

ALIMENTOS

CIENCIA E INGENIERIA



OCTUBRE - 2002

N° 11(2)

La Revista **ALIMENTOS CIENCIA E INGENIERÍA** es una publicación semestral de resúmenes de Tesis de Grado y Trabajos de Investigación realizados en la FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS de la Universidad Técnica de Ambato, así como contribuciones de otras Universidades e Instituciones con las cuales la facultad mantiene convenios de cooperación mediante el intercambio científico y cultural. Las contribuciones a la presente publicación son responsabilidad absoluta de los autores.

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos
UTA - FCIAL 2003

RECTOR: Ing. Víctor Hugo Jaramillo
VICERRECTOR: Ing. Héctor-Aníbal Saltos S. Msc. Msc.
DECANO: Ing. Rommel Rivera C. Msc.
SUBDECANO: Ing. Guillermo Poveda P. Msc.
DISEÑO Y
DIAGRAMACION: Ing. Jorge Vélez G.
REPRODUCCION Y
ENCUADERNACION: Arturo Freire

ISSN 1390-2180

Impresión FCIAL-abril/2003

Los
cali
can
con
de
Prá
logi
Ade
imp
en
cap

Ent
y n
indi
útil
est
pro
indi
apl
Pe
Ge
con

Par
deb
usa
con
otro
orig
tam
otra
cruz
con
tem

En
los
de
ni
hoy
de
mat

Es
form
"cal
Ent
utili
pro
olor
pro
Esp
reco
Ope
qué
los

Se
alim
mar
resp
cont

Los consumidores exigen, cada vez, más atributos de calidad en los productos que adquieren, siendo una característica esencial e implícita la inocuidad –apto para consumo humano-. Por otro lado, el sector alimentario trata de bajar los costos de producción y venta, las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) ofrecen la posibilidad de lograrlo manteniendo la calidad y asegurando la inocuidad. Además de ser obligatorias, algunas prácticas llevan a importantes mejoras y no requieren la inversión de capital, en especial cuando hablamos del orden, la higiene y la capacitación del personal.

Entendiéndose a las BPM como procedimientos de higiene y manipulación, que constituyen los requisitos básicos e indispensables para participar en el mercado, éstas son útiles para el diseño y funcionamiento de los establecimientos, y para el desarrollo de procesos y productos relacionados con la alimentación. Es indispensable que estén implementadas previamente, para aplicar posteriormente el Sistema HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control), un programa de Gestión de Calidad Total (TQM) o un Sistema de Calidad como ISO 9000.

Para asegurarnos que nuestro producto sea seguro, debemos comenzar por verificar que las materias primas usadas estén en condiciones que aseguren la protección contra contaminantes (físicos, químicos y biológicos). Por otro lado, es importante que sean almacenadas según su origen, y separadas de los productos terminados, como también de sustancias tóxicas (plaguicidas, solventes u otras sustancias), de manera de impedir la contaminación cruzada. Además, deben tenerse en cuentas las condiciones óptimas de almacenamiento como temperatura, humedad, ventilación e iluminación.

En cuanto a la estructura del establecimiento, los equipos y los utensilios para la manipulación de alimentos, deben ser de un material que no transmita sustancias tóxicas, olores, ni sabores. Las superficies de trabajo no deben tener hoyos, ni grietas. Se recomienda evitar el uso de maderas y de productos que puedan corroerse, y se aconseja como material adecuado acero inoxidable.

Es importante aclarar que no sólo se debe considerar la forma de elaboración del producto para que sea de "calidad", sino también la higiene durante el proceso. Entonces, para la limpieza y la desinfección es necesario utilizar productos que no tengan olor ya que pueden producir contaminaciones además de enmascarar otros olores. Por otro lado, el agua utilizada debe ser potable, provista a presión adecuada y a la temperatura necesaria. Específicamente, para organizar estas tareas, es recomendable aplicar los POES (Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento) que describen qué, cómo, cuándo y dónde limpiar y desinfectar, así como los registros y advertencias que deben respetarse.

Se aconseja que todas las personas que manipulen alimentos reciban capacitación sobre «Hábitos y manipulación higiénica». Este entrenamiento es responsabilidad de la empresa y debe ser adecuado y continuo. Además, debe controlarse el estado de salud y la

aparición de posibles enfermedades contagiosas entre los manipuladores.

Es indispensable el lavado de manos de manera frecuente y minuciosa con un agente de limpieza autorizado, con agua potable y con cepillo. Debe realizarse antes de iniciar el trabajo, inmediatamente después de haber hecho uso de los retretes, de haber manipulado material contaminado y todas las veces que las manos se vuelvan un factor contaminante. Debe haber indicadores que recuerden lavarse las manos y un control que garantice el cumplimiento.

El material destinado para el envasado y el empaque deben inspeccionarse siempre con el objetivo de tener la seguridad de que se encuentran en buen estado.

Los vehículos de transporte deben estar autorizados por un organismo competente y recibir un tratamiento higiénico similar al que se da al establecimiento. Los alimentos refrigerados o congelados deben tener un transporte equipado especialmente, que cuente con medios para verificar la humedad y la temperatura adecuada.

En cuanto al cumplimiento de todas estas pautas, se cuenta con los controles que sirven para detectar la presencia de contaminantes físicos, químicos y/o microbiológicos. Asimismo, hay que verificar que éstos se lleven a cabo correctamente, por lo que deben realizarse análisis que monitor en si los parámetros indicadores de los procesos y productos reflejan su real estado. Se pueden hacer controles de residuos de pesticidas, detector de metales y controlar tiempos y temperaturas, por ejemplo.

Es indispensable acompañar estas prácticas con documentación. De esta manera, se permite un fácil y rápido rastreo de productos ante la investigación de productos defectuosos.

En resumen, estas prácticas garantizan que las operaciones se realicen higiénicamente desde la llegada de la materia prima hasta obtener el producto terminado. Por tanto, todas aquellas empresas y personas que están involucradas en una cadena agroalimentaria, no pueden, ni deben ser ajenas a la implementación de las BPM.

Una empresa que aspire a competir en los mercados de hoy, deberá tener como objetivo primordial la búsqueda y aplicación de un sistema de aseguramiento de la calidad de sus productos.

Contar con ese sistema, no implica únicamente la obtención de un certificado de registro de calidad, sino que a su vez, forma parte de una filosofía de trabajo que aspire a que la calidad sea un elemento presente en todas sus actividades, en todos sus ámbitos y sea un modo de trabajo y una herramienta indispensable para mantenerse competitiva.

En otras palabras, la búsqueda de la calidad, implica aspirar a una excelencia empresarial.

**Ing. ROMMEL RIVERA C
DECANO FCIAL**

INDICE

EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE MALANGA (XANTHOSOMA SAGITTIFOLIUM) Y MODIFICACIÓN POR DOBLE DERIVATIZACIÓN	1
PROYECTO DE FACTIBILIDAD PARA INSTALAR UNA PLANTA PROCESADORA DE PATE DE ATUN EN LA CIUDAD DE MANTA	13
TIEMPOS DE VIDA ÚTIL EN CARNE DE BOVINO EMPAQUETADA AL VACÍO Y ALMACENADA A TEMPERATURAS DE REFRIGERACIÓN	22
EL EFECTO DE LA GOMA GUAR Y CARRAGENATO EN EL PROCESO DE ELABORACION DEL QUESO FRESCO	33
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA PITAHAYA (CEREUS TRIANGULARIS HAW)	43
"EFECTO DEL ANTIOXIDANTE TBHQ (THER BUTIL HIDROXI QUINONA) EN LA OXIDACIÓN DEL ACEITE DE SOYA DURANTE EL CALENTAMIENTO A TEMPERATURA CONSTANTE"	56
"ALMACENAMIENTO POSCOSECHA DEL LIMÓN MEYER (CITRUS LEMON MEYERI)"	71
OBTENCIÓN DE UN CONCENTRADO ENZIMATICO DEL LÁTEX DE CHAMBURO (CARICA MICROCARPA)	85

EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE MALANGA (*Xanthosoma sagittifolium*) Y MODIFICACIÓN POR DOBLE DERIVATIZACIÓN

Mercy Barrionuevo R.*
Silvia Chávez A.*
César Vásconez **

RESUMEN

Se trabajó con tubérculos del género *Xanthosoma* que no cumplen con los requerimientos necesarios para exportación, cultivadas en Santo Domingo de los Colorados vía Quevedo.

Los factores de estudio considerados para la extracción son: Factor a: tipo de materia prima factor b: temperatura de extracción Y para la modificación son: Factor a: concentración de anhídrido acético, factor b: pH de reacción, factor c: concentración de tripolifosfato de sodio, Factor d: tiempo de reacción

Las respuestas experimentales obtenidas y sus respectivos análisis de varianza, permitieron escoger el mejor tratamiento en el presente estudio. Se determinó que la mejor combinación experimental en el caso de la extracción es: materia prima tipo morada a una temperatura de 4°C. Así también para la modificación el mejor tratamiento es el que se realiza al 1.8% de concentración de anhídrido acético, pH de reacción 7, 8% de concentración de tripolifosfato de sodio y a un tiempo de reacción de 60min.

El rendimiento obtenido en la extracción es de 28.98% muy aceptable. En la modificación tenemos un rendimiento de 95.26%. Las propiedades funcionales del almidón modificado son superiores a los valores obtenidos para el almidón nativo. Las diferentes propiedades analizadas tanto del almidón nativo y modificado señalan que este último presenta mejores características de estabilidad.

INTRODUCCIÓN

Las raíces y tubérculos, pertenecen a la clase de alimentos que básicamente proporcionan energía a la dieta humana en forma de carbohidratos. Comprende todas las plantas que al crecer almacenan material comestible en la raíz, cormo o tubérculos subterráneos.

Las raíces se han considerado alimentos destinados principalmente a los pobres, ocupando un lugar muy secundario en el comercio internacional. Se trata de una concepción errónea, que se ha mantenido durante mucho tiempo debido a la falta de interés por las personas que dependen de esos cultivos y por el número de vidas que las raíces y tubérculos han salvado en épocas de gran carestía o desastres.(FAO, 1991)

Acosta Solís (1980), citado por Estrella, 1998 ha llamado la atención sobre la importancia de varias especies pertenecientes a la familia de las aráceas en la alimentación. Dice que con el nombre de papas chinas se conoce en el Ecuador varias especies de aráceas, cultivadas en poca cantidad, pero extensamente utilizadas en varios países tropicales y subtropicales.

Dos aráceas alcanzan importancia mundial como alimentos energéticos: el taro (*Colocasia esculenta*), originaria de Oceanía y sureste de Asia, y la yautía o malanga (*Xanthosoma sagittifolium*), de los trópicos americanos. En ambas especies las partes utilizables son los tallos subterráneos tuberosos, ambas son de valor nutritivo comparables a las papas, y probablemente de mayor digestibilidad. Un uso secundario es el consumo de las hojas tiernas (Hernández, 1992).

Dentro del género *Xanthosoma* existen varias plantas nativas de América, y entre estas cabe citar al Ocumo o Yautía (*Xanthosoma sagittifolium*), nombres con los que se le conoce en Venezuela y las Antillas. Esta

* Egresado de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

** Docente de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

planta herbácea, que en Colombia y Ecuador se le conoce como Mafaffa o Rascadera, se cree que es nativa de las Antillas (Montalvo 1972). El ocumo tiene gran semejanza con el taro y a veces se confunden. La 'Mafaffa' o 'Rascadera', *Xanthosoma mafaffa* Schott, fue observada en Esmeraldas por el viajero Enrique Onffroy de Thoron antes de 1866 y llevada a Francia al Jardín Botánico de Nantes, según cita (Patiño, 1964). En Esmeraldas, además de los rizomas se utilizan en alimentación humana las hojas de las rascaderas en una ensalada llamada popularmente achasca (Guevara 1960) (Estrella, E. 1998).

