



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA**

**FORMULACIÓN DE UNA BASE
DE SOPA DESHIDRATADA DE HARINA
DE PLÁTANO**

**Trabajo especial de grado
Presentado ante la ilustre Universidad
Central de Venezuela por la Br.
Gina Sosa González para optar el
Título de Licenciada en Biología
Tutora: Dra. Elevina Pérez**

Caracas, Octubre, 2011

ACTA

Quienes suscribimos, miembros del jurado evaluador designado por el Consejo de la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela para examinar el Trabajo Especial de Grado de la Br: Gina Sosa González, CI: 5.414.313 para optar por el título de Licenciada en Biología, considerando que dicho trabajo cumple con los requisitos exigidos en el reglamento respectivo, lo consideramos Aprobado.

Para dar fe de ello se levanta la presente acta en la ciudad de Caracas a los veintisiete días de Octubre de 2011.

Dra. Elevina Pérez
CI:3.710.533

Dra. Rosa Díaz
C.I 3.969.731

MSc Zurima González
CI:5.967.165

Dedicatoria

“A Dios y a mi queridos Padres”.

Está hecho con todo mi amor y toda mi dedicación, lo cual produce una gran satisfacción en poder servir a quien así lo requiera.

Reconocimiento:

Al personal académico, integrantes del Consejo de Escuela de Biología por su gran apoyo, para poder culminar mi carrera.

A mi tutora la Dra. Elevina Pérez, cuya personalidad magnética, marca la historia de una venezolana que por sus grandes esfuerzos deja brecha de un camino producto de su constancia, eficiencia, validez y sobre todo, la energía que emana diseña un monumento de respeto hacia el conocimiento en el área de la investigación científica, siendo el norte y ejemplo muchas generaciones.

Lic. Ana Paredes pilar fundamental en nuestra Institución, quien trasmite sus destrezas y su desenvolvimiento con criterio científico que de una manera desinteresada colaboró responsablemente en el desarrollo experimental y contribuyó con sus valiosos consejos, en la elaboración de esta investigación. A mi respetado jurado Prof. Zurima González, a la Dra. Nora Techeira, Prof. Rosa Díaz y quienes enaltecen y son orgullo de nuestra Universidad Central de Venezuela.

La Lic Fiodalisa Margic Torres amiga periodista, que hace de las letras un arte, cuya simplicidad y desenvolvimiento se integro con un margen de respeto en el área de la Ciencias. Al Dr Romel Guzmán discípulo de E. Pérez quien intuitivamente involucra el prisma matemático en los protocolos experimentales.

A cada uno de mis compañeros, personal docente, administrativo y obrero, que de una u otra manera formaron parte de este proyecto.

INDICE GENERAL

Pág.

CONTENIDO

1.0 RESUMEN.....	14
2.0 INTRODUCCIÓN.....	16
2.1 HIPÓTESIS.....	18
2.2 ANTECEDENTES.....	18
2.2.1 El Plátano <i>Hartón común</i>	18
2.2.1.1 Producción.....	18
2.2.1.2 Taxonomía.....	19
2.2.1.3 Características Morfológicas.....	19
2.2.1.4 Genética.....	19
2.2.1.5 Composición Proximal.....	20
2.2.1.6 Aporte Nutricional.....	20
2.2.1.7 Aspectos fundamentales de las harinas.....	23
2.2.1.8 Contenido de almidón.....	23
2.2.1.9 Comportamiento reológico.....	24
2.2.1.10 Tratamiento térmico.....	25
2.2.1.11 Digestibilidad.....	26
2.2.1.12 Importancia de las sopas deshidratadas.....	28
2.2.1.13 Los ingredientes complementarios.....	29
2.2.1.14 Los saborizantes.....	30
2.2.1.15 Evaluación sensorial.....	31

2.2.1.16 Almacenamiento.....	32
2.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.....	33
2.3.1 Objetivo General.....	33
2.3.2 Objetivo Especificos.....	33
3.0 MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
3.1 Materia prima.....	34
3.1.1 Evaluación de las características físicas y morfológicas del plátano.....	34
3.1.2 Obtención de la harina a partir del plátano <i>Hartón</i> <i>común</i>	34
3.1.3 Esquema tecnológico para la harina cruda.....	35
3.1.4 Cálculo del rendimiento (R) y eficiencia (E) en la obtención de La harina a partir del plátano <i>Hartón</i> <i>común</i>	37
3.2 Composición proximal.....	37
3.3 Caracterización física.....	38
3.4 Caracterización físico-química.....	40
3.5 Determinación de las propiedades funcionales de la Harina de plátano.....	41
3.5.1 Perfil Amilográfico.....	41
3.5.2 Viscosidad Aparente.....	42
3.5.3 Registro del farinógrafo.....	42

3.6 Elaboración de los trozos de plátanos y zanahoria.....	42
3.6.1 Cubitos de plátano.....	42
3.6.2 Cubitos de zanahoria.....	44
3.7 Elaboración de la harina instantánea y la mezcla para la sopa deshidratada en polvo a base de harina cruda de plátano <i>Hartón común</i>	46
3.8 Formulación preliminar de la mezcla para elaborar la base sopa de harina de plátano <i>Hartón común</i> en cuanto a la consistencia... ..	48
3.9 Modo de preparación de la mezcla para elaborar sopa deshidratada a base de harina de Plátano.....	49
3.10 Selección de la mezcla para la sopa mediante la evaluación sensorial.....	49
3.11 Empaque al vacío.....	51
3.12 Determinación de la digestibilidad “in vitro” al producto Elaborado.....	51
3.13 Pruebas de Estabilidad al producto elaborado.....	53
3.14 Data Estadística.....	53
4.0 DISCUSIÓN Y RESULTADOS	54
4.1 Evaluación de las características físicas y morfológicas del plátano.....	54
4.2 Obtención de la harina de plátano.....	54
4.2.1 Rendimiento de la harina cruda del plátano obtenida.....	54

4.3 Composición proximal.....	55
4.4 Estudio físico-químico.....	58
4.5 Caracterización física.....	60
4.6 Análisis reológico.....	67
4.7 Harina instantánea del plátano Hartón común.....	76
4.7.1 Composición proximal.....	76
4.8 Formulaciones preliminares de la sopa deshidratada.....	77
4.9 Reformulación de la sopa deshidratada y primera evaluación sensorial.....	80
4.10 Reformulación de la sopa deshidratada y segunda evaluación sensorial.....	82
4.11 Análisis estadístico de las dos evaluaciones sensoriales para la aceptación del producto.....	85
4.12 Empacado al vacío.....	86
4.13 Composición próxima del producto elaborado.....	86
4.14 Pruebas de digestibilidad “in vitro” al producto elaborado.....	87
4.15 Evaluación del producto antes de realizar las pruebas de estabilidad una vez destapado el empaque.....	89
4.16 Etiquetado del producto elaborado con destino al mercado.....	90
4.16 Pruebas de estabilidad	94
5.0 CONCLUSIONES.....	100
5.1 RECOMENDACIONES.....	101

6.0 BIBLIOGRAFÍA	102
7.0 TABLAS	
7.1 Composición de los alimentos derivados del plátano verde.....	22
7.2 Formulación preliminar de la mezcla para elaborar la base de sopa de harina de plátano <i>Hartón común</i>	48
7.3 Estimación de las características físicas y morfológicas del plátano de la variedad <i>Hartón común</i> AAB.....	54
7.4 Rendimiento de la harina cruda del plátano obtenido.....	55
7.5 Composición proximal de la harina cruda obtenida del plátano <i>Hartón común</i> (AAB).....	58
7.6 Determinaciones físico- químicas de la Harina cruda de plátano <i>Hartón común</i>	60
7.7 Características físicas y determinación de la densidad en la harina cruda de plátano <i>Hartón común</i>	62
7.8 Determinación de color en muestra de harina cruda de plátano <i>Hartón común</i>	63
7.9 Resultados de viscosímetro a una temperatura de 40 °C de la harina cruda de plátano <i>Hartón común</i>	67
7.10 Resultados de viscosímetro a una temperatura de 50 °C de la harina cruda de plátano <i>Hartón común</i>	68
7.11 Características reológicas para la harina de plátano, medidas en el Amilógrafo Brabender.....	71

7.12	Registro farinográfico de la harina cruda de plátano.....	76
7.13	Composición proximal de la harina Instantánea de plátano <i>Hartón común</i> (AAB).....	77
7.14	Propuesta preliminar de la formulación de sopa deshidratada para un consumo de 250g.....	79
7.15	Pesos registrados y porcentajes de los ingredientes en reformulación de la sopa deshidratada de plátano con un con un total de 250g.....	80
7.16	Promedios de la primera evaluación sensorial de la Sopa deshidratada a base de harina de plátano.....	82
7.17	Pesos registrados y porcentajes de los ingredientes de la formulación de la sopa deshidratada de plátano <i>Hartón común</i> para la segunda evaluación sensorial con un total de 250 g.....	83
7.18	Valores promedios de la segunda evaluación sensorial de la sopa deshidratada de plátano.....	84
7.19	Composición proximal al producto de la base sopa deshidratada a base obtenido de plátano <i>Hartón común</i>	87
7.20	Observaciones preliminares antes de los ensayos experimentales de estabilidad	90
7.21	Pruebas de estabilidad para la determinación Físico- química en el producto elaborado.....	95

7.22 Prueba de estabilidad en cuanto al color al producto elaborado.....	98
7.23 Pruebas de estabilidad de la viscosidad Aparente en el producto elaborado a los cero días.....	99
7.24 Pruebas de estabilidad de la viscosidad Aparente en el producto elaborado a los treinta días.....	100
7.2 FIGURAS	
7.2.1 Esquema Tecnológico para la elaboración de la harina cruda... ..	36
7.2.2 Esquema Tecnológico para la elaboración de los cubitos de plátano (<i>Hartón común</i>).....	43
7.2.3 Esquema Tecnológico para la elaboración de cubitos de zanahoria (<i>Daucus carota</i>).....	45
7.2.4 Esquema Tecnológico para la formulación de la base de sopa deshidratada de harina de plátano.....	47
7.2.5 Granulometría de la harina de plátano <i>Hartón común</i>	61
7.2.6a) Fotografía por microscopía electrónica sin luz Polarizada de los gránulos de almidón de la Harina cruda de plátano <i>Hartón común</i> del clon variedad AAB, en los objetivos 4X,10X,15X y 20X.....	65
7.2.6b) Fotografía por microscopía electrónica con luz polarizada de los gránulos de almidón de la Harina cruda de plátano <i>Hartón común</i> del clon variedad AAB, en los	

Objetivos 4X,10X,20X y 50X.....	66
7.2.7a) Amilogramas de las muestras de harina cruda de plátano <i>Hartón común</i> a una concentración del 6%.....	69
7.2.7b) Amilogramas de las muestras de harina cruda de plátano . <i>Hartón común</i> a una concentración del 6%(duplicado).....	70
7.2.8a) Farinogramas de las muestras de harina cruda de plátano <i>Hartón común</i> a una concentración del 6%.....	74
7.2.8b) Farinogramas de las muestras de harina cruda de plátano <i>Hartón común</i> a una concentración del 6%(duplicado).	75
7.2.9 Fotografía de ensayos preliminares de la sopa en cuanto a la consistencia,.....	78
7.2.10 Gráfica de la primera evaluación sensorial de la base sopa deshidratada a base de harina de plátano de las fórmulas 5,6,7 y 8.....	81
7.2.11 Gráfica de la evaluación sensorial de la segundas formulaciones de la base para la sopa deshidratada de la harina de plátano con las fórmulas.....	85
7.2.12 Fotografía de los productos elaborados de sopa deshidratada para las pruebas de estabilidad y evaluación sensorial.....	86
7.2.13 Digestibilidad “ <i>in vitro</i> ” de la mezcla para la sopa deshidratada de plátano <i>Hartón común</i>	88

7.2.15 Portada de la etiqueta en la base de la sopa deshidratada de harina de plátano.....	92
7.2.16 Parte reversa de la etiqueta en la base de la sopa deshidratada de harina de plátano.....	93

RESUMEN

Para incrementar la diversidad de productos en la industria de alimentos, así como darle valor agregado al banano, se formuló una sopa deshidratada incluyendo los ingredientes que se le agregan en la cocina convencional. Para la formulación del producto se elaboró harina de platanó instantánea, la fórmula del récipe idóneo, así como la evaluación funcional y de digestibilidad “*in vitro*” al producto elaborado. En la harina cruda mostró ser que es un producto de fácil cocción.

Se formuló el récipe una concentración del 6 %, en función a la respuesta reológica. De estas mezclas se obtuvieron 12 formulaciones; las primeras cuatro se descartaron por no cumplir con las características de una mezcla para sopa, al resto se les aplicó una evaluación sensorial, siendo la de mayor aceptación la que contenía 3,02 % de harina de plátano pre-gelatinizada y un 0,60% de almidón de plátano.

La mezcla para sopa registró valores (bs) de: 11,83 % de humedad, 6,27% de cenizas, 0,45% de grasa, 7,13 % de proteína y 80,79% de carbohidratos disponibles. El color, índice del blanco (IB) presentaron menores valores que L*, en ambos casos estos resultados revelan que la mezcla de harina presenta un color amarillento, parámetro físico de identidad y calidad de las harinas. En cuanto los resultados de las pruebas de digestibilidad, se observó una tasa *amilolisis* de 3,26 % con un incremento progresivo a los 30 min, el porcentaje de hidrólisis de almidón es muy bajo,

indicando que es una harina cruda muy poco digerible. El producto registró un pH de 4,86 y una acidez titulable de 0,0018, y aW de 0,6050. Las pruebas de estabilidad realizadas se realizaron hasta los 30 días, debido al fenómeno del apelmazamiento. Se recomiendan aditivos antipelmazantes para evitar la aparición de hongos. Se concluye que la harina de plátano, por su propiedad reológica es aceptable como base para la elaboración de sopas deshidratadas, con alto valor nutricional.

2.0 INTRODUCCIÓN

Por la demanda de productos alimenticios económicos que contengan fibra dietética y almidones resistentes para mejorar la digestibilidad y el funcionamiento gastrointestinal del consumidor, incluso en el metabolismo hepático y del colon se decidió trabajar con harina de plátano. El consumo de fibra en términos generales oscila entre 20-40 g/día para el adulto según cifras del Instituto Nacional de Nutrición (INN, 2000) y el plátano aporta 11,1 g/100g (Pak, 2003).

La materia seca de las bananas y plátanos se compone fundamentalmente de carbohidratos (por lo general, el 60-90%) de acuerdo a los datos de la Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 1991).

Considerados como la mayor fuente energética a nivel de la población mundial, poseen un gran valor nutricional, ya que además contienen vitaminas y minerales tanto en la pulpa como en la cáscara. Así como, es el cuarto alimento más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz (FAO, 2006).

En este sentido, por determinaciones del factor tiempo el ciudadano de vida urbana requiere un producto deshidratado a base de harina de plátano, con la finalidad de mantener una dieta básica ya que es uno de los rubros tropicales de fácil producción. La transformación de estos en harinas deshidratadas constituye la manera más eficiente de preservarlos para

disminuir las pérdidas post- cosecha y mantener una reserva y un sistema de comercialización estable que garanticen el suministro de estos frutos en el ámbito nacional durante todas las épocas del año.

Los alimentos secos requieren menos espacio y tienen mayor vida de anaquel, pudiendo ellos ser reconstituidos rápidamente y preparados para comer, un factor importante en la población urbana.

La harina también es utilizada como diluyente del trigo en la elaboración de productos horneados y como espesante en la formulación de salsas o sopas, por lo que son fuentes potenciales para el aumento en el uso de divisas en la exportación.

En el continente americano, este frutal se encuentra distribuido en la parte Norte, Centro y Sur de América en donde las condiciones ecológicas propician su desarrollo, siendo Brasil el máximo productor (FAO, 2003). Los principales países exportadores de bananos son: Ecuador, Costa Rica, Colombia, Panamá, Guatemala, Honduras, Filipinas y México. A partir del banano y del plátano se pueden obtener diversos productos tales como alcohol, jugos, mermeladas, jaleas, bananos pasados, polvo, harina, puré, almidón y productos por deshidratación osmótica para las industrias de lácteos, confiterías y cereales (Martínez y col., 1999).

La novedad con respecto a este rubro es la formulación de nuevos productos instantáneos, como es el caso de la elaboración de atol con bajo y alto contenido de fenilalanina para regímenes especiales de alimentación de niños fenilcetonúricos (Martínez, 2009).

En el presente trabajo se estudió la caracterización física, físico-química y reológica de la harina de plátano *Hartón común* (*Musa AAB*) y su utilización en la formulación de una sopa deshidratada de cocción rápida combinada con sabores de diversos saborizantes.

2.1 HIPÓTESIS

Por medio de la deshidratación de doble tambor de la harina de plátano (*Hartón común*) se podría obtener un producto para la formulación de una sopa deshidratada con óptimos indicadores de calidad aptos para el consumo que se conservarían por un mínimo tiempo de tres meses.

2.2 ANTECEDENTES

A continuación se presenta una descripción del marco económico y productivo del plátano *Hartón común*, así como de sus características morfológicas, taxonómicas, genéticas, análisis proximal, aporte nutricional y comportamiento reológico. De igual manera se describen algunos aspectos relacionados con las sopas deshidratadas y su aplicación para la formulación propuesta.

2.2.1 El plátano *Hartón común*

2.2.1.1 Producción

La producción de plátano se da en áreas tropicales y subtropicales. Según datos de la Dirección de Estadística de la Entidad Federal del Ministerio del Poder Popular de Agricultura y Tierras (MPPAT), en el año 2009 la superficie cosechada de plátano fue de 52.539 ha con una

producción alcanzada de 399.633 toneladas, se calculó un rendimiento de 7.628 Kg/ha. El estado que alcanzó mayor producción 183.704 (t) fue Zulia, con una superficie cosechada de 26.191 ha y un rendimiento de 7.014 Kg/ha.

2.2.1.2 **Taxonomía**

La familia de las Musáceas pertenece a la clase Mympphaeopsida, Los plátanos y bananos están clasificados en el orden Zingiberales, el cual está conformado por seis familias, donde las musáceas, al igual que las *zingiberáceas* y *las strelitziaceae*, tienen una importancia económica que radica en sus múltiples usos como alimento humano y animal, plantas ornamentales y productos medicinales (INIBAP, 1997), la subdivisión *Magnoliophyta* y división *Macrophyllphytiva*. La mayor parte de las variedades existentes (diploide, triploide, tetraploide) descienden de dos antepasados: *Musa acuminata* y *Musa balsisiana* (Salunke, 1984).

2.2.1.3 **Características Morfológicas**

Plátano *Hartón común* (gigante, típico) (AAB): Plantas mayores de 3,5 m, con racimos de 13 Kg en promedio, fruto de 23 a 35 cm de largo, con un número de dedos por racimo de 27 a 43. , Ciclo vegetativo de 12 a 14,5 meses (de siembra a floración de 9 a 11 meses; de floración a cosecha de 3,5 a 4 meses).

2.2.1.4 **Genética**

Pillay y col. (2006) indican que los bananos y plátanos modernos se originaron, entre otras cosas, por hibridación intraespecífica de dos diploides

($2n = 2x = 22$) que son las especies, *Musa acuminata* y *Musa balbisiana* que poseen los genomas A y B respectivamente. Según Haddad y Borges (1973), en cuanto a los clones de musáceas en Venezuela, el plátano *Hartón* pertenece al subgrupo AAB.

2.2.1.5 Composición Proximal

En el año 2005 Zhang y col., encontraron que la pulpa de plátano maduro presenta: 5,52 % de proteínas, 0,68% de grasa, 0,30% de fibra, 2,85% de almidón, mientras que la pulpa de plátano verde presenta 5,30, 0,78, 0,49 y 62 por ciento respectivamente. Aguirre y col., (2007) señalan que la harina de plátano secadas a 50°C contiene un porcentaje de humedad de 12,6%, lípidos 3,23%, proteína 4,03%, cenizas 4,63% y fibra dietética total 17%.

2.2.1.6 Aporte Nutricional

Los aportes nutricionales en la dieta del venezolano señalan la disponibilidad energética del plátano al consumo energético total de un (14%). Este rubro se considera una importante fuente de hierro (entre 1,99 y 5,88 % del total) y de vitamina A, cuya contribución ha sido significativa al ubicarse entre 5 y 11% del aporte total de la alimentación del venezolano promedio (Rosales, 2008).

