2 se describen las características de las masas obtenidas con diferentes cantidades de agua añadida a las distintas mezclas de harina.

Cuadro 2. Características de la masa obtenida en función de la cantidad de agua añadida para la elaboración de tortillas de pijuayo tipo "snack"

Prueba	% Agua	Descripción de masa	Observaciones en la operación de moldeo
1	40	Masa quebradiza	Se quiebra en la operación.
2	50	Masa compacta	Pasa por los moldes sin ningún problema.
3	60	Masa suave	La masa queda pegada en el rodillo lo cual impide el moldeado.

Se realizaron pruebas con una proporción de harina de pijuayo y harina de maíz de 50 % / 50 % correspondientes en base seca. Se determinó que la cantidad de agua necesaria para obtener una masa con una consistencia apta para el procesamiento de las tortillas en la línea de proceso era de un 50 % con respecto a la masa total.

La masa obtenida se sometió a la línea de producción y en la operación de moldeado en donde dos formulaciones presentaron dificultades con el rodillo y los moldes. Cuando la cantidad de agua excedía el 50 %, la masa quedaba adherida al rodillo impidiendo el buen funcionamiento del molde. Cuando era menor de un 50 %, la masa era quebradiza y por lo tanto la tortilla se rompía en el moldeado.

4.1.2. Determinación del grado de sustitución de harina de pijuayo

Se realizó un panel sensorial informal con 8 personas quienes probaron sensorialmente las tortillas fritas elaboradas con las distintas formulaciones.

En el cuadro 3 se describen las características de las diferentes tortillas obtenidas empleando diferentes grados de sustitución de harina de maíz en base seca.

Cuadro 3. Características de las tortillas fritas elaboradas con las diferentes proporciones de harina de pijuayo.

Prueba	% Harina pijuayo	% Harina maíz	Observaciones de las tortillas fritas
1	50	50	Su sabor es muy parecido a las tortillas de maíz, sin embargo se detecta un leve sabor diferente. No se siente grasa en la mano al manipularlo.
2	60	40	Se detecta el sabor diferente que corresponde al pijuayo. No se siente grasa en la mano al manipularlo.
3	70	30	Se detecta fácilmente un sabor diferente a los típicos <i>chips</i> de maíz. Se siente un poco de grasa en la mano al manipularlo.
4	80	20	Difícil de manipular a nivel industrial porque la masa no "amarra". Se siente mucha grasa en la mano al manipularlo. La que más sabe a pijuayo.

De los resultados presentados en el cuadro 4, se puede notar que las diferentes sustituciones de harina de pijuayo propician que se realce el sabor al fruto, es decir, que a mayor porcentaje de harina de sucedánea en la formulación, mayor es el sabor a pijuayo detectado. Sin embargo, se notó a simple vista que al aumentar el porcentaje de sustitución, la absorción de grasa en la tortilla también se incrementa. No obstante, esto se debe verificar con las pruebas definitivas utilizando los resultados de la determinación del contenido de grasa de cada producto.

En la prueba 4 que comprende un porcentaje de sustitución del 80% en base seca de harina de pijuayo, la manipulación de la masa era difícil. Esto se da porque el pijuayo no tiene capacidad de aglutinación, lo que dificultaba la obtención de la masa y el moldeado y en consecuencia no se podían formar los chips.

Con estos resultados se escogieron los porcentajes de sustitución de harina de pijuayo para la realización de las pruebas definitivas. Las proporciones seleccionadas de harina de pijuayo con respecto a la mezcla de harinas fueron: 50%, 60% y 70%.

4.1.3. Determinación de la cantidad de sal en la formulación

Una vez determinada la cantidad de harina de pijuayo a utilizarse en la formulación, se prosiguió a establecer el porcentaje de sal en la elaboración de los "snacks". Las cantidades de sal en base seca que se preseleccionaron fueron: 1,50%, 2,00%, 2,50% y 3,00%. Se elaboraron las tortillas con los diferentes porcentajes de sal y se realizó un panel informal sensorial con 8 personas. En el cuadro 4 se describen las características descritas por el panel para las distintas tortillas obtenidas empleando diferentes porcentajes de sal. El porcentaje que se escogió fue el de 2,50% en base seca. Esto porque valores menores a éste no permitían una buena percepción del sabor a pijuayo y el producto resultaba insípido, mientras que para valores mayores a 2,5% la intensidad del salado ya era inaceptable.

Cuadro 4. Características de las tortillas de pijuayo tipo "snack" elaboradas con diferentes cantidades de sal.

Prueba	% sal	Observaciones de las tortillas fritas
1	1,50	Sabor insípido.
2	2,00	No sabe mucho a pijuayo. Le falta salado.
3	2,50	Resalta sabor a pijuayo. Salado adecuado.
4	3,00	Muy salado.

4.2. Características fisicoquímicas de las tortillas

4.2.1. Determinación de color

El color de los *chips* de pijuayo fue determinado con el sistema CIELAB utilizando los parámetros L*, a*, b*, *chroma**, *hue** los cuales permiten evaluar el efecto de la sustitución de harina de pijuayo en las tortillas y las diferencias de color existentes entre las formulaciones. En el cuadro 6 se presentan los datos de color para los distintos productos elaborados.

En el cuadro 5 se presentan los datos para la determinación de color de las tortillas de pijuayo tipo "snack", en el cuadro 6 los resultados del análisis de varianza (ANOVA) y en el cuadro 7 los resultados de comparación de promedios de las diferentes formulaciones.

Cuadro 5. Parámetros de color de las diferentes formulaciones de las tortillas de pijuayo tipo "snack" (n=3)

Parámetro de color	Sustitución de harina de pijuayo		
	50%	60%	70%
a*	18,30 ± 0,80	18,60 ± 0,80	19,10 ± 0,50
b*	41,50 ± 0,60	40,80 ± 0,60	39,30 ± 0,90
L*	49,30 ± 1,00	47,20 ± 0,90	46,20 ± 0,50
Hue	66,00 ± 1,00	65,50 ± 0,70	64,09 ± 0,08
Chroma	45,40 ± 0,50	44,80 ± 0,90	43,70 ± 1,00

Cuadro 6. Resultados del análisis de varianza (ANOVA) para los parámetros de color.

Parámetro	G.L.	Valor F	Probabilidad asociada	Potencia de prueba
a*	2	0,8487	0,4736	0,14
b*	2	7,7293	0,0219*	0,77
L*	2	11,2572	0,0093*	0,90
Hue	2	5,8795	0,0386*	0,65
Chroma	2	3,4743	0,0995	0,43

Cuadro 7. Resultados de la prueba de comparación de promedios para el color según las diferentes formulaciones

Parámetro de color	Sustitución de harina de pijuayo		
	50%	60%	70%
b*	41,50 ± 0,60 a	40,80 ± 0,60 ab	39,30 ± 0,90 b
L*	49,30 ± 1,00 a	47,20 ± 0,90 b	46,20 ± 0,50 b
Hue	66,00 ± 1,00 a	65,50 ± 0,70 ab	64,09 ± 0,08 b

ab: grupos homogéneos.

Entre los promedios con diferentes letras existe diferencia significativa ($p < 0,05$)

Se observó que el porcentaje de sustitución de la harina de pijuayo tuvo efecto significativo sobre los parámetros de color b^* , L^* y Hue* del "snack" desarrollado. Las coordenadas a^* y b^* representan variación entre las coloraciones rojo-verde (+a, -a) y amarillo-azul (+b,-b), respectivamente (WESTLAND, 2004). Como se puede observar en el cuadro 6, los valores de a^* son positivos lo que indica que los chips se acercan a una "coloración rojiza". El parámetro b^* se encuentra próximo a +50 por lo que se puede apreciar una "coloración amarillenta". En el cuadro 6 se puede notar que existe una diferencia significativa entre las tortillas con menor y mayor cantidad de pijuayo debido a que con la harina de maíz se obtiene una coloración más amarilla, lo que contribuye a aumentar el valor del parámetro b^* acercándose a la coloración amarilla. En cambio, las tortillas que tienen mayor cantidad de harina de pijuayo presentan una coloración más anaranjado-café.

El valor de L^* indica la luminosidad y es el atributo de una sensación visual que va de 0 (negro) a 100 (blanco) (WESTLAND, 2004). El valor de L^* en el producto terminado se encuentra cerca de +50, Sin embargo el chip es más claro cuando tiene menor cantidad de harina de pijuayo en la formulación (cuadro 6). A un 50% de sustitución de harina de pijuayo, se puede apreciar que el producto es más claro que los chips de 60% y 70% de sustitución, mostrando que es diferente del resto de las formulaciones. La harina de pijuayo es de un color anaranjado y la de maíz es blanca. Por lo tanto, al agregar mayor cantidad de harina de pijuayo, el producto se oscurece.

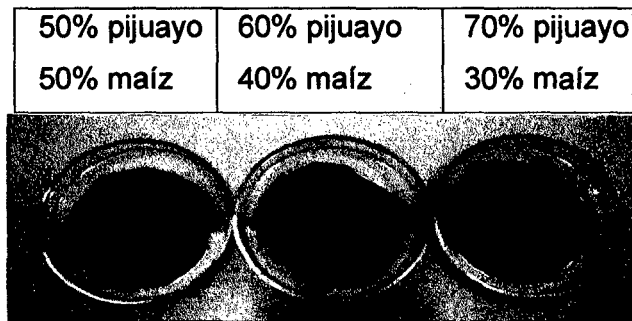


Figura 2. Niveles de sustitución en las Tortillas de harina de pijuayo.

La sensación visual según la cual una región se asemeja a un color es definida por el tono (h^*), que es el ángulo de giro con respecto a los valores a^* y b^* (NOLLET, 2004). Los valores para los ángulos de hue son de alrededor de 65, lo que indica que el color del "snack" producido se encuentra muy cercano a la coloración anaranjada. De esta forma se evidencia que a mayor cantidad de harina de pijuayo, los chips van a tender a presentar un color anaranjado. En el cuadro 6 se puede notar que existe una diferencia significativa entre la menor y la mayor sustitución de harina de pijuayo.

La pureza o saturación (chroma) se refiere a la relación entre la cantidad del tono de color predominante y la cantidad de color gris o suma de todos los tonos espectrales (DURÁN, 1980). El valor del chroma de los chips disminuye al incrementar el porcentaje de sustitución, sin embargo no existe diferencia significativa entre las formulaciones.

4.2.2. Determinación de fracturabilidad

En el cuadro 8 se presentan los datos para la determinación de fracturabilidad como parámetro de textura de los "snacks" de pijuayo y en el cuadro 9 se presentan los resultados del análisis de varianza.

Cuadro 8. Fracturabilidad de la tortilla frita obtenida para cada formulación

Sustitución con harina de pijuayo	Fracturabilidad (N)
50%	8,30 ± 1,50
60%	8,00 ± 0,30
70%	7,40 ± 1,20

Cuadro 9. Resultados del análisis de varianza de la fracturabilidad para las formulaciones.

Parámetro	G.L.	Valor F	Probabilidad asociada	Potencia de prueba
Fracturabilidad	2	0,4426	0,6618	0,09

Los valores de F se interpretan como significativos cuando * $p < 0,05$

La fracturabilidad es la fuerza a la que un material se fractura, que en este caso es de (7,4 ± 1,2) N para la formulación que emplea 70% de sustitución por harina de pijuayo y (8,3 ± 1,5) N para la de 50% de sustitución (cuadro 9). No se observó una diferencia significativa en la fracturabilidad entre las tres formulaciones evaluadas, sin embargo sí se observa como tendencia un aumento de la fuerza promedio al disminuir el porcentaje de sustitución de harina de maíz por la de pijuayo. La harina de maíz hace que

se produzca un chip más consistente mientras que la harina de pijuayo produjo una tortilla más débil por su poca capacidad para aglutinarse.

Para una tortilla chip que se fríe a 190°C por 30 segundos se reporta en la literatura una fracturabilidad de 6,5 N (MOREIRA et al., 1995 b). Los datos presentados en el cuadro 9 se asemejan a los de una tortilla que existe en el mercado, sin embargo, la tortilla chip con sorgo es más fracturable debido a que tiene una fracturabilidad de $(10,6 \pm 1,7)$ N (CEDILLO, 2005). La diferencia se puede deber a diferentes factores como el grosor de la tortilla y sus ingredientes.

4.2.3. Determinación de actividad de agua (A_w) y humedad

En el cuadro 10 se presentan los resultados obtenidos para la actividad de agua (A_w) y el contenido de humedad de las tortillas fritas elaboradas mediante tres distintas formulaciones y en el cuadro 11 se presenta el análisis de varianza.