MATERIALES Y METODOS

Materia Prima

Se utilizará como materia prima para el presente estudio las raíces de malanga (*Xanthosoma sagittifolium*) que no cumplen con los requisitos para la exportación, tipos morada y blanca cultivadas en la granja Campo Alegre Floa Limon, ubicada en la vía Quevedo a 14Km de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados.

Operaciones de la Extracción de almidón de malanga

- Selección
- Remojo
- Lavado y pelado
- Troceado
- Licuado
- Tratamiento alcalino
- Filtrado
- Tamizado
- Separación de almidón
- Secado
- Almacenado

Modificación del almidón por doble derivatización

Se aplica el método descrito por Wurzburg O. B. (1964) con las siguientes modificaciones:

- Se pesó el almidón nativo y se agregó agua destilada a temperatura ambiente en una relación 1:1.4 (w/v)
- Agitamos moderadamente con agitador magnético hasta obtener una lechada uniforme de almidón en agua y medir el pH
- Comprobamos que el pH de la lechada se mantenga en 7.0
- Una vez comprobado el pH se adicionó gota a gota y con agitación moderada el 1.8 % de anhídrido acético (establecido por el mejor tratamiento). Simultáneamente agregamos gota a gota la solución de hidróxido de sodio al 3% de forma tal que durante la adición del anhídrido acético el pH de la suspensión se mantenga a pH 7.0
- Centrifugamos la mezcla por 15 min a 1500 r.p.m.
- Eliminamos el agua, desmenuzamos el almidón y adicionamos nuevamente agua destilada en una relación 1:1 (w/v) mezclar, centrifugar y lavar con la misma cantidad de agua dos veces más.
- Se secó en estufa a 45 °C por 24 horas.
- El almidón acetilado se trituró y pesó
- Adicionamos el 8 % de tripolifosfato de sodio previamente disuelto en agua en una relación almidón-agua 1:1.6 (w/v).
- Se agitó hasta obtener una mezcla homogénea y dejó reposar por un periodo de 2 horas.
- Se realizó una centrifugación de la muestra durante 15min, se secó a 50°C por 4 horas, posteriormente se hizo una pulverización para secar a 65°C durante 1 hora.
- Colocamos la mezcla en baño de aceite a una temperatura de 155°C hasta que la mezcla (almidón-Tripolifosfato) alcance una temperatura de 110°C (± 2)°C durante 60min.
- Se dejó enfriar la mezcla a temperatura ambiente y se procedió a lavar con agua destilada en una relación 1:2 (w/v).
- Centrifugamos a 2500 rpm x 15 min, decantamos el sobrenadante.
- Se repitió el lavado dos veces más. Si después de estos lavados, el valor de pH del almidón no se ubica alrededor de la neutralidad, ajustar el pH con ácido clorhídrico 0.1 N y repetir los lavados por

- centrifugación.
- Desmenuzamos el almidón modificado y secamos por 24 horas a 40°C. Trituramos y tamizamos en una malla de 80 mesh.
 - Se almacena en recipiente cerrado en un lugar seco.

Métodos de análisis

Materia prima

Se determina la longitud, diámetro y peso de 10 muestras tomadas al azar (análisis físico); se determinó la presencia de oxalatos en forma cualitativa según el método descrito por Vásconez, C 1993 y además se establece la acidez expresada como porcentaje de ácido láctico

Durante la extracción del almidón

Análisis cualitativo del agua de lavado

Se determino la presencia de proteina(metodo Biuret), pectina, azúcares(Fehling), oxalatos(precipitación con calcio) y almidón según método enunciado por Vásconez, C. en Manual de Prácticas de Laboratorio Química de los Alimentos (1993).

Análisis Cuantitativo del agua residual

Se determinó la cantidad de proteína con el uso de equipo microkjeldahl, cantidad de pectina por diferencia de pesos(utilizando método descrito por Pearson), cantidad de azúcares por diferencia de pesos(utilizando método de Fehling).

Propiedades funcionales

Se determinó el índice de solubilidad en agua (ISA), índice de absorción de agua (IAA) y poder de hinchamiento (PH), aplicando el método descrito por Anderson y colaboradores (1969).

Caracterización del almidón

Características microscópicas

Forma y tamaño determinado con el Microscopio American Optical

Características físico-químicas

Contenido de humedad según método descrito por Porterand y Wilits, pH según método descrito por Whistler-Paschall, sólidos solubles según método de Cleland-Evans, sinéresis neta mediante método descrito por Zheng y Sosulski

Características reológicas

Viscosidad aparente (U_a), Índice de consistencia (n), Índice de comportamiento (k) de acuerdo con el método descrito por Zuritz en 1995

Análisis Estadístico-Matemático

Las respuestas experimentales son analizadas en forma estadística según lo recomendado por (Saltos, 1993) y el programa MSTAT C.

Análisis económico al mejor tratamiento $a_0b_0c_0d_1$

En base del mejor tratamiento de la modificación del almidón se elabora un análisis económico estimado de la propuesta a nivel de Planta Piloto.

Análisis microbiológico

Se hace análisis cuantitativo de recuento total, según norma INEN 1338

Análisis Sensorial

Se utilizan pruebas hedónicas las mismas que están destinadas a medir cuanto agrada o desagrade el producto, se emplean escalas categorizadas para las variables color, textura, sabor, sabor extraño, aceptabilidad (Anexo 3);de acuerdo a lo indicado por UREÑA y COL.(1999).

Se emplearon ocho catadores no entrenados (cuatro hombres y cuatro mujeres). Se realizó por duplicado.

RESULTADOS Y DISCUSION

Materia prima

Los valores experimentales para uno y otro tipo de malanga difieren entre sí, se muestran valores mayores de longitud y peso para el tipo blanco, esta diferencia puede ser atribuida a la genética de cada tipo de malanga, pues en los dos casos se tienen los mismos cuidados agrícolas y se cultivan en el mismo tipo de suelo. La malanga morada presenta valores de longitud comprendidos entre 15cm y 21cm, para el diámetro promedio los datos reportados fluctúan entre 4,24cm y 5,64cm; y en el caso del peso se tiene registros entre 251,02g y 338,62g. Con respecto al tipo blanco, se presentan medidas para la longitud entre 16cm y 23cm, para el diámetro promedio los datos oscilan entre 4,86cm y 5,93cm, y en cuanto al peso los valores están comprendidos entre 243,45g y 406,61g.

Los valores promedios de humedad (71,09% para morada y 74,10% para la blanca) y ceniza (0,92% para morada y 0,84% para blanca) están dentro de los rangos citados por Estrella, 1998 (humedad de 70-77%, ceniza 0,6-1,2%). El valor de proteína expresado en base seca es de 3,37% para morada y 3,35% para blanca, resulta más bajo comparados con los datos citados por Estrella, 1998 (4,33% en base seca), esto puede atribuirse a condiciones de cultivo, tipo de suelo, etc.

Los datos de acidez (0,068 para morada y 0,072 para blanca), pH (6,4 para morada y 6,5 para blanca), sólidos solubles (6,8 para morada y 7,75 para blanca), se puede observar que los valores de pH, acidez y sólidos solubles son mayores para el tipo de Malanga blanca atribuyéndose esta diferencia a que la composición química de los dos tipos es diferente.

En el Ecuador no se encuentran trabajos específicos de malanga, sino más bien de papa china, identificándose con este nombre común a la Colocasia y Xanthosoma (de acuerdo a lo citado por López, M (1984) la Colocasia incluye 165 especies y Xanthosoma más de 38 especies) por lo que se establece comparaciones con datos reportados para papa china.

Extracción

Para la primera réplica el valor más alto es de 563,63g con 9,75% de humedad y para la réplica 2 es de 648,65g con una humedad de 11,5% las dos para el primer tratamiento, y los valores más bajos pertenecen al tratamiento 6 donde los valores son de 428,32g con 8,78% de humedad y 546,14g con 10,91% de humedad para las réplicas 1 y 2 respectivamente. Esta diferencia se atribuye a la forma de extracción en la réplica 1, no se utilizó un lienzo como ayuda para separar la torta mientras que en la réplica 2 sí se utilizó lienzo.

Rendimiento.

El valor más alto de rendimiento es 28,98% para el tratamiento a_0b_0 (tipo morado a 4°C) y el más bajo 22,33% para el tratamiento a_1b_2 (tipo blanca y temperatura ambiente), se puede apreciar que estos valores son superiores a los reportados por Flores, J. (1999) para papa china, que es de 22,18%, la diferencia notable que existe puede atribuirse al empleo de temperatura baja para la extracción ya que esto facilita la separación del almidón.

Lin y Huang indican que la extracción en frío del almidón Taro (Colocasia esculenta) disminuye la contaminación del mucilago por el almidón, lo cual hace posible un mayor rendimiento en la extracción.

El análisis de varianza determina que existe diferencia estadística significativa a un nivel de confianza de 0,05 para el factor **a** (tipo), factor **b** (temperatura) y para la interacción **ab** (tipo-temperatura).

Interesa de manera especial saber el efecto del tipo y temperatura por esta razón se realiza una prueba de Tukey para la interacción obteniéndose que el mayor rendimiento se obtiene con la materia prima tipo morada a 4°C, seguido por la blanca a 4°C. Los rendimientos indican que la temperatura se relaciona de forma inversa con el rendimiento, es decir, a menor temperatura mayor rendimiento, en cuanto a la variedad, no se puede establecer un comportamiento fijo pero puede notarse valores mayores para el tipo de malanga morada.

Modificación

Índice de absorción de agua

Los valores promedios están en el rango de 3,88 para el tratamiento 14 ($a_1b_1c_0d_1$) como valor más alto y 2,17 para el tratamiento 7 ($a_0b_1c_1d_0$) que es el valor más bajo, la diferencia notable que existe se debe a que las

muestras son sometidas a diferentes combinaciones experimentales.

El análisis de varianza muestra que existe diferencia significativa para el "índice de absorción de agua", a un nivel de α de 0,05, para los factores: **c** (porcentaje de tripolifosfato de sodio), y **d** (tiempo). Además existe significancia en la interacción triple **abc** (porcentaje de anhídrido acético, pH y tripolifosfato de sodio).

Las pruebas de diferenciación efectuadas son: Diferencia Mínima Significativa, para el caso de dos promedios; y Tukey, cuando los promedios son al menos tres.

Al establecer la prueba de diferenciación correspondiente se determina que en el caso del porcentaje de tripolifosfato de sodio, se obtiene un valor promedio más alto del Índice de Absorción de Agua (3,139) en los tratamientos en los que se emplea 8% de este reactivo, es decir el nivel **c₀**.

En el caso del factor **d** el mayor promedio para el índice de absorción de agua es 3,237 que corresponde a los tratamientos de 60 minutos, en otras palabras al nivel **d₁**.

Para la interacción **abc** el promedio más alto es 3,91 correspondiente a **a₁b₁c₀**.

Las condiciones adecuadas para obtener un alto índice de absorción de agua se determinan mediante el análisis individual de los factores, para el presente caso, podría aplicarse los dos niveles del porcentaje de anhídrido acético (factor **a**), los dos niveles de pH (factor **b**), 8% de tripolifosfato de sodio y un tiempo de 60 minutos, es decir, los tratamientos: **a₀b₀c₀d₁**, **a₀b₁c₀d₁**, **a₁b₀c₀d₁** a **b₁c₀d₁**

Índice de solubilidad de agua

Los valores de índice de solubilidad en agua (ISA) cuyos valores promedios fluctúan entre 4,35 para el tratamiento 2 (**a₀b₀c₀d₁**) y 1,7 para el tratamiento 7 (**a₀b₁c₁d₀**), existe un intervalo considerablemente diferente debido a las distintas condiciones de los tratamientos. Se puede observar a simple vista que el factor de mayor influencia es el tiempo lo cual se comprueba en el análisis de varianza.