El plátano verde también aporta cantidades significativas de vitamina B₆, C y potasio. De hecho, el bajo porcentaje de sodio y alto contenido de potasio de la fruta es de importancia en el balance nutricional, por lo que se

recomienda para las dietas bajas en sodio (Picq y col., 1998).

De acuerdo a la Tabla 7.1, se registran los aportes nutricionales de los derivados del plátano verde y algunas variedades de productos, donde cabe destacar el alto nivel de calorías que aporta la harina de plátano verde con un valor de 332 teniendo un contenido de carbohidratos totales de 47,9 y un valor alto en beta-caroteno con 1.050 y así como ciertas trazas de niacina, tiamina y riboflavina, así como ciertos niveles de calcio, fósforo, hierro y vitamina A.

Tabla 7.1 **Composición de los Alimentos. Derivados del plátano verde.**

Valores nutritivos por 100g de alimentos (parte comestible).

	Plátano verde	Plátano verde asado	Harina de plátano Verde	Sopa de Plátano verde
Calorías	148	201	332	74
Humedad	60,3	49,2	10,8	84,4
Proteínas	1,4	1,5	2,7	0,4
Grasa	0,3	0,5	1,6	3,3
Carbohidratos disponibles	34,9	-	76,6	-
Carbohidratos totales	37,1	47,9	82,7	11.2
Fibra dietética total	2,2	-	6,1	-
Cenizas	0,9	0,9	2,2	0,7
Calcio	5	9	26	40
Fósforo	47	55	47	40
Hierro	0.7	1,7	1,8	0,2
Vitamina A (ER)	215	283	175	53
Beta-carotenp	1.290	1.698	1.050	318
Tiamina	0,07	0,12	0,13	0,02
Riboflavina	0,06	0,06	0,07	0,02
Niacina	0,7	0,7	1,1	0,2
ácido ascórbico	15	7	Tr	Tr

Fuente: INN. (2001)

2.2.1.7 Aspectos fundamentales de las harinas

Pelayo (2002) citado por Guzmán (2011) define las harinas como el polvo resultante de la molienda de diversos granos tales como maíz, trigo, arroz y otros tipos de materias primas que luego de un proceso de secado, pueden ser molidos hasta obtener una harina, la cual presenta las mismas características granulométricas y de apariencia a las presentadas normalmente por una comercial.

Las elaboración de las harinas con diferentes propiedades funcionales a partir de la fruta percedera las valoriza como ingredientes para diferentes productos alimenticios, tal sería el caso de la harina procesada con el deshidratador de doble tambor para usarla como ingrediente en alimentos instantáneos o de rápida cocción (Pacheco y col., 2008^a).

2.3.1.8 Contenido de almidón

La pulpa de plátano verde contiene alrededor de 70 a un 80% de almidón en peso seco, el cual es un porcentaje comparable al endospermo de los granos de maíz y a la pulpa de la papa de la mayoría de las raíces y tubérculos (Zhang y col., 2005).

Charly (1998) establece que en la mayoría de las plantas los gránulos de almidón contienen aproximadamente una cuarta parte de moléculas de amilosa y tres cuartas partes de amilopectina. Sin embargo, ciertas plantas tienen la capacidad de sintetizar gránulos de almidón que poseen una mayor

proporción de amilosa o amilopectina. La mayoría de los almidones contienen entre un 20-30% de amilosa y 70-80% de amilopectina (Cardinali y Lam, 2003).

2.2.1.9 Comportamiento reológico

González y Pacheco (2006) evaluaron la caracterización física y las propiedades reológicas en muestras harina de banana verde, destacando la concentración de almidón (74, 94g/100g), amilosa (25, 68 g/100 g) y fibra dietética (7, 71%).

Las propiedades reológicas o termodinámicas de los almidones determinan la calidad del procesamiento y ciertas características sensoriales que favorecen su aceptación por parte del consumidor. Diversas investigaciones han comprobado que el almidón y la harina de banano presentan un contenido de almidón resistente que les confiere un interés especial en la formulación de nuevos productos alimenticios (Pérez y Marín, 2009). Una de dichas propiedades es la gelatinización del almidón que ocurre cuando los alimentos son calentados en un exceso de agua. Durante ese proceso los gránulos de almidón se hinchan y gradualmente pierden el orden molecular; las cadenas de amilosa se solubilizan y forman el gel de almidón (García y col., 1999; Chaiwanichsiri y col., 2001).

A partir del enfriamiento del almidón gelatinizado se produce la gelificación. Los geles formados se hacen más fuertes, aumenta la claridad, se restringe el movimiento y aumenta la viscosidad. El almacenamiento del

almidón gelificado genera que los enlaces de hidrógeno entre las moléculas de amilosa reemplacen a los de la amilosa y agua. Seguidamente se produce la recristalización, donde los cristales empiezan a formarse, hay un aumento de la rigidez y sinéresis (separación de fases entre el polímero y el disolvente).

Este fenómeno de recristalización ocurre por agregación de moléculas lineales conocida con el nombre de retrogradación, el cual influye en la textura, aceptabilidad y digestibilidad de los alimentos en los cuales se genera. La amilosa retrogradada constituye el almidón resistente (AR) según Villagra (2010).

Es importante destacar que el almidón de plátano es una fuente alternativa para la obtención de jarabe fructosado utilizado como edulcorante con características comparables a los productos comerciales mediante un procedimiento enzimático según, concluyó, Hernández y col. (2008).

El almidón de plátano podría ser un buen sustituto del almidón de maíz en galletas de acuerdo al perfil de textura, para la aspereza y adhesividad en las polvorosas y pastas secas (Bello y col., 2000).

2.2.1.10 Tratamiento térmico

Debemos tener en cuenta las características del producto que estemos secando puesto que muchos alimentos o mejor dicho muchos de los componentes de estos, son termolábiles, es decir que se alteran fácilmente

por la acción de calor. Este hecho establece en muchos casos el límite superior de temperatura, de manera que la temperatura del área de secado deberá ser tal, que el producto en ningún momento del proceso alcance temperaturas que alteren sus principales atributos de calidad (Maupoey y col., 2001). En cuanto a cambios por incremento de calor Rodríguez en el 2010, concluyó que el tratamiento térmico modifica el color de la harina promoviendo el matiz amarillo y reduce la luminosidad (L^*), en una elaboración de mezcla de sopa deshidratada para bebidas instantáneas

2.2.11 Digestibilidad

En cuanto a la digestibilidad, los investigadores Englyst y Cummings (1986) determinaron que hasta un 78% del almidón de banana cruda no es digerido en el intestino delgado en los seres humanos. Ahora bien, el plátano en estado verde puede ser una excelente fuente para la obtención de fibra dietética, debido a que este contiene de un 6 a 15.5% de dicho constituyente (Da Mota y col., 2000).

En un trabajo sobre el uso de la harina de hoja de plátano en la alimentación de rumiantes se encontró que existe una disminución en los coeficientes de digestibilidad a medida que se aumentan los niveles de harina, presentándose una correlación lineal y negativa altamente significativa para los coeficientes de digestibilidad de proteína, fibra, extracto libre de nitrógeno, celulosa y retención de nitrógeno ($p < 0,01$) (García y col., 1973).

Al formular pastas alimenticias a partir de harina de banano estas mostraron una baja tasa de hidratos de carbono para la hidrólisis enzimática, ayudando a ampliar la gama de alimentos de bajo índice glucémico a disposición del consumidor, Además, este alimento contiene mayor cantidad de compuestos indigeribles (almidón resistente y polisacáridos no amiláceos) que pueden ser beneficiosos para la salud intestinal (Martínez, 2009).

El almidón además de ser el principal componente de las plantas es el carbohidrato dominante de la dieta humana (Skrabanja y col., 1999). No todo el almidón se digiere y existe una fracción que resiste a la hidrólisis por las enzimas digestivas humanas; su tránsito continúa por el intestino delgado llegando hasta el intestino grueso donde es sustrato de las enzimas en la microflora normal del colon.

Desde el punto de vista fisiológico del metabolismo humano en la primera etapa del proceso de la digestión, el almidón es atacado por la ptialina, la alfa-amilasa de la saliva. Sin embargo, el pH óptimo para esta enzima es de 6,7 y su acción es inhibida por el jugo gástrico ácido cuando el alimento pasa al estómago. En el intestino delgado, la alfa-amilasa pancreática también actúa sobre los polisacáridos ingeridos. Tanto la alfa-amilasa salival como la pancreática hidrolizan las uniones 1,4 alfa pero no a los enlaces alfa 1,6, a las uniones 1,4 terminales y a las 1,4 próximas a los puntos de ramificación. En consecuencia, los productos finales de la

digestión por la alfa amilasa son oligosacáridos ; el disacárido maltosa, el trisacárido malto-triosa, algunos polímeros algo mayores con unión de 1,4 alfa de glucosa y las alfa dextrinas límites ,polímeros ramificados que contienen un promedio aproximado de ocho moléculas de glucosa (Ganong,1987).

2.2.12 **Importancia de las sopas deshidratadas**

Para desarrollar nuevos productos alimenticios con alto contenido de fibra se han elaborado sopas deshidratadas de vegetales, siendo este alimento importante en la dieta del hombre moderno (Grijalva y col., 1995).

Es relevante destacar que las sopas o cremas en polvo pertenecen a la gama de harinas deshidratadas, más representativa y reconocida en el mercado como alimentos instantáneos que solo requieren la adición de agua y calentamiento corto para su preparación (Pacheco, 2001).

En cuanto a la composición nutricional Romeo y col. (1983) refieren que las sopas deshidratadas deben tener por lo menos 0,8% de nitrógeno total, deberán contener por litro no más de 17 g de cloruro de sodio, ni suministrar más de 180 calorías.

Morris (2000) elaboró una sopa deshidratada a base de una mezcla de arvejas, cambur, plátano verde, zanahorias y las formuló saborizadas con ajoporro, cebolla, cilantro y otros. Según un artículo publicado referente a la caracterización físico-química y funcional de las harinas de Arracacha (*Arracacia xanthorriza*) para sopas instantáneas, García y col. (2007)

encontraron que la preferencia fue la muestra con el 60 % de harina.

Ahora bien, si se quieren desarrollar sopas o alimentos líquidos espesos lo ideal es trabajar con almidones de alta viscosidad, concluyeron Alvis y col., (2008).

La adición de glutamato y de nucleótidos mejora la aceptabilidad de sopas deshidratadas de leguminosas para el adulto mayor (González y Pacheco, 2006) lo cual tecnológicamente es una herramienta de gran utilidad en el problema de la desnutrición de los ancianos, pudiendo mejorar la calidad de vida de esta población (Garrido y col., 2009). Algunos alimentos, tales como los ajos, las cebollas y la mayoría de las especias también contienen potentes agentes antimicrobianos (Branen y col., 1990).

Las harinas deshidratadas para elaborar bebidas instantáneas tienen la ventaja de facilitar la preparación sin entorpecer en la cocina doméstica, centros asistenciales de recogida, policlínicos y hospitales, lo que se debe traducir en un bajo esfuerzo físico requerido en su reconstitución una vez que se le adiciona agua leche para su dilución, en algunos casos requieren ser cocinados a bajas temperaturas (Cerezal y col., 2008).

2.2.13 Los ingredientes complementarios

La adición de zanahorias a las panquecas elaboradas con harina trigo (50 % de HT - 50% de Z; 25 % HT- 75 % de Z) producen un incremento de los niveles de fibra, cenizas (minerales) grasa, carbohidratos y beta β -caroteno. La incorporación de zanahorias a la panquecas de harina de trigo

(25 % HT; 75% Z) incrementa significativamente los niveles de calcio, pero reduce los de hierro y fósforo, también incrementa en la condición de alta factibilidad para mejorar el valor nutritivo del producto (Gamboa y col., 2007). Se sabe que algunos de los compuestos carotenoides, como a y b-caroteno, 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. En el caso del pimiento rojo (*Capsicum annuum*) los carotenoides mayoritarios de Capsantina capsorrubina (Meléndez y col., 2004). El ajo (*Allium sativum*) puede promover normalización de lípidos plasmáticos, frenar la peroxidación lipídica, estimular la actividad fibrinolítica, e inhibir la agregación plaquetaria y reducir la tensión arterial, entre otros, dada la labilidad de algunos compuestos que contiene, se sugiere moderado su consumo, cerca del 30% de la parte comestible del ajo está integrado por hidratos de carbonos disponibles y aproximadamente un 6% de proteínas (García y Sánchez, 2000 citan a Souci y col.)

2.2.14 Los saborizantes

El sabor de los alimentos puede ser mejorado con la adición de ingredientes naturales denominado resaltadores del sabor, los cuales se definen como “sustancias que a las concentraciones que se utilizan

normalmente en los alimentos, no aportan un sabor propio, sino que intensifican o resaltan el sabor de otros componentes presentes”, el resaltador de sabor más usado es la sal de mesa (Vaclavik, 1998). El uso de resaltadores del sabor es más efectivo en alimentos proteicos y vegetales con pH entre 5,5 y 8 (Gutiérrez y Sangronis, 2006). Según Covenin 2302-85, el requisito de cloruro de sodio, es de 12,5 g/L para sopas deshidratadas.

2.2.15 Evaluación sensorial

Los trabajos sobre el desarrollo de nuevos productos se realizan siguiendo una serie de etapas que es necesario cumplir metódicamente para asegurar un impacto positivo del nuevo producto al llegar al consumidor. Las industrias de alimentos están diversificando cada vez más los alimentos que produce, con el fin de satisfacer las expectativas del consumidor y cumplir con los objetivos formulados cuando fue diseñado (Witting y col., 2000). La "calidad" de un producto alimenticio, es una noción en parte subjetiva, ya que el principal instrumento de evaluación es el consumidor. Pero como evaluar significa "asignar un valor", se han puesto a punto diferentes pruebas o índices cuantitativos, utilizados tanto para describir objetivamente la calidad como para permitir un nivel de calidad satisfactorio y constante (Cheftel y Cheftel, 1983).

2.2.16 Almacenamiento

Las mezclas deshidratadas para bebidas instantáneas fabricadas en harinas de plátano con cocción y con aislado proteico de hoja de *Amaranthus dubius* son estables en sus propiedades físicas, físicas químicas y de composición por un periodo de almacenamiento de tres meses (Rodríguez, 2010).

En el trabajo realizado por Castro (1997) en la formulación de sopa deshidratada de ocumo, se concluyó que el producto puede permanecer durante períodos largos de almacenamiento sin que varíen sus propiedades sensoriales, lo cual garantiza la existencia del producto por períodos largos fuera de la época de recolección del cultivo, asegurando así el mercado para este producto dada su característica de humedad.

2.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.3.1 Objetivo General

Formular una sopa deshidratada a base de harina de plátano (*Hartón común*) para su incorporación como alimento funcional en el consumidor venezolano.

2.3.2 Objetivos Específicos

1. Evaluar las características físicas y morfológicas de los frutos Musa AAB sub grupo de plátano.
2. Obtener harina de los frutos.
3. Evaluar la composición proximal y las características físicas y físico químicas y funcionales de la harina cruda obtenida.
4. Elaborar los cubitos deshidratados de plátanos y zanahoria por deshidratación convencional.
5. Formular una mezcla deshidratada para elaborar sopa utilizando como ingrediente principal la harina pre-gelatinizada obtenida del plátano.
6. Determinar el porcentaje de almidón a través de la digestibilidad “*in vitro*” en el producto elaborado.
7. Realizar la evaluación sensorial de las sopas elaboradas.
8. Evaluar los parámetros de calidad de la mezcla para la elaboración de sopa durante un período de tres meses.

3.0 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materia Prima

3.1.1 Evaluación de las características físicas y morfológicas de plátano

Los frutos fueron evaluados en tamaño, peso y diámetro. Para ello se procedió a su medición y pesaje usando una cinta métrica y una balanza de precisión. La harina de plátano *Hartón común* será elaborada de acuerdo al siguiente procedimiento.

3.1.2 Obtención de la harina a partir de plátano *Hartón común*

En el Laboratorio de procesos del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA) de la Universidad Central de Venezuela (UCV), se elaboró la harina de plátano a partir de muestra del clon *Hartón común* cosechado en el Banco de Germoplasma del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) de Maracay. Para la selección de los frutos, se tomó como criterio el punto óptimo de madurez fisiológica, siguiendo la escala de Von Loesecke (1950).

Cosecha: De la plantación experimental INIA Maracay, estado Aragua se cosecharon los racimos de plátano del Clon *Hartón común*, en forma manual y se transportaron hasta el Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela (ICTA) Caracas, Distrito Capital, para su posterior procesamiento.

Pesada: Los racimos, las manos y los plátanos individuales del extremo apical, medio y final del racimo se pesaron y los plátanos una vez separados,

se pesaron antes y después de descascarar, para establecer el rendimiento.

Selección: Se eligieron los plátanos a fin de extraer cualquier parte que no estuviese en buen estado.

Evaluación: Los plátanos fueron evaluados en tamaño peso y diámetro. Para ello, se procederá a su medición y pesaje usando una cinta métrica y balanza de precisión.

3.1.3 Esquema tecnológico para la harina cruda

Inicialmente, se pesaron 4 kilos de plátanos, la recolección fue realizada al azar, luego se lavaron con agua corriente y se pelaron para obtener la cantidad en kg de pulpa, que se acondicionó para la elaboración de la harina. Se cortaron los trozos manualmente con un cuchillo de acero inoxidable, de 2,5 mm de espesor y se colocaron en una solución de ácido cítrico al 1% por dos minutos, se dejaron escurrir y se colocaron las rodajas distribuidas de manera homogénea en el deshidratador de bandeja perforada Mitchell, modelo 645159 por 24 horas a 45 °C, las hojuelas obtenidas se llevaron al molino de martillo Conminuting, Modelo D., The Fitzpatrick Company, Chicago, USA, para lograr una reducción a un menor tamaño y obtener una harina, la cual se paso por un tamiz equivalente a 60 mesh (Fig. 7.2.1).

Finalmente, se almacenó en envases de plástico a temperatura ambiente para su posterior análisis.

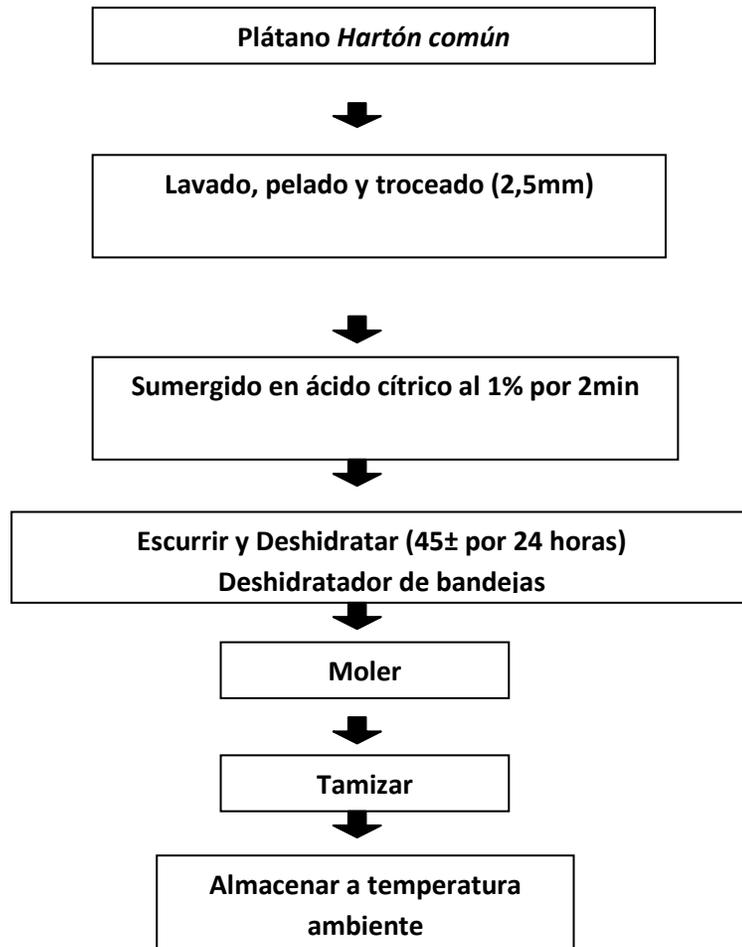


Fig. 7.2.1 Esquema Tecnológico para la elaboración de la harina cruda

(Pacheco, 2001)

3.1.4 Cálculo de rendimiento (R) y eficiencia (E) en la obtención de la harina

A partir de la humedad de la harina, se calculó el peso en gramos de sólidos obtenidos en el experimento, el cual se denominó gramos de sólidos obtenidos experimentalmente y se calculó el rendimiento de la siguiente forma:

$$\text{Sólidos obt.exp. (g)} = \frac{\text{peso de la harina} \times (100 - \% \text{ de humedad})}{100}$$

$$R = \frac{\text{Sólidos obtenidos experimentalmente}}{\text{Pulpa en gramos}} \times 100$$

De manera similar, a partir de la humedad de la pulpa, se determinaron los gramos de sólidos teóricos. Estos sólidos relacionados a los sólidos obtenidos experimentalmente determinaron la eficiencia del proceso, a través de la siguiente expresión:

$$\text{Sólidos teóricos (g)} = \frac{\text{peso parte comestible} \times (100 - \% \text{ de humedad})}{100}$$

$$EP = \frac{\text{Sólidos obtenidos experimentalmente g}}{\text{Sólidos teóricos g}} \times 100$$

3.2 Composición proximal

Cabe destacar que a las muestras de las harinas elaboradas se le determinaron los análisis por triplicado.