Cuadro 10. Actividad de agua y humedad en la tortilla frita obtenida para cada formulación (n=3).

Sustitución de harina de pijuayo	A_w	Humedad (%)
50%	$0,35 \pm 0,03$	$3,40 \pm 0,50$
60%	$0,38 \pm 0,03$	$3,40 \pm 0,50$
70%	$0,39 \pm 0,07$	$3,20 \pm 0,30$

Cuadro 11. Resultados del análisis de varianza de las características fisicoquímicas obtenidos con las diferentes formulaciones.

Parámetro	G. L.	Valor F	Probabilidad asociada	Potencia de prueba
Aw	2	0,5894	0,5838	0,10
Humedad	2	0,1782	0,8411	0,80

Los valores de F se interpretan como significativos cuando * $p < 0,05$

El Aw es la porción de agua disponible de un alimento que propicia diversos procesos químicos, físicos y microbiológicos, tanto favorables como indeseables (BADUI, 1999). Los *chips* de piña freídos al vacío a 112°C por 6,9 minutos contienen una humedad de 3,7% y Aw de 0,29 (PÉREZ-TINOCO *et al.*, 2008). El Aw de los *chips* de pijuayo son superiores y la humedad son menores a los valores obtenidos para los *chips* de piña fritos al vacío como se observa en el cuadro 11. La literatura recomienda que se debe tener un Aw y un contenido de humedad bajos (respectivamente <0,35 y <10%) para alcanzar una vida útil prolongada en productos deshidratados (MOREIRA *et al.*, 1999).

Como se observa en el cuadro 11, el chip de pijuayo con el menor valor de Aw es el elaborado empleando una sustitución de un 50 %. Se debe además señalar que para las tres formulaciones, la humedad de los "snacks" fue inferior a 10 %. Tanto el valor de Aw (0,35) como de la humedad (3,4 g/100 g) para la formulación con un 50 % de harina de pijuayo corresponden a los valores esperados para que un producto deshidratado tenga una vida útil más prolongada.

4.2.4. Determinación de grasa

En el cuadro 12 se presentan los valores obtenidos para el contenido de grasa de las tortillas fritas elaboradas empleando diferentes porcentajes de sustitución de harina de pijuayo y en el cuadro 13 los resultados del análisis de varianza de la determinación de grasa.

Cuadro 12. Contenido de grasa de las tortillas fritas de pijuayo elaboradas con diferentes porcentajes de sustitución de harina (n=3).

Sustitución harina de pijuayo	Grasa base seca (%)	Grasa base húmeda (%)	g grasa / 32 g
50%	25,8 ± 0,90	24,90 ± 0,80	7,71-8,22
60%	26,0 ± 1,00	25,00 ± 1,00	7,68-8,32
70%	27,2 ± 0,80	26,30 ± 0,70	8,19-8,64

Cuadro 13. Resultados del análisis de varianza del análisis de grasa

Parámetro	G.L.	Valor F	Probabilidad asociada	Potencia de prueba
Grasa	2	2,0441	0,2104	0,3000

Los valores F se interpretan como significativos cuando *p<0,05

Las tortillas de maíz tipo "snacks" que se encuentran en el mercado nacional reportan 7g de grasa en B.H. en una porción de 32 g. Como se muestra en el cuadro 13, se puede notar que las tortillas de pijuayo obtenidas por fritura presentan un contenido de grasa ligeramente superior al de los productos que se encuentran en el mercado, los cuales tienen mucha

aceptación por parte de los consumidores a pesar de contener dicha cantidad de grasa.

A medida que el producto es freído, las células internas del alimento se van deshidratando y el agua evaporada es sustituida por el aceite (MOREIRA et al., 1995a). Según la literatura, los chips son freídos en aceite obteniendo entre un 22-25% de grasa.

Los chips con menor cantidad de grasa pueden ser duros y tener una pobre sensación bucal y los chips con demasiada grasa pueden dejar la sensación de grasa en la boca (JUTTELSTAD, 1999).

Las diferentes formulaciones desarrolladas de tortillas de pijuayo no presentan diferencia significativa en cuanto al contenido de grasa del producto terminado. En general, el contenido de grasa de la mayoría de las frutas oscila entre 0,1%-0,5% del peso fresco (BELITZ y GROSCH, 1997). Sin embargo, el aguacate es un fruto muy conocido por su alto contenido de grasa, ya que contiene de 3 a 15% B.H. (CRANE et al., 2005). El pijuayo cocinado con cáscara que se utilizó para esta prueba presentó un contenido graso de 5,3 a 7,2% B.H., menor que el del aguacate y mayor al de las frutas en general.

Al realizar la mezcla de harina de pijuayo y harina de maíz, la cual contiene aproximadamente un 5 % B.H. de grasa (BRESSANI et al., 1972), se obtiene una combinación de grasas de ambas fuentes.

El mesocarpio del fruto de pijuayo presenta una proporción alta de ácidos grasos insaturados, principalmente de ácido oleico (MORA, 1997) que también contribuye en el valor de grasa de los chips de pijuayo.

Parte de la grasa obtenida incluye también carotenoides provenientes del fruto de pijuayo debido a que los carotenoides son compuestos hidrofóbicos, sustancias lipofílicas y son insolubles en agua. Estos compuestos se disuelven en solventes orgánicos como acetona, alcohol, etc. (RODRÍGUEZ-AMAYA, 1997) y son extraídos luego junto con la grasa que se encuentra en las tortillas de pijuayo.

4.3. Evaluación de la calidad sensorial y aceptación de las formulaciones desarrolladas

En el cuadro 15 se presentan los resultados obtenidos a partir de la evaluación sensorial de las tortillas elaboradas con las tres formulaciones que se estudiaron.

4.3.1. Evaluación de la calidad sensorial

Cuadro 14. Resultados obtenidos en la prueba de diferencia comparación pareada.

Características sensoriales	A vs. B			A vs. C			B vs. C		
	A	B	Probabilidad	A	C	Probabilidad	B	C	Probabilidad
Color	9	40	***0,001	5	52	***0,001	15	25	*0,05
Sabor	19	38	*0,05	8	32	***0,001	15	18	-
Dureza	21	16	-	39	18	**0,01	33	23	-
Fracturabilidad	20	22	-	27	24	-	17	12	-

Diferencia significativa a * 0,05; ** 0,01; *** 0,001 de nivel de confianza

Grado de sustitución de la harina de pijuayo para la elaboración de tortilla A=50%, B=60%, C=70%

Los resultados de la prueba de comparación de pares indican (Cuadro 14) que no hubo diferencia alguna en la fracturabilidad del producto al emplear diferentes sustituciones y solicitar al juez la selección de la tortilla con mayor fracturabilidad. Sin embargo, los jueces sintieron diferencia en la dureza entre los chips elaborados con mayor y menor sustitución de harina de pijuayo a un nivel de confianza de 0,01%. Los jueces encontraron que el chip con mayor porcentaje de sustitución es menos duro por la disminución de esfuerzo a la hora de masticar, dadas las características que proporciona la harina de pijuayo.

Se encontró mayor contraste en el sabor entre las tortillas que tenían un 50% y 70% de sustitución de harina de maíz por la de pijuayo (nivel de confianza de 0,001%). El contraste de sabor fue menor entre las sustituciones 50% y 60% (nivel de confianza de 0,01%). Los jueces conocen el sabor del pijuayo y el que proporcionan los chips de maíz que se encuentran en el mercado, por lo tanto pudieron identificar un mayor sabor a pijuayo en las tortillas con mayor sustitución.

Se halló diferencia altamente significativa al 0,001% entre el color de las tortillas correspondientes a las formulaciones A y B y entre las formulaciones A y C. Según la sección 4.2.1., al utilizar un análisis instrumental, los chips con un 50% y 70% son diferentes en los parámetros b^* y Hue. Por otro lado, en el parámetro L^* los chips de 50% eran diferentes a 60 % y 70%, lo que indica que el análisis instrumental y la evaluación sensorial con jueces entrenados convergen en los resultados obtenidos.

4.3.2. Prueba de agrado

En el cuadro 15 se muestran los resultados obtenidos para la evaluación de la aceptación realizada con 50 consumidores.

Cuadro 15. Resultados de la prueba de comparación de medias para el agrado de las formulaciones evaluadas.

Sustitución	Puntaje promedio		
	Textura	Sabor	Color
50%	66 a	67 a	75 a
60%	66 a	68 a	63 b
70%	62 a	58 b	49 c

Entre los promedios con diferentes letras existe diferencia significativa ($p < 0,05$)

Los jueces consumidores no encontraron diferencia significativa en el agrado por la característica de textura de los chips, lo cual concuerda con los resultados de las pruebas de discriminación para evaluar la fracturabilidad en que no había diferencia entre ellas. Sin embargo, el 30 % de los consumidores indicó que "lo que más les gustó fue la textura de la tortilla", mientras que el 10 % destacó que esta característica es la que más les disgustó. Un 6% de los consumidores hallaron a las tortillas "un poco grasosas" y que se podía hacer una mejora en este sentido al producto.

Se halló diferencia significativa en el agrado del sabor de los chips y se encontró que la tortilla frita elaborada con el mayor grado de sustitución fue el producto que menos gustó. Aparentemente, de acuerdo con estos resultados, los consumidores prefieren un "leve sabor a pijuayo" y no salirse de lo convencional que es el sabor de maíz. Sin embargo, las tortillas

elaboradas con 50 y 60% de harina de maíz tuvieron la mayor aceptación en cuanto al sabor y no se encontró diferencia significativa entre ambas formulaciones. En sus comentarios, un 60% de los consumidores indicaron que la característica que más les agradó de las tortillas fue el sabor. No obstante, un 18 % manifestó que no le agradaba el sabor por el sabor marcado a pijuayo como principal razón. Algunos expresaron que tenía un sabor "amargo", así como algunos indicaron que " tenía poco sabor a pijuayo".

Por otra parte, las tres formulaciones de chips fueron consideradas de distinta aceptación por su color, siendo la más agradable la tortilla con un 50% de sustitución, la cual presenta una coloración "más clara" y "parecida a los chips de maíz" encontrados en el comercio. En general, los consumidores indicaron en sus comentarios como posible mejora del producto "que se debía mejorar el color oscuro de las tortillas de pijuayo" refiriéndose a las formulaciones con mayor cantidad de harina de pijuayo (60 % y 70 % de sustitución).

De acuerdo con estos resultados de aceptación, se determinó la formulación con una sustitución del 50% de harina de pijuayo como la tortilla mejor evaluada por los consumidores y se escogió dicha formulación para así determinar los cambios en el contenido de carotenoides en cada operación unitaria del proceso.

4.4. Proceso definitivo para la obtención de tortillas de pijuayo tipo snack

4.4.1. Descripción del proceso

Lavado y desinfección

Los racimos se sometieron a una inmersión en un tanque con agua potable para eliminar insectos, contaminantes orgánicos y superficiales adheridos a la fruta de pijuayo. Luego se procedió a una inmersión por 10 min en una disolución 100 ppm de hipoclorito de sodio preparado a partir de hipoclorito de sodio al 12 %.

Separación y selección

Los frutos de los racimos se cortaron manualmente y se eliminaron aquellos con mal olor, golpes o rastros de microorganismos. Se aceptaron los pijuayos de todo tamaño.

Cocción

Se cocinaron las frutas en las marmitas de cocción cuando se trabajó en la Universidad y en ollas cuando se trabajó en el Distrito de Pólvora a temperatura de ebullición (96 °C) por un periodo de 30 minutos para aumentar la digestibilidad de proteínas y carbohidratos, y disminuir los factores antinutricionales del pijuayo.

Prensado y desemillado

Las frutas se pasaron por un molino manual de tornillo sin fin que se encargó de separar la semilla de la pulpa al ser sometido a presión.

Luego se procedió a eliminar manualmente las semillas que quedaron para completar la operación de desemillado.

Secado

La pulpa obtenida se colocó en las bandejas con una carga de 11,4 kg/m² y se deshidrataron a 70 °C en un secador de aire caliente con una velocidad de 2,5 m/s hasta llegar a una humedad del 10 %

Molienda

Se molieron los frutos deshidratados a través de un molino de martillos con una malla de 0,060 pulgadas de apertura.

Mezclado

Se mezcló la harina de maíz, la harina de pijuayo y la sal en una mezcladora. Se añadió agua en una relación 1:1 (harina: agua) poco a poco hasta formar una masa.

Amasado

La masa formada se amasó en una amasadora de panificación por un periodo de 4 minutos en velocidad 2 hasta llegar a una masa con la textura adecuada para la siguiente operación.