En ANOVA muestra que existe diferencia significativa para el "índice de solubilidad en agua", a un nivel de α de 0,05, para el factor: **d** (tiempo).

Se aplica la prueba de diferenciación DMS donde se determina que el mayor valor promedio de índice de solubilidad en agua (3,517) se produce a 60 minutos de tratamiento (nivel **d₁**)

Poder de hinchamiento

Los datos de poder de hinchamiento donde se observa que los mismos fluctúan están en el rango de 4,06 para el tratamiento 14 (**a₁b₁c₀d₁**) como valor más alto y 2,32 para el tratamiento 7 (**a₀b₁c₁d₀**) el valor más bajo, el efecto cualitativo es el mismo que para el índice de absorción de agua, debido a que son dos variables que tienen relación directa.

En el caso del poder de hinchamiento los resultados estadísticos se repite con lo establecido en el índice de absorción de agua, es decir existe significancia en los mismos factores, pues se trata de dos variables íntimamente relacionadas.

El análisis de varianza muestra que existe diferencia significativa para el "poder de hinchamiento", a un nivel de α de 0,05, para los factores: **c** (porcentaje de tripolifosfato de sodio), y **d** (tiempo). Además existe significancia en la interacción triple **abc** (porcentaje de anhídrido acético, pH y tripolifosfato de sodio).

Al establecer la prueba de diferenciación correspondiente se determina que en el caso del porcentaje de tripolifosfato de sodio, se obtiene un valor promedio más alto del poder de hinchamiento (3,250) en los tratamientos en los que se emplea 8% de este reactivo, es decir el nivel **c₀**.

En el caso del factor **d** el mayor promedio para el poder de hinchamiento es 3,361 que corresponde a los tratamientos de 60 minutos, en otras palabras al nivel **d₁**.

Para la interacción **abc** el promedio más alto es 4,076 correspondiente a **a₁b₁c₀**. Las condiciones adecuadas para obtener un alto poder de hinchamiento se determinan mediante el análisis individual de los factores, para el

presente caso, podría aplicarse los dos niveles del porcentaje de anhídrido acético (factor a), los dos niveles de pH (factor b), 8% de tripolifosfato de sodio y un tiempo de 60 minutos, es decir, los tratamientos: $a_0b_0c_0d_1$, $a_0b_1c_0d_1$, $a_1b_0c_0d_1$, $a_1b_1c_0d_1$

Análisis del mejor tratamiento

El factor determinante en las variables analizadas es el tiempo (factor d). Se establece que a 60 minutos (d_1) se obtienen valores más altos para el índice de absorción de agua, índice de solubilidad en agua y poder de hinchamiento. El siguiente factor influyente es el porcentaje de tripolifosfato de sodio, estableciéndose mejores resultados en dos de las tres variables analizadas a un nivel de 8% del reactivo (c_0). El mejor tratamiento será aquel que reúna estos dos niveles y en el caso de los demás factores, las mejores condiciones tecnológicas para la experimentación, que generalmente son los niveles más bajos: $a_0b_0c_0d_1$ (1,8% de anhídrido acético; un pH de 7, 8% de tripolifosfato de sodio y a 60 minutos de tratamiento)

Caracterización en el mejor tratamiento

Propiedades funcionales

El valor promedio de IAA, ISA y PH determinados para dos réplicas; son: 1,807, 0,575 y 1,818 para el nativo y 2,715, 3,665 y 2,818 para el modificado, respectivamente, existe una notable diferencia entre el almidón nativo y modificado, los resultados evaluados muestran que el índice de absorción en agua (IAA), índice de solubilidad en agua (ISA) y poder de hinchamiento (PH) son afectadas favorablemente con el proceso de modificación.

Propiedades físico-químicas

Los resultados de humedad para almidón nativo son 12,11% y 10,49% para almidón modificado esto en base húmeda, los valores están dentro en los estándares establecidos (10% a 12%), sin embargo es importante recalcar que el almidón modificado presenta un mejor resultado con respecto al nativo, un valor de humedad más bajo, evita la contaminación microbiana por mohos y levaduras.

Los valores de pH registrados son: 7,20 y 8,20 para nativo y modificado, respectivamente, la acidez expresada en porcentaje de ácido láctico para almidón nativo es 0,11 y para el modificado 0,14. El pH y la acidez aumentaron en la muestra tratada. Lo que se evidencia con el aumento de la acidez, es que el proceso formó algunos ácidos muy poco disociables en virtud del ascenso del pH (Sívoli, L. Y Pérez, E., 1996).

En cuanto a sólidos solubles tanto el almidón nativo como el modificado tienen 0,00% esto debido a que durante las operaciones de lavado se eliminan los sólidos solubles en el agua residual.

Propiedades físicas

El diámetro de almidón nativo están en el rango de 1,4-6,3 μm y almidón modificado entre 1,0-6,0 μm datos que son similares a valores bibliográficos reportados por FLORES, J (1999) para papa china 1,0-6,5 μm . El almidón investigado presenta un menor tamaño si se compara con otros como el banano verde (4,04 μm a 23,06 μm) (MASABANDA, N. Y PAREDES, M., 2000), por lo que se considera como más digerible.

LOPEZ, M. Y VAZQUES, E (1987) indican que el tamaño extremadamente pequeño del grano de almidón permite que sea recomendada como dieta alimenticia por su alta digestibilidad.

El tipo de gránulo es cristalino en los dos casos, en el modificado se presenta un punto central negro que lo diferencia del nativo, tienen forma poliédrica la mayoría de gránulos pero también existen otros redondos tanto en el nativo como en el modificado.

Sinéresis neta

El almidón nativo presenta valores de sinéresis neta entre 0,30 % a 0,03 % y el mejor tratamiento en la obtención de almidón modificado, presenta valores entre 0,21% y 0,05 % registrados en ciclos de refrigeración por un período de cuatro semanas consecutivas, a medida que aumenta el tiempo de refrigeración disminuye el valor de sinéresis neta, identificándose entonces que la cantidad de agua separada del gel de almidón modificado es menor que la del nativo por tanto es más estable a la refrigeración.

Los valores de sinéresis neta obtenidos en intervalos de tiempo (horas) en congelación son de 0,15% como valor más bajo y 0,41% como el valor más alto en el almidón nativo; 0,04% como valor más bajo y 0,11% como el valor más alto para almidón modificado, esto indica que el almidón modificado es más estable a la congelación que el nativo ya que existe menor cantidad de agua separada, a medida que pasa el tiempo se libera mayor

cantidad de agua pero hasta cierto límite luego de lo cual el valor de sinéresis decrece para los dos almidones.

Un almidón es considerado estable a la congelación si no existe incremento en el porcentaje de agua exudada a medida que avanza el número de ciclos de congelación.

Parámetros Reológicos

Los valores de gradiente de deslizamiento (D) y esfuerzo de cizalla (τ) de ascenso y descenso para almidón nativo a 20 y 40°C, establecen una curva de descenso que está por debajo de la de ascenso lo que indica que el almidón tiene un comportamiento tixotrópico.

El almidón modificado tiene el mismo comportamiento que el nativo, es decir, un comportamiento tixotrópico.

Con los datos de gradiente de deslizamiento y esfuerzo de cizalla reportados se realiza los cálculos de viscosidad aparente (μ_a), índice de comportamiento (n), índice de consistencia (k) para almidón nativo y modificado (mejor tratamiento), respectivamente.

WATANABE, S. (1970), citado por FLORES, J. (1999), establece que en el caso de suspensiones de almidón, el comportamiento de la muestra es caracterizado por la curva de variación de la viscosidad con la velocidad de cizalla, se habla entonces de "viscosidad aparente". Ciertas muestras presentan comportamientos diferentes según los esfuerzos aplicados antes de la medida, se dice que estas muestras tienen una historia. En general, la viscosidad aparente disminuye o se licúa con el tiempo y por la acción del trabajo mecánico, denominándose sistema tixotrópico. Las suspensiones y sistemas de almidón tiene un comportamiento tixotrópico, la cual se manifiesta preferentemente en los sistemas dispersos que están constituidos por partículas planas alargadas.

La tixotropía que es un fenómeno viscosimétrico que caracteriza la conversión de un gel en sol particularmente en los sistemas coloidales extrínsecos a causa de la agitación mecánica para luego volver al estado de gel.

La tixotropía hace la medida de viscosidad muy difícil, se puede comparar varias muestras solamente si han sufrido la misma historia mecánica. Los comportamientos no newtonianos y tixotrópicos son a menudo asociados y tienen casi la misma interpretación. En estos sistemas, la estructura se debe primariamente a la yuxtaposición de las partículas que minimizan el movimiento Browniano.

Cuantitativamente, se establece que un sistema es tixotrópico, cuando a un aumento gradual del gradiente de deslizamiento (D), el esfuerzo cortante (τ) llega a un límite, momento en el cual disminuye D. Se observa además que la curva de ascenso no coincide con la curva de descenso debido a la histéresis. Esta situación sugiere que el fenómeno es irreversible (WATANABE, S. (1970), citado por FLORES, J. (1999)).

Análisis microbiológico

Los datos promedios de análisis microbiológico de contaje total para el caso de producto elaborado con el almidón obtenido del mejor tratamiento $a_0b_0c_0d_1$, son 80 ufc/g (rec.est) para el caso del comercial y < 10 (rec.est) para el caso del modificado, la baja cuenta microbiana se debe a que durante la modificación se somete a la muestra a altas temperaturas ayudándose entonces a la eliminación de microorganismos.

Evaluación sensorial

Color

Para la variable color, los valores reportados están ubicados entre 2,0-3,0 es decir entre los niveles "bueno característico" y "regular" para almidón nativo y modificado; para almidón comercial entre 1.0 - 2.0 es decir "muy bueno característico" y "bueno característico".

El análisis de varianza para la variable color, donde se encuentra diferencia estadística significativa a un nivel de confianza de 0,05 entre los tratamientos.

De acuerdo a la prueba de Tukey, el producto elaborado con almidón nativo y modificado muestran el valor mayor entre las medias, que es 2,56 y 2,44, el valor más bajo de acuerdo a la prueba de Tukey es de 1,31 correspondiente al producto de almidón comercial, entonces se establece que en cuanto a la variable analizada tiene un color más aceptable el comercial. Un tratamiento con bisulfito ayudaría a mejorar el color del producto elaborado en base al almidón obtenido del mejor tratamiento.

Textura

Los datos establecidos para el análisis sensorial de la textura del producto están comprendidos mayormente en el rango 3,0-4,0 para almidón nativo; que la ubica como "suave" y "moderadamente duro"; para almidón modificado entre 2,0-3,0 "moderadamente suave" y "suave"; y, para almidón comercial 1,0-2,5 "muy suave" y "suave".

El análisis de varianza realizado para la variable textura en la que se encuentra diferencia significativa entre los tratamientos a un nivel de confianza de 95%.

Según la prueba de Tukey el producto elaborado con almidón comercial registra un promedio de 1,56 (moderadamente suave), es decir, tiene mejor textura, seguido por el almidón modificado con un promedio de 2,69 (suave) y el nativo 3,50 (moderadamente duro). Se podría mejorar la textura realizando un tratamiento de unificación de partícula por una molienda más fina.

Sabor

En el caso de la característica sabor, los valores dados se encuentran entre 1,5-3,5 ("bueno característico" y "pobre") para almidón nativo; 1,5-3,0 ("bueno característico" y "regular") en el caso del almidón modificado y para almidón comercial entre 1,0-2,5 ("muy bueno característico" y "regular").

El análisis de varianza para la variable sabor indica que existe diferencia estadística significativa entre las muestras con un nivel de significancia de 0,05.

La prueba de Tukey realizada para la variable sabor establece claramente que la muestra con mejor sabor es la elaborada con almidón comercial con un valor promedio de 1,38 ("muy bueno característico"), seguido por el modificado con 2,19 ("bueno característico") y el nativo 2,31 también "bueno característico".

