

FECHA DE PRESENTACIÓN: 2002-10-04

ESTACIÓN: Estación
Experimental "Santa
Catalina"

DEPARTAMENTO: Nutrición y Calidad

PROYECTO: Investigación y Desarrollo
de Nuevas alternativas
Alimenticia para consumo
humano, basadas en maíz,
banano, plátano y quinua
AQ-CV-012.

ENSAYO: Estudio del efecto de la
precocción y adición de
inhibidores para controlar el
pardeamiento del banano
durante la elaboración de
harina precocida.

UBICACIÓN: Estación Experimental
Santa Catalina.
Cutuglagua, Pichincha.

AUTOR: Egdo. Ángel Oswaldo
Salcedo Cuadrado

COAUTOR: Ing. Nelly Lara

COLABORADORES: CIRAD-AMIS.
Universidad Técnica
Particular de Loja. Facultad
de Ingeniería en Industrias
Agropecuarias.

FECHA DE INICIACIÓN: Octubre de 2002

FECHA DE TERMINACIÓN: Octubre de 2003

COSTO APROXIMADO: USD 24628.73

FUENTE DE FINANCIAMIENTO: INIAP 58.99 %
PROMSA 41.01 %

I. ANTECEDENTES.

El banano (*Musa sapientum L*) proviene de las regiones cálidas de Asia, de donde pasó al África y luego al nuevo continente. Actualmente su cultivo se extiende en muchas regiones del mundo (Terranova 1995). Se cultiva en forma extensiva en las regiones tropicales y subtropicales de los países de África Central y Occidental, del pacífico de Asia, del caribe y del Centro y Sur América. (Bello-Pérez 200) y es un rubro económico muy importante en la agricultura de los países de estas regiones. (Tazán, 1998).

En Ecuador, el área cultivada en el año 2000 fue de 252 571 Has y la producción 5 453 220 Tm (III Censo Nacional Agropecuario 2002). De esta producción se vende el 83% aproximadamente, quedando el restante 17% como banano de rechazo, el mismo que en su mayor parte es industrializado como alimento para animales. Por esta razón se busca dar un uso a esta materia prima desaprovechada, siendo ésta la elaboración de harina precocida, en la cual se debe controlar las características sensoriales y nutricionales, para que sea apta para el consumo humano.

El banano maduro tiene gran acogida en el mercado internacional por su aroma y sabor, cuyo peso aproximado es de 100 a 200 gramos según la variedad y que contiene del 60 al 65% de pulpa comestible, constituyendo un alimento altamente energético, es bien tolerado por el organismo y ejerce una favorable acción sobre la flora intestinal (Pizzocaro 1993).

Desde hace mucho tiempo se conoce que el Ecuador es un país productor y exportador de banano, pero a parte de la harina cruda de banano, se tiene poco o casi ningún conocimiento sobre los productos industrializados de la fruta verde y madura (Soria, 1995). Sin embargo, el banano fresco en verde es usado en la elaboración de diversos productos alimenticios de la dieta, constituyendo una buena fuente de carbohidratos, vitamina C, vitamina B6, potasio y fibra dietética. Otro aspecto importante es que está virtualmente libre de grasa y tiene una buena digestibilidad (Mc Donald, 2000).

Un factor crítico para la industria de alimentos es la calidad sensorial de sus productos, siendo el color uno de los índices más importantes en su evaluación. La variación del color puede ser el resultado de reacciones de pardeamiento enzimático y no enzimático (Lindo T., Rodríguez, 1995). En el banano, como en la mayoría de frutas y vegetales, el oscurecimiento enzimático es el resultado de la acción de la polifenoloxidasa (PPO). Un ejemplo son las o-quinonas producidas por la oxidación de compuestos fenólicos catalizados por esta enzima (Signoret and Cruzet, 1993)

Varios trabajos se han realizado sobre pardeamiento enzimático. Según, Palou et al., (1999), la aplicación de tratamientos térmicos para controlar las reacciones de pardeamiento enzimático en productos de frutas y vegetales, debe estar acompañada por otros factores efectivos en el control de la actividad enzimática. Estos factores incluyen blanqueo, actividad de agua (Aw), pH, adición de aditivos durante el procesamiento y/o almacenamiento. Usando presiones de 110Mpa, temperaturas de 70°C y tiempos de calentamiento de 25 minutos, se ha conseguido reducir significativamente la actividad de dos enzimas polifenoloxidasa y peroxidasa en

preparados de pulpa de banano (McDonald, 2000). Otro de los estudios muestra que la actividad de la Polifenoloxidasa en pulpa de banano puede ser completamente inhibida con L-ácido ascórbico, cisteína, dietiltiocarbonato de sodio, y cianuro de potasio. Adicionalmente, en medio buffer, la polifenoloxidasa también puede ser fuertemente inhibida por ácido cítrico y ácido acético en concentraciones de 10mM (Peng Yang, 2000).