Humedad: Se realizó según método descrito en la AACC (2003) 44-15A.

Cenizas: Se realizó, según método descrito en la AACC (2003) 08-12, por incineración en mufla entre 500 y 550 °C.

Grasas: El método de extracción continua se realizó según lo descrito en la AACC (2003) 30-10.

Proteína: Según la Norma Oficial AACC (2003) 46-13, se empleó el factor de corrección de 6,25, utilizando el método de macro Kjeldahl.

Carbohidratos totales: Se calculó, en base seca, por diferencia del contenido de humedad, proteínas, grasas y cenizas de 100 g de muestra, según INN (2001).

Carbohidratos disponibles: se calculó por la diferencia de Carbohidratos totales menos el % de fibra dietética INN (2001).

3.3 Caracterización física

Densidad (“bulk density”): se utilizó el método establecido por Subramanian y Viswanathan (2007), que consistió en colocar la muestra en un cilindro graduado de 100 ml, previamente tarado, en la balanza analítica para registrar el peso una vez alcanzado el nivel de 100 ml. La densidad se calculó a partir de la relación de masa del contenido con el volumen.

Densidad (empacada): según lo establecido por Subramanian y Viswanathan (2007) se aplicó el procedimiento anterior, con la diferencia que se impartieron golpes suaves al cilindro de manera continua y se registró el peso. La densidad empacada se determinó a partir de la relación de la masa

del contenido de la muestra en relación con el volumen del cilindro.

Granulometría: Se realizó según método descrito por Bedolla y Rooney (1984), el cual consistió en utilizar una serie de tamices ASMT, equivalentes a 40, 60, 80 y 120 mesh dispuestos en orden creciente a una velocidad de 320 rpm por 5 min, Para ello, se pesaron 100g de muestra y la cantidad inmovilizada en cada tamiz se expresó directamente en porcentaje.

Color: Se midió de acuerdo a la metodología establecida en Giese (1995) y por el Manual Hunter Lab (2001), con el equipo colorímetro triestímulo, modelo Hunter Lab Color Flex, USA, bajo el Software Color Universal Cielab. Equipado con una placa estándar con los parámetros: L^* , a^* y b^* para representar el color reflejado, recurriendo al iluminante D65, partiendo de los valores obtenidos de la escala CIEL $L^*a^*b^*$,

Denominación de la nomenclatura:

L^* : Simboliza el índice de Luminosidad (100 = blanco y 0 = negro, es decir, valor cercano a cien (100) tiende a blanco y valor cercano a cero (0) tiende a negro.

a^* : Índice de longitud de onda predominante, registra los colores de rojo a verde (+ = rojo, - = verde y el 0 es neutro).

b^* : Índice de longitud de onda predominante, registra los colores de amarillo a azul (+ = amarillo, - = azul y el 0 es neutro).

L^*/b^* : Revela el matiz de la harina cruda, intensidad del color amarillo. Se determinó el índice de blanco (IB), representó la blancura total de la muestra, de acuerdo a ecuación usada por Chin-Lin y col. (2003).

$$IB = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + (a^*)^2 + (b^*)^2}$$

La microscopía de luz polarizada (MLP) y no Polarizada se realizó en un equipo marca Nikon modelo Optihot 2, con cámara acoplada Nikon FX-35DX y filtro de luz polarizada (MLP). Los gránulos de almidón se observaron bajo el microscopio, encima del portaobjetos, adicionando una gota de agua y se colocó el cubreobjetos a fin de incrementar el índice de refracción de las mismas (Sívoli y col., 2009).

3.4 Caracterización físico-química

Índice de sólidos solubles en agua (ISS) e Índice de absorción de agua (IAA): Se utilizó la metodología descrita por Anderson (1982). En un tubo de centrifuga previamente lavado y pesado, se colocó una fracción de 2,5 g de muestra de harina (granulometría 60 mesh) y se suspendió en 30 ml de agua destilada a 30°C . La suspensión se homogeneizó con una varilla de vidrio y se dejó en reposo por 30 minutos, luego se sumergió en baño de agua a 30°C por 1min. Se centrifugó por 10 min a 3000 rpm. El líquido sobrenadante se separó del gel o residuo cuidadosamente y se colocó en una cápsula de porcelana, previamente lavada y pesada, para su evaporación hasta sequedad en baño de agua caliente y luego en estufa a 100°C por 16h. Se enfrió en desecador y se registró el peso. Esto correspondería al índice de sólidos solubles (ISS) y el gel o residuo contenido en el tubo de centrifuga al índice de absorción de agua (IAA).

El pH y la acidez titulable: Se realizó según lo descrito en las metodologías oficiales 02-02 y 02-31 de la AACC (2003).

Actividad de agua (aW): Se utilizó el equipo psicométrico ACUALAB CX-2 (Decagon Devices, Pulman WA USA). La calibración se realizó a temperatura ambiente ($28\pm 2^{\circ}\text{C}$) con cloruro de potasio como estándar de aW.

Separación de fases: se realizó mediante el método 56-60 de la AACC (2003).

3.5 Determinación de las propiedades funcionales de la harina de plátano.

Los análisis procedimentales requieren inicialmente de la preparación y cálculos de la muestra para lo que se determinó el comportamiento reológico de la harina a través de un perfil amilográfico, viscosidad aparente y registro farinográfico, métodos realizados en el Centro de Investigaciones del Estado para la Producción Experimental Agroindustrial (CIEPE) en el edo. Yaracuy.

3.5.1 Perfil Amilográfico:

El método 22-10 se llevó a cabo según AACC (1988). Las propiedades se realizaron a través de la interpretación de las curvas Amilográficas que se obtuvieron en un amilógrafo Brabender marca CWB, Modelo: VA-VE. Una vez detectado el registro en una gráfica, se determinó el comportamiento reológico de la harina evaluada.

Parámetros:

P_1 = peso teórico de la muestra (en este caso) al 6%.

H_1 = humedad teórica de la muestra

P_2 = peso de la muestra corregido en base a su humedad.

H_2 = humedad inicial de la muestra

Ecuación:

$$P_2 = P_1 (100 - H_1) / 100 - H_2$$

3.5.2 Viscosidad aparente:

La viscosidad se determinó usando un viscosímetro Brookfield (modelo D. Middleboro, USA) en una suspensión acuosa de harina de plátano a temperatura de 40 y 50 °C a una velocidad de 0,5 rpm por minuto (Smith,1967).

3.5.3 Registro del farinógrafo: Se realizó según el método descrito por la AACC (1995) 54-21, mediante el uso del Farinógrafo, marca Brabender, Modelo: FA-MV100.

3.6 Elaboración de los trozos de plátanos y zanahoria

3.6.1 Cubitos plátanos

Se pesaron 3 kilos de plátano verde *Hartón común* obtenidos en un automercado en Caracas, se lavaron (Fig. 7.2.2) y luego se realizó cocción por tacho abierto por 17 min, fueron eliminadas sus cáscaras para registrar el peso de la pulpa y de la cáscara, con la finalidad de determinar el rendimiento y la eficiencia. En seguida se trocearon a 0,5 cm, utilizando un

cuchillo de acero inoxidable cortándose manualmente en cubitos de $0,5 \text{ cm}^3$. Se procedió a colocar de manera homogénea y con mucho cuidado, en el deshidratador de Bandejas Mitchell, modelo 645159 a $45 \text{ }^\circ\text{C}$ x 4h para así obtener los cubitos deshidratados de plátano.

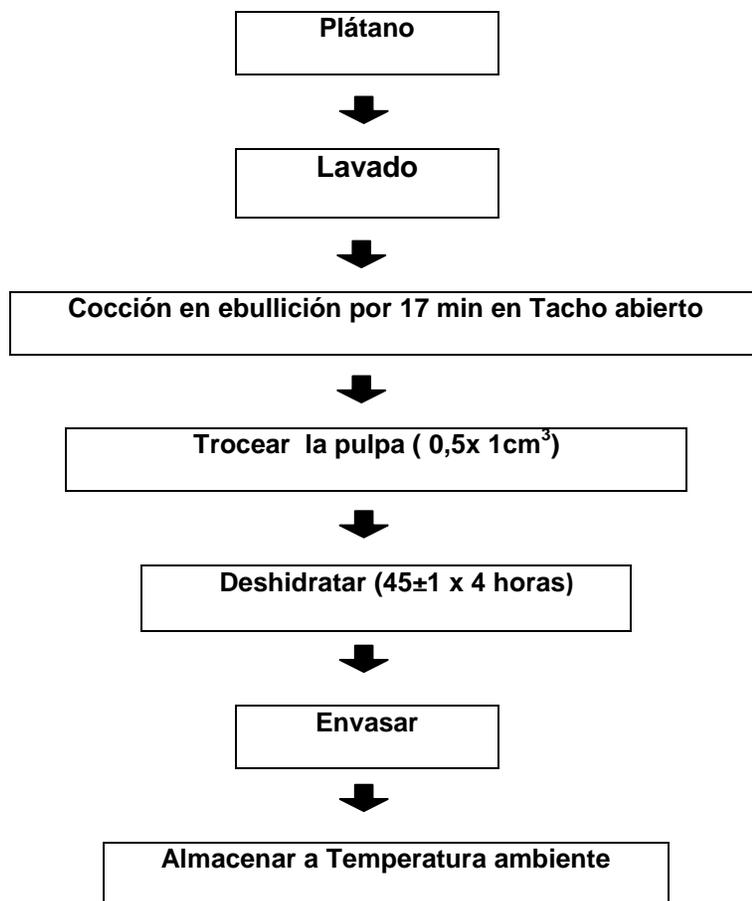


Fig. 7.2.2 Esquema Tecnológico para la elaboración de cubitos de plátano
(*Hartón común*).

3.6.2 Cubitos de zanahoria

Se pesaron aproximadamente 3 kilos de zanahoria (Fig. 7.2.3) eliminando la cáscara cuidadosamente, registrándose el peso de la cáscara y la pulpa. Se procedió al troceado y cortado en cubitos con el cuchillo de acero inoxidable, para después sumergir en una solución de carbonato de calcio al 1% por 5 minutos, se dejó escurrir y se colocó de manera homogénea y con mucho cuidado en el deshidratador de bandejas perforadas a 45 °C x 4h para así obtener los cubitos deshidratados de zanahoria en el deshidratador de Bandejas Mitchell, modelo 645159, por 4 horas a 45°C.

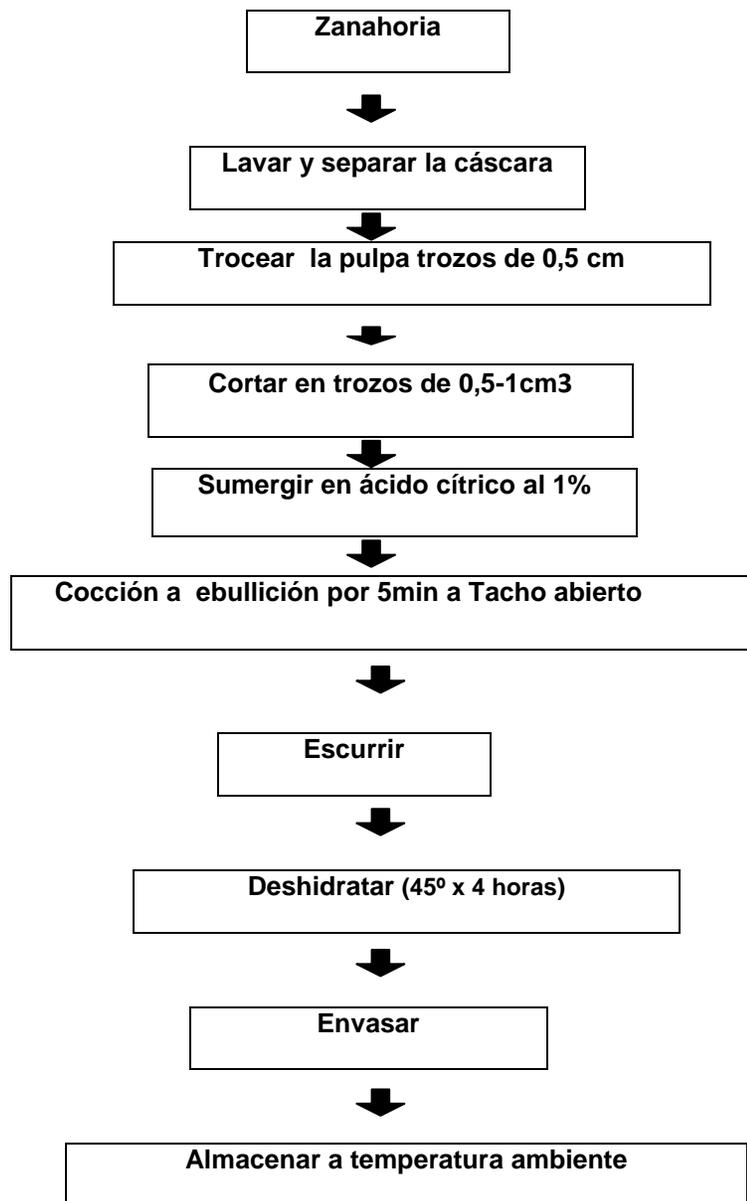


Fig. 7.2.3 Esquema Tecnológico para la elaboración de los cubitos de zanahoria

(*Daucus carota*)

3.7 Elaboración de la harina instantánea y la mezcla para la sopa deshidratada en polvo a base de harina cruda de plátano *Hartón común*.

Según Pérez y col., (2007) se pueden realizar pre-gelatinizaciones de diversas maneras, una de ellas es utilizando la deshidratación por doble tambor preparando una mezcla de harina cruda y tres partes de agua, se pre-gelatiniza bajo presión en un esterilizador durante 30 min, el secado con tambor rotatorio y la posterior molienda. Ahora bien, en este caso se utilizó el mismo procedimiento empleado por Guzmán (2011) en la elaboración de harinas instantáneas a partir de harinas crudas a base de plátano para la formulación de pastas estilo fettuccini.

Se tomó una parte de harina cruda y 2,3 partes de agua (Pérez y col., 2007); en la homogeneización de la suspensión se utilizó un ayudante de cocina semi-industrial marca Kitchen-Aid Profesional 6. Seguidamente, se hizo pasar a través de un deshidratador rotatorio marca Sterling Power, Inc; Indiana, USA, bajo las siguientes condiciones: Presión de vapor de entrada al equipo: 70 psi, temperatura del vapor de entrada al equipo 152 °C, velocidad de los tambores rotatorios: 3 rpm, alimentación del equipo: 0,2l L/ min. Una vez deshidratada la harina, se sometió al proceso de molienda en un molino de martillo marca Conminuting Machine, modelo D, tamizados a 60 mesh (Fig. 7.2.4) luego se adicionaron, en cantidad en gramos, sal, ajo, cebolla, y

el pimentón deshidratados obtenidos del mercado local, los cubitos de zanahoria y plátano se homogeneizaron por cinco minutos de forma manual. Con la finalidad de establecer las formulaciones definitivas, se realizaron varios ensayos, para determinar el % de harina con respecto al resto de los ingredientes, la mezcla se homogeneizó y se envasó.

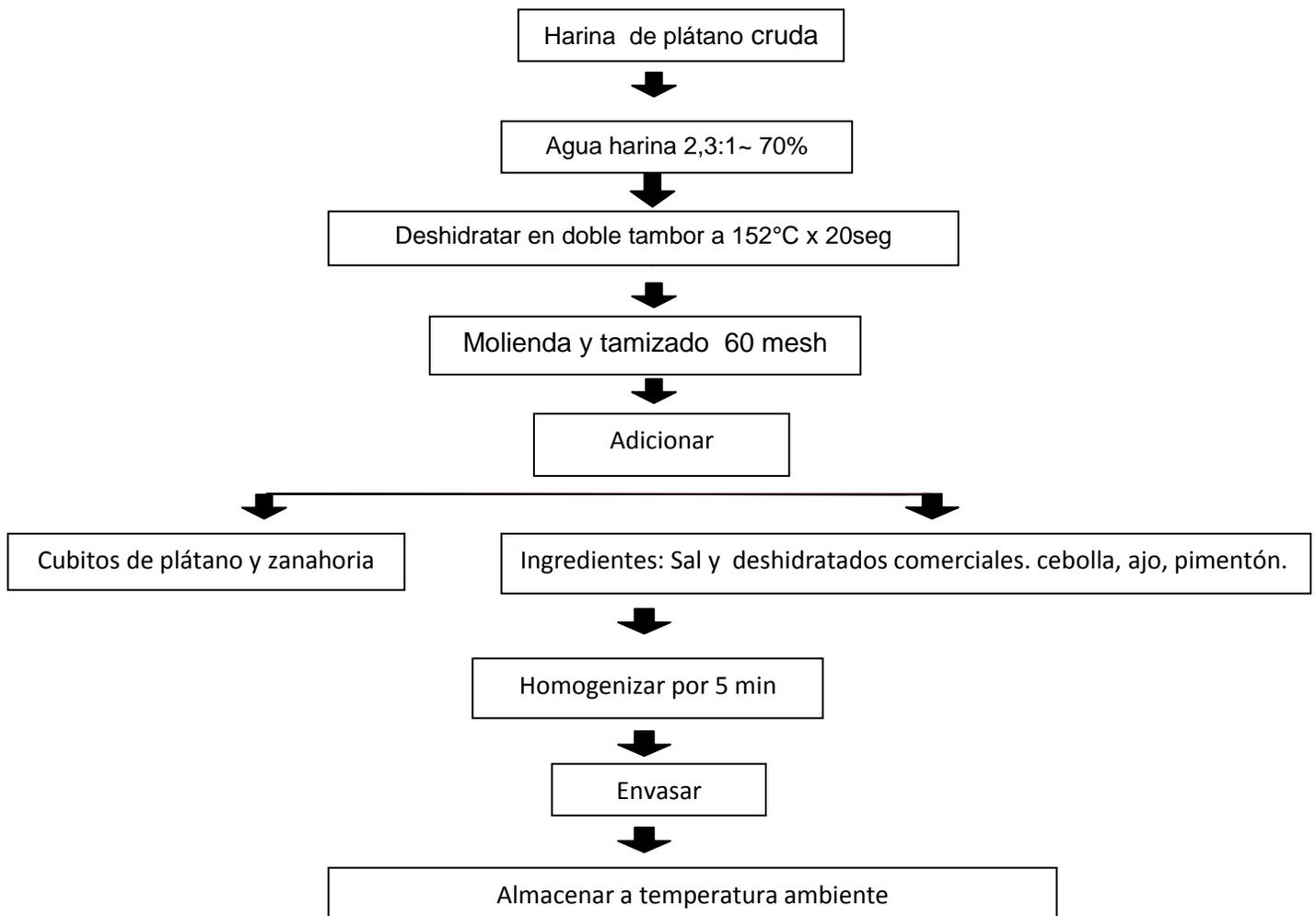


Fig. 7.2.4 Esquema Tecnológico para la formulación de la base de sopa deshidratada de harina plátano

3.8 Formulación preliminar de la mezcla para elaborar la base de sopa de harina de plátano *Hartón común* en cuanto a la consistencia.