Sabor extraño

La calificación para la variable sabor extraño está entre 3,5-5,0 ("poco pronunciado" y "nada pronunciado"); 3,5-4,5 ("poco pronunciado" y "nada pronunciado") para modificado; y, 4,0-5,0 ("poco pronunciado" y "nada pronunciado") en el comercial. Nótese que pese a la variación numérica encontrada entre las evaluaciones asignadas para sabor extraño en cada una de las muestras estas no difieren entre sí.

El análisis de varianza para la variable sabor extraño encuentra diferencia significativa entre las muestras a un nivel de confianza del 95%.

Realizada la prueba de Tukey para la variable sabor extraño reporta que la muestra de almidón comercial tiene un promedio de 4,69 (nada pronunciado); las muestras de modificado y nativo presentan un promedio de 3,88, 3,75 respectivamente, que los ubica en el rango de "poco pronunciado".

Aceptabilidad

Los datos para la variable aceptabilidad están entre 2,0-2,5, para almidón nativo ("gusta poco" y "no gusta ni desagrada"); 1,5-3,0 ("gusta poco" y "no gusta ni desagrada") para almidón modificado; y, para almidón comercial 1,0-2,5 ("gusta mucho" y "no gusta ni desagrada").

El análisis de varianza reportado muestra que existe diferencia significativa a un nivel de confianza 0,05.

La prueba de Tukey para la variable aceptabilidad reporta promedios de 1,31 para almidón comercial lo que indica en la escala hedónica que "gusta mucho", tiene mayor aceptabilidad que las dos muestras restantes; en almidón modificado se tiene 2,13 y 2,25 para almidón nativo que los ubica en "gusta poco".

Existen muchos factores que influyen sobre las variables analizadas. El hecho de que presentan diferencia significativa todas las variables no quiere decir que el producto no fue aceptado. Se debe considerar que la calificación baja recibida es porque los catadores no fueron personas adiestradas convenientemente, lo que provocó que en ciertos casos se den valores muy diferentes los mismos que afectan los promedios generales.

Análisis de costo

El precio determinado para el almidón nativo es de 0,58 dólares por 100 g y para el almidón modificado de 0,83 dólares por 100 g; nótese que el incremento por el proceso de modificación representa 43,10% con respecto al valor establecido para la extracción de almidón nativo de malanga.

CONCLUSIONES

- Se estableció los parámetros más adecuados para la extracción de almidón de malanga, materia prima tipo morada a una temperatura de 4°C; y, para la modificación por doble derivatización, concentración de anhídrido acético 1.8%; a un pH 7; concentración de tripolifosfato de sodio 8%; y un tiempo de reacción de 60 min.
- El tipo de materia prima empleado en el proceso no tiene gran influencia en la extracción del almidón, el rendimiento para materia prima tipo morada es de 28,98% y para materia prima tipo blanca 26,39%, notándose que existe una diferencia de sólo 2,6%.
- Las temperaturas aplicadas para la extracción en el presente estudio inciden significativamente en el rendimiento, la temperatura de refrigeración (4°C) ayuda a separar más rápida y fácilmente el almidón, por ende se produce una precipitación rápida.
- El mejor rendimiento alcanzado es 28,98%, para el tratamiento malanga morada extraído a una temperatura de 4°C (a₁b₁).
- La concentración del anhídrido acético no es un factor que influya decisivamente en las características funcionales del almidón por lo que se escoge el nivel más bajo con lo que se consigue un ahorro en el costo de producción.
- La influencia del pH en el proceso de modificación de almidón no es significativa, se podría realizar todo el proceso a un pH neutro para evitar contratiempos.
- La concentración de tripolifosfato de sodio en el proceso no tiene influencia alguna, a las dos concentraciones la modificación de las características funcionales son similares, en fosfatación de almidón de papa se emplea un 12% de tripolifosfato, trabajar a un 8% significaría ahorro en este reactivo. Siendo estas cantidades apreciables de reactivos la sustitución que se produce en el almidón es pequeña para la formación de enlaces entrecruzados
- El efecto de tiempo de reacción en el presente estudio incide en las características funcionales. a relación de este factor con las características funcionales del almidón es directa, es decir, a mayor tiempo de reacción mejores características, sin embargo en el nivel más alto del factor analizado, se corre el riesgo de que el producto se quemé si no se supervisa y agita constantemente, cabe la posibilidad de realizar el proceso en un tiempo intermedio, pues el intervalo existente entre los niveles es alto.
- El estudio de costos efectuado en el mejor tratamiento muestran que 0,52 dólares es el costo por 100 g de almidón nativo y 0,84 dólares por 100g de almidón modificado, valores demasiado altos comparado con los existentes en el mercado. Es necesario considerar que el alto costo es debido a que son productos obtenidos a nivel de laboratorio destinado a investigación y no a nivel industrial donde se trabaja en grandes cantidades lo que ayuda a compensar el costo de los equipos, el uso de mano de obra y otros.
- El análisis realizado en almidón modificado para compararlo con el nativo, determina que el primero presenta mejores características de estabilidad y baja tendencia a la retrogradación, gracias a lo que este tipo de almidón puede emplearse en la elaboración de mezclas para sopas, compotas, salsas y rellenos para postres, helados, entre otros.
- Con los resultados de la evaluación sensorial (escala hedónica), para el almidón nativo, almidón del mejor tratamiento, almidón comercial, se estableció que el producto obtenido no es completamente aceptado, sus propiedades organolépticas son diferentes al producto elaborado con almidón de maíz.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALVARADO, J. "Principios de Ingeniería Aplicados a Alimentos" Ed. Artes Gráficas. Ambato. Ecuador. 1996. Pp 180-181
2. AOAC. "Official Methods of Analysis". Association of Official Analytical Chemist. 15th Ed. 1990.
3. ARCOS, M y REYES, L. "Extracción de almidón de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*), modificación por oxidación y acetilación" Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería de Alimentos. Ambato-Ecuador. 1998. Pp 33-35.
4. ARGUELLO, P y COSQUILLO, F. "obtención de un concentrado enzimático de látex de chamburo *Carica microcarpa*". Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería de Alimentos. Ambato-Ecuador. 2000. Pp 50.
5. BELITZ, D. "Química de los Alimentos". 2da ed. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España. 1988. Pp 257-262
6. BETANCUR, D. "Obtención y caracterización de almidones de *Canavalia ensiformis* modificados por tratamientos Químicos". Tesis. Universidad autónoma de Yucatán. Facultad de Ingeniería Química. Maestría a en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Merida, Yucatán, México. 1996. Pp 22-29
7. CALDAS, M. "Preparación y evaluación de proyectos". Manual Práctico. Universidad Tecnológica Equinoccial. Facultad de Ciencias Económicas. Quito-Ecuador. 1995. Pp 121-126.
8. PROTR, T; "Sacharidos" Chemical an Funtional Propierties of food components. ED. Technoanicce Publishing Co. Lancaster. Pensylvanis USA. Pg.65-66
9. DAWSON, P; GREATHOUSE, L y GORDON, W. "Cosechas" A.I.D. Laboratorio de Investigaciones Regionales del Sur. Washington. 1986. Pp 269 - 279
10. DESROSIER, N. "Elemento de Tecnología de Alimentos" 1ra ed. AVI Publishing company. Ed. Continental S.A. México. 1983. Pp 468.
11. ESTRELLA, E. "El Pan de América". Etnohistoria de los Alimentos Aborígenes en el Ecuador. FUNDACYT. Quito, Ecuador. 1998. Pp 106-107-108-110.
12. FAO. "Raíces, Tubérculos, Plátanos y bananos en la nutrición humana". Ed. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 1991. Pp 1-39-41-108.
13. FLEIISCHMANN ECUATORIANA S.A." Lo mejor de Royal y algo más" Primera edición. 1992 Pp s/n
14. GARCIA, C. "Agromar". Diseño Editorial El Comercio. Quito, Ecuador. Mayo. 1999. Pp 2.
15. <http://milksci.unizar.es/adit/geles.html>. Gelificantes, espesantes y estabilizantes. 2000. Pp s/n.
16. HERNANDEZ, J. y LEON, J. Colección FAO. "Cultivos Marginados. Otra perspectiva de 1492". Producción y Protección vegetal N°26. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 1992. Pp 253-254-257-258.
17. INSTITUTO INTERNACIONAL DEL ALMIDON. Science Park Aarhus. <http://home3.inet.tele.dk/starch/isi/methods/index.htm>. Denmark. 1998
18. JIRON, P y STUBBERT, K. "Quequisque o Malnga Blanca (*Xanthosoma sagittifolium* Schott)". <http://apenn.org.ni/ehhtml/perfil.malanga.html>. 2000
19. KIRK, R. "Enciclopedia de Tecnología Química" Tomo II. 1ra ed. Unión Tipográfica Ed. Hispano-Americana. México. 1961. Pp 3-5.
20. LOPEZ, M y VAZQUEZ, E "Raices y Tuberculos" Ed. Cultural S.A. La Habana, Cuba. 1987. Pp 112-

21. MARTINOD, P. y PACHECO, P. "Tecnología Organica". Vol.1. Politecnica Nacional del Ecuador. Facultad de Ciencias Químicas. Quito, Ecuador. 1974. Pp 2.
22. MATOS, M y PEREZ, E. "Preparación y caracterización fisico-química y reológica de almidones de yuca modificados químicamente por fosfatación, acetilación y doble derivatización" en Conferencia Internacional de Almidón. Escuela Politécnica Nacional. Instituto de Investigación Tecnológica. Quito, Ecuador. 1996. Pp 95-96
23. MONTALDO, A. "Cultivos de Raíces y Tubérculos Tropicales" 2da ed. Instituto Internacional de Cooperación para La Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. 1991. Pp 71-72-76-78-79-81-82-83-85.
24. ORTEGA, F y ALVARADO, J. "adaptación de un modelo para explorar el fenómeno de gelatinización de almidones por medida de la viscosidad aparente" en Conferencia Internacional de Almidón. Escuela Politécnica Nacional. Instituto de Investigación Tecnológica. Quito, Ecuador. 1996. Pp 78, 91.
25. PAZOS, C. "Propiedades funcionales del almidón y su uso en alimentos" en Conferencia Internacional de Almidón. Escuela Politécnica Nacional. Instituto de Investigación Tecnológica. Quito, Ecuador. 1996. Pp 19-20.
26. PEREZ, E. "Algunas experiencias sobre modificación química de almidón, realizadas en Venezuela" en Conferencia Internacional de Almidón. Escuela Politécnica Nacional. Instituto de Investigación Tecnológica. Quito, Ecuador. 1996. Pp 129-130.
27. PONCE, J. "Evaluación de la calidad del almidón de Colocasia esculenta para procesos industriales. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Químicas. Quito-Ecuador.1999. Pp 58-59-60-91-95-103
28. PUGA, O. "Evaluación de Distancias de Siembra y Niveles de N. y K. en el cultivo de Malanga Xanthosoma sagittifolium (L) Schot" Anteproyecto de Tesis. Santo Domingo, Ecuador. 1998. Pp s/n.
29. RADLEY, J. "Examination and analysis of Stach and Starch Products". Applied Science published. London. 1976. Pp 220.
30. SALTOS, H. "Diseño Experimental(Aplicación de procesos Tecnológicos)". Ed. Pío XII. Ambato-Ecuador. 1993. Pp .22-34-73
31. SANTACRUZ, P. "Obtención y Caracterización de Almidones Modificados Químicamente a partir de Almidón de Achira (Canna odulis) y Yuca (Manihot esculenta). Tesis. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. 1998. Pp s/n.
32. SCHMIDT, H. "Ciencia y Tecnología de Alimentos". Universidad Nacional Santiago de Chile. Ed. U. Chile. 1984. Pp 8-10 ; 31-33
33. SIVOLI, L. Y PEREZ, E. "Características fisicoquímicas y funcionales de almidón de maíz modificado químicamente. Formación de enlaces cruzados". En: Tecnología de Alimentos, Vol 31, N° 1, México. 1996.
34. SYKORSKY, R. "Tecnología de ciencia de alimentos". Universidad Gdansk. Polonia. 1997. Pp 9.
35. TORRES, T. "Modificación química del almidón de papa (Solanum tuberosum L.) por formación de enlaces entrecruzados mediante fosfatación". Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ambato – Ecuador. 1999. Pp 36-38.
36. UREÑA y COL. "Evaluación sensorial de alimentos (aplicación didáctica)". Universidad Agraria la Molina. Lima-Perú. 1999. Pp101-108.
37. VASCONEZ, C. "Manual de prácticas de Laboratorio de Química de los Alimentos". Universidad

- técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ambato- Ecuador. 1993. Pp 6, 7, 20, 21, 42.
38. WILEY, J. "The Tropical Tuber crops. Yams, Cassava, Sweet Potato, Cocoyams". University of Ife Ile-Ife, Nigeria. 1978. Pp 199
39. YUFERA, F. "Tecnología Química y Agroindustrial" Productos para el campo y propiedades de los alimentos. Tomo III. Ed. Alhambra, México, México.1974. Pp 105-107.
40. ZHENG, G y SOSULSKI, F. "Determination of Water Separation from Cooked Starch and Flour Pastes after Refrigeration and Freeze-thaw". Journal Of Food Science. Vol. 63. N° 1. 1998 Pp 134 – 139

PROYECTO DE FACTIBILIDAD PARA INSTALAR UNA PLANTA PROCESADORA DE PATE DE ATUN EN LA CIUDAD DE MANTA

Elena Cruz B.*
Lizet Jaramillo F.*
Luis Anda T.**

RESUMEN

El presente proyecto tiene como finalidad de estudio la factibilidad de instalación de una planta procesadora de paté de atún en la ciudad de Manta, para que el consumidor tanto nacional como internacional tenga acceso a un nuevo sabor para el atún.

El estudio de la materia prima se realizó gracias a los datos de capturas de atún proporcionados por la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT).

El estudio de mercado se realizó tomando en cuenta los datos de enlatados de pescado, debido a que el paté de atún es un producto nuevo por lo que no presenta información acerca de su comercialización en ningún ámbito.

En el estudio de la tecnología e ingeniería se realizó una adaptación de la preparación del paté de carne tradicional para obtener paté de atún, aplicándose un diseño experimental a*b*c, y por medio de un análisis sensorial determinar el mejor tratamiento o formulación. Como prueba experimental también se calculó el tiempo de vida útil del producto una vez abierto tomando en cuenta dos temperaturas.

En el estudio de impacto ambiental se aplicó la metodología de la matriz de Leopold para las dos fases: construcción y operación de la planta.

El estudio económico se realizó en base a las cotizaciones recibidas por las empresas, con salarios vigentes del 2001, se programó para dos años de producción. Según el monto de la inversión, la planta procesadora entra en la categoría de pequeña industria.

INTRODUCCIÓN

El esfuerzo realizado por la industria pesquera todos estos años ha permitido contribuir directamente al desarrollo del país y especialmente de las regiones costeras, donde ciudades enteras, viven básicamente de la pesca. El presente estudio está enfocado a demostrar la factibilidad de instalar una planta procesadora de paté de atún en la ciudad de Manta, actividad que generará trabajo y divisas en la economía, contribuyendo en forma directa al producto interno bruto (PIB).

Importancia del Proyecto

La importancia del proyecto radica en buscar una nueva forma de procesar el atún, ya que en el mercado se encuentra tan solo como lomos o rallado de atún enlatado, de esta manera se puede acceder a un mercado mucho más selectivo en la sociedad ecuatoriana y también competir en el ámbito internacional pues se conoce que existe producción de paté de atún únicamente artesanal.

Las exportaciones de atún son cada vez mayores, al igual que los mercados de destino. Los extranjeros poseen un gusto mucho más delicado, por lo que el producto se ubicaría dentro de la comida gourmet, se utiliza por tanto materia prima de alta calidad, proporcionando al paté una consistencia adecuada y a la vez le permite ser económicamente asequible.

* Egresado de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

** Docente de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

Especificación de los bienes a producirse

Por tratarse de un producto totalmente nuevo no existen normas específicas por lo tanto se tomaron en cuenta los parámetros y normas del Código Internacional recomendado de Prácticas del Programa conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias de CODEX ALIMENTARIUS para pescado en conserva. De acuerdo a esto el producto se definiría como pescado en conserva en recipientes cerrado herméticamente y calentado suficientemente para destruir o inactivar todos los microorganismos.

Demanda Actual de Paté de Atún

Por no existir información de paté de atún o de otra clase dentro del país, se tomaron en cuenta los datos de exportación de enlatados de pescado, observándose que estos rubros son cada vez mayores, al igual que los mercados de destino.

Demanda Futura de Paté de Atún

Con la finalidad de establecer una demanda futura se estudiaron los datos de exportaciones atuneras encontrándose un panorama alentador que permitirá al producto comercializarse a precios competitivos en el extranjero.

Capacidad a instalarse en el Proyecto

Para determinar la capacidad de la planta se consideraron ciertos aspectos como la inversión a realizarse, la disponibilidad de los equipos en el mercado nacional, el abastecimiento de la materia prima y los requerimientos de mercado. La planta arrancarían con jornadas de trabajo de 12 horas y 47.9TM al año con proyección a aumentar de acuerdo a como el producto sea aceptado por los consumidores tanto nacionales como internacionales.

Forma de Comercialización y Precio de Venta

El producto se comercializará en dos presentaciones de 90 y 170 g envasados en latas de aluminio de dos piezas con presentación abre fácil, luego serán empacadas en cajas de cartón corrugado. Para exportación se agruparán los cartones en pallets y estos serán envueltos con un plástico de polietileno. Diariamente se comercializarán 640 latas de 90 g y 790 latas de 170 g distribuidas a un precio de 60 ctvs y \$1 respectivamente.

Programa de Producción

Para la instalación de este proyecto se tomaron en cuenta dos años, el primer año con 80% de la producción, es decir con 38.32TM. El año normal se llegará a producir 47.9TM la cual cubre las expectativas para la utilización del 100% de la capacidad.

ESTUDIO DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA**Proceso de Fabricación****Recepción de materia prima**

El pescado se lo recibirá entero y será desviscerado manualmente con cuchillo en una mesa de acero inoxidable cuantificando los desechos.

Lavado

En un tanque con agua se colocará el pescado antes de pasar a la marmita de cocción.

Cocción

La marmita de cocción se encontrará a 87 grados centígrados por tres horas.

Raspado

En mesas de acero inoxidable se separará la piel, cabeza, cola y huesos del pescado; dejando los lomos limpios y listos para ser utilizados

Cuterizado

Los lomos limpios se pasan a la cutter en forma manual, junto con aditivos y condimentos se procesarán por 30 minutos, la pasta formada se colocará en baldes.

Envasado y Sellado

El envasado se lo hará manualmente en las dos presentaciones y se pasarán las latas por un exhausting para luego ser selladas.

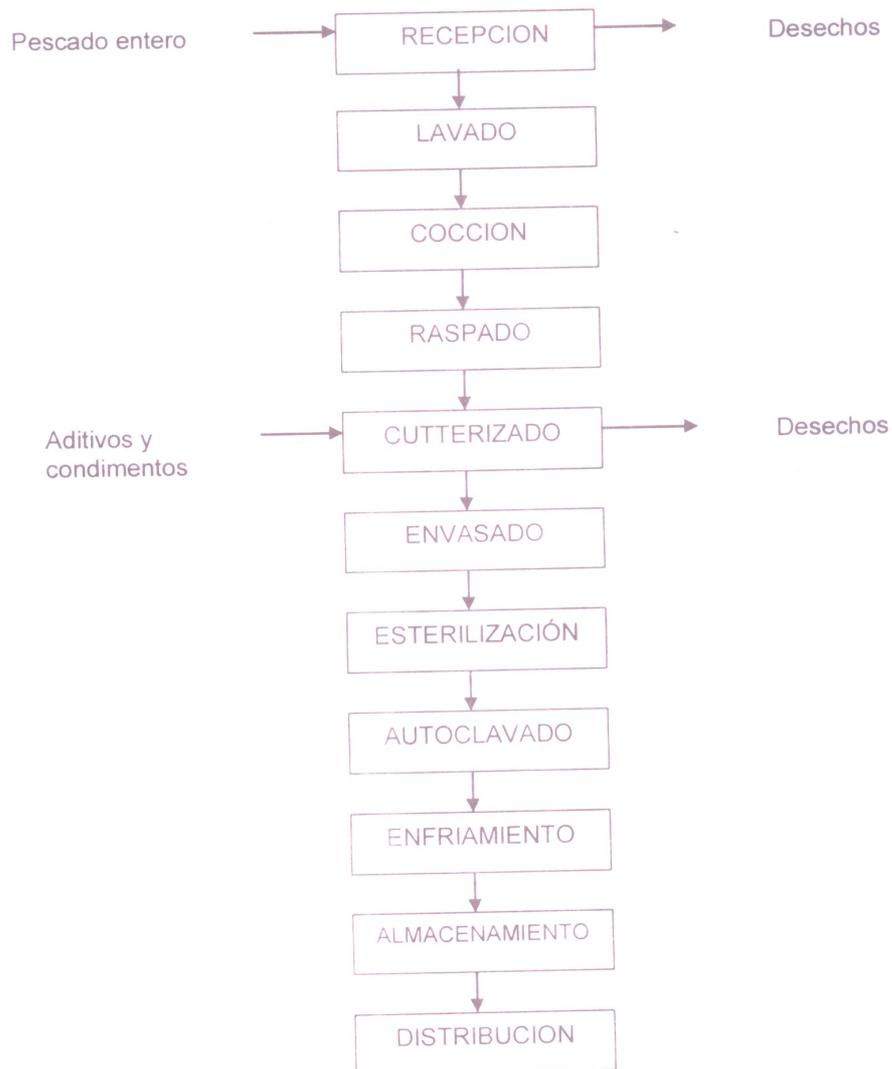
Autoclavado

Dentro del autoclave las latas se encontrarán a 121 grados centígrados por hora y media.

Enfriamiento y Almacenamiento

El tanque de enfriamiento se llenará de agua fría y las latas se encontrarán ahí hasta alcanzar una temperatura manejable y poder ser transportadas a la seccion de embalaje y finalmente almacenadas en bodegas .

DIAGRAMA DE BLOQUES



Cálculo de la cantidad de suministros

Se realiza el cálculo de la cantidad de agua necesaria para los procesos de: lavado, cocción, esterilización, autoclavado, enfriamiento; limpieza de equipos, de la planta y del personal. Además se realiza el cálculo para la cantidad de energía utilizada por los equipos: cutter, exhausting, caldero, selladoras, el cálculo de la energía utilizada en la iluminación de la planta, además se calcula la cantidad de combustible requerida para el funcionamiento de los equipos.

Requerimiento de mano de obra

Se determinó el requerimiento de mano de obra el mismo que es de 4 obreros, 1 Supervisor de Control de Calidad y laboratorista, 1 Supervisor de Producción, 1 Administrador, 1 Contador, 1 Secretaria, 1 Vendedor.

Ubicación Geográfica de la planta

La planta estará ubicada en la provincia de Manabí, en el sector industrial Los Esteros de Manta, en la avenida de las Américas s/n. Contará con una dimensión de 549.8m², el terreno tendrá una dimensión de 1000m² con un costo de \$4 cada m².

La zona de Los Esteros posee los siguientes servicios, agua potable, alcantarillado pluvial y sanitario, luz eléctrica, teléfono, recolector de basura.