La presencia de inhibidores bloquean estas reacciones impidiendo la formación de los compuestos responsables del pardeamiento. Si a un sistema enzima-sustrato se añaden sustancias que impiden la actividad propia de la enzima, el sistema ha sido inhibido, denominando inhibidores a los compuestos causantes de bloquear la reacción del sistema enzima-sustrato (Escobar, 2000)

II. JUSTIFICACIÓN.

De acuerdo con lo analizado, existen numerosos medios para impedir el pardeamiento enzimático, principalmente para el procesamiento de pulpa de banano, sin embargo, por razones de costo, toxicidad o efectos secundarios desfavorables, en la práctica sólo se puede utilizar un limitado número de ellos.

El tratamiento térmico es considerado una de las formas más tradicionales, utilizada para la conservación de los alimentos. El calor se emplea para inactivar microorganismos, esporas, enzimas y factores antifisiológicos. Muchas enzimas se alteran en forma irreversible entre los 40 y 50°C (desnaturalización), y muy pocas permanecen activas por encima de los 60°C. Otra alternativa de interés es la utilización de inhibidores enzimáticos como complemento al efecto del tratamiento térmico.

En referencia a estos aspectos resulta interesante la posibilidad de aplicar la precocción y/o acompañada de la adición de inhibidores químicos para prevenir el pardeamiento enzimático en la elaboración de harina de banano verde de buena apariencia, considerando que el color es un atributo sensorial de primer impacto en los consumidores.

En este estudio, un efecto paralelo del proceso de precocción será la gelatinización del almidón y en referencia al producto crudo habrá modificaciones en la digestibilidad y las propiedades de absorción de agua y formación de masa. Además, el producto precocido será semi-instantáneo, acorde con la disponibilidad actual de tiempo para la preparación de alimentos

III. OBJETIVOS.

A. General

- Evaluar el efecto de la precocción y la adición de inhibidores enzimáticos como alternativas para limitar el pardeamiento en la elaboración de harina de banano verde.

B. Específicos

- Estudiar la influencia de la temperatura y el tiempo en el proceso de precocción para evitar el pardeamiento enzimático.
- Evaluar el tratamiento con inhibidores (aditivos químicos) en los niveles permitidos para controlar el pardeamiento enzimático.
- Establecer el efecto del tratamiento de la materia prima con y sin cáscara sobre la actividad de las enzimas responsables del pardeamiento enzimático.
- Realizar un análisis económico del mejor tratamiento para controlar el pardeamiento.

IV. METODOLOGIA.-

A. Hipótesis.

La hipótesis a considerarse es la siguiente:

Hipótesis de la Investigación.-

Ho.

El tiempo, la temperatura de cocción y el tratamiento de la materia prima **no** tienen influencia sobre el control de pardeamiento enzimático de la harina de banano verde.

B. Factores en estudio.

FACTOR		NIVEL	DESCRIPCION DEL NIVEL
Temperatura (°C)	A	a ₀ a ₁ a ₂	75°C 85°C 95°C
Tiempo (minutos)	B	b ₀ b ₁ b ₂	4 7 10
Tratamiento de la materia prima	C	c ₀ c ₁ c ₂ c ₃	Precocción con cáscara. Precocción sin cáscara. Sin cáscara y tratada con ácido ascórbico 0.1 %. Sin cáscara y tratada con ácido cítrico 0.25%.

C. Tratamientos.

Al combinar los factores en estudio (A x B x C) con sus respectivos niveles resultan los siguientes tratamientos:

Tratamientos
T1 = a ₀ b ₀ c ₀
T2 = a ₀ b ₀ c ₁
T3 = a ₀ b ₀ c ₂
T4 = a ₀ b ₀ c ₃
T5 = a ₀ b ₁ c ₀
T6 = a ₀ b ₁ c ₁
T7 = a ₀ b ₁ c ₂
T8 = a ₀ b ₁ c ₃
T9 = a ₀ b ₂ c ₀
T10 = a ₀ b ₂ c ₁
T11 = a ₀ b ₂ c ₂
T12 = a ₀ b ₂ c ₃