Moldeado

Se obtuvo la forma de la tortilla por medio de una laminadora de panificación luego se dio forma a las tortillas con un sacabocado que se hizo

con un tubo de PVC de 2 pulgadas de diámetro. El peso de la tortilla debía ser de 8 g con un grosor de 1,5 mm.

Horneado

Esta operación se realizó en un horno continuo a una temperatura de 290 a 310 °C por un tiempo de 35 segundos.

Enfriado

Se enfrió el producto horneado a temperatura ambiente evitando condensaciones a la hora de empacarlos en bolsas plásticas para luego ser trasladados hasta las cocinas donde estaban acondicionadas las cacerolas y continuar con la operación de fritura.

Freído

Se frieron los productos formados en un freidor a una temperatura de 190 °C por 20 segundos utilizando oleína de palma en una relación 1:100 de producto: aceite.

Enfriado

Se enfriaron a temperatura ambiente las tortillas para evitar la condensación de vapor una vez empacado.

Empacado y almacenamiento

Se empacaron en bolsas laminadas y se almacenaron en congelación las muestras que se utilizaron en los análisis químicos.

4.4.2. Diagrama de flujo definitivo, balance de materia, rendimiento por proceso y rendimiento por operación.

En la figura 3 se tiene el diagrama de flujo definitivo para la obtención de tortilla de pijuayo tipo Snack

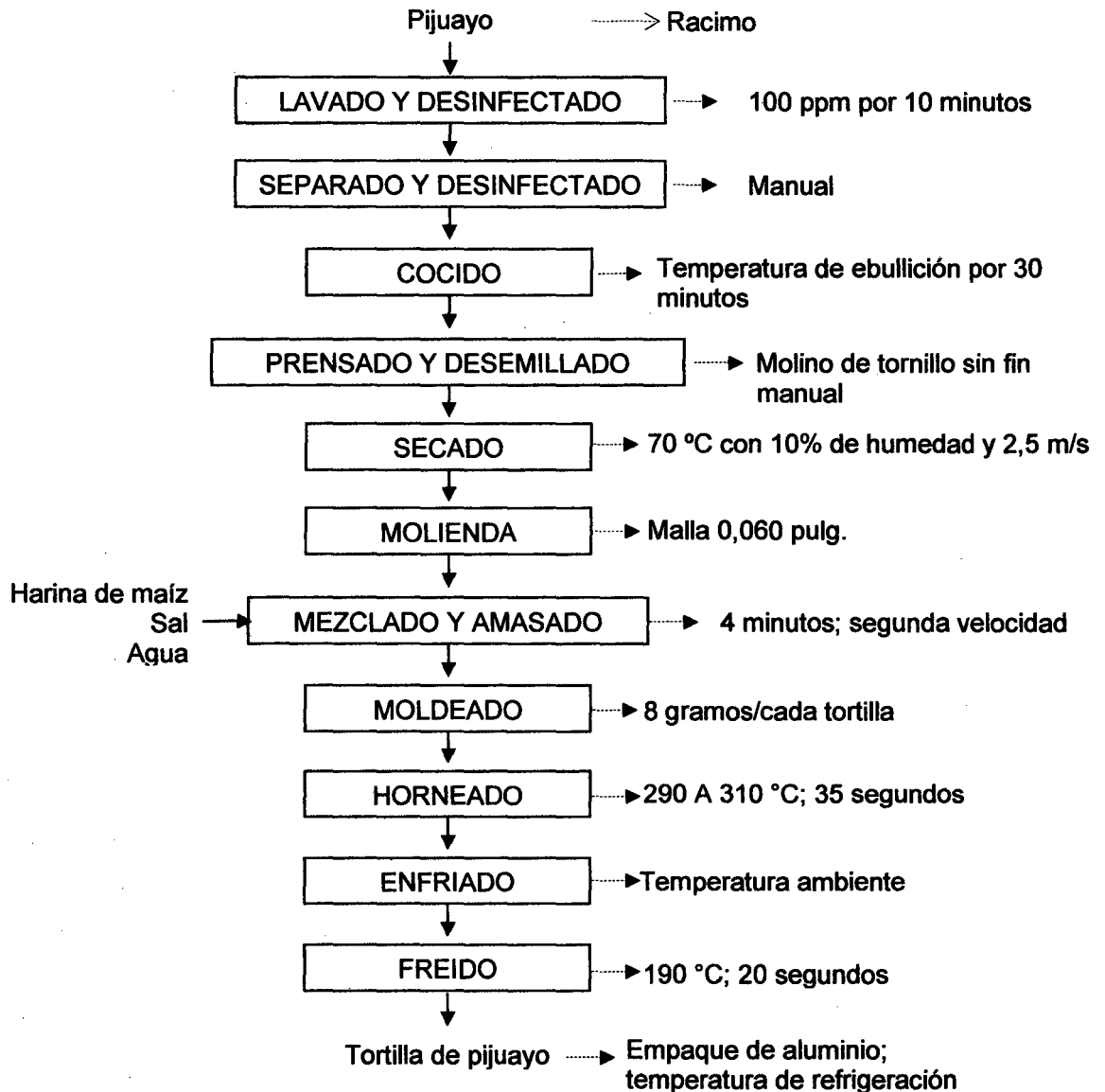


Figura 3. Diagrama de flujo definitivo para la elaboración de tortilla tipo Snack de pijuayo.

En la figura 4 se tiene el diagrama con el balance de materia para elaborar tortilla tipo Snack de pijuayo.

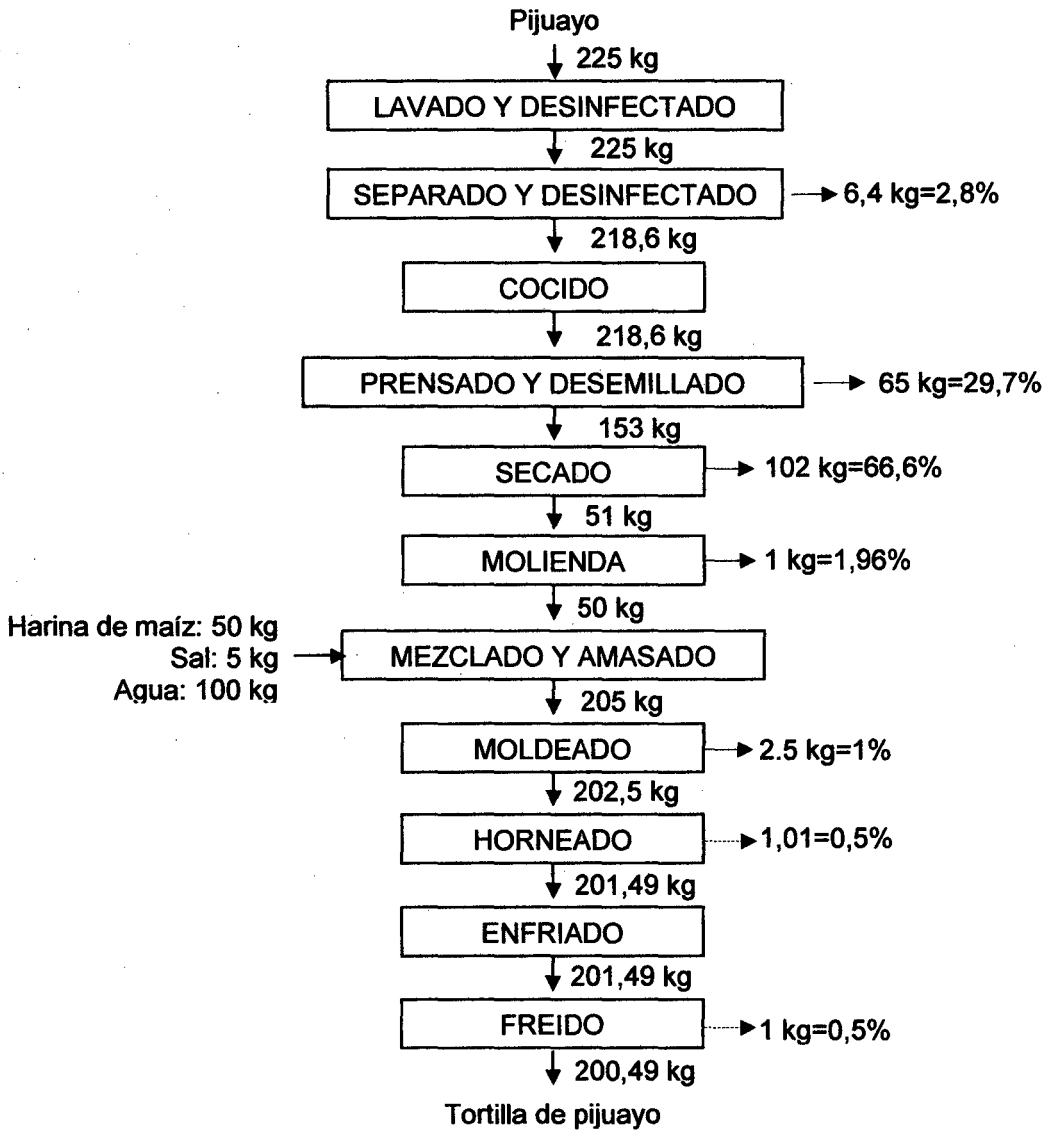


Figura 4. Balance de materia para la elaboración de tortilla tipo Snack de pijuayo.

Tabla 16. Rendimiento por operación y rendimiento por proceso para la elaboración de tortilla tipo Snack de pijuayo.

OPERACIÓN	INGRESA		CANTIDAD		CONTINUA	REND. X OPER.	REND. X PROC.
	(Kg)	ADICIONA	(Kg)	SALE			
Lavado y desinfección	225.00				225.00	100.00	97,16
Secado y accionado	218.60			Impurezas (2.80%) 6,40	218.60	97.16	100.00
Secado	218.60			Agua (0.00%) 00,00	218.60	100.00	97.16
Secado y semillado	218.60			Cascarilla y Semilla (29.70%) 65.00	153.00	69.99	68.00
Secado	153.00			Agua (66.60%) 102.00	51.00	33.33	22,67
Secado de la masa	51.00			Per. Almendra (1.96%) 1.00	50.00	98,04	22.22
Secado y secado	50.00	Harina Maíz (22.22%) 50.00	50.00		-		
		Sal (2.22%) 5.00	5.00		-	205.00	410.00
		Agua (44.44%) 100.00	100.00		-		
Secado	205.00			Per. Masa (1.00%) 2.50	202.50	98.78	90.00
Secado	202.50			Agua (0.50%) 1.10	201.49	99.50	89.55
Secado	201.49				201.49	100.00	89.55
Secado	200.49			Agua (0.50%) 1.00	200.49	99.50	89.11

4.5. Evaluación del cambio en el contenido de carotenoides totales durante el proceso de elaboración de la tortilla frita de pijuayo de mayor aceptación

En el cuadro 17 se presentan los valores determinados para el contenido de carotenoides totales, luego de cada etapa del proceso de producción de la tortilla frita elaborada con una proporción de 50/50 de harina de pijuayo y harina de maíz. En el cuadro 18 se presenta el resultado de la prueba t para evaluar cada operación en la elaboración de los chips de pijuayo.

Cuadro 17. Contenido de carotenoides totales de cada producto obtenido durante el procesamiento de las tortillas fritas (n=3)

Etapa del proceso	Carotenoides totales µg/g		
	Base húmeda	Base seca	Base seca sin grasa
Pijuayo crudo con cáscara	163 ± 30	367 ± 33	429 ± 33
Pijuayo cocido con cáscara	197 ± 28	447 ± 27	521 ± 17
Harina de pijuayo	89 ± 14	97 ± 15	-
Masa (50% harina de pijuayo)	41 ± 20	77 ± 40	-
Tortilla horneada	51 ± 40	76 ± 90	-
Tortilla frita	27 ± 20	28 ± 20	38 ± 20

Cuadro 18. Efecto de la operación de proceso en el contenido de carotenoides totales en base seca.

Etapa del proceso	G.L.	Valor t calculado	Probabilidad asociada	Potencia de prueba
Crudo vs. Cocido	1	10,6400	0,0300	0,6800
Cocido vs. Harina	1	398,7300	< 0,0010	1,0000
Harina de pijuayo vs. Masa	1	5,4300	0,0800	0,7000
Masa vs. Tortilla horneada	1	0,0100	0,9000	0,7300
Tortilla horneada vs. Tortilla Frita	1	78,4500	0,0009	1,0000

Los valores t se interpretan como significativos cuando $p < 0,05$

El fruto de pijuayo debe ser sometido a la operación de cocción que permite eliminar los factores antinutricionales que tiene. En un estudio con vegetales españoles hervidos por 10 a 38 minutos en una olla tapada con agua, se obtuvieron niveles muchos más altos de β -carotenos que en esos mismos vegetales no cocidos (RODRÍGUEZ- AMAYA, 1997). Este estudio es concordante con los resultados del presente trabajo; el incremento estadísticamente significativo del contenido de carotenoides en el fruto de pijuayo después de la cocción, indicaría que los carotenoides son más fácilmente extraíbles en los frutos cocidos.