Distribución de Equipos y Diseño de la planta

Se consideró varios aspectos como el espacio requerido por los equipos, materiales, operadores, circulación de personal y mantenimiento.

El espacio físico de la planta está comprendido así:

Area de Proceso	388,25 m ²
Bodega de producto terminado	60,00
Laboratorio	20,00
Oficinas	66,55
Vestidores y Baños	15,00
Total	549,80 m ²

Seguridad Industrial

Tanto la protección del personal como los cuidados de la planta física son parámetros que deben ser manejados con criterio para evitar que se produzcan hechos no deseados. Dotar al personal del equipo necesario para su trabajo le permitirá desenvolverse sin problemas dentro de la planta. El espacio físico se mantendrá libre de riesgos si se consideraron en el diseño detalles como la alteración, mantenimiento y limpieza del edificio así como también del cuidado diario de los equipos.

Prueba Experimental

Un objetivo planteado en este estudio era realizar pruebas experimentales para determinar la mejor formulación del paté de atún mediante pruebas sensoriales. Se realizaron ocho formulaciones las cuales pusieron a consideración de un grupo de catadores que tuvieron que calificar apariencia, consistencia, olor, sabor y aceptabilidad con un rango de calificación de 1 como mínimo y 5 como máximo.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**Situación del medio ambiente en el mundo**

En la actualidad existen una mayor conciencia sobre los impactos que se producen en el ambiente provocados por obras y proyectos realizados por el hombre. Sin embargo los proyectos de desarrollo que se llevan a cabo bajo el supuesto de la generación de beneficios económicos y sociales, implican efectos y costos ambientales que no siempre son contemplados y que, a menudo, se manifiestan después de realizado el proyecto

Situación del medio ambiente en el País

Los problemas ambientales que afectan al Ecuador se originan principalmente en los procesos de gestión productiva que cumple el ser humano, así como la planificación nacional del desarrollo nacional y su

ejecución. Entre otros factores que producen un deterioro importante en el medio ambiente se puede mencionar la falta de educación ambiental, y la carencia de normas legales.

Evaluación del Impacto ambiental

Se determinan las acciones o actividades que ejercerá el proyecto sobre el área, es decir las actividades a ser generadas por el proyecto (puntos críticos) y que pueden alterar el medio ambiente. Se evalúa mediante la matriz de Leopold si el proyecto produce impacto positivo o negativo al ambiente, si es positivo la evaluación se considera que el proyecto no genera inconvenientes de mayor intensidad al medio y si es negativo se considera generador de problemas ambientales. En el presente proyecto y según la evaluación de las acciones y los factores ambientales presentan signos positivos, por tanto no afectan al medio.

Plan Ambiental

La acción para la cual se tiene que implementar un plan de mitigación ambiental es la descarga de agua contaminada con desechos orgánicos, ya que esta no puede ser vertida directamente al drenaje sin antes haber sido tratada para no provoque un impacto ambiental negativo. Esta agua contaminada proviene del lavado de equipos y el lavado de materia prima. Los estándares de calidad de agua representan los objetivos nacionales y proporcionan una base legal para tomar decisiones.

ESTUDIO ECONÓMICO

Generalidades

El análisis económico del proyecto se realizó para dos años de producción, considerando el primer año con una operación equivalente al 80% de la capacidad y el segundo año con el 100% de la capacidad productiva programada. El estudio económico es la parte más importante del proyecto porque se analizan costos, precios de equipos, materiales, mano de obra, etc., demostrando si el proyecto es factible o no estableciéndose una relación entre los ingresos y las ventas, y determinar el beneficio que trae consigo.

La evaluación económica conjuga parámetros tales como rentabilidad del proyecto o la utilidad, rentabilidad sobre la inversión o ROI, rentabilidad financiera sobre capitales propios RF, y el período de recuperación de la inversión PRI, Valor Neto Agregado VAN y Tasa Interna de Retorno TIR.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El atún constituye una fuente de ingresos muy importante para en Ecuador, por tanto se busca una nueva forma de procesamiento del atún que posea mayor valor agregado, una excelente calidad y un gran atractivo para el consumidor. El país posee una gran riqueza ictológica que es poco aprovechada por la falta de flotas pesqueras modernas y de industrias procesadoras por lo que se hace necesario incrementar esta actividad, la misma que permitirá una fuente de mano de obra, desarrollando un sector importante dentro de la economía nacional.
- Para obtener paté de atún se adaptó la tecnología de elaboración del paté de carne, determinándose que existen tres parámetros importantes en el proceso que son: cantidad de gelatina, tiempo de coterizado y tiempo de auto clavado, gracias a los cuales se aplicó un diseño experimental $a*b*c$ con dos niveles, obteniéndose un total de 8 tratamientos o formulaciones los cuales fueron sometidos a un análisis sensorial para determinar la mejor formulación que es: lomos de atún 65%, aditivos y especies 092%, grasa 24%, gelatina 3%, tiempo de coterizado 30 min y tiempo de auto clavado 1.5 horas, además con esta formulación se determinó el tiempo de vida útil una vez abierto el producto a dos temperaturas, temperatura ambiente (20°C) 9 días y a temperatura de refrigeración (4°C) 10 días.
- En el estudio de Impacto Ambiental mediante el método de la matriz de Leopold para las dos fases de construcción y operación de la planta se observó que en la fase de construcción no se genera impacto ambiental ya que la planta estará ubicada en una zona industrial con instalaciones adecuadas para la construcción. En la fase de operación de la planta se presenta impacto ambiental por la producción de agua con desechos orgánicos, para mitigar este impacto se construirá un tanque de oxidación para devolver al agua sus características normales y verterlas al drenaje.
- En el estudio Económico se calculó matemática y gráficamente el punto de equilibrio que corresponde al valor de 41.64% con una rentabilidad del 23.17%, un período de recuperación de la inversión de 4.32 años, rentabilidad sobre la inversión (ROI) 33.52 %, rentabilidad financiera (RF) 31.17 y una tasa

nte se puede

ividades a ser
a mediante la
s positivo la
medio y si es
la evaluación
dio.

carga de agua
in antes haber
del lavado de
vos nacionales

primer año con
lad productiva
realizan costos,
factible o no
onsigo .

1, rentabilidad
recuperación de

usca una nueva
dad y un gran
vechada por la
rio incrementar
ctor importante

minándose que
de cuterizado y
on dos niveles.
s a un análisis
especies 092%.
as, además con
s temperaturas.

as dos fases de
genera impacto
ecuadas para la
r la producción
oxidación para

corresponde al
versión de 4,32
1.17 y una tasa

interna de retorno de 19.66. La relación entre la utilidad y la tasa interna de retorno no es muy grande debido a que las tasas de interés para el financiamiento son altas, ya que debido a la situación económica que se vive actualmente en el país existe una inseguridad económica lo que hace que algunas instituciones como la Corporación Financiera Nacional hayan cerrado los préstamos y si los otorgan las tasas de interés no son muy atractivas. La utilidad no es muy alta ya que la inversión en equipo importado y particularmente la cuer tiene un precio elevado.

Con la economía actual del Ecuador se necesita la instalación de industrias que generen fuentes de trabajo para evitar la migración y también la fuga de capitales internos, además elaborando productos de alta calidad y competitivos en costo se pueden abrir nuevos mercados para así generar el ingreso de divisas al País.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Alvarado Juan de Dios. 2000. "Cálculos de Tiempo de Vida Útil a Temperatura Constante Aproximación con Datos Sensoriales". Ambato-Ecuador, pp 1-9.
2. Atún y Mar. 1999. "Descenso de los Precios del Atún Fenómeno del Siglo". Manta - Ecuador, pp 18.
3. Atún y Mar. 1999. "El Atún Vida Pasión y Muerte". Manta - Ecuador. pp 20-21.
4. Atún y Mar. 2000. "Estadísticas". Manta - Ecuador, pp 45.
5. Atún y Mar. 2000. "La Albacora o Atún Ojo Grande en la Mira Artesanal". Manta - Ecuador, pp 8-9.
6. Banco Central del Ecuador. 1986-2000. "Exportaciones por Uso o Destino Económico". Quito-Ecuador.
7. CODEX. 1987. "Código Internacional Recomendado de Practicas para Pescado en Conserva". Madrid-España, pp 16,20-24,71.
8. CODEX, 1983. "Código Internacional Recomendado de Practicas para el Pescado Picado por Separación Mecánica". España. pp 1-27.
9. Colección FAO. 1988. "Pesca. El pescado fresco su calidad y cambios de calidad". Italia, pp 6-25
10. Comisión Interamericana del Atún tropical. 2000. "Atún Especie Saludable". Manta-Ecuador, pp 12-13.
11. Comisión Interamericana del Atún tropical. 1997. Anuario. Manta-Ecuador, año 1997, pp 26-27.
12. Comisión Interamericana del Atún tropical. 1997. "Ecuador País Pesquero". Manta-Ecuador, año 1997, pp 8-9.
13. Comisión Interamericana del Atún tropical. 1989-2000. "Reporte Anual de Capturas y Desembarcos de Atún". Manta-Ecuador.
14. Ecuador Pesquero. 2000. "Crecen Ventas y Bajan Ingresos". Manta- Ecuador, pp 14-17.
15. Ecuador Pesquero. 2000. "Ecuador con Enorme Potencial Atunero". Manta- Ecuador, pp 12-13.
16. Ecuador Pesquero. 2000. "El Atún". Manta- Ecuador, pp 32-33.
17. Ecuador Pesquero. 2000. "La Pesca Único Sector Dinámico" Manta- Ecuador, pp 8-9.
18. Ecuador Pesquero. 1999. "Navegando Hacia un Nuevo Siglo". Manta- Ecuador, pp 24-26.
19. Ecuador Pesquero. 2000. "Nuevo Récord en Exportaciones". Manta- Ecuador, pp 6-7.
20. INEN. 1977. "Norma Ecuatoriana para carne y pastas de carne". Quito-Ecuador. pp 1-6.
21. INEN. 1977. "Norma Ecuatoriana para carne y productos cárnicos enumeración de aerobios". Quito-Ecuador, pp 1-6
22. INEN. 1977. "Norma Ecuatoriana para carne y productos cárnicos muestreo". Quito-Ecuador, pp 1-3.
23. INTERNET. www.CIAT.com.
24. Ministerio de Agricultura. 2000. "Ganadería y Pesca. Evaluaciones de Impactos Ambientales". Quito-Ecuador. pp 39-50.
25. Pesca Blanca Internacional. 1998. "Atún Ojo Grande Especie de Gran Importancia Comercial para la Pesca Ecuatoriana". Manta-Ecuador. pp 14-17.

26. Pesca Blanca Internacional. 1998. "El evento El Niño 1997-1998 y las futuras tendencias de las condiciones oceanográficas". Manta-Ecuador. pp 26-29
27. Pesca Blanca Internacional. 1998. "Flota Atunera Cerquera". Manta-Ecuador. pp 10-13.
28. Pesca Blanca Internacional. 1997. "Perfil Pesquero Y Acuicola del Ecuador Parte I". Manta-Ecuador. pp 7-8.
29. Pesca Blanca Internacional. 1998. "Perfil Pesquero Y Acuicola del Ecuador Parte II". Manta-Ecuador. pp 7-14.
30. Pesca Blanca Internacional. 1998. "Principales Escómbridos presentes en Agua Ecuatorianas". Manta-Ecuador. pp 19-24.

TIEMPOS DE VIDA ÚTIL EN CARNE DE BOVINO EMPAQUETADA AL VACÍO
Y ALMACENADA A TEMPERATURAS DE REFRIGERACIÓNGalo Chicaiza P.*
José Martínez M.*
Danilo Morales**

RESUMEN

En la industria cárnica la técnica del envasado al vacío ha proporcionado un significativo avance en la conservación de este producto por un tiempo mayor, sin recurrir a la congelación. Sin embargo para incrementar el tiempo de vida útil es necesario almacenar a temperatura cercana a 0°C. Siendo la temperatura la variable principal que permite mantener en mejores condiciones microbiológicas la carne fresca almacenada al vacío, y se plantean como variables coadyuvantes la película de embalaje que recubre la carne ayudando a mantener la calidad y preservar la higiene durante el almacenamiento y transporte, la adición inicial de ácido láctico en la carne actúa como conservante químico debido a su efecto antimicrobiano.