Tratamientos
T13 = a ₁ b ₀ c ₀
T14 = a ₁ b ₀ c ₁
T15 = a ₁ b ₀ c ₂
T16 = a ₁ b ₀ c ₃
T17 = a ₁ b ₁ c ₀
T18 = a ₁ b ₁ c ₁
T19 = a ₁ b ₁ c ₂
T20 = a ₁ b ₁ c ₃
T21 = a ₁ b ₂ c ₀
T22 = a ₁ b ₂ c ₁
T23 = a ₁ b ₂ c ₂
T24 = a ₂ b ₂ c ₃

Tratamientos
T25 = a ₂ b ₀ c ₀
T26 = a ₂ b ₀ c ₁
T27 = a ₂ b ₀ c ₂
T28 = a ₂ b ₀ c ₃
T29 = a ₂ b ₁ c ₀
T30 = a ₂ b ₁ c ₁
T31 = a ₂ b ₁ c ₂
T32 = a ₂ b ₁ c ₃
T33 = a ₂ b ₂ c ₀
T34 = a ₂ b ₂ c ₁
T35 = a ₂ b ₂ c ₂
T36 = a ₂ b ₂ c ₃

D. Procedimiento.

1.- Diseño experimental.

- Diseño: Se utilizará un diseño completamente al azar en arreglo factorial 3 x 3 x 4, con tres repeticiones.
- Unidad experimental: Se utilizará 3 kg de materia prima por tratamiento. Se tomarán muestras de las harinas obtenidas y se procederá a realizar los diferentes análisis.

2.- Análisis estadístico.

- Análisis de varianza.
- Se realizará la prueba de Tukey al 5% para determinar las diferencias significativas entre los diferentes tratamientos
- Análisis de correlación entre la temperatura, tiempo de cocción y tratamiento previo a la materia prima, con la actividad enzimática.

Esquema del ADEVA:

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD
Total	$(a*b*c*r-1)$ 107
Factor A	$(a - 1)$ 2
Factor B	$(b - 1)$ 2
Factor C	$(c - 1)$ 3
Efecto AB	$(a - 1) (b - 1)$ 4
Efecto AC	$(a - 1) (c - 1)$ 6
Efecto BC	$(b - 1) (c - 1)$ 6
Efecto ABC	$(a - 1) (b - 1) (c - 1)$ 12
Error experimental	$A*b*c*(r-1)$ 72

3.- Análisis económico.

Se realizará el análisis económico del mejor tratamiento mediante el uso el análisis de Presupuestos Parcial Perrín et al CIMMYT.

4.- Datos a tomar y métodos de evaluación.

- Actividad enzimática de la polifenoloxidasa (PPO)
- Actividad de la peroxidasa.
- Consistencia

En tratamientos seleccionados se realizará los siguientes análisis:

- Medición del oscurecimiento (Color).
- Grado de gelatinización.
- Textura.
- Propiedades reológicas.
- Recuento total.

Métodos de evaluación: (Anexos I)

Actividad enzimática de la polifenoloxidasa (PFO) Método referido en Pizzocaro (1993)

Actividad enzimática de la peroxidasa (PPO): Prueba presuntiva referido al Manual de prácticas de Métodos de conservación de la U.T.P.L.

Actividad enzimática de la peroxidasa (PPO): AOAC Official Method 963.27 (1966)

Consistencia de masa: Consistómetro Bostwick

Medición del oscurecimiento (Color). Método descrito por Guadagni (1949).

Grado de gelatinización: Método enzimático. AOAC Oficial Methods of Analysis (1984)

Textura: Con un texturómetro TAXT2i

Propiedades reológicas según los métodos y equipos disponibles en el CIRAC-AMIS

Recuento Total: Petri film.

Se realizará un análisis proximal de la materia prima y harina de banano verde:

- Humedad.
- Proteína.
- Grasa.
- Fibra.
- Cenizas.
- Carbohidratos Totales (por diferencia).
- Almidón total.

El análisis proximal se realizará según los métodos existentes en el Departamento de Nutrición y Calidad.

5.- Métodos específicos y de manejo del experimento.

Para el estudio se utilizará como materia prima el rechazo de la exportación de banano de la variedad Cavendish que llega a la ciudad de Quito, con grado de madurez (2) de acuerdo a la escala de color de banano según la Dole Food Company, Inc.

Muestras de materia prima.-

Las muestras serán adquiridas en un solo puesto de venta de banano de rechazo en Quito, seleccionado la muestra con base a la escala de color disponible. En el laboratorio del Departamento de Nutrición y Calidad se escogerá nuevamente la fruta verde. Se tomarán muestras para los diferentes tratamientos, se lavarán con agua, retirando impurezas y material extraño.