Para la determinación de sólidos en suspensión, se realizaron ensayos diferentes de proporciones de harina, agua, almidón, saborizantes y sal. Se varió las cantidades en cada una de las formulaciones (Tabla 7.2). Por ejemplo, para realizar el ensayo de la formulación 1, fue tomada una muestra de X de gramos de harina, X de almidón y se disolvió en X ml de agua y se calentó por 2 minutos para determinar cualitativamente la viscosidad y la consistencia adecuada,

Tabla 7.2. Formulación preliminar de la mezcla para elaborar la base sopa de harina de plátano *Hartón común*.

Fórmula	Harina Pregel. (g)	Ingredientes deshidratados comerciales (g)	Almidón de plátano (g)	Agua Potable (g)	Sal (g)	Cubitos de zanahoria y plátano	Tiempo de cocción
1	X	X	X	X	X	X	2
2	X	X	X	X	X	X	2
3	X	X	X	X	X	X	2
4	X	X	X	X	X	X	2

3.9 Modo de preparación de la mezcla para elaborar la base de sopa deshidratada de harina de plátano.

Mezclar el contenido del sobre en la cantidad de agua a fin de eliminar los grumos al hervir por dos minutos y servir.

3.10 Selección de la mezcla para la sopa mediante la evaluación sensorial

Para realizar la evaluación sensorial de los formulas elaboradas, se utilizó el método de aceptación con escala hedónica verbal de 9 puntos, debido a que son sopas deshidratadas con algunos ingredientes novedosos según se reportó en la bibliografía, se descarta el control. Los parámetros sensoriales fueron: color, aroma, sabor y consistencia. Se contó con un panel afectivo de 15 personas, de 20 años en adelante, para seleccionar la sopa, las cuales se les dió una porción de aproximadamente 10 g de sopa a temperatura de 66°C.

Se permitieron medir el agrado o desagrado para la aceptación de la formulación definitiva, los códigos utilizados fueron 127, 372, 521,775. Las pruebas fueron realizadas en las cabinas de evaluación sensorial del Instituto de Ciencias y Tecnología de Alimentos (ICTA), de la calle Suapure de Bello Monte, a las 11am, aplicando el siguiente instrumento:

Fecha: _____

PRUEBA SENSORIAL DE ACEPTACIÓN CON ESCALA HEDÓNICA DE 9 PUNTOS

PRODUCTO: Base de sopa deshidratada de harina de plátano

Instrucciones:

A continuación, se le entregan cuatro muestras de sopa a base de harina de plátano para que Ud. evalúe su grado de gusto o disgusto por el color, aroma, sabor y consistencia. Seguidamente en la Tabla coloque en cada código el número que corresponde de acuerdo a su consideración. En cada atributo, antes de probar cada muestra, tome agua y coma un trozo de galleta.

código	color	aroma	sabor	consistencia
127				
372				
521				
775				

9- Me gusta extremadamente

8- Me gusta mucho

7- Me gusta moderadamente

6- Me gusta poco

5- Me es indiferente

4- Me disgusta

3- Me disgusta moderadamente

2- Me disgusta mucho

1- Me disgusta extremadamente

Observaciones:

3.11 **Empaque al vacío.**

Una vez realizada la data estadística y para obtener en definitiva el producto de mayor grado de aceptación, se etiquetaron y se procedió a empacar al vacío el producto seleccionado en el equipo Driol Plastpack, SA, Corporación Vasmaster SVP 20, en cinco empaques, para 0, 30, 60 y 90 días con 100,5 g c/u para realizar los análisis de las pruebas de estabilidad y así como el producto alimenticio con un peso neto de 21 g para la posterior evaluación sensorial a los 90 días.

3.12 **Determinación de la digestibilidad "in vitro" al producto elaborado**

Los ensayos de digestibilidad "in vitro" se realizaron según metodología descrita por Holm y col. (1983).

Preparación de la muestra. La muestra se homogeneizó en un molino de martillo.

Reactivos: Buffer amilasa: 3 gramos de fosfato monoácido de potasio (K_2HPO_4), más 3,96 g de fosfato monoácido de sodio tetrahidratado $Na_2H PO_4 \cdot 4H_2O$ + 0,4 g de cloruro de sodio (NaCl); se disolvió en 500 ml de agua, se ajustó a pH 6,90 y se completó a 1 litro.

Solución de ácido dinitrosalicílico (DNS): se pesó 1 g de ácido dinitrosalicílico (DNS) + 30 g de tartrato de sodio y potasio tetrahidratado + 1,6 g de NaOH, completar a 100 ml. Nota: esta solución se dejó en agitación constante, durante doce horas para su total disolución y se resguardó de la luz.

Solución de la enzima: amilasa pancreática tipo B, con 4 mg de buffer fosfato. Actividad: 25 unidades de amilasa/mg de peso. Se pesaron exactamente 500 mg de la muestra previamente molida y homogeneizada, en base seca y se colocó en una fiola de 100 ml, se añadió 50 ml de solución buffer, paralelamente se prepararon un conjunto de tubos grandes por duplicado, para los tiempos 0, 5, 15, 30 y 60 min y se agregaron a cada tubo 0,8 ml de agua y 1 ml de solución de ácido dinitrosalicílico (DNS), el cual inactiva la enzima. Se colocó la fiola que contiene la muestra en un baño con agitación constante, a la temperatura de 37 °C y se dejó transcurrir 5 minutos para que se estabilice la temperatura, se tomaron alícuotas de 0,2 ml de la fiola y se colocaron en los tubos de ensayo que contienen DNS, marcados con el tiempo 0 min. Se agregó 1 ml de enzima a la fiola que contiene la muestra, manteniendo la agitación constante. Se tomaron alícuotas de 0,2 ml de la fiola a los distintos tiempos (5, 15, 30 y 60 min) y se añadió a los tubos que contienen solución DNS. Una vez transcurrido el tiempo 60 min, se colocaron los tubos de ensayo previamente tapados con metras, en agua hirviendo durante 10 min. Se situaron los tubos en agua a temperatura ambiente durante 3 min y se agregaron a cada tubo 5 ml de agua, se mezclaron y se leyó la absorbancia a 530 nm. Una solución de maltosa es utilizado como estándar (2mg/ml), con la cual se preparó un set de tubos para elaborar una curva de calibración, los cuales se prepararon así: relación solución de maltosa/agua (0,0/1,0;0,1/0,9;0,25/0,75;0,50/0,50;

0,75/0,25:1,0/00) ml. Los tubos que contienen las soluciones de maltosa se “corren” paralelamente con la muestra.

Se leyó la absorbancia a 530 nm y se graficó la absorbancia vs mg de maltosa. De la curva se establecieron los mg de maltosa para cada par de tubos, luego el porcentaje de harina digerido se comprobó con la siguiente relación: mg de maltosa. 0, 95, 50,100/500 mg O₂. El factor 0,95 transforma maltosa en almidón. Se graficó % de hidrólisis de almidón digerido vs tiempo (min).

3.13 Las pruebas de estabilidad

Para evaluar la estabilidad del producto elaborado, este se almacenó a temperatura ambiente y se determinaron algunas propiedades físicas como: humedad, densidad aparente, densidad empacada, pH, acidez titulable, aW, y viscosidad aparente con los mismos métodos que se realizaron a la harina cruda, se planificó desde los cero hasta los 90 días, así como una evaluación sensorial con una escala hedónica de nueve puntos a los 90 días.

3.14 Data estadística

Una vez aplicada la encuesta con la escala hedónica de nueve puntos, se ordenaron los datos en el programa estadístico STATGRAFICS versión 5.1, así como en el Statistic función 8 y a las muestras que presentaron diferencias se les realizó la prueba de rango múltiple de Duncan y se procedió a aplicar el ensayo estadístico, para determinar, cuales muestras fueron estadísticamente a un nivel de significancia del 95 %.

4.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación de las características físicas y morfológicas del plátano

El número de manos es fundamental porque permite determinar cuán productivo puede ser, a nivel industrial, el rubro de plátano, así como la cantidad de dedos, el diámetro y proyección horizontal; estos factores dependen de la precipitación, el tipo de suelo, el pH de la zona de cultivo y el estado de madurez del fruto (Tabla 7.3).

Tabla 7.3. Estimación de las características físicas y morfológicas de la variedad de plátano *Hartón común* AAB.

Número de Manos	Dedos Promedio	Arco exterior (cm)	Proyección horizontal (cm)	Diámetro (cm)
5	4,6	20	27	14,5

4.2. Obtención de la harina cruda de plátano.

4.2.1. Rendimiento y eficiencia de la harina cruda de plátano obtenida

Los resultados del proceso de obtención de las harinas de plátano se muestran en la Tabla 7.4, se utilizaron 4 kilos de plátano, de los cuales 2,3 kg correspondieron a la pulpa. Este se proceso obteniendo 0,625 kg de harina, lo que equivale a un 10,78 % de rendimiento de parte comestible y 27,37 % de eficiencia .En el caso del rendimiento registrado por Aguirre y col. (2007) de la harina cruda fue mayor con un valor 27,37%, quienes evaluaron una variedad de plátano *Musa paradisiaca* L .resultando 6,7 Kg de harina a partir de 24,32 kg de plátano, para un 25,37% de harina de plátano. El rendimiento

fue debido al alto valor de humedad 60%, según el INN (2001), por lo que el valor de rendimiento es fundamental en cuanto a la rentabilidad de la transformación de estos frutos en harinas. Del banco de germoplasma, se trasladaron 10 kilos de plátanos, 6 kilos de pulpa comestible y 4 de cáscara.

Según los datos obtenidos de plátano *Hartón común*. (Tabla 7.4) a partir de 4 kg de plátano se registró un valor de un 15,62 % de harina obtenida con un rendimiento de 10,78 y una eficiencia de 27,37%, lo que indica que sería muy rentable a nivel industrial. La relación pulpa/ cáscara del fruto verde va depender según la ubicación que tenga el racimo, los ubicados en la parte superior, tienen una demanda preferencial de foto-asimilados desde las hojas durante el desarrollo en la planta (Arcilla y col., 2002).

Tabla 7.4 Rendimiento de la harina cruda del plátano obtenido

Plátanos procesados (kg)	Pulpa procesada (Kg)	Harina obtenida (kg)	Rendimiento (%)	Eficiencia (%)
4,0	2,3	0,625	10,78	27,37

4.3 Composición proximal

En la Tabla N ° 7.5 se presentan los resultados de la composición proximal expresados en base seca, cuyos valores promedios con respecto a la humedad fueron de 7,85% (base húmeda), cenizas, 3,45%, grasa, 0,73% y proteína cruda, 0,85%. Y una tendencia poco similar fueron los resultados registrados por Martínez (2009), con valores de la humedad, 9,97%, cenizas, 2,18%, grasas, 0,51% y proteína cruda, 2,35%. En cambio, Aguirre y col.

(2007) en sus investigaciones con harina de plátano de la variedad *Musa paradisiaca* L pero secada a 50°C. reportaron valores de 12,6 % de humedad, 4,64 % de cenizas, en grasa cruda, 3,24% y 4,03% de proteína cruda para harina de plátano de la variedad *Musa paradisiaca* L. secada a 50°C durante 3 días.

Los contrastes de temperatura con respecto la humedad pueden ser debido al tamaño de partícula, el proceso de deshidratación utilizado para la obtención de la harina y la variedad de plátano. En cuanto al contenido de ceniza, se encuentra una leve diferencia con relación al plátano *Musa paradisiaca*. Las cenizas representan el porcentaje de materia seca de un sistema alimenticio, cuyo contenido radica en la presencia de minerales que se encuentran fundamentalmente en el plátano, como Ca, P, Zn, K y Mg, cuyo contenido de minerales puede depender de los sistemas de riego según Casanova y Rivero (2006).

Es importante destacar que el contenido en ácidos orgánicos en algunos productos alimenticios es tal, que durante la incineración de la materia orgánica para obtener la ceniza se convierten en CO₂, el cual queda retenido en forma de carbonato, especialmente K₂CO₃.

Ahora bien, con respecto al extracto etéreo, se registró un valor levemente por debajo del valor esperado, con respecto a la tabla de perfil nutritivo de plátanos, desde el punto de vista europeo, están entre 1,4 y 0,9 % en verde entero y maduro entero respectivamente (INRA, 1984) y desde el punto de vista americano, la pulpa es mucho más cercano un 0,7% tal

como se reportan en la Tabla 7.5 con 0,73 %. No obstante, se registró un valor ligeramente mayor a lo que resultó en Pérez y Marín, (2009) con 0,51 %.

El contenido de proteínas obtenido en la harina cruda de plátano Hartón común fue de 0,87% y de manera similar lo determinó Rodríguez (2010) con un valor de 0,15 %. Los ensayos realizados de proteínas cruda se han encontrado diferencias significativas para las harinas las cuales están estrechamente relacionadas con el origen genómico. Los resultados muestran que los contenidos de proteínas obtenidos para los descendientes *Acuminata*, triploides y diploides oscilan entre 2,88% a 5,56 % mientras que para los descendientes *Acuminata x Balbisiana*, triploides varían desde 1,42 a 2,49%. En general, las musáceas presentan un bajo contenido de proteína en la pulpa (Molina, 2010).

Los carbohidratos totales están constituidos en su mayor proporción principalmente por el almidón seguido de fibra cruda y por último una menor cantidad, de azúcares. Los carbohidratos disponibles, están constituidos principalmente de almidón y a menor proporción de azúcares. González y Pacheco (2006) evaluaron la composición proximal de harina de banana verde. Musa AAA reportando valores de fibra dietaria 7,71% y almidón 74,94%. Pacheco y Delaye (2002) reportó en harina de plátano verde un contenido de almidón de 86% del cual es 40,7% es de amilosa y además 8,6% de fibra dietética. Según Akubor (2005) el contenido de carbohidratos

totales fue de 78,9% valores ligeramente similares a los obtenidos en esta investigación.

Tabla 7.5. **Composición proximal de la harina cruda obtenida del plátano *Hartón común* (AAB).**

Humedad	Cenizas	Grasas	Proteínas	Carbohidratos por diferencia	Fibra cruda (*)	Carbohidratos disponibles
7,85±0,05	3,45±0,03	0,73±0,13	0,87±0,04 ¹	94,95±0,13 ¹	5,62 ¹	89,33 ¹

Media ± Desviación estándar, n=3. Valores expresados en base seca.¹=Nx 6,25

(Según INN, 2001*)

4.4 Estudio físico-químico

En cuanto a la acidez titulable y pH, este tipo de análisis se considera un índice de calidad en las harinas, ya que permite estimar si hubo o no fermentación por crecimiento bacteriano, así como también podría considerarse un cierto grado de actividad enzimática. La norma Covenin N° 217-82 para harina de trigo registra un valor máximo de acidez de 0,11 % y un mínimo valor de pH de 6. Según la Tabla N° 7.6, el pH está muy cercano con un valor promedio de 5,8 y de acidez titulable de 0,0014, expresados como miliequivalentes de ácido sulfúrico; un valor ligeramente superior lo registró Guzmán (2011), con un pH de 6,8 en la harina cruda de plátano. En cuanto a la acidez titulable un valor centesimal de 0,06 y en este caso, de 0,0014, similar al que obtuvo Martínez (2009), de 0,0042 en harina cruda de plátano.

La acidez titulable concomitantes debido a la presencia de ácido málico, cuyos cifras también pueden ser estimados como valores de madurez del

fruto, los ácidos contribuyen a la calidad post-cosecha, ya que el sabor es principalmente un balance entre los contenidos del azúcar y de acidez, por lo tanto la estimación post-cosecha de acidez es importante en la evaluación del sabor del fruto. Ahora bien, los ácidos orgánicos presentes en los alimentos influyen en las características sensoriales, así como en la estabilidad del mismo. Estos compuestos en los alimentos influyen en el sabor color y estabilidad de los mismos. El deterioro de los granos y productos de molienda va acompañado de un incremento de acidez. Los ácidos presentes en los alimentos pueden ser málico, tartárico, ascórbico y cítrico. La expresión de la acidez se representa como ácido clorhídrico o ácido sulfúrico, siendo un valor estándar para indicar la presencia de los ácidos orgánicos.

El comportamiento de índice de sólidos solubles en agua (ISS) de la harina en banana verde indica una buena capacidad de retención de agua con un promedio de 5,69 (Tabla 7.6). Esta característica indica la capacidad de la harina para formar gel espeso, condición esencial para los almidones en plátano verde (Pérez, 1997).

El Índice de absorción de agua (IAA) determinado para la harina de plátano fue, en promedio, de 1,35 g de gel / g de muestra, indicando la presencia de constituyentes solubles, los cuales pueden ser disueltos en agua, tales como carbohidratos de bajo peso molecular que potencialmente pueden ser empleados en productos tipos salsa (Pacheco,2006). En el caso

del valor obtenido por Martínez (2009), fue mucho mayor, es decir, 3,32 g de gel / g de muestra.

Tabla 7.6. **Determinaciones físico - químicas de la Harina cruda de plátano *Hartón común***

pH	Acidez Titulable	ISS	IAA	aW
5,8±0,21	0,0014±0,001*	5,6925±0,20	1,3549±0,14	0,367±0,005

Media ± Desviación estándar, n=3. *=expresados en meq de H₂SO₄/g muestra

Hay una relación entre la **separación de fases** y la densidad, lo que a mayor densidad habrá una menor separación de fases. El volumen de sedimentación fue desarrollada por Fenney y Yamasaki (1946), citados por Esquivel (1989), inicialmente para medir la capacidad de retención de agua de la harina de trigo *durum* y está fundamentado en la tasa de sedimentación de la fase sólida de una suspensión de las harinas de trigo asociado al rápido asentamiento de tales suspensiones con un bajo contenido de proteína y con la variedad pobre en gluten. En nuestro caso los resultados se reportaron con un volumen promedio de 23 ml y una desviación estándar de 1, cuyo volumen de suspensión de las harinas se ubicó en un intervalo entre 22 y 24 ml, significando que estas muestras tienen un valor promedio de retención de agua de 23 ml.

4.5 Caracterización física

Con respecto a la Granulometría, la Fig. 7.2.5 se disponen los valores que indican el porcentaje de partículas; el tamaño de la partícula es un indicador de calidad, cuyas diferencias de porcentaje reflejan el tipo de molienda

utilizado, así como su distribución en diversos tamices. La finalidad de la reducción de tamaño está relacionada con el aumento de la relación volumen-tamaño, lo que permite un incremento de la velocidad de calentamiento o de enfriamiento. La Fig.7.2.5 muestra los resultados para la harina cruda de plátano; los mismos indican un porcentaje de 40 mesh = 2,30%, 60 mesh = 3,43%, 80 mesh = 4,83% y 120 mesh = 5,43% y menor a 120mesh = 82,76 % se puede inferir que este último tiene un mayor porcentaje, debido al proceso de molienda utilizado.

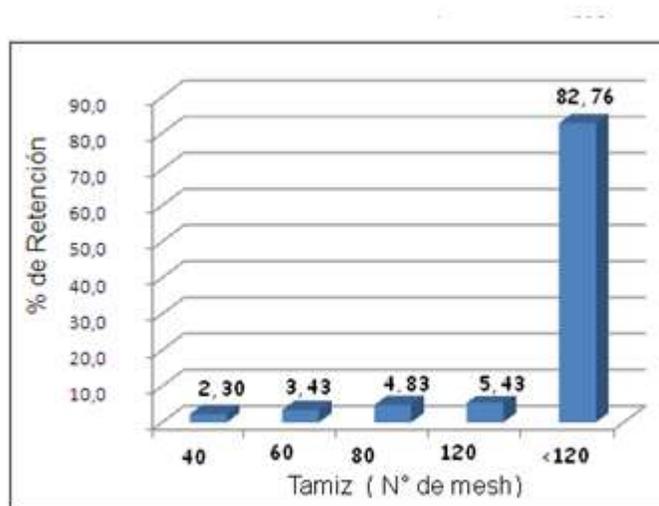


Fig. 7.2.5 Granulometría de la harina de plátano *Hartón común*

El tamaño 60 mesh es el ideal para la producción de alimentos instantáneos. Es importante destacar que durante el procedimiento utilizado hubo una pérdida de partículas de 1,25%, muy notable al pasar las muestras a la balanza en los tamices 80 y 120 mesh ya que las partículas son muy pequeñas, y tienden a dispersarse.