Es importante destacar que el contenido de carotenoides totales del pijuayo de Tocache es superior al de la mayoría de las frutas. Por ejemplo, el fruto de pijuayo proveniente de la Selva baja Ucayali tiene un contenido de carotenoides de $22 \pm 12 \mu\text{g/g}$, el cual es mayor que el reportado en frutas como mango (Tommy Atkins) ($13 \pm 1 \mu\text{g/g}$), papaya (Solo) ($2,5 \pm 1,0 \mu\text{g/g}$), guayaba ($12,4 \pm 5,3 \mu\text{g/g}$) o la acerola ($26 \pm 4 \mu\text{g/g}$) (RODRÍGUEZ- AMAYA,

1996). Sin embargo, como se muestra en el cuadro 18, se puede notar que el fruto de pijuayo de Tocache presenta un contenido de carotenoides incluso mayor que el fruto de Ucayali.

La deshidratación de los trozos de pijuayo para la obtención de la harina se realizó a una temperatura de 70°C en un periodo de tiempo extenso (aproximadamente 8 horas) debido a la cantidad de producto que se procesó y al tipo de secador. En los cuadros 17 y 18 se observa que la operación de secado reduce significativamente el contenido de carotenoides, recuperándose en la harina el 21,7% de los carotenoides inicialmente presentes en el fruto. La degradación de estos compuestos se debe fundamentalmente a reacciones de oxidación, ya sean no enzimáticas o debidas a la acción de enzimas como las lipoxigenasas, y se presenta generalmente durante el secado de frutas y vegetales (MELÉNDEZ et al., 2004a).

Al preparar la masa a partir de la mezcla de harinas, no se encontró una disminución significativa en el contenido de carotenoides totales. En esta operación no se aplicó calor que pudiera causar su degradación y además, el maíz contiene algunos carotenoides (PITA, 2006). Según estudios, se ha determinado que el beta-caroteno equivale aproximadamente el 22 % del total de carotenoides 4 a 11,3 µg/g de maíz amarillo (ONU, 1993) que contribuyen a la concentración de carotenoides en el chip y determinan que no haya una pérdida significativa en esta operación de preparación de la masa.

Se puede notar en el cuadro 18 que el horneado no causa un efecto significativo sobre el contenido de carotenoides. Estos compuestos son susceptibles a la isomerización y oxidación durante el procesamiento y el almacenamiento, obteniéndose una pérdida de color y de actividad biológica además de la formación de compuestos volátiles que imparten olores deseables e indeseables en alimentos. La consecuencia de la oxidación depende de la presencia de oxígeno, metales, enzimas, lípidos insaturados, prooxidantes, antioxidantes, exposición a la luz, tipo y estado físico de los carotenoides presentes, severidad del tratamiento, material de empaque, condiciones de almacenamiento. En este caso, el calentamiento por horneado promueve la isomerización trans cis (RODRÍGUEZ-AMAYA, 1997) aunque no afectaría el contenido de carotenoides totales, por lo que se obtiene la misma concentración en base seca para la masa y la tortilla horneada.

En la literatura se recomienda que el procesamiento de los alimentos se dé a una temperatura lo más baja posible por el tiempo más breve, sin embargo el procesamiento a alta temperatura y tiempo corto es una buena alternativa (RODRÍGUEZ-AMAYA, 1997). Como se observa en el cuadro 17, el freído ocasiona pérdidas significativas de carotenoides de aproximadamente 63% en la tortilla frita (con relación al contenido de la tortilla horneada), lo que podría deberse a una oxidación de los pigmentos cuando se aplica una temperatura de 190°C durante 20 segundos, tratamiento que corresponde a una temperatura alta en un periodo corto.

Además, es necesario señalar que los carotenoides son compuestos lipofílicos que pudieron haber migrado hacia el aceite que se utilizó para la

fritura y a la vez pudo haber habido un ingreso de aceite a la tortilla frita. Por lo tanto, se expresaron los resultados en base seca sin grasa para establecer el efecto de la fritura sobre el contenido de carotenoides. En el cuadro 17 se observa que efectivamente hay una disminución en el contenido de los carotenoides totales durante el proceso de secado y fritura.

Como se mencionó anteriormente, de acuerdo con lo reportado por RODRÍGUEZ-AMAYA (1996), el pijuayo tiene un contenido de carotenoides mayor a otras frutas tales como mango, papaya, guayaba y acerola. En el presente estudio se encontró que incluso los chips fritos de pijuayo (27 ± 2 $\mu\text{g/g}$ B.S.), los cuales han sido tratados térmicamente, contienen una mayor cantidad de carotenoides que la mayoría de las frutas.

V. CONCLUSIONES

- La cantidad de harina de pijuayo empleada en la mezcla influye significativamente sobre las variables de color b , L^* y Hue, mientras que no se encontró efecto significativo sobre los parámetros de fracturabilidad, A_w , contenido de humedad y de grasa de la tortilla frita.
- La evaluación sensorial con un panel de jueces entrenados determinó que existe diferencia significativa ($p < 0,05$) en el color de las tres formulaciones desarrolladas (con porcentajes de sustitución de harina de pijuayo de 50, 60 y 70%). Se logró además percibir una diferencia significativa ($p < 0,01$) en la dureza de los chips con menor y mayor cantidad de harina de pijuayo, siendo más dura la tortilla con menor sustitución.
- La formulación con menor agrado en cuanto a sabor y color, por parte de los consumidores, correspondió a la de mayor sustitución de harina de maíz por la de pijuayo (70%), con una diferencia significativa de 0,05. Por otra parte, las tortillas fritas elaboradas con 50% de harina de pijuayo fueron las de mayor aceptación por parte de los consumidores en cuanto a su color, por lo que se seleccionó esta formulación para la obtención de los chips.
- La cocción del pijuayo favoreció la extracción de los carotenoides lo que se traduce en un mayor contenido de carotenoides en el fruto cocido.

- El secado influyó significativamente en la pérdida de carotenoides debido a la alta temperatura y el tiempo de deshidratación prolongado.
- La fritura disminuyó significativamente la cantidad de carotenoides presentes en la tortilla debido a las altas temperaturas aplicadas y a la probable migración de estos compuestos hacia el aceite de fritura.

VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar el efecto del tiempo y la temperatura de horneado y de fritura sobre las características de calidad del producto terminado.
- Comparar el contenido de carotenoides de los "snacks" que se encuentran en el mercado y el "snack" tipo tortilla elaborado a base de pijuayo.
- Desarrollar un producto tipo tortilla a base de pijuayo utilizando solamente la operación de horneado.
- Evaluar los cambios en la capacidad antioxidante y en el contenido de polifenoles totales durante el procesamiento del "snack" obtenido a partir de pijuayo.
- Desarrollar un estudio de vida útil o de almacenamiento del "snack" tipo tortilla a base de fruto de pijuayo (*Bactris gasipaes*) que permita seleccionar el mejor material de empaque en función de las características de textura, color y humedad del producto terminado.
- Estudio de costos de elaboración de la tortilla de pijuayo tipo "snack" a base de harina de este fruto.
- Evaluar la factibilidad tecnológica para la producción de una masa congelada.

VII. ABSTRACT

Fried omelette from flour of pijuayo (*Bactris Kunth gasipaes*,) for which they assessed three substitution percentages developed a "snack" or chip kind (50% 60% and 70%) of flour of corn by that of pijuayo. The end product through the color, fracturabilidad, grease and A_w characterized one; he assessed sensory consumer final good and the pleasantness quality besides. The effect of the process on the content of carotenoides during the chip elaboration determined one finally.

He met that the quantity of flour of pijuayo that used one in the mixture has an influence on the changeable of color b^* , L^* and Hue, significantly whereas significant effect on the parameters of fracturabilidad, A_w , content of humidity and of fried omelette grease was not.

A sensory evaluation was realized with a trained judges' panel who determined that significant difference in the color of the three well-developed formulations ($< 0,001 p$) exists and significant difference ($< 0,01 p$) in the hardness of the chips with smaller and bigger quantity of flour of pijuayo, being harder perceived the omelette with smaller substitution. Parallel, he assessed the product by his acceptance and the results indicate that the elaborated omelette with a smallest substitution (50% of pijuayo flour) obtained the biggest pleasantness as for taste and color and hence this formulation chose one for the chip elaboration.

The pijuayo baking favoured the total carotene extraction whereas the operation of dried and frying produced a significant loss. However, omelette from fruit of pijuayo with a big potential obtained a "snack" kind as reported functional food by his content of carotenoides (28.2 g/ g in dry base, $\mu \pm$), above the content of fruits of pijuayo of the Ucayali region and to that gives birth to most of the fruits.

VIII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

- AGUILERA, J. 1997. Fritura de Alimentos. Temas en Tecnología de Alimentos. Vol. 1. Instituto Politécnico Nacional, México D.F.
- ALFARO, I. 1988. Elaboración de harina de pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K.) para consumo animal. Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. Carrera Interdisciplinaria en Tecnología de Alimentos. San José.
- ANZALDÚA, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Acribia, Zaragoza.
- AOAC. 1999. Analysis Official Analytical Chemists Methods. 16° ed. USA.
- AOAC. 2005. International Official Methods of Analysis. 18a ed. EEUU.
- BADUI, S. 1999. Química de los Alimentos. 4ta ed. Longman, México.
- BARRETO, A. S KALETUNC, G. 1998. Quantitative Description of Fracturability Changes in Puffed Corn Extrudates Affected by Sorption of Low Levels of Moisture. Cereal Chemistry. 75(5):695-698 p.
- BELITZ, H. D. À GROSCH, W. 1992. Química de los alimentos. ACRIBIA, Zaragoza.
- BETSCHE, T. S FREZDORFF, B. 2005. Biodegradation of Oxalic Acid From Spinach Using Cereal Radicles. Journal of Agriculture and Food Chemistry 53:9751-9758 p.

- BLANCO, A., LOWERY, M., MONTERO, M., MORA, J. S ROJAS, M. 1990. El pijuayo: su uso en la alimentación humana. Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA). San José.
- BLANCO, A., MONTERO, M., LOWERY, M. S MORA, J. 1992. Pijuayo: Recetas, valor nutritivo, conservación e industrialización. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- BOUCHON, P. 2007. Trends in food Deep-Fat Frying. Alimentos Ciencia e Ingeniería 16(1):16-18 p.
- BRENDER, J. S FONSECA, M.G. 1999. Importancia del etiquetado nutricional, con énfasis en grasa y colesterol en las prácticas de compra de los consumidores adultos del área metropolitana de San José. Tesis Lic. en Nutrición. Universidad de Costa Rica, Escuela de Nutrición. San José.
- BRESSANI, R., BRAHAM, E. S BÉHAR, M. 1972. Mejoramiento Nutricional del Maíz. INCAP, Guatemala.
- BRITTON, G., LIAAEN-JENSEN, S. y PFANDER, H. 1995. Carotenoids: Isolation and analysis. Birkhauser Verlag. Alemania. p. 95, 102-107 p.
- BRUUN, P. & SCHLICH, P. 1998. Handling Replications in Discrimination Tests. Food Quality and Preference, 9(5):303-312 p.
- BSI. 1982. BS 5929: Methods for sensory analysis of foods. Part 2: Paired comparison test. London.

- CALZADA, J. y GRANADOS, G. 1986. Pijuayo como posible alternativa de desarrollo. CIPRONA. Universidad de Costa Rica. Material mimeográfico.
- CAMACHO, E. 1971. El pijuayo como un alimento potencial de gran importancia para las familias campesinas de los trópicos húmedos. IICA-CEI, Turrialba.
- CAMACHO, E. 1979. El pijuayo (Guilielma gasipaes (B.K.) L.H. Bailey). Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, OEA. Costa Rica.
- CARAZO, C. 1992. Curso de alimentación y nutrición humana. CENDEISS. San José.
- CARPENTER, R., LYON, D. y HASDELL, T. 2000. Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos. Acribia, España.
- CASASSA, F. y SARI, S. 2006. Aplicación del sistema Cie-Lab a los vinos tintos. Correlación con algunos parámetros tradicionales. Revista Enología(3).INTERNET.<http://www.inta.gov.ar/mendoza/investiga/Aplicaci%C3%B3n%20Sist%20CieLab%20a%20los%20vinos%20tintos%20para%20Rev.pdf>.
- CEDILLO, G. 2005. Nutraceutical Tortillas and Tortilla Chips Prepared with Bran From Specialty Sorghums. Master Science Thesis. Texas A&M University. USA.
- CHOE, E. y MIN, D. 2007. Chemistry of Deep-Fat Frying Oils. Journal of Food Science, 72 (5): R77-R86.
- C.I.E. 1986. Colorimetrie. 2nd ed. Publication C.I.E. No.15. Viena : Central Bureau of the Comission Internationale del 'Eclairage, Viena.