Procesamiento.- (Anexo 2)

El control del pardeamiento en las muestras de banano verde se evaluará mediante los siguientes tres procesos:

Proceso 1.

- Precocción

Se tratará las muestras de fruta entera (sin pelar) a las diferentes niveles de temperaturas y tiempos seleccionados y sin tratamiento con inhibidores enzimáticos.

- Pelado.-

Las muestras de producto precocido se dejará enfriar unos minutos al ambiente y luego se retirará manualmente la cáscara.

- Picado y laminado.-

El banano será cortado en rodajas de 2 a 3 mm para facilitar el uso de la laminadora manual.

- Secado.-

El producto laminado será recogido en bandejas metálicas y secado en una estufa de aire forzado a 60°C. La humedad del producto seco estará alrededor del 12 %.

- Molienda.-

Se utilizará un molino eléctrico con malla de 2mm.

Proceso 2.

- Pelado.-

Los bananos limpios, se pelarán manualmente con un cuchillo y para evitar el pardeamiento se mantendrán sumergidos en agua.

- Precocción.-

Se tratarán los bananos a las diferentes temperaturas y tiempos de precocción.

- Picado y laminado.-

Los bananos se cortarán en forma de rodajas de 2 a 3 cm para facilitar el uso de la laminadora manual.

- Secado.-

El producto laminado será recogido en bandejas metálicas y secado en una estufa de aire forzado a 60°C. La humedad del producto seco estará alrededor del 12 %.

- Molienda.-

Se utilizará un molino eléctrico con malla de 2mm.

Proceso 3.

- Pelado.-

Las muestras de banano serán peladas manualmente con un cuchillo e inmediatamente sumergidas en las soluciones de inhibidores propuestas para el estudio.

- Tratamiento con inhibidores enzimáticos.-
Los bananos pelados se tratarán con diferentes inhibidores enzimáticos (ácido ascórbico y ácido cítrico), de acuerdo al diseño experimental y el nivel permitido.
- Precocción.-
Se tratarán los bananos a las diferentes temperaturas y tiempo de precocción.
- Picado y laminado.-
Los bananos se cortarán en forma de rodajas de 2 a 3 cm para facilitar el uso de la laminadora manual.
- Secado.-
El producto laminado será recogido en bandejas metálicas y secado en una estufa de aire forzado a 60°C. La humedad del producto seco estará alrededor del 12 %.
- Molienda.-
Se utilizará un molino eléctrico con malla de 2mm.

V. BIBLIOGRAFIA.

1. AOAC "Official Methods of Analysis". Association of Oficial Analytical Chemists, Washington, DC 14073, 260-271 (1984)
2. Bello-Pérez L. Agama-Acevedo E., Sonia G. Sáyago-Ayerdi, Moreno-Damián Ester, Acapulco –México. "Some Structural, Physicochemical and Functional Studies of Banana Straches Isolated from two varieties Growing in Guerrero México, 2000.
3. III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO (2002), Resultados Nacionales y Provinciales. Vol.1, Tabla N° 14
4. Escobar M., Lara F. Control del pardeamiento enzimático en dos variedades de papa con inhibidores., Universidad Técnica de Ambato, 2000.
5. Lindo T, Rodríguez A. Pardeamiento enzimático y no enzimático en alimentos. En: Alternativas de Industrialización del Banano y el Plátano, C.I.T.A., Costa Rica, pp 37-40 (1995).
6. McDonald L, Schaschke C J. Combined effect of high presssure, temperatura and holding time on polyphenol oxidase and peroxidase activity in banana (Musa acuminata). J. Sci. Food Agric. 80:719-724 (2000).
7. Moreno Guerrero Carlota M., "Efecto de los tratamientos de preenfriamiento y empaque con laminas plásticas en el tiempo de vida útil del plátano (Variedad Barraganete)". Escuela Politécnica Nacional Pag. 58-60