En la Tabla 7.7 se registran los valores de la caracterización física de la harina de plátano, resulto una densidad promedio de 0,55 g/ml. De manera similar lo reportó Pacheco y col. (2008) con un valor de 0,53g/ml, y una densidad de 0,71 g/ml para la variedad de *Musa paradisiaca* secada en deshidratador de bandejas. En cuanto a la densidad empacada, el cálculo registró un valor de 0,67 g/ml, la cuantificación de la densidad permite el establecimiento de las propiedades de las harinas funcionales, en relación con el transporte y el almacenamiento, también es importante en el diseño de la maquinaria (Pacheco y col., 2008).

Tabla 7.7. Características físicas y determinación de Densidad en la Harina cruda de plátano *Hartón común*

Densidad Aparente (g/ cmt ³)	Densidad empacada (g/cmt ³)
0,5474±0,0096	0,6733±0,0031

Media ± Desviación estándar, n=3.

Con respecto al color, según la Tabla 7.8. El valor obtenido para este parámetro $L^* = 85,56$ indica que estas harinas no son oscuras, ya que no sufren las reacciones de oscurecimiento, enzimático y no enzimático. Si la muestra es blanca la reflectancia será de 100 y si fuera de color negro sería cero. El a^* sería el matiz lo que representa la longitud de onda que prevalece, la cual se registró con un promedio de 1,77 que nos indica que las harinas tienden a este color por la presencia de pigmentos rojos. El índice b^* dio como resultado 10,05 el cual mide la intensidad del color y va de azul

si el valor es negativo, al amarillo si el valor es positivo (Hunter, 2001), el b^* indica el matiz amarillo, este color se debe a la presencia de pigmentos que podrían ser del tipo caroteno o flavonoide. El IB que es el índice de blancura dio un valor 94,88, el cual mide el grado de desviación de las harinas con respecto a un blanco. Debido a que el IB es menor a L^* , nos indica que la harina de la pulpa del plátano presentó un color blanco amarillento. De manera algo similar Rengel, (2010), reportó valores de $L^*=87,45$, $a^*=2,00$, $b^*=10,51$, $IB=83,5$ para la musa AAB. Por tanto estos resultados indican que el color en la harina de plátano *Hartón común* es de un color blanco amarillento y representan un índice de la calidad de las harinas (Pacheco y col., 2008).

Tabla 7.8. **Determinación de color en muestra de harina cruda de plátano *Hartón común*.**

L^*	a^*	b^*	L^*/b^*	IB
85,56±0,17	1,77±1,18	10,05±0,22	8,51±0,188	94,88±0,02
0,0020¹	0,0234¹	0,0197¹	0,0219¹	0,0031¹

Media ± Desviación estándar, n=3. ¹: Coeficiente de Varianza

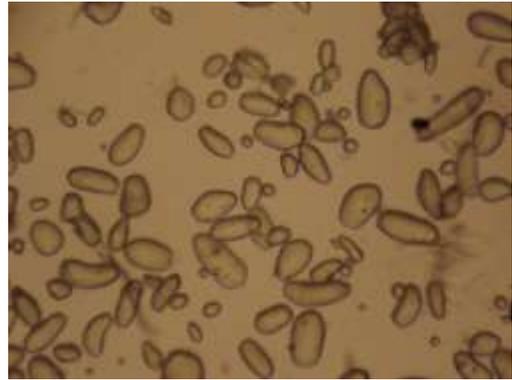
El color del plátano es probablemente el único factor mediante el cual el consumidor evalúa la calidad del fruto, por lo que representa un importante criterio de selección post-cosecha. El color podría indicar el estado de deterioro infestación por enfermedades o contaminación.

En el análisis de microscopía de luz polarizada y no polarizada se observa que la estructura de los gránulos de almidón nativo de plátano

Hartón común clon variedad AAB, es una estructura íntegra y muy variada, la cual está integrada por capas concéntricas de amilosa y amilopectina. Estos cuerpos son birrefringentes, es decir, tiene dos índices de refracción, por lo cual, cuando se irradian con luz polarizada desarrolla la típica “cruz de malta” (Fig. 7.2.6 b; 50X), la cual estuvo ausente en la harina de plátano sometido a cocción Rodríguez (2010). También se puede observar en las microfotografías obtenidas del almidón, en ambas Figuras 7.2.6 a y b se registraron diversas formas, circulares, poliédricos, irregulares y oval truncada. Según estudio de microscopía de barrido, el tamaño de los gránulos de *Hartón común* sin cocción oscila entre 17,14 a 35,67 μm según Rodríguez (2010).



4X



10X

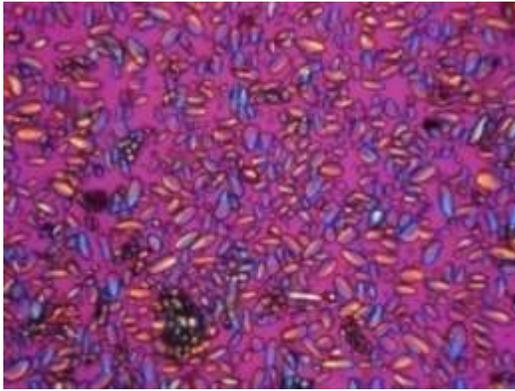


15X

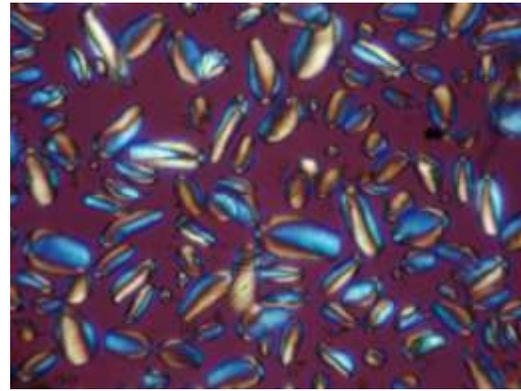


20X

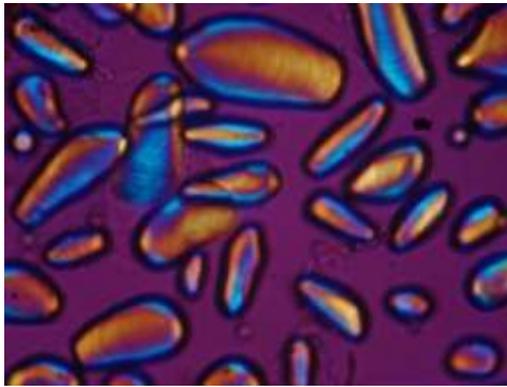
Fig. 7.2.6a Fotografía por microscopía electrónica sin luz polarizada de los gránulos de almidón de la harina cruda de plátano Hartón común del clon variedad AAB, en los Objetivos 4X,10X,15X y 20X



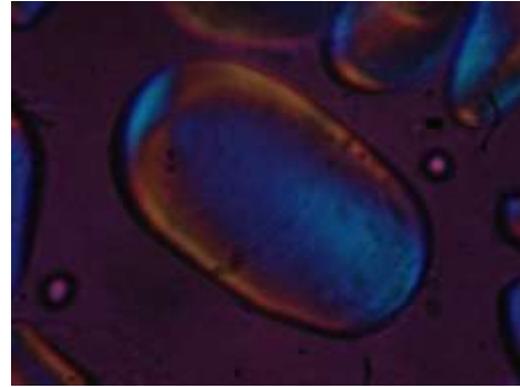
4X



10X



20X



50X

Fig. 7.2.6 b Fotografía por microscopía electrónica de luz polarizada de los gránulos de almidón de la harina cruda de plátano *Hartón común* del clon variedad *AAB* en los objetivos 4X, 10X, 20X y 50X

4.6 Análisis reológico

En las Tablas 7.9 y 7.10 se observan los resultados de la medición de viscosidad aparente. Para ello se escogió la aguja N° 5, ya que dio respuesta con el pulsor en el intervalo de 0 a 100. Según los resultados, el comportamiento de la harina de plátano cruda a 40° y 50°C mostró la misma

propensión de aumento de viscosidad al elevar la fuerza de corte. La muestra alcanzó los máximos de viscosidad a una velocidad de 100 rpm en ambos casos.

Tabla 7.9. **Resultados de viscosímetro a una temperatura de 40 °C de la harina cruda de plátano *Hartón común***

rpm	0,5	1	2,5	5	10	20	50	100
cp	10	12	15	18	24	31	44	60

En general, el comportamiento de la harina de plátano frente al aumento del esfuerzo cortante es la disminución de la viscosidad, este es una característica de los líquidos no newtonianos pseudoplásticos (Singh y Haldman,1998). Los resultados obtenidos en la viscosidad aparente fue comparado con el trabajo de Pérez (1993), esta autora observó valores de viscosidad en el almidón nativo de yuca, que disminuían cuando aumentaba la tasa de corte medidos a las mismas temperaturas de 50 y 30°C la cual revela el carácter pseudoplástico del fluido.

Según lo reportado por Martínez (2009), se muestra una tendencia de disminución de viscosidad a 50 °C con respecto a los datos obtenidos en 30 °C, Las datos registrados de viscosidad cumplirían con una tendencia exponencial, una tendencia de aumento de la viscosidad a medida que aumenta la fuerza de corte, cuyos valores máximos de 100 rpm con 69,25 cp.

Tabla 7.10. **Resultados de viscosímetro a una temperatura de 50 °C de la harina cruda de plátano *Hartón común***

rpm	0,5	1	2,5	5	10	20	50	100
cp	11,25	13,75	17,50	22,25	31,75	35,50	50,75	69,25

El registro del viscoamilógrafo para la determinación del perfil de gelatinización de la harina de plátano cruda se realizó a una concentración del 6%. El amilograma registra los cambios de la viscosidad de una suspensión de agua y harina. Estos ensayos se hicieron por duplicado y se muestran en las Fig. 7.2.7 (a) y (b). La forma de la curva es muy importante y por sí sola provee información sobre la funcionalidad del sistema alimenticio. La curva inicialmente asciende, desciende levemente, posteriormente mantiene una relativa estabilidad y desciende, siguiendo el prototipo de una curva estándar establecido para la corrida de amilógrafo como herramienta fundamental para los estudios de almidones.

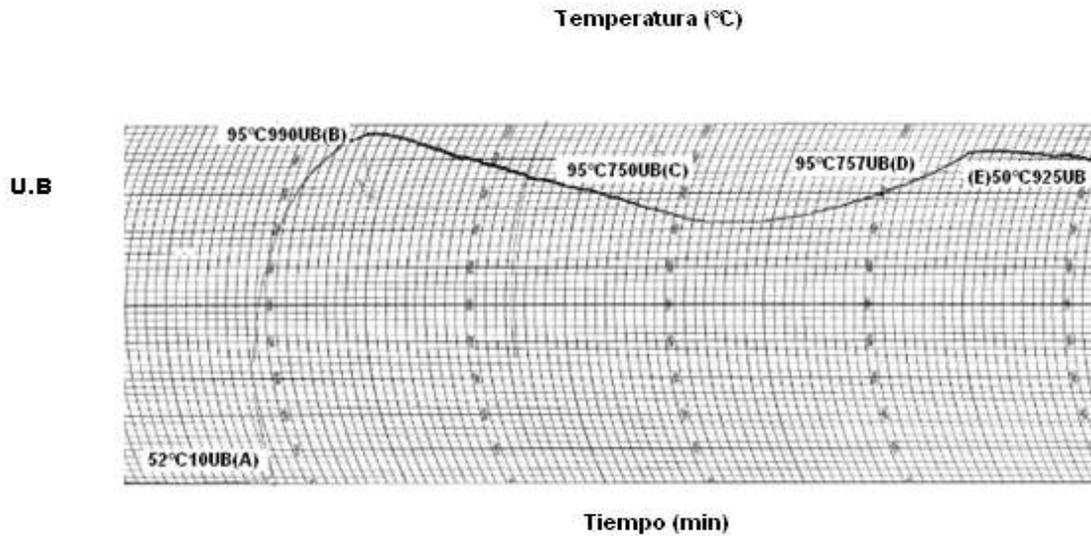


Fig. 7.2.7 (a) Amilograma de la muestra de harina cruda de plátano Hartón común a una concentración del 6%.

Cuando una suspensión acuosa de almidón empieza un proceso lento de absorción de agua en las zonas intermicelares amorfas del almidón, a medida que incrementa la temperatura, se retiene más agua, el gránulo comienza a hincharse, aumentar de volumen y empieza a perder su birrefringencia (Dergal,1999). Los investigadores Hoover y col. (1985) citados por Anchundia (2005) indican que también dependen del poder de hinchamiento de los gránulos y de la lixiviación de la amilosa.

U.B

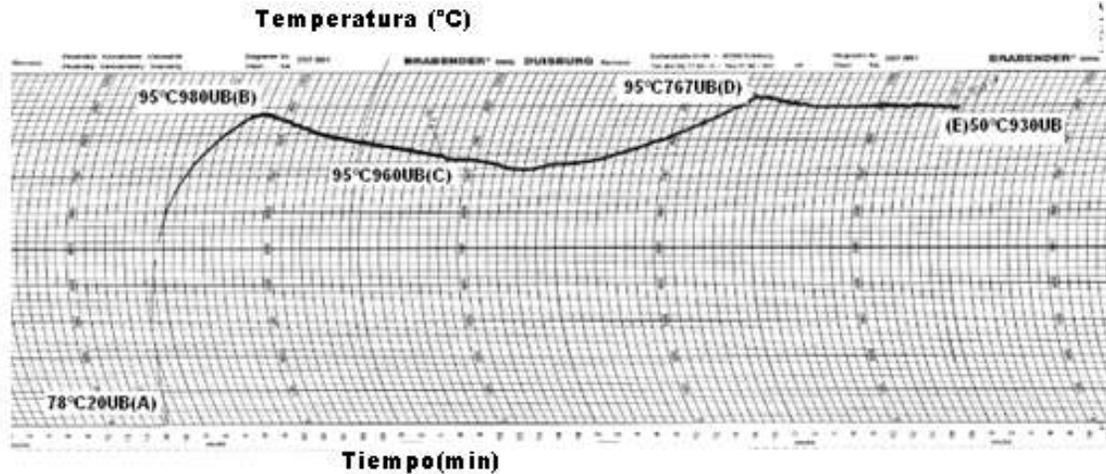


Fig 7.2.7 (b) Amilogramas de la muestra de harina cruda de plátano Hartón común a una concentración del 6% (duplicado).

Al observar los resultados mostrados en la Tabla 7.11, en las suspensiones de harinas y con un ciclo de calentamiento donde las temperaturas iniciales de gelatinización fueron de 52 y 78°C. Se registraron valores muy bajos entre 10 y 20 UB, esto puede ser debido a que la harina se encontraba cruda y con ausencia de cocción, por lo tanto los gránulos de almidón no han sido pre-gelatinizados. Ahora bien, según Martínez (2009), la temperatura inicial de gelatinización fue de 30,6 °C con un valor de 52 y 78 UB. Estas diferencias se deben a que ya este producto estaba elaborado y, por tanto, pasó por un proceso previo de pre-gelatinización.

Con respecto a la viscosidad pico, se alcanzó valores de 990 y 980 UB, entre las dos muestras a y b lo que se estima la facilidad de cocción. Este comportamiento por efecto de la temperatura sobre los enlaces de hidrógeno, los debilita permitiendo la absorción progresiva de agua, por el gránulo, este proceso continúa hasta que la temperatura de la gelatinización del almidón .Hoover y col., (1996) establecen que la viscosidad máxima o pico máximo de viscosidad está relacionado con el tamaño máximo que alcanzan los gránulos hinchados, hasta que ocurre su ruptura y posterior solubilización. La poca tendencia a retrogradar indica que estas harinas pueden ser utilizadas para la elaboración de sopas deshidratadas.

Tabla 7.11. **Características reológicas para la harina de plátano medidas en el amilógrafo Brabender.**

Parámetros	Muestra (a)	Muestra (b)
Viscosidad inicial (UB)	10	20
Temperatura inicial de gelatinización °C (A)	52	78
Pico de viscosidad máxima. (B)	990	980
Temperatura pico máximo de viscosidad °C	95	95
Viscosidad a 95 °C (C)	750	760
Viscosidad a 95 °C x 20 min (D)	757	767
Viscosidad a 50 °C (E)	925	930
“Breakown o estabilidad (B-D)	233	153
“Setback” o asentamiento (E-D)	168	163

En cuanto a la viscosidad final de calentamiento máximo fue a los 95 °C. En ambos casos lo que nos indica la estabilidad de la pasta en caliente, en un tiempo de 20 minutos, así se utiliza un estándar de 1,5°C / min, registrándose en ambas curvas una viscosidad de 750 y 760 UB. Finaliza el ciclo con una temperatura constante de 50°C (período de enfriamiento) con una viscosidad de 925 y 930 UB lo cual indica la estabilidad de la pasta a la agitación, cuyo período de tiempo es de 20 min en ambos casos.

Es importante destacar el parámetro de estabilidad o “breakdown”, (B-D) que, según Rasper (1980), señala que es la diferencia entre la viscosidad máxima y la viscosidad obtenida después del período de calentamiento constante. Este término permite evaluar la fragilidad de los gránulos del almidón frente al calentamiento continuo y bajo estrés mecánico.

Por otro lado, García y col. (1999) señalan que la viscosidad máxima es un índice de cómo se desintegran los gránulos de almidón con altos valores de viscosidad máxima menos resistente a la ruptura, mayor poder de hinchamiento y una gran capacidad para lixiviar amilosa al medio circundante. Asentamiento o “setback “ o asentamiento (E-D), la viscosidad a 50 °C se define como la diferencia entre la viscosidad final del período de enfriamiento cuando alcanza los 50°C y la viscosidad máxima con un valor de 168 y 163 UB ,se presume que la harina de plátano tiene baja capacidad de formar geles y menor tendencia a retrogradar.

Este parámetro relaciona la viscosidad máxima alcanzada durante la retrogradación (Merca y Juliano, 1981). En este caso los valores de asentamiento fueron bien altos en comparación con los emitidos por Martínez (2009), que registró 0 UB.

Perfil Farinográfico de la harina cruda de plátano se le realizó el farinograma con la finalidad de determinar la calidad y caracterización de la harina en cuanto a la absorción de agua, estabilidad, y la capacidad de absorber agua, así como el tiempo de desarrollo de la masa.

Para la operación del farinógrafo se ajustó la temperatura alrededor de 30 °C y se encendió la bomba para la recirculación del agua con la humedad promedio de 7,85 % , se colocaron 50 g de harina en la mezcladora y procedió al registro de los resultados.

En la primera y segunda gráfica no alcanzaron los 500 UB (Fig. 7.2.8 a y b). Para obtener un comportamiento de formación de masa deben contener almidón modificado. La masa en este caso, no es resistente, no ofrece fuerza, el almidón nativo no absorbe agua y la respuesta al farinograma depende de la homogeneidad de la muestra.

Temperatura (°C)

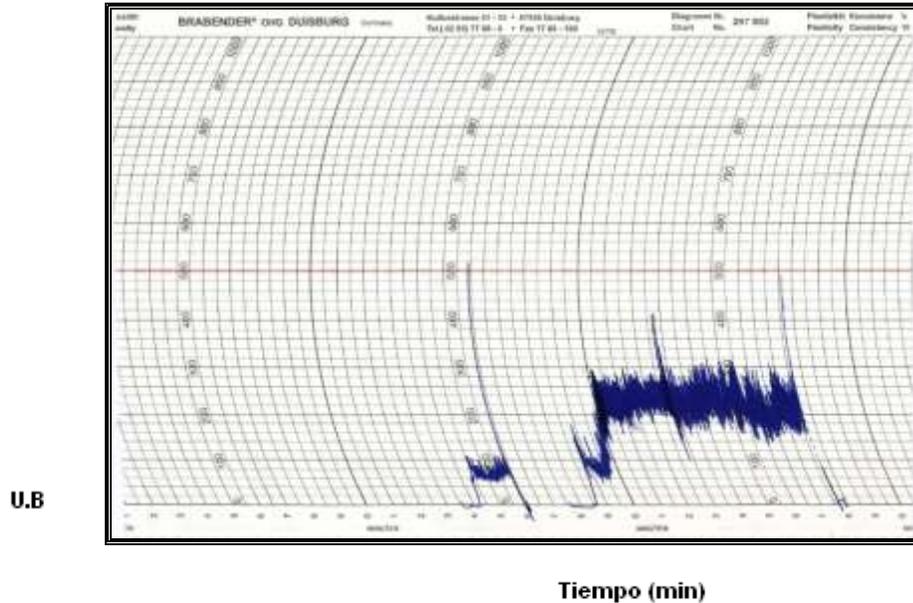


Fig. 7.2.8(a) Farinograma de la muestras de harina cruda de plátano *Hartón común*.