- CITA. 2006. ASCITA-M001. Prueba de comparación por pares 2-AFC. Laboratorio de Análisis Sensorial. CITA. San José.
- CITA. 2006. AQCITA-M002. Método de análisis: Humedad en estufa. Laboratorio de Química. CITA. San José.
- CITA. 2006. AQCITA-M009. Método de análisis: Grasa por hidrólisis ácida. Laboratorio de Química. CITA. San José.
- CITA. 2006. AQCITA-M035. Método de análisis: Determinación de carotenoides. Laboratorio de Química. CITA. San José.
- CLEMENT, C. y ARKCOLL, D. 1991. The pijuayo (*Bactris gasipaes* HBK) as an oil crop: potential and breeding strategy. *Oleagineaux* 46(7):293-299 p.
- CLEMENT, C., WEBER, J., VAN LEEUWEN, J., DOMIAN, A., COLE, D., ARÉVALO, L. y ARGÜELLO, H. 2004. Why extensive research and development did not promote use of peach palm fruit in Latin America. *Agroforestry Systems*. 61: 195-206 p.
- CRANE, J., BALERDI, C. y MAGUIRE, I. 2005. Cultivo del Aguacate en los Jardines de Florida. University of Florida, IFAS Extensión. INTERNET. <http://miamidade.ifas.ufl.edu/pdfs/tropical.fruit/Cultivo%20del%20Aguacate%20%20en%20los%20jardines%20de%20Florida.pdf>
- DEIS, R. 2000. Tortilla Chips. Food Product Design. INTERNET. <http://www.foodproductdesign.com/articles/0100ap.html>
- DEVEREUX, H, JONES, G, HUNTER, W y MCCORMACK L. 2003. Consumer acceptability of low fat food containing inulin and oligofructose. *Journal of Food Science*, 5 (98): 1831 p.

- DURÁN, L. 1980. El color en Tecnología de Alimentos. *Agroquímica y Tecnología de Alimentos* 20 (1): 1 p.
- FELTL, L., PACÁKOVÁ, V., TULÍKA, K. y VOLKAB, K. 2005. Reliability of Carotenoid Analyses: A Review. *Current Analytical Chemistry*, (1). 93-102 p.
- FAO. 1997. Producción y manejo de datos en composición química de alimentos en nutrición. Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos (INTA). Santiago, Chile.
- FERNÁNDEZ M., BLANCO, A. y MORA, J. 1990. Definición de las características químico- nutricionales de cuatro poblaciones de pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K.). *Boletín Informativo* 2 (1): 6-8 pG.
- GAUTHIER, R. 2001. France Product Brief Snack Foods in France 2001. United States Department of Agriculture. United States. INTERNET. www.fas.usda.gov
- GIESE, J. 1995. Measuring Physical Properties of Food. *Food Technology* 49(2):54-63 p.
- GIESE, J. 2000. Color Measurement in Foods as a Quality Parameter. *Food Technology* 54(2):62-63 p.
- GIL-MUÑOZ, R., GÓMEZ-PLAZA, E., MARTINEZ, A. y LÓPEZ-ROCA, J. 1997. Evolution of the CIEBLAB and other spectrophotometric parameters during wine fermentation. Influence of some pre and postfermentative factors. *Food Research International* 30 (9): 600-705 P.

- GÓMEZ, G., QUESADA, S. y NANNE, C. 1998. Efecto de factores antinutricionales en el pijuayo (*Bactris gasipaes*) sobre el metabolismo de ratas jóvenes. *Agronomía Costarricense* 22 (2): 191-198 p.
- GÓMEZ, G., CHÁVEZ, N., SAGÁSTUME, B., MURILLO, S., FERNÁNDEZ, A & ULATE, G. 2001. Consumo de micronutrientes con función antioxidante en estudiantes de la Universidad de Costa Rica con edades comprendidas entre 17 y 19 años. *Acta Pediátrica Costarricense* 15 (1):24-25 p.
- INTERNATIONAL FOOD INFORMATION AND COUNCIL FOUNDATION (IFIC). 2006. Functional Foods. USA. INTERNET. <http://www.ific.org/nutrition/functional/index.cfm>. ificinfo@ific.org
- JUTTELSTAD, A. 1999. Viva Tortilla. Food Product Design. USA. INTERNET. <http://www.foodproductdesign.com/articles/0299ap.html>
- LAWSON, H. 1994. Food Oils and Fats. Technology, Utilization, and Nutrition. Acribia. Zaragoza.
- LEAL, D. 2005. Lanzan al mercado producto hechos con harina de pejibaye. La Nación, San José. Enero 31. INTERNET. www.nacion.co.cr
- LINDEN, G. y LORIENT, D. 1996. Bioquímica agroindustrial. Revalorización alimentaria de la producción agrícola. Acribia, Zaragoza.
- MARTÍNEZ, O. y MURILLO, E. 2001. Efecto de los compuestos polifenólicos, vitamina C y carotenoides sobre la actividad antioxidante "in vitro" de frutas tropicales. Universidad de Panamá. Panamá. p. 47-48, 56-57 .
- MAZZA, G. 1998. Alimentos funcionales. Aspectos bioquímicos y de procesado. Acribia, Zaragoza.

- MELÉNDEZ, A., VICARIO, I. y HEREDIA F. 2004a. Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos. Archivos Latinoamericanos de nutrición.54(2).INTERNET.http://www.alanrevista.org/ediciones/2004-2/estabilidad_pigmentos_carotenoides_alimentos.asp
- MELÉNDEZ, A., VICARIO, I. y HEREDIA F. 2004b. Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides. Archivos Latinoamericanos de nutrición.54(2).INTERNET.http://www.alanrevista.org/ediciones/20042/importancia_nutricional_pigmentos_carotenoides.asp
- MENACA, D. y MURILLO, E. 2006. Fraccionamiento y caracterización de los principales carotenoides del sapote (*Quararibea cordata*). Universidad de Panamá. Panamá. p. 2-12.
- MONGE, R., LORÍA, M. y GONZÁLEZ, C. 2003. Retos y Oportunidades para los Sectores Agropecuario y Agroindustrial de Centro América ante un Tratado de Libre Comercio con los Estados Unidos. INTERNET. www.wbIn0018.worldbank.org
- MONTERO, C., BLANCO, A. y FERNÁNDEZ, M. 2000. Composición Químico-Nutricional de "Snacks" Procesados en Costa Rica. REVITECA, 7: 18-25 p.
- MORA, E. 2003. Harina de pejibaye está lista para ser comercializada: Productores buscan contactos en mercado. La Nación, Costa Rica. Octubre 25. INTERNET. www.nacion.co.cr
- MORA, J., WEBER, J. y CLEMENT, C. 1997. Peach Palm. *Bactris gasipaes* Kunth. Promoting the conservation and use of underutilized and

neglected crops. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research.
Gatersleben International Plant Genetic Resources Institute, Italy.

MOREIRA, R.G., PALAU, J., SWEAT, V.E. y SUN, X. 1995a. Thermal and physical properties of tortilla chips as a function of frying time. *Journal of Food Processing and Preservation* 19:175-189 p.

MOREIRA, R., PALAU, J. y SUN, X. 1995b. Deep-Fat Frying or Tortilla Chips: An Engineering Approach. *Food Technology*, 49(4):146-150 p.

MOREIRA, R., PEREZ, E. y BARRUFET, M. 1999. Deep-Fat Frying Fundamentals and Applications. Aspen, Maryland.

MORTON, J. 1987. Pejibaye. Fruits of warm climates. Purdue University. INTERNET. Florida. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/pejibaye.html>

NOLLET, L. 2004. Handbook of food analysis: physical characterization and nutrient analysis. 2 ed. Marcel Dekker, New York. v.1

ONU. 1993. El maíz en la nutrición humana. Roma. <http://www.fao.org/docrep/t0395s/T0395S00.HTM>

ÖTLE, S. y ATLI, Y. 2002. Analysis of carotenoides in tomato paste by HPLC. Application note. Ege University Engineering Faculty. Turquía. pp. 5-7.

PEDRERO, D. y PANGBORN, R. 1989. Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos Analíticos. Alhambra, México.

PÉREZ-CARVAJAL, A., AYI, D., FLORES, W., QUESADA, S., TORRES, M., VAILLANT, F. 2006. Physico- Chemical Composition and Antioxidant Content Changes of Peach Palm (*Bactris gasipaes* Kunth). CITA-UCR. Poster.

- PÉREZ-TINOCO, R., PÉREZ, A., SALGADO-CERVANTES, M., REYNES, M., VAILLANT, F. 2008. Effect of Vacuum Frying on Main Physicochemical and Nutritional Quality Parameters of Pineapple Chips. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 88: 945-953 p.
- PIEDRAHITA, C. s.f. Efectos de las soluciones de sal y otros aditivos químicos en la conservación de los frutos de chontaduro (*Bactris gasipaes*, H.B.K.). *Coagro*. No. 44:33-40 p.
- PITA, M. 2006. : Maíz y Nutrición: Informe sobre los usos y propiedades nutricionales de maíz para la alimentación humana y animal. Series de Informes Especiales de ILSI Argentina. 2:44-56 p.
- PROCOMER. s.f. Estudio de mercado de Costa Rica. Galletería de Dulce y Snacks. Plan estratégico exportador a Costa Rica. Perfil Sectorial de Galletería de Dulce y Snacks en Costa Rica.
- INTERNET.<http://www.proexport.gov.co/vbecontent/library/documents/DocNewsNo8767DocumentNo7232.PDF>
- QUIRÓS, O. 2007. Descripción y análisis de la competitividad y sostenibilidad de agrocadenas no tradicionales y con potencial de desarrollo: El caso del pejibaye. Informe parcial de proyecto. Centro de Investigación en Economía Agrícola y Desarrollo Agroempresarial CIEDA/UCR.
- RÍO DE GÓMEZ, M. 2003. Alimentos funcionales, ¿alimentos del futuro?. *La Alimentación Latinoamericana* No. 246:16-21 p.

- RODRIGUEZ-AMAYA, D. 1996. Assessment of the provitamin A contents of foods - The Brazilian experience. *Journal of Food Composition and Analysis* 9: 196-230 p .
- RODRÍGUEZ-AMAYA, D. 1997. Carotenoides y Preparación de Alimentos: La retención de los carotenoides provitamina A en alimentos preparados, procesados y almacenados. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- RODRÍGUEZ-AMAYA, D. 1999. Carotenoides y preparación de alimentos: La retención de los carotenoides provitamina A en alimentos preparados, procesados y alma-cenados. Segunda edición. John Snow, Inc./OMNI Project, 1997.
- ROSENTHAL, A. 1999. Food Texture: Measurement and Perception. Springer. USA.
- SEGNINI, S. 2000. Texture and color of potato products . Doctoral Dissertation. Lund University. Faculty of Technology. Lund, United Kingdom. INTERNET. www.food.lth.se
- SERNA-SALDIVAR, S., GÓMEZ, M. y ROONEY, L. 1990. The chemistry, technology and nutritional value of alkaline-cooked corn products. In *Advances in cereal science and technology*. Vol X. Minneapolis, MN: AACC.
- SHARMA, S., MULVANEY, S. y RIZVI, S. 2003. Ingeniería de alimentos. Operaciones unitarias y prácticas de laboratorio. Limusa Wiley, Nueva York.
- TAUB, I. y SINGH, P. 1998. Food Storage Stability. CRC Press. USA.

- UGALDE, H. 2002. Estudio de la deshidratación del pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) para la elaboración de harina y su utilización en la formulación de una premezcla para queques. Tesis Lic. Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. Escuela de Tecnología de Alimentos. San José.
- UREÑA, P., D'ARRIGO, y GIRÓN, O. 1999. Evaluación sensorial de los alimentos. Aplicación didáctica. Agraria. Lima.
- VILLALOBOS, A. 1990. Proceso de Comercialización del Pejibaye en Costa Rica. Boletín informativo. Serie Técnica Pejibaye. 2(1): 20-21 p.
- VIVIAN, V. 2007. Snacks Saludables: Una novedosa tendencia. La Alimentación Latinoamericana. No. 268. 58-61p.
- WESTLAND, S. (steve@colourware.co.uk). 2001. Colourware. Staffordshire. INTERNET. www.colourware.co.uk.
- ZÚÑIGA, A. 1996. Costa Rica pequeño gran exportador de productos no tradicionales. Ministerio de Comercio Exterior. Costa Rica. INTERNET. www.comex.go.cr

IX. ANEXOS

Anexo I. Mediciones de color mediante el Hunter Lab para las distintas formulaciones desarrolladas.