8. Palou E, López-Malo A, Barbosa-Cánovas G V, Welte-Chanes J, Swanson B G. Polyphenoloxidase activity and color of blanching and high hydrostatic pressure treated banana puree. *J. Food. Sci.* 64:42-45 (1999).
9. Peng-Yang C, Fujita S, Kohno K, Kusubayashi A, Ashrafuzzaman MD, Hayashi N. Partial purification and characterization of polyphenoloxidase from banana (*Musa sapientum* L.) peel. *J. Agric. Food Chem.* 49:1446-1449 (2001).
10. Pizzocaro F, Torreggiani D, Gilardi G. Inhibition of apple polyphenoloxidase (PPO) by ascorbic acid, citric acid and sodium chloride. *J. Food Proc. Preserv.* 17:21-30(1993).
11. Signoret A, crouzet J. Partial purification and properties of plantain polyphenol oxidase. *Food Chemistry.* 48:341-347 (1993).
12. Soria M. Industrialización del banano y plátano. En: *Tecnologías aplicables a banano y plátano.* IITI. Ambato. pp 1-3 (1995).
13. Tazán L. Banana and plantain production in Ecuador-Export and domestic trade. In: *Bananas and Food Security*, eds. C. Picp, E. Fouré and E.A. Frison. International symposium, Douala, Cameroon, pp 59-66 (1998).
14. Terranova Enciclopedia Agropecuaria. *Producción Agrícola 1, Tomo 2.* Terranova Editores, pp 172-174 (1995).

VI. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

ACTIVIDADES	Sep	Oct.	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Revisión bibliográfica	—											
Elaboración del perfil		—	—									
Adquisición de materia prima.		—	—									
Pruebas preliminares				—	—	—	—	—				
Fase experimental									—	—	—	
Análisis de resultados										—	—	—
Preparación de reportes										—	—	—
Escritura de tesis												

VII.- PRESUPUESTO.-

7. GASTOS	Unidad	Cantidad	USD/unidad	PROMSA	INIAP	TOTAL USD
7.1 Gastos de Personal				1785	0	1785
7.1.1. Becario	mes	12	120	1440		1440
7.1.2. Viáticos	viaticos	4	50	200		200
7.1.3. Subsistencias	subsisten.	4	11.25	45		45
7.1.4. Pasajes	viajes	20	5	100		100
7.2. Gastos Administrativos				240	1020	1260
7.2.1. Infraestructura Laboratorios	mes	12	85		1020	1020
7.2.2. Suministros y Gastos de Oficina	mes	12	20	240		240
7.3. Gastos Directos de Investigación				6282,4	0	6282,40
7.3.1. Banano de Rechazo	Kg	200	0,35	70		70
7.3.2. Reactivos para análisis de muestras	muestras	45	82,32	3704,4		3704,40
7.3.3. Grupos de Materiales, Pruebas experimentales	grupos			2436		2436
7.3.4. Recopilación de Material Bibliográfico	mes	12	6	72		72
7.4. Equipo para Investigación				4666,50	7996,04	12662,54
7.4.1. Equipo de Laboratorio				3666,50	7996,04	11662,54
Equipo para Investigación. Resultado1. Anexo2	equipos	26	307,54		7996,04	7996,04
Costo proporcional del texturómetro TA - XT2i	equipos	1	3666,5	3666,50		3666,50
7.4.2. Equipo de Computación	equipos	1	1000	1000		1000
Total antes de gastos Financieros				12973,9	9016,04	21989,94
I.V.A.				1556,15	1081,92	2638,79
TOTAL				14530,77	10097,96	24628,73

Ver Anexos 3-4-5-6

ANEXOS

Anexo 1

ANÁLISIS FÍSICO (Moreno Carlota M. 2001, E.P.N)

Peso de fruta, pulpa y piel.

La fruta entera, la piel y la pulpa de la fruta fueron pesadas separadamente en una balanza electrónica, tomando una precisión de dos cifras decimales.

Diámetro

Con una cinta métrica se mide la circunferencia de cada fruta, y a partir de ese valor se determina su diámetro.

Color externo

El color de la piel se midió comparando el color de la fruta con una escala de color para banano (Dole, Food Company, Inc, 1993). La escala de color presenta valores de 1 a 7.

ANÁLISIS QUÍMICO (Moreno Carlota M. 2001, E.P.N)

Preparación del Jugo de la pulpa de plátano.

Una muestra de 30g de pulpa se licuó con 90 ml de agua destilada. El jugo se separó de los sólidos por centrifugación por 10min, a 3600rpm.

En este jugo se analizó pH, sólidos totales. acidez titulable

Medición del pH

La medición del jugo de plátano se midió utilizando el pH-metro electrónico (Orion Modelo 210 A).

Determinación de Acidez Titulable

Se tomó una muestra de 10ml de jugo preparado y se lo diluyó hasta 50ml con agua destilada. Se añadió 0.3ml de fenoftaleína a la solución anterior y se tituló con una solución de NaOH 0.1N, hasta que el color rosa persista durante 30 segundos. La acidez titulable se reportó como porcentaje de ácido málico.