Así mismo, la harina de plátano no contiene gluten, por lo tanto la manifestación de la curva no alcanza los 500 UB, punto típico para las consistencias de los índices que normalmente se caracterizan por parámetros como la absorción de agua, el desarrollo de la masa, la estabilidad, y el grado de ablandamiento.

El tiempo del desarrollo de la masa es el necesario para alcanzar la máxima consistencia, este período en casos de harinas con almidón modificado es notablemente largo.

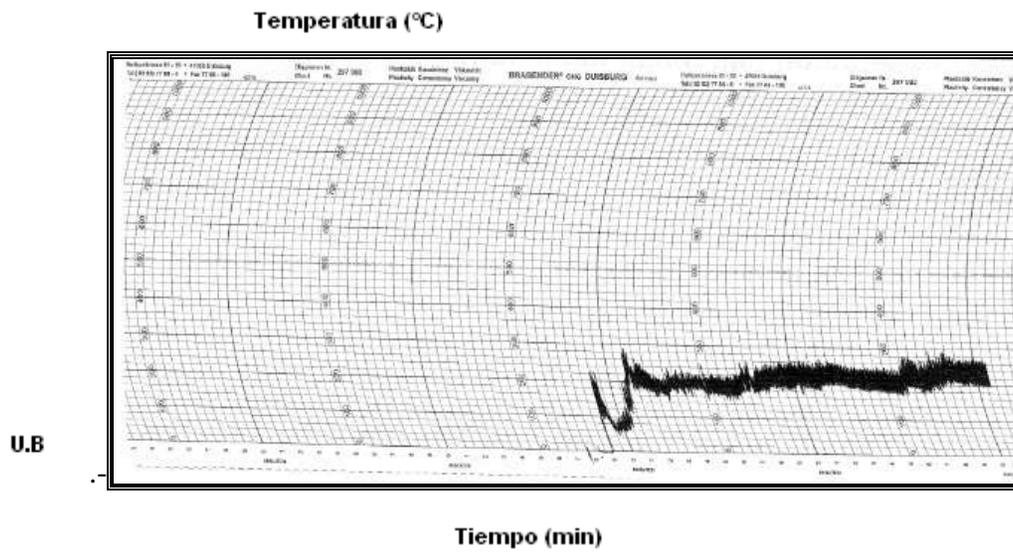


Fig. 7.2.8 (b) Farinograma de las muestras de harina cruda de el plátano *Hartón común* (duplicado)

La estabilidad es el intervalo de tiempo durante el cual la masa mantiene la máxima consistencia y se mide por el tiempo que la curva se encuentra por encima de las 500 UB (Tabla 7.12). Luego de este intervalo, sigue un grado de debilitamiento de la masa, que representa la diferencia entre la máxima consistencia y la que se obtiene después de 10 a 20 minutos. Ahora, según los resultados, se puede interpretar con una baja calidad, que registró con una caída superior a 130 unidades farinográficas y estabilidad inferior a 2 minutos. Tal y como se registró ligeramente en los tiempos de llegada en ambos casos. Por lo que podemos inferir, que debido a que es una harina con almidón nativo no se puede utilizar en la elaboración de panes, pasta o pizzas.

Tabla 7.12 Registro farinográfico de la harina cruda de plátano.

Parámetros	Muestra a	Muestra b	promedio
% de humedad	7,85	7,85	7,85
Tiempo de llegada(min)	2,5	1,5	2
Tiempo pico(min)	2,5	3,5	3
Tiempo de salida(min)	10	25	17,5
Estabilidad(UB)	300	280	290
Absorción de agua (%)	60	64	62

4.7 Harina instantánea del plátano *Hartón común*

4.7.1 Composición proximal

Todos los métodos para la elaboración de harinas instantáneas se apoyan en una cocción y una posterior deshidratación, por lo que los cambios de temperatura a la cual están expuestas las harinas crudas también se traducen en ciertas modificaciones en sus componentes.

La cocción previa, hizo que aumentará la humedad en la harina instantánea 9,89% con respecto a la harina cruda (Tabla 7.13). De manera similar lo reportó Muyonha y col. (2001) con un 9,31%. En este caso, el autor refiere que este incremento de humedad es por efecto de la temperatura, ya que la gelatinización del almidón favorece la retención de agua. En las cenizas también hubo una disminución con casi el doble, registrando un valor de 2,30 %, respecto a la harina cruda que fue de 3,45%, por lo que se podría inferir en una disminución en el valor nutricional del producto por efecto del cambio de temperatura de solubilización.

El tratamiento térmico aplicado a las harinas disminuyó las grasas a un valor de un 0,29 %, en cuanto a las proteínas se obtuvo un valor de 3,16 %. Este aumento con respecto a la harina cruda pudo ser debido, a la temperatura del proceso de deshidratación cuyos componentes de la harina tienden a concentrarse por la pérdida de agua. Con respecto a los carbohidratos por diferencia se mantienen entre un 80 y 90 %.

Tabla 7.13. **Composición proximal de la harina instantánea del plátano *Hartón común* (AAB).**

Humedad	Cenizas	Grasas	Proteínas	Carbohidratos por diferencia
9,89±0,07	2,30±0,06	0,29±0,01 ¹	3,16±0,04	94,25±0,08

Media ± Desviación estándar, n=3. Valores expresados en base seca (excepto humedad).1=Nx6, 25

Otro análisis realizado a la harina instantánea, fue la actividad de agua (aW) cuyo valor fue de 0,367±0,0046, puesto puede que ser considerada una medida indirecta del agua que está disponible en un producto para participar en las reacciones de deterioro. Ajustando la aW y eligiendo el envase adecuado, puede alargarse la vida útil de un alimento sin necesidad de refrigeración durante el almacenamiento (Maupoey y col., 2001).

4.8 Formulaciones preliminares de la sopa deshidratada

Una vez realizados los análisis procedimentales a la harina cruda y confirmar que los parámetros se encuentran dentro de los intervalos de calidad, se procedió a elaborar la mezcla de la sopa deshidratada a base de

harina de plátano, cuya cocción previa es un factor primordial para la preparación de la sopa. Las harinas instantáneas en un sistema acuoso permiten la hidratación previa de los gránulos de almidón, los cuales absorben entre un 25 a un 30% de agua, además cambian de aspecto, se hacen más grandes y se rompen liberando el almidón (Hernández y Sastre, 1999) contribuyendo al significado en cuanto al comportamiento reológico.

Inicialmente, se realizaron varios ensayos en cuanto a las cantidades de ingredientes y agua, partiendo de una cantidad de harina con respecto al agua a una concentración de un 6 % (Tabla 7.14), tal cual como se prepararon la muestras en los ensayos en el viscoamilógrafo. Previamente se habían realizado varias pruebas en cuanto a la consistencia, sin la presencia de los cubitos de zanahoria y plátano, tal como se observa en la Fig. 7.2.9



Fig. 7.2.9 Fotografía de ensayos preliminares de la sopa en cuanto a la consistencia (en las Instalaciones del CIEPE, Estado Yaracuy).

Posteriormente se prepararon las formulaciones preliminares, ya con los cubitos de zanahoria y plátano: una vez que se calentó la mezcla, los cubitos deshidratados de plátano y zanahoria absorbieron agua, por lo que las

formulaciones quedaron extremadamente espesas y se descartaron. Aparte que los aromas y colores resultaron muy intensos y no fueron agradables a la vista y el gusto, según tres personas que expresaron sus percepciones al instante, se reformuló posteriormente con la intención mejorar el producto y formalizar la evaluación sensorial.

Tabla N° 7.14. **Propuesta preliminar de la formulación de sopa deshidratada para un consumo de 250g**

	Fórmula 1		Fórmula 2		Fórmula 3		Fórmula 4	
Ingredientes(g)	250(g)		250(g)		250(g)		250(g)	
Harina pre-gelatinizada de plátano.	15	6%	7,5	3%	7,5	3%	15	6%
Almidón de plátano.	1,5	0,6%	3	1,2%	1,5	0,6%	0	0%
Plátano en cubito deshidratado	25	10%	25	10%	25	10%	25	10%
Zanahoria en cubito deshidratada	25	10%	25	10%	25	10%	25	10%
Cebolla deshidratada	25	10%	25	10%	25	10%	25	10%
Pimentón deshidratado	25	10%	25	10%	25	10%	25	10%
Ajo deshidratado	1	0,4%	1	0,4%	1	0,4%	1	0,4%
Sal	1,5	0,6%	1,5	0,6%	1,5	0,6%	1,5	0,6%
Agua potable	131	52,4%	137	54,5%	138,5	55,4	132	553%

Es importante destacar que cuando se colocaron las muestras en la cava para mantener la temperatura, algunos vasos se derritieron. Para evitar esto se utilizó un porta vaso.

4.9 Reformulación de la sopa deshidratada y primera evaluación sensorial

Posteriormente, las cantidades de harina y almidón se conservaron, para estas formulaciones y se redujeron el resto de los ingredientes: cubitos de zanahoria y de plátano, los saborizantes cebolla y pimentón desde un 10 % hasta un mínimo de un 0,4 %, cuyos datos se observan en la Tabla 7.15.

La evaluación sensorial se realizó por escala hedónica de nueve puntos, según los encuestados números 4, 9, 12,14 comentaron de que estaba muy salada, por lo que se consideró necesario la preparación de un tercer período formulaciones con una segunda evaluación sensorial.

Tabla 7.15. **Pesos registrados y porcentajes de los ingredientes en la reformulación de la sopa deshidratada de plátano con un total de 250 g.**

Ingredientes	Fórmula 5		Fórmula 6		Fórmula 7		Fórmula 8	
Harina pre-gelatinizada de plátano.	15,0	6%	7,5	3%	7,5	3%	15	6%
Almidón de plátano.	1,5	0,6%	3,0	1,2%	1,5	0,6%	0	0%
Plátano en cubito deshidratado	7,5	3%	7,5	3%	7,5	3%	7,5	3%
Zanahoria en cubito deshidratada	2	0,8%	2	0,8%	2	0,8%	2	0,8%
Cebolla deshidratada	1,1	0,4%	1	0,4%	1	0,4%	1	0,4%
Pimentón deshidratado	1	0,4%	1	0,4%	1	0,4%	1	0,4%
Ajo deshidratado	0,5	0,2%	0,5	0,2%	0,5	0,2%	0,5	0,2%
Sal	3	1,2%	3	1,2%	3	1,2%	3	1,2%
Agua potable	218,4	87,4%	224,5	89,8%	226,0	90,4%	220,0	88%

127, 372, 521,775 respectivamente formulaciones 5, 6, 7,8

En la presente gráfica (Fig. 7.2.10), se observan que los valores se encuentran por encima de 5,5, según la escala hedónica fue aceptada la sopa deshidratada en sus cuatro formulaciones pero como el indicador 5 indica que “me es indiferente” y 6 “me gusta poco”, se decidió realizar 4 formulaciones más, para obtener un producto fuera del agrado del consumidor.

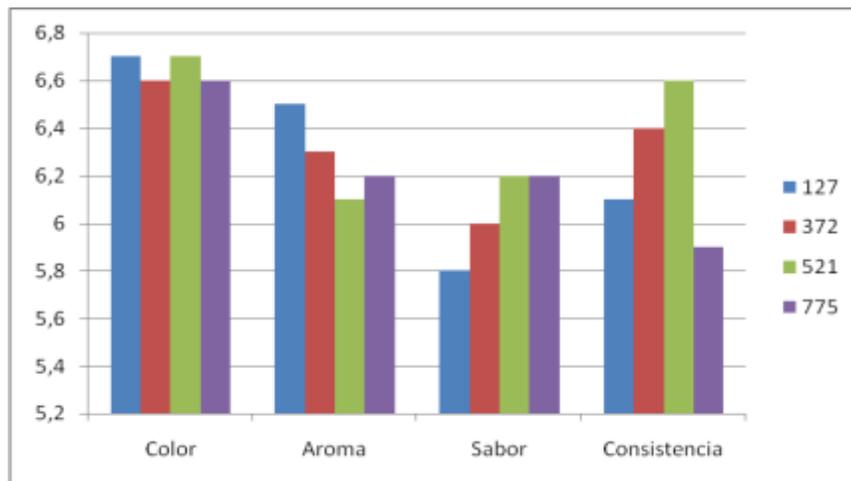


Fig. 7.2.10 Gráfica de la primera evaluación sensorial de la base de sopa de harina de plátano, de las fórmulas 5,6,7,8 respectivamente.

En análisis de promedio, permite de una manera sencilla escoger cual sería la formulación más aceptada, de acuerdo a los valores que estén más cercanos al 9, en este caso la formulación 7, en cuanto a color, aroma y consistencia. Además que fue la formulación que obtuvo mejores resultados en cuanto la cantidad de atributos. (Tabla 7.16). Los resultados del análisis estadístico realizado a 15 personas reveló según el programa estadístico statgraphics 5,1.

Tabla 7.16. **Promedios de la primera evaluación sensorial de la sopa deshidratada a base de harina de plátano**

Formulación	Color	Sabor	Aroma	Consistencia
5	6.7±1,16a 0,17 ¹	6,5 ±1,74a 0,30 ¹	6,5±1,12 a 0,17 ¹	6,1 ±1,53 a 0,25 ¹
6	6,6 ±1,45 a 0,22 ¹	6,0 ±1,55 a 0,25 ¹	6,3 ±1,16 a 0,18 ¹	6,4 ±1,50 a 0,23 ¹
7	6,7 ±1,62a 0,24 ¹	6,2±1,93 a 0,31 ¹	6,1 ±1,66 a 0,27 ¹	6,6±1,91 a 0,29 ¹
8	6,6 ±1,24a 0,18 ¹	6,2 ±1,69 a 0,27 ¹	6,2 ±1,20a 0,27 ¹	5,9 ±1,68 a 0,28 ¹

Media ± Desviación estándar, n=3, ¹: Coeficiente de varianza. Los valores en la columna con la misma letra no son significativamente diferentes

4.10. **Reformulación de la sopa deshidratada y segunda evaluación sensorial**

En estas fórmulas, los niveles de sal se minimizaron de 3 a 1 g (Tabla 7.17), así como la cebolla y el pimentón deshidratado se redujeron a la mitad. En las formulaciones 9 y 12 las cantidades de harina se duplicaron, los valores aproximadamente con un 50% más de harina pre-gelatinizada. La fórmula 12 no se le agregó el almidón de plátano *Cavendish*, cuyas cantidades de agua necesarias para desarrollar la viscosidad fueron entre un 89 y 92% en las cuatro formulaciones.

Tabla 7.17. Pesos registrados y porcentajes de los ingredientes de las formulaciones de la sopa deshidratada de plátano *Hartón común* para la segunda evaluación sensorial con un total de 250 g

Ingredientes(g)	Fórmula 9		Fórmula 10		Fórmula 11		Fórmula 12	
	Harina pre-gelatinizada de plátano.	15,1	6,0%	7,53	3%	7,56	3,02%	15,1
Almidón de plátano.	1,51	0,60%	3,01	1,2%	1,51	0,60%	0	0%
Plátano en cubito deshidratado	7,56	3,02%	7,53	3%	7,56	3,02%	7,56	3%
Zanahoria en cubito deshidratada	2,01	0,80%	2,0	0,8%	2,01	0,80%	2,01	0,8%
Cebolla deshidratada	0,50	0,20%	0,50	0,2%	0,50	0,20%	0,50	0,2%
Pimentón deshidratado	0,50	0,20%	0,50	0,2%	0,50	0,20%	0,50	0,2%
Ajo deshidratado	0,50	0,20%	0,50	0,2%	0,50	0,20%	0,50	0,2%
Sal	1,0	0,40%	1,0	9,4%	1,0	0,40%	1,0	0,4%
Agua potable	221,2	89%	227,40	91%	228,8	92%	221,78	89%
Peso de la mezcla	28,7	11%	22,5	9%	21,14	8%	27,17	11%
TOTAL	249,9	100%	249,9	100%	249,9	100%	249,9	100%

127, 372, 521,775 respectivamente formulaciones 9,10,11,12

El aspecto, el sabor y la textura se refieren a la aceptabilidad sensorial ya que ellos son percibidos directamente por los sentidos (Lima y Singh, 2001). De manera similar se registraron los resultados expresados en la Tabla (7.18) en cuanto al color, sabor y consistencia.

Tabla 7.18 Valores promedios de la segunda evaluación sensorial de la sopa deshidratada de plátano.

Formulación	Color	Sabor	Aroma	Consistencia
9	6,9±1,59a 0,23 ¹	5,8±1,82a 0,31 ¹	6,5±1,35a 0,20 ¹	5,9±1,95a 0,33 ¹
10	7,3±0,89a 0,12 ¹	6,4±1,63a 0,25 ¹	7,0±1,06a 0,15 ¹	7,0±1,4 a 0,20 ¹
11	7,3±0,97a 0,13 ¹	7,1±1,30a 0,18 ¹	6,5±1,18a 0,18 ¹	7,3±1,39a 0,19 ¹
12	6,6±1,76 a 0,26 ¹	6,3±1,7a 0,28 ¹	6,4±1,63a 0,25 ¹	5,9±1,95a 0,33 ¹

Media ± Desviación estándar, n=3 , ¹ Coeficiente de varianza

127, 372, 521,775 respectivamente formulaciones 9, 10, 11,12 Los valores en la columna con la misma letra no son significativamente diferentes

La presente gráfica (Fig. 7.2.11) indica, según la escala hedónica que fue aceptada la sopa deshidratada en sus cuatro formulaciones y la 11, con un peso de mezcla de un 8% y de agua 92%, el cual alcanzó al nivel 7 “me gusta moderadamente”, con respecto al color, sabor y consistencia, por lo que se escogió esta fórmula para la realización de las pruebas de estabilidad, tal como se constató con el análisis estadístico.

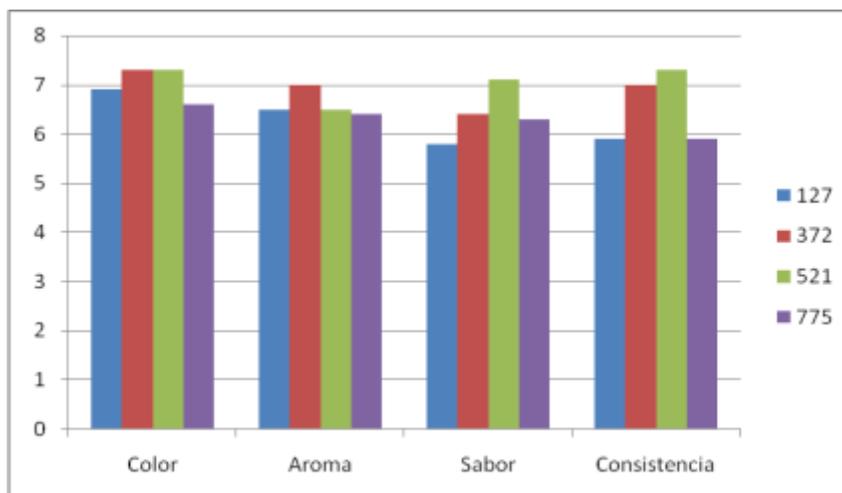


Fig. 7.2.11 Gráfica de la Evaluación sensorial de la segundas formulaciones de la base para sopa deshidratada de harina de plátano Con las fórmulas 9,10,11,12.

4.11. Análisis estadístico de las dos evaluaciones sensoriales para la aceptación del producto.

Según la herramienta Statgrafics 5.1 ajustándose a la prueba Anova de una sola vía, hay homogeneidad estadísticamente significativas entre las medias de las variables con un nivel de confianza de un 95 %, así como también se constató con el programa Statistic función 8 resultando uniformidad en todos los atributos, con un $p \leq 0,5\%$ tanto en la primera como la segunda evaluación sensorial. La prueba Duncan, determinó que sí hubo homogeneidad entre los resultados obtenidos. Ahora bien se observó una mayor aceptación de los panelistas tal como se registraron en los datos de la formulación 11.