Anexo I.I. Mediciones de color realizadas en el Hunter Lab para la formulación con 50% harina pijuayo y 50% harina de maíz (Repetición)

Réplica	Parámetros				
	L*	a*	b*	Hue	Chroma
1	46,95	15,99	38,90	67,65	42,06
2	47,64	17,38	40,99	67,02	44,52
3	50,15	17,58	41,64	67,11	45,20
4	51,49	18,50	43,88	67,14	47,62
5	45,94	16,61	37,45	66,08	40,97
6	48,35	17,37	40,56	66,82	44,12
7	50,96	18,04	42,27	66,89	45,96
8	48,85	16,12	39,91	68,01	43,04
9	50,96	17,44	42,43	67,66	45,87
10	50,28	17,56	43,27	67,91	46,70
11	50,87	17,44	41,40	67,16	44,92
12	50,15	18,26	42,75	66,87	46,49
13	50,94	17,64	42,04	67,24	45,59
14	51,88	18,19	43,57	67,34	47,21
15	51,66	17,76	43,18	67,64	46,69

Anexo I.II. Mediciones de color realizadas en el Hunter Lab para la formulación con 50% harina pijuayo y 50% harina de maíz (Repetición 2).

Réplica	Parámetros				
	L*	a*	b*	Hue	Chroma
1	48,60	19,34	41,38	64,95	45,68
2	47,50	19,47	40,29	64,21	44,75
3	46,90	18,65	38,82	64,34	43,07
4	46,98	18,63	39,60	64,81	43,76
5	47,53	20,09	40,62	63,68	45,32
6	50,30	19,04	42,83	66,03	46,87
7	47,00	18,34	40,44	65,61	44,40
8	45,55	18,95	38,75	63,94	43,14
9	49,23	18,71	41,52	65,74	45,54
10	50,80	18,78	42,96	66,39	46,89
11	48,04	18,79	40,63	65,18	44,76
12	49,69	18,25	42,26	66,64	46,03
13	51,39	19,51	43,57	65,88	47,74
14	47,08	19,40	40,22	64,25	44,65
15	46,55	19,93	39,20	63,05	43,98

Anexo I.III. Mediciones de color realizadas en el Hunter Lab para la formulación con 50% harina pijuayo y 50% harina de maíz (Repetición 3)

Réplica	Parámetros				
	L*	a*	b*	Hue	Chroma
1	50,03	18,66	41,95	66,02	45,91
2	52,00	17,85	44,11	67,97	47,58
3	53,09	17,97	45,13	68,29	48,58
4	50,21	19,34	43,01	65,79	47,16
5	49,04	18,60	41,26	65,73	45,26
6	51,58	18,62	43,22	66,69	47,06
7	46,56	16,96	39,08	66,54	42,60
8	50,30	19,18	42,05	65,48	46,22
9	49,86	18,91	41,28	65,39	45,41
10	49,53	17,96	42,24	66,97	45,90
11	50,19	18,12	42,59	66,95	46,28
12	47,87	18,49	40,00	65,19	44,07
13	48,97	18,63	40,77	65,44	44,82
14	50,28	18,19	41,89	66,53	45,67
15	49,58	18,31	40,71	65,78	44,64
16	51,64	18,74	43,85	66,86	47,69
17	48,80	18,49	41,76	66,12	45,67

Anexo I.IV. Mediciones de color realizadas en el Hunter Lab para la formulación con 60% harina pijuayo y 40% harina de maíz (Repetición 1).

Réplica	Parámetros				
	L*	a*	b*	Hue	Chroma
1	45,86	19,04	38,03	63,40	42,53
2	48,58	20,55	41,91	63,88	46,68
3	47,24	18,66	40,93	65,49	44,98
4	47,37	18,59	40,61	65,40	44,66
5	47,80	19,65	40,26	63,98	44,80
6	46,99	19,26	40,05	64,32	44,44
7	50,46	19,96	43,58	65,39	47,93
8	43,36	18,13	38,76	64,93	42,79
9	47,82	19,02	41,78	65,52	45,91
10	49,57	19,17	42,92	65,93	47,01
11	47,48	19,13	40,33	64,62	44,64
12	46,87	18,70	40,48	65,21	44,59
13	47,71	18,84	41,69	65,68	45,75
14	49,29	19,92	42,78	65,03	47,19
15	46,19	19,01	40,75	64,99	44,97

Anexo I.V. Mediciones de color realizadas en el Hunter Lab para la formulación con 60% harina pijuayo y 40% harina de maíz (Repetición 2).

Réplica	Parámetros				
	L*	a*	b*	Hue	Chroma
1	48,85	19,39	41,84	65,14	46,11
2	41,89	17,17	35,87	64,42	39,77
3	47,94	18,26	40,36	65,66	44,30
4	48,67	18,03	42,71	67,11	46,36
5	43,90	16,56	37,6	66,23	41,09
6	44,74	16,75	40,15	67,35	43,50
7	47,93	18,32	42,88	66,87	46,63
8	45,65	17,34	39,21	66,14	42,87
9	47,39	17,56	40,55	66,59	44,19
10	45,04	16,63	40,52	67,69	43,80
11	46,81	18,08	39,87	65,61	43,78

Anexo I.VI. Mediciones de color realizadas en el Hunter Lab para la formulación con 60% harina pijuayo y 40% harina de maíz (Repetición 3).

Réplica	Parámetros				
	L*	a*	b*	Hue	Chroma
1	48,46	18,80	42,74	66,26	46,69
2	44,93	17,92	39,36	65,52	43,25
3	46,34	18,65	38,71	64,28	42,97
4	50,19	18,86	44,26	66,92	48,11
5	48,12	18,79	42,88	66,34	46,82
6	44,75	18,37	38,73	64,62	42,87
7	49,80	19,84	42,64	65,05	47,03
8	49,72	18,51	42,01	66,22	45,91
9	46,56	19,21	40,03	64,36	44,40
10	47,77	19,42	40,03	64,12	44,49
11	48,23	20,03	41,53	64,25	46,11
12	47,99	17,78	40,52	66,31	44,25
13	48,91	18,84	42,74	66,21	46,71
14	48,99	19,28	41,68	65,18	45,92

Anexo I.VII. Mediciones de color realizadas en el Hunter Lab para la formulación con 70% harina pijuayo y 30% harina de maíz (Repetición 1).

Réplica	Parámetros				
	L*	a*	b*	Hue	Chroma
1	44,47	18,05	37,02	64,01	41,19
2	44,38	18,28	37,54	64,04	41,75
3	46,70	19,54	39,06	63,42	43,67
4	46,31	18,38	38,90	64,71	43,02
5	45,50	19,30	37,49	62,76	42,17
6	44,48	18,56	37,10	63,42	41,48
7	45,81	18,51	37,70	63,85	42,00
8	45,91	18,57	39,10	64,60	43,29
9	46,55	19,43	38,28	63,09	42,93
10	43,48	17,66	37,09	64,54	41,08
11	46,18	18,72	39,79	64,80	43,97
12	46,50	18,34	38,56	64,56	42,70
13	47,43	19,55	40,11	64,01	44,62
14	43,95	18,19	36,32	63,40	40,62
15	47,10	18,60	39,70	64,90	43,84
16	46,51	18,37	39,25	64,92	43,34
17	45,89	17,88	38,73	65,22	42,66
18	46,72	18,65	38,99	64,44	43,22

Anexo I.VIII. Mediciones de color realizadas en el Hunter Lab para la formulación con 70% harina pijuayo y 30% harina de maíz (Repetición 2).

Réplica	Parámetros				
	L*	a*	b*	Hue	Chroma
1	45,91	18,60	39,17	64,60	43,36
2	44,94	19,90	38,99	62,96	43,77
3	46,81	18,34	38,99	64,81	43,09
4	47,08	19,10	39,51	64,20	43,88
5	45,52	18,85	38,36	63,83	42,74
6	47,55	19,84	40,53	63,92	45,13
7	47,38	19,87	39,19	63,11	43,94
8	46,33	18,24	39,02	64,95	43,07
9	47,84	19,23	40,68	64,70	45,00
10	47,42	19,25	41,30	65,01	45,57
11	45,95	19,17	39,18	63,93	43,62
12	47,34	19,93	39,89	63,45	44,59
13	40,83	17,78	34,87	62,98	39,14
14	43,57	18,31	37,56	64,01	41,79
15	45,10	18,94	39,11	64,16	43,45
16	48,51	18,86	41,27	65,44	45,38

Anexo I.IX. Mediciones de parámetros de color realizadas en el Hunter Lab para la formulación con 70% harina pijuayo y 30% harina de maíz (Repetición 3).

Réplica	Parámetros				
	L*	a*	b*	Hue	Chroma
1	45,17	18,67	39,49	64,70	43,68
2	46,24	19,66	39,31	63,43	43,95
3	46,89	19,50	40,23	64,14	44,71
4	48,45	20,26	41,42	63,94	46,11
5	48,90	20,37	42,11	64,19	46,78
6	47,47	20,23	41,45	63,98	46,12
7	47,75	19,57	39,96	63,91	44,49
8	45,36	18,75	38,66	64,13	42,97
9	46,39	19,08	39,52	64,23	43,88
10	44,62	20,04	38,62	62,58	43,51
11	50,37	19,39	44,55	66,48	48,59
12	46,62	19,66	39,23	63,38	43,88
13	47,01	19,77	40,71	64,10	45,26
14	46,95	19,69	38,57	62,96	43,31
15	44,33	19,26	39,14	63,80	43,62

Anexo I.X. Mediciones de la fracturabilidad de los chips con una formulación de 50% harina pijuayo y 50% harina de maíz.

Réplica	Fracturabilidad (N)		
	Repetición		
	1	2	3
1	6,8610	6,9680	7,6860
2	9,2870	6,8060	9,2870
3	7,1090	5,9800	9,5690
4	6,8550	7,6690	9,9400
5	8,9560	7,1920	7,9530
6	8,3050	6,4460	11,2190
7	8,2270	10,1210	9,2540
8	7,4120	8,6740	13,9420
9	6,7780	5,2060	9,9540
10	6,3770	9,3090	9,9150
11	4,6400		11,3870
12	9,5620		9,6340
13	5,7780		

Anexo I.XI. Mediciones de la fracturabilidad de los chips con una formulación de 60% harina pijuayo y 40% harina de maíz.

Réplica	Fracturabilidad (N)		
	Repeticiones		
	1	2	3
1	7,3870	6,9580	7,3360
2	10,2740	6,3130	8,9470
3	7,3490	8,7210	8,8190
4	9,4920	5,7880	9,5680
5	9,6790	8,2240	7,5790
6	6,3690	10,5670	7,6630
7	8,0880	9,6280	
8	8,9870	5,8260	
9	7,6410	6,1930	
10	7,3400	8,8210	
11	6,8140		
12	7,4190		
13	6,3260		

Anexo I.XII. Mediciones de la fracturabilidad de los chips con una formulación de 70% harina pijuayo y 30% harina de maíz.

Réplica	Fracturabilidad (N)		
	Repeticiones		
	1	2	3
1	7,6440	9,6030	8,9220
2	8,3710	6,7130	9,6790
3	8,0540	5,2670	9,8570
4	6,9820	5,5560	9,9400
5	7,8240	5,2210	9,8410
6	6,4020	6,2500	8,3390
7	6,4420	5,4430	6,8350
8	7,5380		7,6390
9	6,8890		9,0870
10	7,5670		8,4620
11	7,4360		8,7250
12	6,0880		8,7100
13	8,0370		9,8390
14	6,4610		6,7910
15	6,7860		
16	6,5020		
17	6,9560		
18	7,5190		

Anexo I. XIII. Mediciones de Aw de los chips elaborados con las diferentes formulaciones.

Formulación	Repeticiones		
	1	2	3
50/50	0,3590	0,3200	0,3730
	0,3710	0,3100	0,3730
	0,3580	0,3210	0,3690
	0,3480		
	0,3430		
	0,3360		
	0,3780		
	0,3680		
60/40	0,3690	0,3850	0,3040
	0,4090	0,3830	0,3480
	0,4360	0,4260	0,3940
	0,3720		
70/30	0,3940	0,4260	0,3130
	0,4260	0,4230	0,3000
	0,4360	0,4690	0,3060

Anexo I.XIV. Mediciones realizadas para determinar la humedad de la harina de pijuayo.