Determinación de los Sólidos Solubles Totales

Los sólidos solubles totales se midieron utilizando un refractómetro. Una o dos gotas del jugo preparado se colocaron en el refractómetro y se midió directamente el valor de sólidos solubles totales (° Brix). Este valor obtenido se multiplica por un valor de 4 que es el factor de dilución para preparar el jugo.

MEDICIÓN DE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA.

ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DE LA POLIFENOLOXIDASA (Método referido Pizzocaro 1993)

Equipo y reactivos:

- Vortex mixer.
- Centrífuga refrigeradas (mínimo a 4°C).
- Espectrofotómetro.
- Solución buffer de McIlvaine pH:6.5
- Solución de catecol

Procedimiento:

- Mezclar 1 ml de solución de catecol con 2 ml de buffer de McIlvaine pH:6.5 y agregar a 0.5 ml de extracto enzimático.
- La actividad se ensaya a 420nm a 25°C en el espectrofotómetro.
- Se calcula en base a la pendiente de la parte lineal (primera fracción) de la curva de ΔA_{420} vs. Tiempo a 3 minutos.

ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DE PEROXIDASA (Método Presuntivo)

Reactivos:

- Guayacol al 1%
- Peroxido de Hidrógeno al 1%

Procedimiento:

Depositar el banano en un mortero de porcelana.
Adicionar 5 ml de la solución de guayacol al 1%, cubriendo el banano.
Adicionar 5 ml del peroxido de hidrógeno.
Se controla el desarrollo del color en las superficies cortadas y en la solución.
El desarrollo de color rojo o café obscura en la superficie cortado y en la solución indica la presencia de la peroxidasa.

Peroxidasa en vegetales. (método referido en la AOAC).

Reactivos:

- Buffer pH 6.0 Fosfato-oxalato 0.1 M.
- Acido Oxalico 1M.
- Cloruro de sodio 2%.
- Peroxido de Hidrógeno 0.1 N.
- Solución de Indofenol 0.001 N.
- Ácido Ascórbico 0.05 M.

Preparación del extracto:

Se mezcla 50 g de banano con 200 ml de NaCl 2%, se licua a gran velocidad .
Separan las partículas más grandes filtrándose a través de algodón .

Determinación :

En un matraz de 250 ml se coloca 75 ml de buffer, 50 ml de solución de indofenol , 5 ml de ácido ascórbico, se mezcla por 15-30 segundos, se le adiciona 5ml de peroxido de hidrógeno y de 1-3 ml del extracto enzimático se afora con agua a 250 ml y se procede a tomar alícuotas , la primera a los 30 segundos de aforado y las restantes cinco cada minuto una por minuto.

Cada alícuota se coloca en un matraz con 5ml de ácido oxálico, que es el inhibidor.

Las alícuotas son valoradas con la solución de indofenol hasta un color rosado, la titulación se realiza más allá de lo visible.

Calculo del k y K:

k= actividad por ml de extracto.

K = actividad por gramo de muestra.

$$k=(1/T)\times(\ln V_0 /V_t)$$

V_0 = volumen de indofenol utilizado en valorar la alícuota a los 30 segundos.

V_t = volumen de indofenol utilizado en valorar las alícuotas de cada minuto.

Gramos de banano

en el extracto = (ml de extracto /10) \times (1/volumen de aforo) \times (gr de banano)

$$K = k/\text{gramos}$$

MEDIDA DE LA TEXTURA

Nos permite medir la fuerza de ruptura, de la muestra analizada. Este parámetro es importante por que la precocción influye sobre la textura del alimento.