Para el estudio se utilizó músculo semitendinoso de vacuno en porciones entre 125 g y 140 g, envasada al vacío en láminas tipo Cryovac P64x y B2550, con concentración de ácido láctico del 0% y 1%, almacenadas en cámaras frigoríficas a 0°C, 4°C y 8°C. Los bifés de carne se encontraron aptos para el consumo hasta los 59 días a 0°C. En las muestras de carne se realizaron recuentos microbiológicos de bacterias totales, ácidos lácticos y Pseudomonas. Se registro peso, pH, V.E.L., índice de refracción y análisis sensorial.

Con el desarrollo microbiano obtenido se determinó el tiempo de vida útil aplicando en el modelo matemático que describe la cinética de primer orden

INTRODUCCIÓN

Al hablar de la producción ganadera en las zonas agrícolas de Ecuador tenemos que pensar en la comercialización y venta de carne que se realiza en las principales plazas y mercados del país. Debiéndose aprovechar los productos ganaderos como materia prima óptimas para los procesos de industrialización productos como la carne que son susceptibles de transformación. Si el tiempo de comercialización o la demanda de este producto es reducida y el carácter perecedero del producto obliga a un tratamiento casi inmediato es el momento oportuno para implementar técnicas de conservación donde se garantice al consumidor que la carne proviene de animales sanos y dotarles de productos de calidad probada.

Observando el poco interés que pone el vendedor de carne al no aplicar normas de higiene desde el faenamiento pasando por el transporte y como se mantiene la carne en el lugar de expendio hace necesario estudiar técnicas de conservación para mantener la calidad microbiológica, siendo necesario introducir la carne en una red de frío para encontrar la mejor temperatura de almacenamiento y evitar las pérdidas de peso que sufre el producto por la temperatura y humedad relativa se debe utilizar láminas plásticas que garanticen una buena calidad higiénica sin permitir la proliferación precoz y la contaminación que cause la putrefacción superficial de la carne que por su calidad nutritiva es un excelente medio de cultivo para los microorganismo.

Además se adiciono ácido láctico para medir el efecto conservador que tiene sobre la carne en condiciones de vacío.

* Egresado de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

** Docente de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

MATERIALES Y METODOS

Materiales de vidrio

Empaques de polietileno de baja densidad tipo Cryovac B2550 con las siguientes características: espesor : 61 - 76 micras, permeabilidad al oxígeno: 25 a 30 (cc) (@ 23°C / m² / día, 1 atm), permeabilidad al CO₂: 60 - 100 cc / m² / día, permeabilidad al vapor de agua: 6 - 8 g. / m² / día.

Empaques de polietileno de baja densidad tipo Cryovac P64x con las siguientes características: espesor : 66 a 94 micras, permeabilidad al oxígeno: 50 a 60 cc / m² / día a 23°C, 0% de humedad relativa, permeabilidad al CO₂: 80 a 130 cc / m² / día, vapor de agua: 5 - 7 g. / m² / día..

Utensilios de laboratorio

Reactivos:

Agar PCA

Peptona

Agar MRS

Hidróxido de Sodio

Agar Cetrimide

Permanganato ácido de Potasio.

Metodología:

Obtención de la materia prima utilizada en el proceso.

Para el siguiente proceso se utilizó como materia prima carne de bovino, muslo (músculo m. semitendinoso) proveniente de animales sanos y faenados en mataderos del Cantón Cevallos provincia de Tungurahua. El músculo se obtiene inmediatamente después del sacrificio, procediendo a separar del resto de músculos que forman la pierna ubicada en la cuarta parte de la canal posterior de bovino. El músculo separado fue transportado en cajas térmicas a temperatura de refrigeración (4°C).

Las características de la carne seleccionada para el proceso presentaron un color rojo intenso, olor agradable y con un valor de pH 7,0.

Seleccionada la carne se transportó a los laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos donde se produce el proceso de post-mortem, después de 24 horas, se realizaron los análisis de composición química, pH, volumen de extracto liberado y pruebas microbiológicas (recuento total).

Del músculo obtenido se procedió a cortar en bifés que pesen entre 125g. y 140g. cada uno y seguidamente fueron almacenados en una cámara de refrigeración calibradas entre 2 a 4°C. Los bifés de carne tienen un costo unitario aproximado de 0,25 centavos de dólar.

Estos bifés cortados fueron transportados a temperatura de refrigeración (4°C) en las cajas térmicas a la Fábrica Don Diego de la Ciudad de Latacunga donde se realizó el empacado al vacío en láminas plásticas tipo Cryovac B2550 termorretráctiles y P64x no termorretráctiles.

Procedimiento seguido para el empacado al vacío de las muestras de carne

El empacado al vacío de las muestras de carne se realizó bajo el siguiente procedimiento: los bifés de carne se introdujeron en fundas plásticas tipo Cryovac B2550 con las siguientes dimensiones: 23,7 cm de longitud x 14,5 cm de ancho, con espesor de 61 a 76 micras y en fundas plásticas tipo Cryovac P64x con las siguientes dimensiones: 22,5 cm de longitud x 15,8 cm de ancho con un espesor de 66 a 94 micras.

En cada funda se colocó porciones de carne entre 125 a 140 gr. que se encontraban a la temperatura de 2 a 4°C, seguidamente se procedió a colocar en el interior del vacuómetro tipo Ultravac que opera bajo las siguientes características: tiempo de vacío 10 segundos, a una presión de 0,71 a 0,72 bar y con un tiempo de suelta de 6 segundos. Para los dos tipos de empaque las condiciones de trabajo son las mismas.

Para las láminas plásticas termorretráctiles con las porciones de carne empacadas al vacío se sumergieron en un baño de agua a 85°C durante 1 a 2 segundos con la finalidad de obtener una contracción de las películas plásticas a los bifés de carne. Los bifés se escogieron al azar para el almacenamiento a diferentes temperaturas del experimento.

La carne empacada fue codificada, pesada y distribuida en tres cámaras frigoríficas para su almacenamiento, previamente calibradas a temperaturas de: 0°C, 4°C y 8°C en los laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Durante el almacenamiento de las muestras que fueron seleccionadas al azar se controló el peso y se realizaron los siguientes análisis a las diferentes temperaturas:

- pH
- Análisis microbiológico
- Índice de refracción (cuando hay presencia de exudado en el interior de las fundas plásticas).
- V.E.L.
- Análisis sensorial

Para el análisis de las muestras a 0°C se realizó cada 7 días considerando: recuentos bacteriológicos, pH, índice de refracción del exudado, volumen de extracto liberado hasta cuando presenten deterioro, para la temperatura de 4°C cada 5 días y para 8°C cada 3 días de almacenamiento.

La evaluación sensorial de la carne empacada al vacío se realizó en forma más distanciada, cada 14 días a temperatura de almacenamiento a 0°C, cada 10 días a temperatura de almacenamiento a 4°C y cada 6 días para temperatura de almacenamiento a 8°C.

Con los datos obtenidos se realizó promedios, para formar una tabla individual por cada característica de la carne analizada con la que se realizó el análisis estadístico correspondiente.

Procedimiento de toma de muestras de carne para el análisis microbiológico.

La toma de muestras se realizó con una tórula humedecida con agua peptonada al 0,1% para raspar la superficie del bife, empleando para ello una plantilla metálica (4cm x 4cm). El extracto obtenido se colocó en un tubo de ensayo el cual contiene 10 ml de agua peptonada al 0,1%, del cual se realizó las diluciones necesarias para el recuento de las diferentes bacterias.

Para el recuento total de anaerobios se empleó Contaje en placa agar (PCA) incubado a 30°C durante 72 horas. La siembra para detectar *Pseudomonas* se realizó sobre agar Cetrimide a 30°C durante 48 horas, en tanto la siembra para *Lactobacillus* se realizó sobre agar MRS incubado en jarra anaerobia a 30°C durante 72 horas.

Control de peso.

De las cámaras frigoríficas se tomaron los paquetes de carne al azar, y se procedió a registrar el peso en una balanza, con los valores registrados se determinó la pérdida de peso.

Medición de pH.

(Según Norma INEN 783). Pesar aproximadamente 10 gr de carne o producto cárnico preparado y colocar en un vaso de 250 ml, agregar 90 ml de agua destilada, agitar bien y dejar macerar durante 1 hora.

Determinación microbiológica. En los bifés empacados al vacío se realizaron las siguientes siembras microbiológicas; recuento total, *Pseudomonas* y *Lactobacillus*. Antes de proceder a la siembra se procedió a la desinfección de la cámara de asepsia y los demás tensillos empleados en la siembra para evitar la mayor contaminación posible.

Preparación de la muestra. La toma de muestras desde la superficie de cada bife se efectuó colocando una plantilla metálica de superficie total de 16 cm², en la cual se añade 1 ml de agua peptonada al 0.1% y se raspó con un cotonete. El cotonete se colocó en el interior de un tubo de ensayo que contiene 10 ml de agua peptonada al 0.1% y se realizó las diluciones adicionales necesarias para el recuento de los diferentes microorganismos.

Para recuento total de anaerobios se tomó 0,1 ml de la dilución y se sembró por raspado en la base de la caja petri, y se recubrió con 15 ml de agar PCA fundido y enfriado a 45°C, se incubó en una estufa calibrada a 30°C por 72 horas en frascos anaeróbicos.

Para recuento de *Pseudomonas* se tomó 0,1 ml de la dilución y se sembró por raspado en la base de la caja petri, y se recubrió con 15 ml de agar Cetrimide fundido y enfriado a 45°C, se incubó en una estufa

cenamiento,
de Ciencia e

el peso y se

licas).

ológicos, pH,
rior, para la

cada 14 días a
y cada 6 días

característica de la

para raspar la
nido se colocó
las diluciones

°C durante 72
te 48 horas, en
0°C durante 72

el peso en una

rado y colocar
ora.

ientes siembras
ra se procedió a
evitar la mayor

ó colocando una
da al 0.1% y se
e 10 ml de agua
le los diferentes

en la base de la
ó en una estufa

a base de la caja
ó en una estufa

calibrada a 30°C por 48 horas.

Para recuento de *Lactobacillus* se tomó 0.1 ml de la dilución y se sembró por raspado en la base de la caja petri, y se recubrió con 15 ml de agar MRS fundido y enfriado a 45°C, se incubó en una estufa calibrada a 30°C por 72 horas en frascos anaeróbicos.

Medición del Índice de refracción.

Para la construcción de la curva estándar se realiza en un refractómetro ABBE, se determina el índice de refracción como sigue:

- Se tomó como muestra 1 ml de exudado obtenido del interior del empaque con una jeringuilla.
- Este exudado es mezclado con 1.1 ml de agua destilada. (relación v/v). La relación v/v se lleva a cabo hasta tener una proporción de 1 ml de exudado a 2ml. de agua destilada. El agua destilada se incrementa en 0.1 ml para cada determinación.
- La mezcla es equilibrada a 20°C y.
- Se determinó el índice de refracción.

Volumen de Extracto Liberado.

Se pesó 15 gr. de muestra picada dentro de un mezclador, se adicionó 60 ml. de la sol. compuesta por (50 ml de KH_2PO_4 0,2M + 3,72 ml de NaOH 0,2M diluida con 200 ml de agua y se estabilizó el pH a 5,8). Para luego mezclar por un tiempo de 2 min, finalmente se filtró el homogenizado con papel filtro. El volumen desalojado por la muestra durante 15 min. se conoce como el volumen de extracto liberado por la carne.