4.12. Empacado al vacío

El empaque al vacío se utiliza para proteger el alimento de cambios que pueden ocurrir por efectos adversos del medio ambiente, entre estos factores la transferencia de vapor de agua, la temperatura, el intercambio de gases (O_2) y sustancias volátiles, además de proteger contra agentes biológicos. Una vez realizado el análisis estadístico e identificar la formulación más aceptada (la N° 11), se procedió a empacar al vacío, con almacenamiento a temperatura ambiente, con el propósito de realizar los análisis desde los 0 días hasta los 90 días, así como la evaluación sensorial al producto elaborado (Fig. 7.2.12).



Fig. 7.2.12 Fotografía de los productos elaborados de sopa deshidratada para las pruebas de estabilidad y evaluación sensorial.

4.13. Composición proximal del producto elaborado

Un vez obtenido el producto, se procedió a realizar el análisis a la mezcla de harina deshidratada de sopa de plátano (Tabla 7.19); todos los valores aumentaron con respecto a la harina instantánea, en cuanto a la humedad, un 16,3 %, las cenizas, 63,8%, 98,9% en cuanto a la grasas y con respecto a

la proteína se duplicó con un 48,3 % con una disminución de un 32% en carbohidratos por diferencia.

Tabla 7.19. **Composición proximal del producto elaborado sopa deshidratada obtenido del plátano *Hartón común* (AAB).**

Humedad	Cenizas	Grasas	Proteínas	Carbohidratos por diferencia	Fibra Cruda	Carb. Disp.
11,831±0,50	6,27±0,06 ¹	0,45±0,04 ¹	7,13±0,25 ¹	86,16±0,22 ¹	5,37 ¹	80.79±0,22 ¹

Media ± Desviación estándar, n=3. Valores expresados en base seca.¹=Nx6,25 Fibra cruda (INN, 2001).

4.14. Pruebas de digestibilidad “in vitro” al producto elaborado

Estudios realizados en pan elaborado con harina de plátano, mostraron que para producir bajos porcentajes de hidrólisis, el efecto fue atribuido a los altos contenidos de almidón resistente y fibra dietaría (Juarez y col., 2006). En cambio, Pacheco y Delaye (2001), mencionan que puede existir una posible encapsulación de los gránulos de almidón del plátano verde, la cual puede ser responsable de su baja digestibilidad. La estructura cristalina del almidón de plátano puede ser más responsable de este efecto (Bello y col. 2005). El grado de gelatinización del almidón, los carbohidratos indigestibles y algunos compuestos no fibrosos, pueden reducir la velocidad de digestión “in vitro” e in vivo, generando respuestas metabólicas bajas (García y col., 2006). Los factores que afectan a la digestibilidad son: composición y estructura de los gránulos de almidón, matriz proteica, procesamiento de los gránulos, disminución del tamaño, humedad, calor, y la gelatinización entre otros.

La curva representa un porcentaje de hidrólisis muy bajo, lo que implica que es una harina cruda muy poco digerible, debido a que no está cocida. Al cabo de 60 min de la acción de la enzima α -amilasa pancreática, se observó una tasa de digestibilidad de un 3,26 % con un incremento progresivo a los 0 min este grado de digestibilidad se debió a la presencia de fibra dietaria y almidón resistente (Fig. 7.2.13).

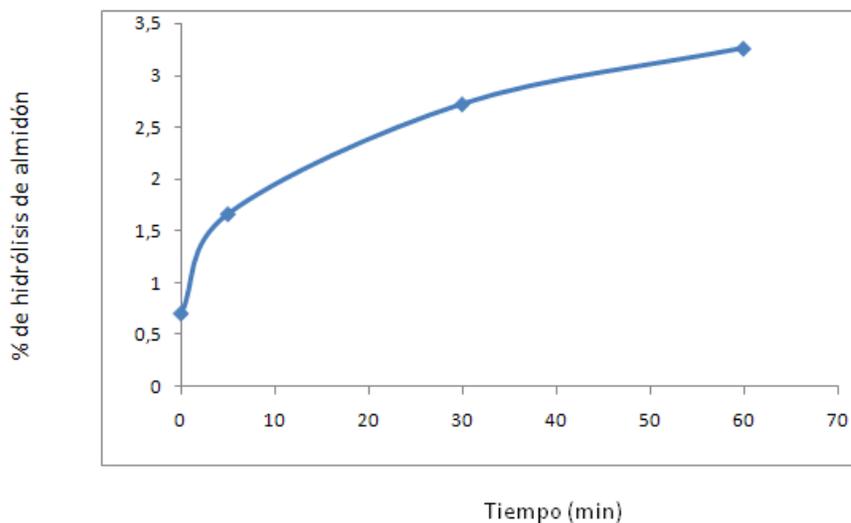


Fig. 7.2.13. Digestibilidad “in vitro” de la mezcla de sopa deshidratada de plátano *Hartón común* clon variedad AAB.

La hidrólisis enzimática, puede estar afectada por la interacción de los otros componentes estructurales del sistema alimenticio con los almidones. Otro factor puede ser la naturaleza de la gelatinización y /o el grado de cristalinidad; se ha demostrado que la cocción mejora la digestibilidad de los almidones procesados en caliente son más rápidamente hidrolizados “in

vitro” y promueven respuesta metabólicas más altas que estado crudo (Rincón, 1993 cita a Holm y Bjorck, 1988). El efecto de la cocción se debe a la homogeneidad granular y a la pérdida de cristalinidad ocurrida durante el proceso de gelatinización que facilita la hidrólisis enzimática del almidón (Biliaderis, 1992). Los porcentajes de hidrólisis menores obtenidos para los espaguetis adicionados con harina de plátano, pueden estar relacionados con moderadas respuestas glucémicas postprandiales in vivo (Holm y col., 1985). El estudio de la hidrólisis enzimática del almidón “in vitro” permite obtener información relativa de la biodisponibilidad del almidón in vivo. Por ello, las evaluaciones nutricionales de materias amiláceas in vivo, tienden a ser validadas por ensayo de digestibilidad enzimática in vitro que se requieren al porcentaje (%) de digestibilidad aparente de la materia seca en la dieta de referencia, siendo diferente el comportamiento según el complejo a tratar, tales como harinas nativas, gelatinizadas, harinas con alto contenido de proteínas o grasas (Hoover, 2001).

4.15. Evaluación del producto antes de realizar las pruebas de estabilidad una vez destapado el empaque.

Antes de comenzar los análisis, es importante que de manera acuciosa se observe en qué condiciones se halla el producto una vez desalojado del empaque, del tal manera de determinar si el sistema alimenticio está en condiciones para realizar la evaluación experimental. Hasta los 30 días se realizaron los análisis, pero a los 60 días se descartaron las muestras, ya que el producto no se encontraba en condiciones de inocuidad e integridad

sanitaria ya que se observaron presencia de mohos y hongos, así como el fenómeno de apelmazamiento debido a que uno de los ingredientes de la mezcla de sopa deshidratada era más higroscópico que otro. Tal como lo plantea la Tabla 7.20, a los cero y treinta días el producto elaborado se encontró en buen estado en cuanto a la textura se refiere, por lo que se procedió a realizar todos los análisis físicos, físico-químicos y reológicos.

Tabla 7.20. **Observaciones preliminares antes de los ensayos experimentales de estabilidad.**

Días	Observaciones a simple vista
0	La harina con buena textura: suelta, ligera
30	Alteración de la textura y el flavor por migración de humedad, fenómeno de apelmazamiento, formación de costra.
60	Los cubitos de zanahoria se apelmazaron y aparición de hongos de color negro. Suspendido el ensayo
90	Suspendido el ensayo.

4.15. **Etiquetado de un nuevo producto elaborado con destino al mercado.**

Una vez elaborado el producto, se realizaron los ensayos de estabilidad con la recomendación de incorporar antiapelmazantes: (Ca_2SiO_4) silicato de calcio (E 552), para alargar el periodo de vida del producto, se procede a la elaboración de la etiqueta con la finalidad de incorporarlo al mercado nacional. Nota: Algunos datos expuestos en la siguiente lista es solo un ejemplo =*.

Nombre del producto; **“Sopa de Plátano”**

Se refiere la brevedad, eufonía, pronunciabilidad, recordabilidad, sugerencia y efecto positivo. (Fig. 7.2.14)

Nombre Nacional: *Sopa deshidratada con cubitos de plátano y zanahoria*

Nombre: Mezcla de harina de cocción rápida

Marca Comercial: es un título que concede el derecho exclusivo a la utilización de una determinada identificación, **CINCO AL DIA***

Nombre del Fabricante y su dirección: **ICTA**, Calle Suapure Bello Monte, Caracas.

Lista completa de los ingredientes en orden decreciente de proporción (Silva y Meléndez, 2002).

Valor Nutricional: Elementos contenidos en los alimentos

Peso neto: 46,19 g

Número de Registro sanitario del servicio Nacional de Metrología*.MPPS

Código de lote de producción: *.

La leyenda: Hecho en Venezuela

Precio de venta en público: 4,00 Bs*.

El código de barras, los números tienen un significado:

Por ejemplo: *



50 es el prefijo de la Asociación Internacional
12345 código de la empresa.

67890 el código del producto.

0 es un código control que se obtiene a través de un proceso de cálculo.

La información nutricional debe expresarse de forma obligatoria por cada 100 gramos o cien mililitros. (Fig.7.2.15)

SOPA de PLATANO

Nutritiva!!!
Baja en grasas!!!

....con cubitos de platano y zanahoria

Peso neto:
46,19 g
CPE1008899
RIF J00000347868

3
porciones

7.2.14 Portada de la etiqueta de la sopa deshidratada a base de harina de plátano.

tu sopa de plátano es fácil de preparar, es baja en grasas, disfrútala

Puedes combinar tu sopa, para que tu alimentación sea más balanceada..

VENCE 20 ENE 2013

Información	Valor por porción
Energía	377,1 cal
Cenizas	6,27
Grasa	0,45
Proteínas	7,13
Fibra cruda	5,1*
Carbohidratos por diferencia	86,16

* Según INN 2001

Preparación
Mezclar el contenido del sobre en medio litro de agua a fin de eliminar los grumos hervir y remover por dos minutos y servir.

ideas de recetas y cocinas contactenos @200. cinco al día

Ingredientes
 Harina pre-gelatinizada de plátano: 35,77 %
 Plátano en cubito Deshidratado, 35,77 %
 zanahoria en cubito deshidratado 9,50%,
 almidón de plátano 7,14%,
 sal 4,72%,
 Cebolla deshidratada, 2,36%,
 Pimentón Deshidratado 2,36%, Ajo deshidratado 2,36%

Hecho en Venezuela

7.2.15 Parte reversa de la etiqueta de la sopa deshidratada a base de harina de plátano.

4.16 Pruebas de estabilidad

El nivel de calidad de un sistema alimenticio, en cuanto al período de vida útil, es un factor fundamental en la industria alimentaria, ya que representa al tiempo durante el cual se conserva en condiciones aptas para el consumo, producto del manejo de las buenas prácticas de fabricación, en todas sus etapas procesamiento: recepción, envasado y almacenamiento.

El pH es un parámetro de importancia; ya que se toma como patrón para medir el grado de intensidad de las diferentes harinas, la cual influye en el sabor y la palatabilidad del producto (Pacheco y col., 2008). En la Tabla 7.21. se presentan las pruebas de estabilidad en cuanto a los análisis físico-químicos notándose una moderada disminución en el pH de 4,86 y 4,59 entre los 0 y 30 días respectivamente, en comparación con la harina cruda que se obtuvo fue un valor de un pH de 5,8, de igual manera descendió ligeramente con los valores de acidez titulable, de 0,0014 a 0,0018 % expresados meq de H_2SO_4/g entre los 0 y 30 días.

La densidad es un índice que resulta de determinar la unidad de volumen de muestra y a pesar que no existe una regla que regule sus valores críticos, si es claro que está influenciado por parámetros como el porcentaje de humedad, la presencia de impurezas, el tamaño de la partícula etc. La densidad empacada y aparente disminuyeron con respecto a la harina cruda, debido a la presencia de los cubitos de plátano y de zanahoria que cubren mayor superficie. El valor de la actividad de agua resulto un valor

críticos 0 y 30 días cuyos valores registrados fueron de 0,605 y 0,62 . Una $a_w < 0,60$ permite inferir estabilidad microbiológica, ya que restringen la proliferación de aerobios mesófilos, hongos y levaduras, durante el almacenamiento de productos a temperatura ambiente (Munt y Webzicha, citados por García y Pacheco 2007). Los requerimientos de agua para las reacciones enzimáticas, se sitúan ya a niveles de 0,4, y las no enzimáticas por encima de 0,2, mientras que la oxidación de los lípidos, puede comenzar a niveles de 0,1 de a_w (Nielsen, 2003). El valor de la a_w , se registró un aumento de más del doble un 59,1%, con respecto a la harina instantánea de 0,3673 a 0,6217.

Tabla 7.21. **Prueba de estabilidad para las determinaciones físico y físico químicas en el producto elaborado.**

Días	pH	Acidez titulable*	Densidad aparente(g/ml)	Densidad empacada(g/ml)	a_w
0	4,86±0,01	0,0018±0,0002	0,4540±0,0092	0,5447±0,022	0,6050±0,0020
30	4,59±0,006	0,0020±0,0001	0,4910±0,0087	0,5398±0,078	0,6217±0,0124

Media ± Desviación estándar, n=3., *expresada como porcentaje de ácido sulfúrico en la muestra.

A los 30 días hubo granulometría heterogénea, un apelmazamiento en mezcla deshidratada, por lo que se puede inferir que entre los ingredientes que se encontraban durante desarrollo del producto, hay algún material que es más higroscópico_ que otro, hay estratificación por lo que el material toma agua, es muy sensible porque al tiempo de empacado al vacío se apelmazó

y se formó la costra o el apelmazamiento. Los alimentos en polvo o grano tienen propensión a absorber humedad, por lo que las partículas se tornan pegajosas y se adhieren las unas con las otras, es decir se apelmazan. La función de las sustancias antiapelmazantes (“anticaking”), es suministrar una cubierta en las partículas alimenticias, ya que absorben humedad. Al repeler la humedad de la superficie de los alimentos se impide el apelmazamiento y se retiene la fluidez característica de los alimentos. Uno de los antiapelmazante más utilizado en la industria de las harinas es el silicato de calcio (E 552), para evitar que se apelmacen las levaduras y las sales de mesa. En otros casos se emplean ampliamente como inhibidores del crecimiento de mohos y de levaduras en una extensa gama de alimentos, tales como quesos, productos de panadería, zumos de fruta, vino y encurtidos, el ácido sórbico, compuesto poco tóxico y se comporta en el organismo como los demás ácidos grasos, la actividad del ácido sórbico es efectiva hasta un pH de 6,5 y para los ácidos propiónico y benzoico, realizan su actividad máxima a un pH 2,5-4. (Owen, 2000).

Con respecto a la densidad empacada, se registraron ligeros cambios con respecto a los cero días en el estudio de estabilidad. La densidad real de la harina después de compactarla es superior a la densidad aparente ya que reduce los espacios vacíos por efecto de la compactación (Rodríguez, 2010).

Por tanto, al aumentar la humedad, la contaminación tanto bacteriana como por hongos, es fácil de instaurarse, al mismo tiempo la actividad enzimática se ve favorecida ocurriendo hidrólisis importantes que se traducen en cambios notables en las características sensoriales. Con respecto al pH , este disminuyó un 5,55% con respecto a los cero días, de 4,86 a 4,5.

. A los 60 días hubo apelmazamiento y presencia de hongos como era de esperarse, por tanto no se realizaron las pruebas de estabilidad a los 60 ni a los 90 días. Así como la evaluación sensorial del producto elaborado.

Con respecto al color, según la Tabla 7.22. una vez procesada la harina cruda en instantánea y el haberla mezclado con los ingredientes: cebolla, ajo, zanahoria y pimiento dulce, los valores de los índices de color coinciden con los resultados esperados: un cambio drástico debido a los contenidos significativos de carotenoides de la zanahoria y del pimiento rojo.

A los 0 y 30 días se encontró que el valor obtenido de la luminosidad (L^*), de la mezcla para la sopa deshidratada presentó un menor valor con respecto a la harina cruda (85,56). En otro sentido se manifiesta que las muestras más blancas fueron las harinas crudas, tal como era de esperarse, debido a que el producto elaborado contienen ingredientes que incrementan el color, por la presencia de pigmentos. Además el efecto térmico puede conducir al oscurecimiento que se produce tras el tratamiento térmico en las

harinas gelatinizadas, esto posiblemente pudo ser causado por las reacciones de Maillard (RM).

Tabla 7.22. **Pruebas de estabilidad en cuanto al color en el producto elaborado**

Días	L*	a*	b*	L*/b*	ΔE	IB
0	73,47±0,11	7,68±0,05	17,98±0,14	4,08±0,03	-----	92,49±0,17
30	72,86±0,31	8,77±0,06	20,44±0,02	3,56±0,01	2,75±0,11	92,73±0,21

Media \pm Desviación estándar, n=3

Las RM originan una gran variedad de compuestos responsables de los cambios en el color y el aroma en los alimentos, por lo que forma parte de manera controlada de diferentes procesos de Tecnología de Alimentos, como el tostado del café y de los cereales y el horneado del pan (Martins y col., 2001). En cuanto al valor de b* Tortoe y col.(2009), identificaron que la harina de plátano verde tiene un menor valor de b* (15,71), mucho menor que los encontrados en las pruebas de estabilidad a los 0 y 30 días.

Los índices de a* fueron menores que los valores para L* y b* lo representa en el producto elaborado, presentando un bajo matiz rojizo, en comparación con la harina cruda. En cuanto a los valores de 0 y 30 días los parámetros L* y b* no hubo un cambio notable. Ahora bien, a los cero días el valor de IB fue de 92,49 y 92,73 a los 30 días, sin aumento significativo, en comparación a la harina cruda de plátano se nota un valor intermedio de 83,31. El IB presenta un valor menor que el L* en ambos casos, estos resultados indican que la mezcla de harina presenta un color amarillento,

parámetro físico imprescindible en la calidad de las harinas. La reducción de la luminosidad involucra la destrucción de pigmentos termolábiles, lo cual resulta consecuentemente en la formación de pigmentos marrones según lo señala Prachyawarakorn y col. (2008).

Constatándose con la bibliografía reportada en la presente investigación, este producto elaborado es novedoso, por tanto no se determinó el ΔE del producto a los cero días, por no tener patrón de comparación, pero si se calculo el ΔE a los 30 días, tomando como referencia el parámetro de L^* , cuyo valor fue de fue de 73,47.

Los resultados de viscosidad aparente medidas en las pruebas de estabilidad a los cero días en 40°C y 50°C registraron una misma tendencia de disminución de la viscosidad al aumentar la fuerza de corte, tal cual como sucedió en la harina cruda (Tabla 7.23).

Tabla 7.23. Prueba de estabilidad de la viscosidad aparente en el producto elaborado a los cero días.

Días	Temperatura (°C)	6(rpm)	12(rpm)	30(rpm)	60(rpm)
0	40	655,6±50,92	444,3±9,81	259,9±6,85	186,6±3,50
0	50	511,1±19,22	314,6±47,53	206,7±6,65	146,6±3,50

Los valores de viscosidad aparente (Tabla 7.24), se registraron de manera contraria, un aumento de la viscosidad al aumentar la fuerza de corte, posiblemente puede ser causa de la alteración del producto por

efecto del apelmazamiento de la mezcla de la sopa deshidratada a base de harina de plátano *Hartón común*.

Tabla 7.24 **Prueba de estabilidad en la viscosidad aparente en el producto elaborado a los treinta días.**

Días	Temperatura (°C)	12(rpm)	30(rpm)	60rpm)	100(rpm)
30	40	533,0±67,00	1946±26,50	2026,7±13,50	2258,7±24,4
30	50	-----	719,7±26,50	1418,0±27,62	1693±24,44

5 CONCLUSIONES

- La transformación del rubro del plátano en harinas es una manera eficiente de conservación para el aprovechamiento nutricional e insumo de producción nacional.
- Con la pulpa de plátano es factible obtener harina para productos instantáneos.
- El control de la humedad es un índice fundamental para controlar estabilidad y la calidad en las harinas.
- La incorporación de los cubitos de plátanos y zanahoria contribuyen en el valor nutricional del producto elaborado.
- Con respecto al comportamiento reológico estas harinas pueden ser utilizadas en la elaboración de salsas, atoles y sopas.
- En cuanto a la digestibilidad “*in vitro*”, el porcentaje de hidrólisis fue muy bajo, lo que implica que es una harina cruda muy poco digerible, debido a que no está cocida.