Se utilizará un Texturómetro TAX-T2i

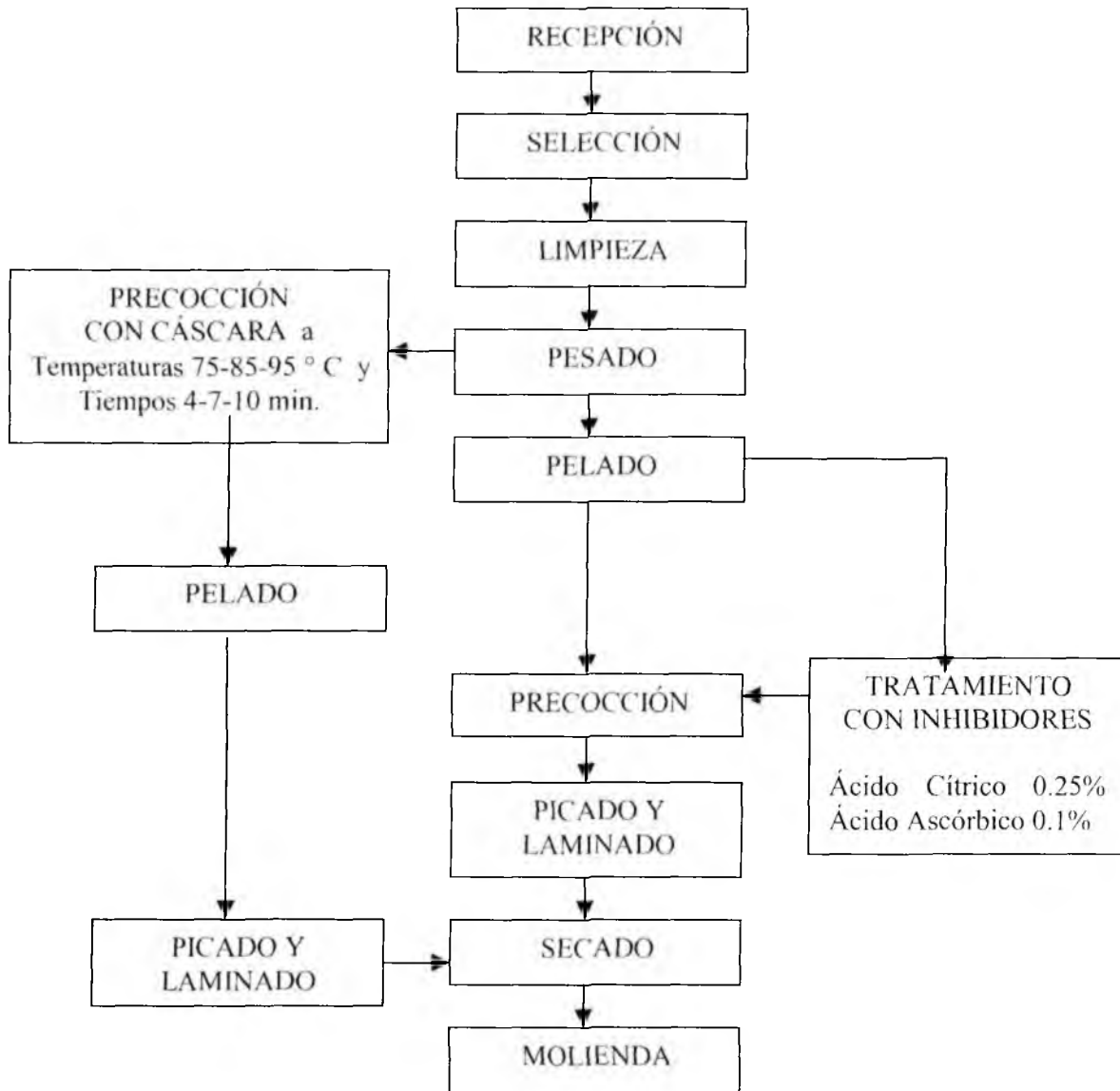
MEDIDA DE LA CONSISTENCIA

Este parámetro nos permite conocer el grado de precocción.

Se realizará con un Consistómetro Boswik.

Anexo 2

DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA PRECOCIDA DE BANANOVERDE



Anexo 3.

COSTO DE VIÁTICOS Y SUBSISTENCIA

Se trabaja para el análisis de este rubro con los valores más altos

Viáticos 50 USD

Subsistencia 11.25 USD

Pasajes 5 USD

Como se trabajará con banano verde y este tiende a madurarse rápidamente, la adquisición de la materia prima se la realizará semanalmente.

	No. Salidas	Viáticos	Subsistencia	Pasajes
	4	200	45	
	20			100
			TOTAL (USD):	345

Anexo 4

COSTO DE MATERIA PRIMA

Rubro para materia prima Banano verde

Etapa del proyecto	Precio/kg	Cantidad Neces. (kg)	Costo estimado
Fase experimental	0,35	200	USD 70