Repetición	Réplica	m cápsula (g)	m cap + m mues (g)	m cap + m mseca (g)
R1	1	11,3806	13,4785	13,3121
	2	9,2461	11,3673	11,2089
	3	8,5630	10,5467	10,3891
R2	4	10,8841	12,8686	12,6663
	5	5,8836	7,8359	7,6398
	6	5,8452	7,8847	7,6786
R3	7	10,6838	12,7905	12,6366
	8	7,5798	9,6311	9,4840
	9	5,7222	7,8296	7,6761

**Anexo I. XV. Mediciones realizadas para determinar la humedad de la masa
producida a partir de la harina de pijuayo y maíz.**

Sustitución	Repet	Réplica	m cápsula (g)	m cap + m mues (g)	m cap + m mseca (g)
		1	17,3724	19,6243	18,5632
	1	2	16,9468	18,9662	18,0231
		3	12,2468	14,3533	13,3682
		1	6,6128	8,6698	7,7377
50%	2	2	11,3689	13,4733	12,5036
		3	11,2055	13,2331	12,3111
		1	11,1187	13,3235	12,2965
	3	2	10,6857	12,6456	11,7302
		3	5,8848	7,8656	6,9272
		1	13,0730	15,1843	14,2122
	1	2	17,5424	19,5240	18,6046
		3	12,3106	14,4640	13,5910
		1	11,0906	13,1115	12,1769
60%	2	2	10,9288	13,0824	12,0917
		3	6,0647	8,1639	7,1992
		1	6,6825	8,8666	7,8406
	3	2	11,1637	13,1322	12,2123
		3	5,8462	7,8874	6,9465
		1	17,6504	19,8067	18,8092
	1	2	17,2679	19,3496	18,3842
		3	17,8328	19,8296	18,9035
		1	5,7228	7,7986	6,8098
70%	2	2	5,7865	7,7771	6,8632
		3	5,7443	7,7465	6,8538
		1	11,3585	13,3462	12,4084
	3	2	10,8832	12,9960	12,0074
		3	11,5141	13,5766	12,6150

Anexo I.XVI. Mediciones realizadas para determinar la humedad de la tortilla horneada elaborada a partir de harina pijuayo y maíz.

Harina de pijuayo	Repet	Réplica	m cápsula (g)	m cap + m mues (g)	m cap + m mseca (g)	
50%	1	1	7,5796	9,5050	8,8837	
		2	9,2450	11,3275	10,6761	
		3	8,9238	10,9795	10,3174	
	2	1	7,5800	9,7100	9,0753	
		2	9,2460	11,2529	10,6425	
		3	8,9246	11,0649	10,4147	
	3	1	11,1187	13,1466	12,5552	
		2	10,6850	12,6050	12,0323	
		3	5,8847	7,8026	7,2156	
	60%	1	1	7,5417	9,5201	8,9254
			2	11,4893	13,4622	12,8681
			3	11,3818	13,3172	12,7386
2		1	7,5431	9,5227	8,9700	
		2	11,4894	13,4916	12,9289	
		3	11,3819	13,3954	12,8270	
3		1	6,6839	8,6853	8,0695	
		2	11,1633	13,1755	12,5320	
		3	5,8455	7,8073	7,1961	
70%		1	1	9,5671	11,5938	10,9692
			2	8,5641	10,5369	9,9304
			3	8,8529	11,0022	10,3392
	2	1	9,5663	11,6010	11,0284	
		2	8,5640	10,5967	10,0283	
		3	8,8531	10,8334	10,2987	
	3	1	11,3585	13,3503	12,8051	
				10,8853	12,9634	12,3863
				11,5142	13,5249	12,9558

Anexo I.XVII. Mediciones realizadas para determinar la humedad de los chips producidos a partir de harina pijuayo y maíz.

Harina de pijuayo	Repet	Réplica	m capsula (g)	m cap + m mues (g)	m cap + m m seca (g)	
50%	1	1	11,3805	13,4044	13,3266	
		2	11,3672	13,3751	13,2976	
		3	5,7449	7,7713	7,7046	
	2	1	10,9289	12,9323	12,8740	
		2	6,0635	8,0614	8,0092	
		3	9,2443	11,2233	11,1611	
	3	1	6,6137	8,7397	8,6672	
		2	11,3682	13,389	13,3158	
		3	11,2085	13,2006	13,1289	
	60%	1	1	6,6121	8,6144	8,5414
			2	10,8841	12,8957	12,8216
			3	11,2049	13,2115	13,1409
2		1	11,0900	13,1047	13,0286	
		2	10,9313	12,9583	12,8844	
		3	6,0647	8,1721	8,0952	
3		1	5,845	7,8838	7,8281	
		2	8,5629	10,5043	10,4426	
		3	6,6821	8,6184	8,5631	
70%		1	1	5,7222	7,7403	7,6774
			2	10,6838	12,7049	12,6434
			3	5,8837	7,8781	7,8204
	2	1	5,7874	7,8092	7,7353	
		2	5,7458	7,7488	7,6786	
		3	5,7233	7,8630	7,7876	
	3	1	11,0883	13,1284	13,0654	
		2	7,5797	9,6001	9,5362	
		3	5,7861	7,8347	7,7714	

Anexo I.XVIII. Mediciones realizadas para determinar el % grasa de los chips elaborados a partir de harina pijuayo y maíz.

Harina de pijuayo	Repet	Réplica	m muestra (g)	m balon (g)	m balon + muestra (g)
50%	1	1	3,0955	109,3836	110,1821
		2	3,0872	104,9663	105,7609
	2	1	3,0693	110,7733	111,5420
		2	3,0677	113,6705	114,4319
	3	1	3,0477	98,0183	98,7723
		2	3,0061	93,5487	94,2523
60%	1	1	3,0045	97,6246	98,3965
		2	3,1246	103,8533	104,6557
	2	1	3,0360	110,1236	110,9196
		2	3,0226	110,1939	110,9731
	3	1	3,0085	110,7709	111,4984
		2	3,0190	113,6675	114,3825
70%	1	1	3,5475	109,3775	110,2998
		2	3,1320	104,9604	105,7733
	2	1	3,0581	97,6188	98,4435
		2	3,0330	103,8479	104,6784
	3	1	3,0179	110,1180	110,8999
		2	3,1157	110,1978	111,0029

Anexo II. Resultados de las pruebas sensoriales realizadas a los chips de pijuayo.

Anexo II.I. Resultados de la prueba de comparación de pares 2-AFC de las tres formulaciones desarrolladas de los chips de pijuayo mediante 3 repeticiones.

		AB	AC	BC
Color	#OBS	49	57	40
	#ACIERTOS	40	52	25
	TABLA	32, 34,37	37,39,41	27, 29, 31
Sabor	#OBS	57	40	33
	#ACIERTOS	38	32	18
	TABLA	37,39,41	27, 29, 31	23, 25, 27
Dureza	#OBS	37	57	56
	#ACIERTOS	21	39	33
	TABLA	25, 27, 29	37,39,41	36,38,40
Fracturabilidad	#OBS	42	51	29
	#ACIERTOS	22	24	12
	TABLA	28, 30, 33	33,35,37	21,22,24

Tortilla de pijuayo**Prueba de comparación por pares (2AFC)**

Nombre: _____ Fecha: _____ Serie: _____

A continuación pruebe las dos muestras de tortilla de acuerdo con el orden de presentación, e indique **¿Cuál es la tortilla que sabe más a pijuayo?**
Encierre en un círculo el número correspondiente a la muestra escogida por usted.

PAR 1: _____

PAR 2: _____

PAR 3: _____

Muchas gracias por su colaboración.

Tortilla de pijuayo**Prueba de comparación por pares (2AFC)**

Nombre: _____ Fecha: _____ Serie: _____

A continuación pruebe las dos muestras de tortilla de acuerdo con el orden de presentación, e indique **¿Cuál es la tortilla de mayor dureza?**

Dureza: es la fuerza necesaria para morder (partir en dos completamente) la muestra una vez colocada entre los molares.

Encierre en un círculo el número correspondiente a la muestra escogida por usted. PAR 1: _

PAR 2: _____

PAR 3: _____

Muchas gracias por su colaboración.

Tortilla de pijuayo

Prueba de comparación por pares (2AFC)

Nombre: _____ Fecha: _____ Serie: _____

A continuación pruebe las dos muestras de tortilla de acuerdo con el orden de presentación, e indique **¿Cuál es la tortilla con el color más oscuro (tonalidad café)?**. Encierre en un círculo el número correspondiente a la muestra escogida por usted.

PAR 1: _____

PAR 2: _____

PAR 3: _____

Muchas gracias por su colaboración.

Tortilla de pijuayo

Prueba de comparación por pares (2AFC)

Nombre: _____ Fecha: _____ Serie: _____

A continuación pruebe las dos muestras de tortilla de acuerdo con el orden de presentación, e indique **¿Cuál es la tortilla de mayor fracturabilidad? Fracturabilidad: es la fuerza requerida para que una muestra se fracture (rompa, parta, desborone) una vez que ha sido colocada entre los molares y masticada completamente.** Encierre en un círculo el número correspondiente a la muestra escogida por usted.

PAR 1: _____

PAR 2: _____

PAR 3: _____

Muchas gracias por su colaboración.

Anexo II.II. Resultados de la prueba de agrado con consumidores.

Consumidor	Edad	Sexo	Color			Sabor			Textura		
			A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	23	M	5,5	4,7	3,5	4,1	6,5	7,4	9,1	8,6	8,4
2	21	M	9,1	2,2	7,6	2,0	8,1	5,5	7,9	5,9	9,4
3	64	M	9,2	4,6	7,1	9,1	9,3	4,7	9,2	7,2	9,2
4	27	F	9,1	4,6	9,0	7,2	9,0	4,5	9,0	8,9	7,3
5	55	F	9,3	4,7	0,7	9,4	4,6	0,6	0,3	9,3	4,8
6	23	M	9,2	5,5	6,7	5,7	7,8	8,5	4,1	6,8	5,4
7	76	M	7,0	9,1	4,5	9,2	0,6	4,6	0,5	9,1	4,7
8	70	F	4,7	4,2	4,6	9,2	9,3	6,6	9,2	9,3	9,0
9	26	F	2,1	8,5	2,3	6,8	7,1	3,0	6,8	3,1	8,6
10	41	F	7,3	5,3	3,0	8,2	4,6	6,1	7,2	5,3	5,8
11	27	M	9,1	6,9	0,9	9,3	6,9	1,3	5,9	9,0	2,7
12	22	M	8,8	7,6	2,5	9,7	1,5	8,8	6,9	8,8	2,2
13	25	F	9,3	0,7	0,7	0,6	9,4	0,8	4,8	9,2	9,4
14	46	F	8,2	3,4	5,9	7,2	6,8	9,3	6,2	7,8	7,2
15	48	F	4,8	8,9	0,7	0,7	8,8	4,6	0,7	4,7	4,7
16	26	F	8,1	5,8	5,8	8,1	5,1	3,4	8,1	5,3	5,7
17	59	F	9,3	4,7	4,5	9,4	4,5	9,2	9,1	4,9	4,7
18	50	F	9,0	4,7	4,6	8,9	7,1	6,0	4,0	9,1	1,6
19	28	F	7,8	9,1	4,9	4,6	3,5	9,6	9,3	4,5	2,5
20	38	F	8,9	9,1	8,9	4,6	9,0	4,5	8,9	9,1	4,5
21	22	M	6,6	6,2	1,9	7,4	6,8	6,2	5,5	5,2	4,0
22	19	F	6,2	8,4	2,2				8,4	3,6	1,4
23	19	F	9,1	3,9	1,6	9,1	6,7	7,7	9,0	7,1	2,4
24	44	M	8,0	5,8	6,9	7,4	8,4	5,2	8,4	7,2	5,3
25	23	F	3,3	0,6	0,8	9,4	9,0	2,4	2,9	6,4	9,2
26	31	M	4,7	7,3	3,5	5,9	8,2	7,8	3,5	4,6	5,2
27	49	M	9,7	3,5	1,5	5,1	5,2	5,1	3,3	7,7	8,9
28	20	M	9,2	5,7	1,8	7,4	8,4	6,4	9,0	6,8	5,8
29	40	F	4,1	4,1	5,4	3,6	6,4	4,0	6,3	4,8	5,5
30	31		7,7	8,0	8,1	7,7	7,0	8,0	5,7	6,0	7,2
31	50	F	6,8	8,5	10,0	10,0	7,4	6,4	6,5	6,2	8,5
32	50		8,2	8,3	8,5	8,1	10,0	8,0	7,8	7,5	7,8
33	25	F	9,9	7,7	5,7	9,3	10,0	8,4	7,2	9,3	7,0
34	21	F	9,3	9,9	9,3	9,4	9,4	4,9	9,1	9,3	4,6
35	49	F	9,5	9,4	4,7	9,5	5,0	9,5	4,3	9,3	4,3
36	38		4,8	4,8	9,4	9,1	5,0	4,9	9,8	0,6	4,8
37	51	F	8,5	8,2	8,6	8,4	8,5	8,5	8,9	8,7	8,8
38	35		7,4	6,6	6,0	8,2	4,0	0,8	7,1	7,4	5,6
39	24	F	9,5	9,7	9,2	9,5	7,2	0,6	8,5	3,0	6,0
40	18		8,6	2,8	4,0	8,5	4,0	6,1	7,5	5,0	5,0
41	33	F	7,4	4,0	1,6	6,6	9,2	2,0	2,9	9,1	9,1
42	47	F	9,3	4,7	9,3	9,1	9,0	9,1	9,0	4,7	4,5
43	21	F	6,9	7,3	9,2	6,8	8,5	8,6	8,7	8,1	9,6
44	37		9,1	0,7	4,5	9,1	4,4	0,7	9,0	0,4	4,5
45	48	F	9,4	9,5	0,6	0,4	0,5	0,7	9,2	0,4	9,3