- El perfil amilográfico indicó que por la facilidad de cocción y la baja tendencia a retrogradar pueden ser usados para elaboración de sopas deshidratadas, por el comportamiento de la consistencia de la masa en el farinógrafo como almidón nativo no se puede utilizar en la elaboración panes, pasta, pizzas, a menos que sean almidones modificados.
- La evaluación sensorial de las sopas deshidratadas a base de harina de plátano no mostró diferencia estadísticamente significativa y en cuanto a los atributos demostró un nivel de aceptación por encima de la media.
- Los parámetros de calidad, tanto físicos y físico-químicos fueron estables en su propiedades durante un período de treinta días.

5.2 RECOMENDACIONES

- 1.- Antes de formular los productos se considera pertinente hacer ensayos de la preparación en alimento la cocina convencional.
- 2.- Utilizar como aditivo antiapelmazante para evitar el deterioro del producto elaborado.
- 3.- Hacer estudios de calidad microbiológica del producto elaborado.
- 4.- Evaluar la factibilidad de enriquecer las sopas deshidratadas.
- 5.- Utilizar la harina para preparar otros productos.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, C., Bello, A., Pérez, E., González, L., Soto, R., Á., Castillo. 2007. Modificación química del almidón presente en la harina de plátano macho (*Musa paradisiaca* L.) y su efecto en el contenido de fibra dietética IX Congreso de Ciencia de los Alimentos y V Foro de Ciencia y de Tecnología de Alimentos.
- Alvis, A., Vélez, C., Villada, H., Mendoza, M. 2008. Análisis físico-químico y morfológico de almidones de ñame, yuca y papa y determinación de la viscosidad de las pastas., *Scielo Inf. Tec.* **1 (19)**:19-28.
- Akubor, P. 2005. Production and quality evaluation of a nonfermented beverage prepared from dehydrated plantain pulp. *European Food Research and Technology*, 220: 152-155.
- American Association of Cereal Chemist (AACC). 1988.Cereal Laboratory Methods, St. Paul, Minn. USA.
- American Association of Cereal Chemist (AACC). 1995.Cereal Laboratory Methods. St. Paul, Minn. USA.
- American Association of Cereal Chemist (AACC). 2003.Cereal Laboratory Methods, St. Paul. Minn. USA.
- Anchundia, M. 2005.Obtención de almidón acetilado en Batata(*Ipomea bata*). Caracterización y uso en la formulación de un producto alimenticio tipo pudín. Tesis de Licenciatura. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Anderson, R., A. 1982. Water Absorption and Solubility and Amylograph

- Characteristics of Roll-Cooked Small Grain Products. *Food. Chem.* **(59)**
4:265-269.
- Arcila, P., Cayon, S., Morales O. H. 2002. Características físicas y químicas del fruto dominico Hartón (Musa AAB Simmonds) de acuerdo con su posición en el racimo Asociación de Bananeros de Colombia AUGURA *Acorbat.*
- Bedolla, S., Rooney, L.W. 1984. Characteristics of U.S and Mexican instant maize flour for tortilla and preparation Cereal. *Food World* **29:732-735.**
- Bello, L., Sayago, S., Villagómez, J., Salas, L. 2000. Almidón de plátano y calidad sensorial de dos tipos de galletas. *Agrociencia.* 34:553-560.
- Bello., P., L., A. Ottenhot, M., A. Agama A., E. and Farhat I A.2005. Effect of Storage time on the retrogradation banana starch extrudate. *J. Agri. Food Chem.*, 53. 1081-1086.
- Biliaderis, C. 1992. Structure and phase transitions of Starch in Food systems *Food Tecn.* **46(6):** 98-105.
- Branen, A., Davidson, P., Salminen, S.1990. *Food Addit.* Marcel Dekker, Inc. New York, U.S.A.
- Cardinali, M., Lam, T. 2003. New Advances in Starch-Based Particle Technologies for a Esthetic Modification.
- Casanova, E., Rivera, C. 2006. Effect of alternative fertilizer sources with fertirrigation on mineral nutrition and yield of bananas in a farm in Aragua state, Venezuela. *Agron. Trop.* **56 (3):**325-344.

- Castro, F. 1997. Elaboración de harina de ocumo *Xanthosoma sagittifolium* L. Formulación de Sopa deshidratada. Tesis de Licenciatura. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Cerezal, P., Carrasco, A., Pinto, K., Arcos, R. 2008. Suplemento alimenticio de alto contenido proteico para niños de 2-5 años, II .Propiedades físicas, químicas y reológicas y color . *Interciencia* 33: 301-307.
- Chaiwanichsiri, S., Shigehiko, O., Toru, S., Rikuo, T., Osato, M. 2001. Measurement of electrical conductivity differential scanning calorimetry and viscosity of starch and flour suspensions during gelatinization process. *J. Sci. Food Agric.* **81**:1586-1591.
- Charly, H. 1998. Tecnología de Alimentos. Linuza Noriega, editores. Cap.8.
- Cheftel, J. C., Cheftel, B. 1983. Introducción a la Bioquímica y Tecnología Alimentos. Editorial Acribia, España.
- Chin-Lin H, Wenlung Chenb, Yihn-Ming Wenga, Chin-Yin Tseng. 2003. Chemical composition, physical properties, and antioxidant activites of yam flour as affected by diferente drying methods. *Food Chemistry* **83**: 85-92.
- COVENIN. 1985. Norma General Mezclas deshidratadas para caldos y sopas. 2302-85. Fondonorma. Caracas, Venezuela.
- COVENIN. 1982. Norma General para la Harina de Trigo Durum. 217-82. Fondonorma. Caracas, Venezuela.

- Da Mota, R., Lajolo, F., Ciacco, C., Cordenusi, B. 2000. Composition and functional properties of banana flour from different varieties. *Starch/Starke*. **52**: 63-68.
- Dergal, S. 1999. Química de los Alimentos 3^{era} edición. Logman de México. S.A México.
- Englyst, H., Cummings, J. 1986. Digestion of the carbohydrates Digestion of banana (*Musa paradisiaca sapientum*) in the human small intestine. *American Journal of Clinical Nutrition*. **44**: 42-50.
- Esquivel, M. 1989. Elaboración de harinas pre-cocidas de maíz para preparar chichas Instantáneas. Tesis de Licenciatura. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1991. FAOSTAT statistics database, Agriculture, Rome, Italy.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (FAO). 2003. FAOSTAT statistics database, *Agriculture*, Rome, Italy.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (FAO). 2006. FAOSTAT statistics data base, Agriculture, Rome, Italy.
- Gamboa, L., González, M., Hurtado, E. 2007. Valoración Nutricional y Sensorial de Panquecas elaboradas a base de Harina de Trigo (*Triticum aestivum* L.) y zanahoria *Daucus carota*. *SciELO Idesia*. **25(1)**:47-52
- Ganong, W. 1987. Fisiología Médica. 2da edición, USA.

- García, A., Jiménez, A., Escrig. N., Martin, C., Bravo L., Saura, F. 1999. Assessment of some parameters involved in the gelatinization and retrogradation of starch. *Food Chem.* **66**:181-187.
- García, A., Pacheco, D., E., Tovar, J., Pérez, E. 2007. Caracterización físico química y funcional de las harina de Arracacha (*Arracacia xanthorriza*) para sopas instantáneas *Cienc. Tecnol. Aliment.* **5(5)** 384- 393.
- García, C. E, Chicco, C. F. Carnevali, A. A. 1973.Una nota sobre el Uso de la harina de la Hoja de Plátano en la Alimentación de Rumiantes *Agron. Trop.* **23(3)**: 293-299.
- García, J., E. Acevedo, A., E. Sayago, A. Rodríguez, A., Bello, S., L y Pérez L., A .2006 Composition Digestibility and Application in Breadmaking of Banana Flour. *Plant Food Hum Nutr.* 61:113-137.
- García J. y Sánchez M. 2000. Efectos cardiovasculares del ajo *Allium sativum* *ALAN.* **50** (3) 240-277
- Garrido, F., Jara, K., Witting de Penna E., Dondero, M., Mendoza, S., González, S. 2009. Aceptabilidad de sopas deshidratadas de leguminosas adicionadas de realzadores de sabor (UMAMI). *Rev. Chil. Nutr.* .36:4
- Giese, J. 1995. Associate Editor Measuring Physical Properties of Foods. *Food Techn.* 54-63
- González O., J., Pacheco, E. 2006. Propiedades físicas y reológicas de la harina de banana verde (*Musa AAA*) en la elaboración de geles de piña (*Ananas comosus* L. Merr.) *Rev. Fac. Agron.* **32**:27 -40.

- Grijalva, M., Caire, G., Sánchez, A., Valencia, M. 1995. Composición química fibra dietética y contenido de minerales en alimentos de consumo frecuente en alimentos de consumo frecuente en el noreste de México, *ALAN*. **45**(2): 45-150.
- Gutiérrez ,C., Sangronis E. 2006. Efecto sinérgico y cuantificación de los 5 -ribonucleótidos en una sopa de pollo. *ALAN* N° **3** :56
- Guzmán, R. 2011. Estudio de dos variedades de musas *Musa spp I*. Elaboración de productos a base de harinas II. Producción de Maltodextrinas y uso en Microencapsulación de antioxidantes Titulo Doctor en Ciencias y Tecnología de Alimentos.
- Haddad, G., Borges, O. 1973. Los Bananos en Venezuela. Estudio y descripción de clones de plátano y cambur. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas (CONICIT). Caracas-Venezuela.
- Hernández, J., P., Rodríguez L., S., Bello., A., L. 2008. Obtención de jarabe fructosado a partir de almidón de plátano (*Musa paradisiaca. L*). Caracterización parcial *Interciencia* **5(33)**: 372-376.
- Hernández, M., Sastre, A. 1999. Tratado de Nutrición. 1ra Edition Editorial: Diaz de Santos. Madrid, España.
- Holm, J., Bjorck, I. Ostrowska, S. 1983. Digestibility of amylase-lipid complexes in vitro and in vivo. *Starch/Stärke*, **35**:294-29.
- Holm, J., Bjorck, i., Drew A. y Asp N. G., S. Joberg L. B. and Lundquist I. 1985. Stach availability in vitro in vivo after flaking, Steam-Cooking and popping of wheat. *J Cereal Sci*, **3**:193-206.

- Hoover, R. 2001. Composition, molecular structure, and physicochemical properties of tuber and root starches: a review. *Carbohydrate Polymers* **45**(3).253-267.
- Hoover, R., Sailaja, Y., Sosulki, F. 1996. Characterization of starches from wild and long grain brown rice. *Food Research International*. 29:107.
- Hunter Laboratory Manual. 2001. Hunter Associates Laboratory Universal Software. Version 3.8. ISO 9001 Certified. EUA.
- I.N.I.B.A.D (International Network for the Improvement of Banana and Plantain) 1997. *Annual Report*. 52-55..
- I.N.N (Instituto Nacional de Nutrición) 2001. Tabla de Composición de Alimentos. Serie de Cuadernos Azules. Ministerio de Salud y Desarrollo Social **54**:61 Caracas, Venezuela.
- I.N.N (Instituto Nacional de Nutrición) 2000. Valores de referencia de energía y nutrientes para la población venezolana. Serie de Cuadernos Azules. Ministerio de Salud y desarrollo Social. **53**:36 Caracas. Venezuela.
- Juárez, G., E, Agama A., E. Sayago A., S., G. Rodríguez, A., S., L., and Bello, P., L., A. 2006 . Composition, Digestibilidad and application in breadking of Banana flour. *Plant Food for Human Nutrition*, 61, 131:137.
- I.N.R.A (Le National Institute reforme agraire) 1984. L Alimnetation des animaux monogastrique. Porc, Lapin, volailles.
- Lima, I., Singh. P. 2001. *Mechanical properties of a fried crust*. J. of Tex. Studies: 32 (1): 31-40.

- Martínez, E. 2009. Elaboración de harina de plátano para la formulación de productos Instantáneos tipo atol con bajo y alto contenido de Fenilalanina. Tesis de Licenciatura. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Martínez, G., Pargas, R., y Manzanilla E. 1999. Los mil y un usos de las Musáceas y plantas afines. *FONAIAP Divulga* 62.
- Martins, S., I.,F.,S., Jongen, W.,M.,F., Van Boeckel, M.A.J.S. 2001. A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. *Trends Food Sci. Technol.*, 11: 364-373.
- Matos, M. 1996. Modificación de Métodos químicos de fosfatación Acetilación y doble derivación de almidón de yuca (*Manohot esculenta Crantz*). Título de Magister , Universidad Central de Venezuela, Caracas Venezuela.
- Maupoey, F., Graw, A., M., Babiera , J.M., Alboras, A., M. 2001. Introducción al secado de alimentos por aire caliente. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.
- Meléndez, A., Vicario, I., Heredia, F. 2004. Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos. *ALAN*, 54(2):209-215
- Merca, F.E., Juliano, BO. 1981. Physicochemical properties of starch of intermediate amilosa and waxi rices differing in grain quality starch/starld. **33(8)**: 253-260.
- Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras (MPPAT). 2009. Dirección de Estadística. Atención: Lic. María Elena Sperandio Gómez.

- Molina, M. 2010. Obtención y caracterización de harina de plátano de 18 clones de bananos provenientes (INIA) y su aplicación en la elaboración de un producto horneado. Tesis de Licenciatura. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Morris, A. 2000. Evaluación Nutricional sensorial y microbiológica a base de una mezcla de arvejas, cambur, plátano verde y zanahoria, digestibilidad y cambios durante el almacenamiento. Título de Magister en Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Muyonga J:Ramteke R.,Eipeson W. 2001. Predehydranon steaming changes Physicochemical properues of unripe banana flour journal of Processing and Preservation **25**:35-47
- Nielsen, S. 2003. Food Analyses. Tercera Edición, Kuner academic-Plenum publisher, Nueva York, pp 257.
- Owen, F. 2000. Química de alimentos 2da Edición. Acribia S.A Zaragoza España
- Pacheco – Delaye E. 2001. Evaluación nutricional de sopas deshidratadas a base de harina de plátano verde Digestibilidad *in vitro* del almidón. Acta Científica venezolana.**52**: 278-282.
- Pacheco, E. 2001. Evaluación nutricional de sopas deshidratadas a base de plátano verde, digestibilidad *in vitro* del almidón, *Acta Cien.Ven.*, **52**: 278-282.

- Pacheco E., Maldonado, E. Pérez, E., Shoroeder, M. 2008. Production and Characterization of Unripe Plantain (*Musa paradisiaca* L.) Flours. *Interciencia* **33**(4): 209-296.
- Pacheco E. 2006. Propiedades físicas y reológicas de la harina de banana verde (*Musa AAA*) en la elaboración de geles de piña *Ananas comosus* L.Merr. *Rev, Fac. Agron. Maracay*, **32**: 27-40
- Pacheco, E., Techeira, N., García A. 2008^a. Elaboración y evaluación de polvos para bebidas instantáneas a base de harina estrudida de ñame *Discorea alata* *Revista Chilena Nutrición* **34**(35). 452-459.
- Pak, N. 2003. Fibra dietética en frutas cultivadas en Chile. *ALAN*, **4** (53); 413-417.
- Pérez, E. 1993. Modificación física del almidón de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) en Montaldo: A. 1996. La yuca frente al hambre del mundo Tropical. Ediciones Arauco C.A Caracas- Venezuela. 570.
- Pérez, E. 1997. Characterization of starch isolate from plantain (*Musa paradisiaca normalis*) *Starch/ Starke*, **49**: 45-49.
- Pérez. E., Lares. M., González. Z., 2007. Production and characterization of Cassava (*Manihot esculenta crantz*) flours using different thermal treatment. *Interciencia* **32**: 615-619.
- Pérez, E., y Marín, J. 2009. Situación actual de las harinas de banano. Usos potenciales en la Agroindustria Nacional. *Prod. Agro.* **1**:65-68.

- Picq, C. Fouré E. and Frison E. A. 1998. Bananas and Food Security Les productions bananières : un enjeu économique majeur pour la sécurité alimentaire Simposio International symposium, Douala, Cameron, 10-14.
- Pillay, M. E.; Ogundiwin, A. Tenkouano, J. Dolezel, 2006. Available online at Academic Journals Ploidía y la composición del genoma de los bananos en el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) *Afr. J. of Biotechnol.* **5(13)**,1224-1232. (Documento en línea). Disponible: <http://www.academicjournals.org/AJB> . Consulta: Agosto 13, 2010.
- Prachayawarakorn, S; Tia, W; Plyto, N., Soponronnarit, S. 2008. Drying kinettics and quality attributes of low-fat banana slices dried at high temperature. *Journal of Food Engineering*, 85:509-517.
- Rasper, V. 1980. Theoretical aspect of amilographology In; Shuey,W.C. and Tiplles, K. H. (eds). The amylograph hanbook. American. Association of Cereal Chemists, St.Paul. MN, USA.
- Rengel, A.2010. Elaboración de un Alimento a base de harina de arroz (*Oriza sativa*),plátano (AAB) Y FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*) con bajo contenido de fenilalanina para consumo infantil. Tesis de postgrado. Instituto de Ciencia y Tecnología de alimentos. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela.
- Rincón, M. 1993. Modificación por extrusión y deshidratación por doble tambor de almidones de granos de Amaranto y canavalia. Título de Magister. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

- Rodríguez, F., P. 2010. Obtención de aislado proteico de Amarantho (*Amaranthus spp*) y harina de plátano (*Musa sp*) para la elaboración de una mezcla deshidratada para bebidas instantáneas .Título de Doctor. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Romeo, M., Escobar, B., Masson, L., Mella, M.1983. Composición química de harina de leguminosa cruda y precocida *Rev. Alimen.* **8(1)**:3-10.
- Rosales, M., 2008. El cultivo del plátano en Venezuela. Desde el campo hasta la mesa. *Agroalim.* **27(14)**:125-127.
- Salunke, D., K. 1984. Banana and plantaind in. Post narvest Biotechino logy of fruit . Charpert 4 Edit CRC Press. Florida, USA.
- Singh R. y Heldman D. 1998. Introducción a la Ingeniería de Alimnetos.2da Ed. Editorial ACRIBIA. Zaragoza. España , pp 53-64.
- Silva, Vit., P. Meléndez P. 2002. Evaluación de etiquetas de alimentos nacionales e importados. *Rev. de la Fac. de Farm.*(44).
- Sívoli, L., Pérez, E., Rodríguez, P., Raymúndez, M., Ayesta, C. 2009 .Técnica microscópicas y de dispersión de luz empleadas en la evaluación de la estructura de del almidón nativo de yuca (*Manihot esculenta C*). **(18)3**: 195-20.
- Skrabanja V., H.G.M. Liljerberg. C.L. Hedley,I Kreft, and I M.E. Bjorck.1999.Influence of genotype and processing on the in vitro rate of starch hydrolysis and resistant starch formation in peas (pisum sativum L.) *Agr. Food Chem.* 47: 2033-2039.

- Smith, R. 1967. Characterization and análisis of starches: En *Syarch: Chemistry and Tecnology* (R.L. Whistler y F.E Paschall, Ed) New York: Academic Press 2: 569-635.
- Subramanian, S., Viswanathan, R. 2007. Bulk density and friction coefficients of select minor millet grains and flours. *J food eng.* **(8)1**: 118-126.
- Tortoe, C., Johnson, P. y Nyarko, A. 2009. Effect of osmo-dehydratation, blanching and semi-ripening on the viscoelastic, wáter activity and colorimetry propertieeers of flour from three cultivars of plantains (Musa AAB). *Innovative Food Science and Emerging Tecnologies*, 10:82-86
- Vaclavik V. 1998. *Fundamentos de Ciencia de los Alimentos*. 1ª ed. Editorial Acribia S.A. España.
- Villagra, A. 2010. Almidón retrogradado en el tratamiento dietoterapico de la Diabetes Mellitus tipo 2 Titulo de Licenciada en Nutrición. Universidad ISALUD Buenos Aires, Argentina.
- Von Loesecke, H. W. 1950 *Bananas*. 2º ed., New York: Interscience.
- Witting E., Bunger T., A., Serrano V., L. 2000. Entrenamiento de paneles sensoriales constituidos por niños. *ALAN* 50 (1) ,19:25
- Zhang, P., Whister, B., BeMiller, J. N., Hamaker, B., R. 2005. Banana starch: production, physicochemical properties, and digestibility- a review. *Carbohydr. Polym.* **59**: 443-458.