TOTAL (USD) : 70

Anexo 5

COSTO DE REACTIVOS

REACTIVOS	Cant. a utilizar	Cant.de presentación	Precio	Precio Total
α-Amilasa	350	100mg	29,40	102,90
Amiloglucosidasa	350	100mg	135,20	473,20
Glucosa oxidasa	350	5000unid	84,00	294,00
Peroxidasa	350	5000unid	17,80	62,30
Acido ascórbico	1750	100g	48,50	848,75
Acido cítrico	3500	500g	17,50	122,50
ABTS sal de amonio anhidro	3.5	1g	28,80	100,80
Acetato de sodio anhidro	875	250g	23,30	81,55
Acido acético glacial	1750	500ml	19,80	69,30
Acido bórico	350	100g	21,60	75,60
Acido clorhídrico	1750	500ml	29,40	102,90
Acido ortofosfórico	350	100g	18,10	63,35
Acido sulfúrico	1750	500g	30,60	107,10
Alcohol isoamílico	1430	100ml	20,20	70,70
CAMECOL	350	100g	13,20	46,20
Dicromato de potasio	350	100g	31,30	109,55
Fosfato de sodio 12.H2O	1750	500g	41,30	144,55
Fosfato de sodio dihidrógeno	350	100g	27,00	94,50
Glucosa	875	250g	25,50	89,25
Hexano(GT)	4 lt	1000ml	60,80	243,20
Hidróxido de sodio	1750	500g	41,90	146,65
Hierro	175	50ml	20,00	70,00
Oxido de mercurio	350	100g	40,30	141,05
Peróxido de hidrógeno(30%)	350	100ml	24,10	84,35
PVP (Plivinilpirrolidone)	1750	500g	53,10	185,85
Sol. Litio(1%)	3.5	1g	25,00	87,50
Sulfato de cobre	350	100g	23,90	83,65
Sulfato de potasio	875	250g	33,70	117,95
Sulfato de sodio (anhi.)	1750	500g	47,50	166,25
tiosulfato de sodio.5H2O	1750	500g	47,50	166,25
Tris(hidroxymethyl) aminometano	350	100	40,60	142,10
Etanol	1710	500ml	29,40	100,45
Guayacol	375	100g	17,5	65,45
		TOTAL	(USD):	3704.35

Anexo 6

Tipo de análisis	EQUIPO	Tiempo de uso (meses)	Depreciación Mes	Total parcial (dólares)
Análisis de alta resolución	Micromolino analítico	1	11,09	11,09
	UV/VIS	5	1144,75	5723,75
	E. Absorción atómica	0,5	1170,99	585,50
	dilutor/dispensador	1	45,40	45,40
	Estufa tipo convección	5	19,06	95,30
Equipos de análisis proximal	Estufa aire forzado	5	18,48	92,40
	Molino de muestras	5	68,30	341,50
Y otros	Balanza analítica	5	60,83	304,15
	Balanza de precisión	5	31,59	157,95
	Mufla	1	9,55	9,55
	Digestor microkjeldahl	2	19,04	38,08
	Destilador microkjeldahl	2	17,39	34,78
	Incubador agitad./mag.	4	5,77	23,08
	Medidor de pH,electrodo	1	2,10	2,10
	Placa calentadora	2	166,67	333,34
	Mezclador para tubos	4	6,55	26,20
	Baño maria	2	4,19	8,38
	Agitador calentador	2	2,57	5,14
	Purificador de agua	5	4,19	20,95
	Estabilizador de voltaje	5	6,55	32,75
	Centrífuga	5	6,55	32,75
	Autoclave	5	3,45	17,25
	Consistómetro Bostwik	5	6,02	30,10
	Juego de tamices 9	5	1,90	9,50
	Cronometro aristo	4	3,79	15,16
	Texturómetro			3666,50
		TOTAL:	(USD)	11662,65

Anexo 7

ESCALA FÍSICO-QUÍMICA DE MADURACIÓN

Grado de madurez	1	2	3	4	5	6	7
Característica							
Color de cáscara	Verde	Verde con trazas de amarillo	Mas verde que amarillo	Mas amarillo que verde	Amarillo con extremos verdes	Totalmente amarillo	Totalmente amarillo con pecas
% Almidón	17,73	13,68	8,76	4,96	2,65	1,73	0,82
% Azúcares Totales	1,32	3,21	6,57	11,26	16,18	19,5	19,71
% Azús. Reductores	0,57	1,5	3,27	5,86	8,6	10,4	10,32
Sólidos solubles(°Brix)	4,69	7,28	12,48	17,78	20,81	22,1	22,61
pH	5,24	5,02	4,87	4,77	4,75	4,78	4,88
Acidez (% ác. Málico)	0,41	0,54	0,63	0,67	0,67	0,62	0,52
Razón pulpa/cáscara	1,37	1,45	1,53	1,61	1,69	1,78	1,96
% Humedad	72	72,32	72,64	72,97	73,28	73,61	73,92