46	52		8,9	8,5	4,1	8,5	6,8	2,7	8,2	6,5	5,9
47	38	F	0,3	10,0	4,3	10,0	0,1	10,0	9,8	0,2	4,2
48	25	F	4,7	7,2	2,2	3,6	3,8	8,4	7,9	2,8	4,6
49	4B	M	9,4	9,4	4,9	4,B	9,0	9,0	9,0	B,9	9,S
50	S7	F	B,9	B,B	2,7	B,7	9,1	B,1	7,9	7,B	9,0
51	5B	F	9,S	9,S	S,B	9,0	9,0	4,2	9,1	B,5	4,4
52	S2	F	B,2	9,5	B,B	7,1	7,9	9,S	7,9	B,S	9,4
5S	S5	F	9,S	9,4	4,7	9,S	9,S	4,S	9,4	9,2	4,1
54	42	F	9,S	4,B	4,7	9,4	0,B	4,7	9,1	0,7	4,5
55	27	F	0,7	0,4	0,5	9,2	4,B	9,1	4,5	9,1	0,5
5B	41	F	9,2	4,7	0,5	9,2	4,B	0,4	9,1	7,4	7,B
57	4B		5,9	B,1	7,9	7,B	7,0	B,B	B,0	B,S	7,1
5B	SB		9,2	4,7	9,0	9,0	0,5	0,5	9,S	4,B	4,5
59	40	F	9,2	9,4	9,S	9,2	9,2	9,S	9,1	9,1	9,1
B0	S7	F	B,4	4,B	0,7	0,0	B,S	S,4	9,0	4,4	0,B
B1	S7		5,2	B,0	4,S	7,B	9,S	S,7	7,1	7,B	B,B
B2	2B	F	5,2	9,4	2,0	9,B	9,S	5,7	7,S	7,B	B,S
BS		F	9,1	4,5	4,B	4,B	9,1	0,5	0,5	4,B	9,0
B4	S9	F	9,2	9,2	4,7	9,1	9,2	9,S	9,1	4,B	9,1
B5	25	F	9,2	B,S	2,4	9,2	9,S	B,B	9,2	B,9	9,2
BB	44		9,2	9,1	9,2	9,4	9,4	9,2	0,7	9,S	9,2
B7	27		9,0	4,B	4,5	9,S	0,7	9,2	9,2	9,1	0,B
BB	SB	F	9,4	4,B	1,0	0,0	4,5	0,5	4,B	0,5	9,2
B9	45		9,S	9,S	9,2	4,B	4,B	9,S	9,S	4,7	4,B
70	B2	F	4,B	0,5	9,S	9,S	9,S	4,7	9,2	9,2	4,7
71	24	F	7,1	5,9	1,7	B,S	7,2	5,4	9,B	B,7	B,1
72	47	F	B,4	B,0	S,5	5,9	B,0	S,5	S,7	B,2	B,2
7S	S1	F	5,7	B,2	5,9	B,4	S,5	B,2	B,S	S,B	1,4
74	22	F	9,2	4,5	0,5	0,0	9,4	9,4	4,5	9,2	0,5
75	S0		9,4	1,2	S,2	2,S	7,0	9,B	B,S	5,5	9,1
7B	21		4,B	4,5	4,B	5,4	9,1	9,2	0,5	9,S	9,2
77	2B	F	4,0	B,1	5,5	B,4	B,4	9,1	7,S	B,S	B,2
7B	2B	F	B,B	5,4	4,7	S,0	B,B	S,0	5,0	5,B	4,S
79	17	F	S,S	B,9	S,0	7,4	B,2	2,4	B,S	4,B	7,0
B0	5S	F	7,2	B,B	2,9	B,5	S,B	B,0	0,9	9,S	S,7
B1	19	F	9,4	4,B	S,0	9,B	2,5	9,4	9,4	9,5	7,S
B2	2S		9,S	4,B	2,B	1,5	7,7	7,S	0,B	B,4	B,1
BS	SB	F	B,4	S,5	5,7	1,7	4,7	1,B	B,B	5,4	S,4
B4	SB	F	9,4	2,S	B,9	B,0	B,S	10,0	4,5	9,2	9,1
B5	41	F	5,B	4,B	S,9	B,1	2,2	2,5	7,4	S,5	5,7
BB	2S	M	9,1	7,B	B,S	5,7	B,5	2,9	B,2	B,5	B,0
B7	19	M	B,0	9,1	4,S	0,S	7,7	S,2	S,2	B,2	B,2
BB	50	M	9,1	9,1	9,2	9,1	9,1	9,4	9,0	9,0	9,0
B9	21	M	4,B	5,4	4,B	2,7	2,B	S,5	2,2	5,5	4,B
90	42	F	7,0	7,9	B,B	B,2	9,9	9,0	9,B	7,B	9,2
91	2S	F	7,4	B,9	5,5	2,B	4,7	0,0	B,0	7,1	B,2
92	2B		B,B	S,7	B,S	5,0	S,B	2,B	5,9	2,4	2,4
9S	SB	F	4,B	9,2	9,0	4,B	9,2	4,B	4,B	9,1	9,2
94	1B	F	B,5	5,B	B,5	9,2	9,2	9,1	7,B	9,5	S,7
95	21	F	B,9	4,7	4,4	0,S	9,2	4,B	4,7	0,5	4,B

9B	1B	F	9,S	9,S	9,4	4,B	9,2	9,S	4,5	4,7	9,2
97	42	F	7,0	5,5	2,4	7,B	5,B	7,0	2,S	S,4	7,2
9B	1B	F	S,4	S,B	S,1	5,B	9,4	B,B	7,S	9,4	9,5
99	15	F	S,7	5,7	4,1	4,9	5,B	4,B	B,1	S,B	7,0
100	54	F	4,B	B,4	B,4	9,0	10,0	10,0	5,0	10,0	10,0

**EVALUACIÓN DE TORTILLAS FRITAS ELBORADAS A BASE DE
HARINA DE PIJUAYO**

NOMBRE:.....Fecha:.....Edad:.....Sexo:...

A continuación pruebe y califique por su agrado " el color, el sabor y la textura" de las tortillas de pijuayo, hágalo de acuerdo a la indicación de orden de muestras que se le sugiere y de acuerdo a la escala de agrado que se presenta a continuación. Señale su respuesta con una línea vertical sobre la línea horizontal de la escala. Se recomienda tomar agua entre muestras.

Muchas gracias por su colaboración.

MUESTRA:

Indique: ¿Cuánto le agradó el color de la tortilla de pijuayo?

Señale su respuesta colocando una línea sobre el lugar de la recta que mejor expresa su agrado.

Me disgusta mucho

Me es indiferente

Me gusta

MUESTRA:

Indique: ¿Cuánto le agradó la textura de la tortilla de pijuayo?

Señale su respuesta colocando una línea sobre el lugar de la recta que mejor expresa su agrado.

Me disgusta mucho

Me es indiferente

Me gusta

MUESTRA:

Indique ¿Cuánto le agradó el sabor de la tortilla de pijuayo?

Señale su respuesta colocando una línea sobre el lugar de la recta que mejor expresa su agrado.

Me disgusta mucho

Me es indiferente

Me gusta

Comentarios generales:

Indique qué le gustó de la tortilla:

Indique qué le disgustó de la tortilla:

Sugerencias:

Cómo cree usted que podría mejorarse este producto?

Anexo III. Datos para el cálculo del contenido de carotenoides.**Anexo III.I. Mediciones realizadas para determinación del contenido de carotenoides en los pijuayos crudos.**

Repetición	Réplica	Masa (g)	V1 (mL)	V2 (mL)	V3 (mL)	AA
1	1	3,0942	122	5	10	0,5370
						0,5370
	2	3,1046	98	5	10	0,6440
						0,6440
2	1	3,0181	120	5	10	0,5040
						0,5030
	2	3,2099	91	5	10	0,7020
						0,7030
3	1	3,4490	106	4	10	0,5230
						0,5230
	2	3,0298	98	4	10	0,5200
						0,5200

Anexo III.II. Mediciones realizadas para determinación del contenido de carotenoides en los pijuayos cocinados.

Repetición	Réplica	Masa (g)	V1 (mL)	V2 (mL)	V3 (mL)	AA
1	1	3,2150	60	4	25	0,4890
						0,4880
	2	3,0395	96	5	10	0,8950
						0,8950
2	1	3,0151	94	5	10	0,7980
						0,7970
	2	3,2426	93	4	25	0,2540
						0,2540
3	1	3,5125	47	4	25	0,5350
						0,5350
	2	3,5110	70	4	25	0,3350
						0,3050

Anexo III.III. Mediciones realizadas para determinación del contenido de carotenoides en la harina de pijuayo.

Repetición	Réplica	Masa (g)	V1 (mL)	V2 (mL)	V3 (mL)	AA
1	1	3,0425	50	2	10	0,3310
						0,3350
	2	3,0917	44	2	10	0,3560
						0,3570
2	1	3,3831	90	1	1	0,7880
						0,7880
	2	3,2485	96	1	1	0,6740
						0,6740
3	1	3,0126	52	5	10	0,5890
						0,5890
	2	3,3127	51	5	10	0,6500
						0,6500

Anexo III.IV. Mediciones realizadas para determinación del contenido de carotenoides en la masa de la mezcla harina de maíz y pijuayo (50%/50%).

Repetición	Réplica	Masa (g)	V1 (mL)	V2 (mL)	V3 (mL)	AA
1	1	4,1569	53	5	10	0,4200
						0,4200
	2	4,1609	38	5	10	0,5900
						0,5900
2	1	3,1533	57	5	10	0,2790
						0,2790
	2	3,1946	52	5	10	0,3370
						0,3400
3	1	3,6217	52	5	10	0,3360
						0,3360
	2	3,0917	78	1	1	0,3810
						0,3810

Anexo III.V. Mediciones realizadas para la determinación del contenido de carotenoides en la tortilla horneada elaborada a partir de la mezcla de harina de maíz y pijuayo (50%/50%).

Repetición	Réplica	Masa (g)	V1 (mL)	V2 (mL)	V3 (mL)	AA
1	1	4,0756	59	5	10	0,4390
						0,4390
	2	4,2047	60	5	10	0,4090
						0,4090
2	1	3,9728	55	5	10	0,4950
						0,4950
	2	4,0480	56	6	10	0,5970
						0,5970
3	1	4,0591	47	5	10	0,5520
						0,5520
	2	4,0984	57	5	10	0,4210
						0,4210

Anexo III.VI. Mediciones realizadas para la determinación del contenido de carotenoides en los chips de pijuayo elaborados a partir de la mezcla de harina de maíz y pijuayo (50%/50%).

Repetición	Réplica	Masa (g)	V1 (mL)	V2 (mL)	V3 (mL)	AA
1	1	4,2820	50	1	1	0,6400
						0,6300
	2	4,5107	47	1	1	0,6550
						0,6550
2	1	4,4514	47	1	1	0,6420
						0,6420
	2	4,5171	47	1	1	0,5990
						0,5990
3	1	4,8711	57	5	10	0,2810
						0,2830
	2	4,6133	47,5	5	10	0,3020
						0,3030