Análisis sensorial.

El principal problema para obtener y utilizar datos de evaluación sensorial, es el elevado costo que significa mantener un panel entrenado de evaluación sensorial.

Las pruebas requieren generalmente de tiempos largos y los numerosos factores que influyen sobre la respuesta experimental, entre ellos el empaque, hace que el producto sea comprado sin considerar el valor nutricional.

Todas las muestras de carne fueron preparadas utilizando un mismo tipo de condimento y sumergidas en este por dos minutos, para posteriormente ser freidas hasta punto medio en un solo tipo de aceite por un tiempo de 4 minutos.

La degustación se efectuó con un panel de 8 personas no entrenadas, de ambos sexos. Antes de realizar la evaluación se impartieron las instrucciones necesarias. Se otorgaron pedazos de carne de 2 x 2 cm aproximadamente, los cuales fueron comparados con una muestra patrón.

Para la interpretación de resultados se utilizó una escala adaptada de puntaje para la prueba de comparación múltiple que irá de 1 a 9, donde 1 será extremadamente malo, 5 igual y 9 extremadamente mejor que la muestra patrón.

RESULTADOS Y DISCUSION

El desarrollo microbiano en carne de bovino empacada al vacío se determinó aplicando la cinética de primer orden en la Ec. siguiente:

$$\begin{aligned} \ln N &= \ln N_0 + k_G * t \\ \ln N &= \text{Valor final de } \ln \text{ UFC/cm}^2 \\ \ln N_0 &= \text{Valor de } a \text{ de la ecuación} \\ k_G &= \text{Valor de } b \text{ de la ecuación} \\ t &= \text{Tiempo de vida útil} \end{aligned}$$

Reemplazando y despejando en la ecuación se obtiene el tiempo de vida útil para el tratamiento $a_0b_1c_1$:

$$\begin{aligned} 16,940 &= 5,3335 + 0,4643 t \\ t &= 25 \text{ días.} \end{aligned} \quad r = 0,97.$$

Para el tratamiento $a_1b_1c_1$ se obtiene un tiempo de vida útil de 55 días, y para el tratamiento $a_2b_1c_1$ el tiempo de vida útil es de 66 días, considerando a éste como el mejor tratamiento. Como se muestra en las tablas N° 1, 2 y 3 (anexos) en las cuales se detallan los tiempos de vida útil y las ecuaciones obtenidas con los datos de los recuentos microbianos de recuento total de anaerobios, *Pseudomonas* y *Lactobacillus* a las temperaturas de 8, 4 y 0°C para los dos tipos de empaque con y sin adición de ácido láctico.

Realizando un análisis del registro de peso en carne empacada al vacío la pérdida de peso es menor para aquella almacenada en empaque Cryovac tipo B2550 debido a la baja permeabilidad al vapor de agua comparando con el empaque Cryovac P64x a las temperaturas en que se realizó el experimento. La muestras de carne sumergida en sol. de ácido láctico no presenta gran diferencia de peso entre los diferentes empaques y temperaturas de refrigeración en los que se encontraban almacenados.

El desarrollo de los microorganismos en la superficie de la carne almacenada al vacío es por lo general igual o inferior a $\log 8,0 \text{ UFC/cm}^2$ (Roth y Clark, 1972). Los recuentos microbianos en las tres temperaturas de almacenamiento son bajos, realizando los recuentos de microorganismos totales en carne fresca presentó un valor de $\log 1,32 \text{ UFC/cm}^2$. De acuerdo a la flora microbiana que crece en carne empacada al vacío hemos creído conveniente analizar el crecimiento de microorganismos totales, *Pseudomonas* y *Lactobacillus*.

Una de las principales causas por las cuales la carne empacada al vacío aumenta su vida útil comparadas con aquellas almacenada en forma aerobia, se debe a que en la primera las *Pseudomonas* no pueden aumentar en número suficiente para descomponerla (Nortje y col., 1985), la principal causa de ello, es la baja concentración de O_2 y la alta concentración de CO_2 .

El desarrollo de *Pseudomonas* no supera el $\log 4,8 \text{ UFC/cm}^2$ a las temperaturas de 8, 4 y 0°C. Valores bibliográficos similares fueron reportados por Schollinger y Lucke 1987.

El crecimiento de microorganismos en los bifes almacenados a 4°C se mantuvo en óptimas condiciones pero a partir del día 40 presentó un olor ácido y comienza la presencia de exudado, en el día 54 presenta cambios en el sabor, color (pardo verdoso), olor, presencia de gas terminando con los análisis.

A temperatura de 0°C los bifes se mantuvieron en buenas condiciones hasta el día 31, a partir del día 38 se incrementan cambios en su apariencia, y en el día 59 se observó presencia de exudado y cambios en el olor procediendo a terminar con los análisis de la carne.

La presencia de bacterias ácido lácticas a temperatura de 8°C no supera el $\log 5,9 \text{ UFC/cm}^2$ debido a que no tuvo el tiempo necesario para desarrollarse. A 4°C las bacterias ácido lácticas presentan valores inferiores que las bacterias de recuento total, pero al transcurrir el tiempo de almacenamiento llegaron alcanzar valores de $\log 6,9 \text{ UFC/cm}^2$. El prolongado tiempo de crecimiento de los *Lactobacillus* puede deberse a una menor adaptabilidad a las bajas temperaturas, mayor tiempo de generación y estas se incrementan cuando se presentan condiciones favorables, mayor desarrollo de bacterias ácido lácticas después de producirse la acidificación de la carne (transformación del glucógeno muscular en ácido láctico). Para la temperatura de 0°C el desarrollo de bacterias ácido lácticas alcanzaron valores de $\log 7,9 \text{ UFC/cm}^2$, valor similar al de contaje total.

El pH presentado por la carne no debe ser superior a 6 a las 48 a 72 horas después de la matanza y antes del despiece (Effenberger y Schotte, 1972). Los bifes comienzan con un pH inicial de 5,7 presentando una caída a pH 5 - 5,3 para volver a incrementarse hasta alcanzar valores de pH 5,6 - 5,9 a temperatura de 8°C.

Para temperatura de 4°C sufre una caída de pH 5,7 inicial a pH 5,1 - 5,3 el día 15 y presentó un valor de pH final de 5,7.

Para temperatura de 0°C el pH 5,7 inicial sufre una caída hasta pH 5,2 - 5,4 el día 17 y luego se incrementa en forma fluctuante hasta valores de pH 5,5 - 5,7.

El volumen de extracto liberado permite detectar cuando comienza la proliferación de microorganismos y con ello las alteraciones microbianas en la carne. Si el volumen de extracto liberado disminuye la calidad de la proteína se degenera y para mantener su estructura absorbe agua. Según Shelef y Jay el volumen de extracto liberado disminuye cuando comienza la descomposición en la carne, así en carne almacenada a 7°C, el volumen de extracto liberado varía de 52 ml en el día inicial a 15 ml en el día 7 donde se observaron las

primeras alteraciones. Para el empaque Cryovac P64x se obtienen valores iniciales entre 51 ml y 53ml y para empaque Cryovac B2550 entre valores de 50ml y 53 ml, variando estos valores a 28 y 30ml. para la temperatura de 8°C, entre 29ml y 31 ml para la temperatura de 4°C y 29 ml y 31 ml para 0°C, para el empaque Cryovac B2550 se obtienen valores entre 33ml y 34 ml. para 8°C. valores entre 29 ml y 31 para 4°C, y 30ml a 33 ml para 0°C, observándose que el laminado Cryovac B2550 es el mejor por que presenta al final una mayor cantidad de volumen de extracto liberado.

Los resultados mostraron el desarrollo gradual de bacterias totales que alcanzaron un log de 6,87 UFC/cm², bacterias ácido lácticas alcanzaron valores de 7,10 UFC/cm² y Pseudomonas se encontró valores finales de log 4,65 UFC/cm². En el análisis sensorial tuvo gran aceptación la carne madurada a 0°C por los 8 panelistas que realizaron la degustación. La utilización de láminas plásticas impermeables al oxígeno, vapor de agua, olores y sabores extraños, y la aplicación de temperaturas de refrigeración, han dado buenos resultados en la conservación de la carne empacada al vacío, disminuyendo la pérdida de peso, el crecimiento microbiano y su deterioración.

Para la determinación del tiempo de vida útil se aplicó el modelo matemático que describe una cinética de primer orden, obteniéndose un tiempo de vida útil de 66 días. Encontrando el mejor tratamiento para conservar carne, la temperatura de 0°C, empaque Cryovac B2550 y adición de ácido láctico al 1%.

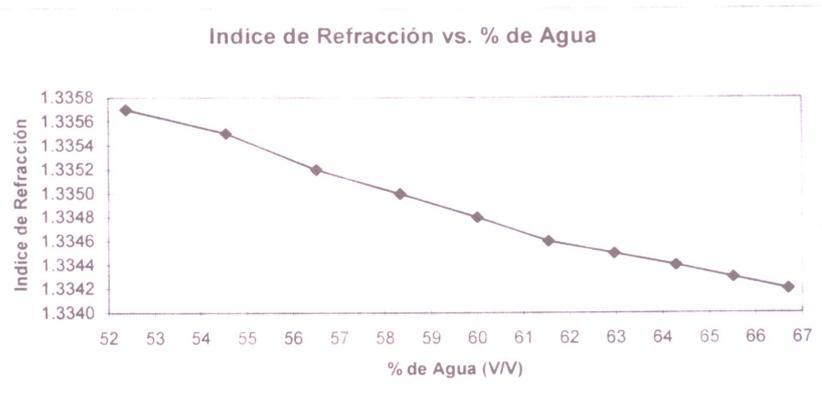
Aplicación del Índice de refracción.

La lectura de índice de refracción permite llegar a determinar el porcentaje de humedad en carne, para la cual se ha seguido un procedimiento similar presentado por Adiss y Chudgar. El cálculo de humedad se determina a partir del valor de índice de refracción encontrado en exudado de carne de bovino empaquetada al vacío almacenadas a temperaturas de refrigeración. Con los datos obtenidos se procede a realizar la curva estándar con índice de refracción vs. porcentaje de agua (v/v) presentada en la tabla N°4.

Tabla N° 4.

Porcentaje de agua	Índice de refracción
52,38	1,3357
54,54	1,3355
56,52	1,3352
58,33	1,3350
60,00	1,3348
61,54	1,3346
62,96	1,3345
64,29	1,3344
65,52	1,3343
66,70	1,3342

Gráfico N° 1: Curva estándar de índice de refracción vs. Porcentaje de agua



Cálculo de porcentaje de humedad mediante la fórmula presentada por Everson y col. 1955 citada por Addis y Chudgar 1973.

$$\%H = (100 (2 * W - 100)) / (100 - W)$$

$$\%H = 73,53$$

$$W = 63,44$$

Donde: W = % de agua (v/v)

Bibliográficamente Addis y Chudgar determinan que la humedad en la carne de bovino aplicando el índice de refracción es de 73,58%. En esta investigación se encontró un porcentaje de humedad para carne de bovino del 70% con un valor de índice de refracción de 1.3345 y un porcentaje de agua de 62,92%.

Análisis sensorial

La degustación se efectuó en pedazos de carne trita con 8 panelistas no entrenados de ambos sexos. Antes de realizar la evaluación se les dio las instrucciones necesarias. La comparación se realizó entre carne madurada al vacío a temperaturas de refrigeración con una muestra patrón empacada al vacío no madurada. Los panelistas debieron responder a las siguientes características: sabor, color, olor, textura y dureza y dar las calificaciones de acuerdo al test de comparaciones múltiples que va de 1 a 9 donde 1 es extremadamente peor, 5 igual y 9 extremadamente mejor que la muestra patrón. Con los datos de evaluación sensorial se obtuvo la media y desviación estándar.

Estos valores son graficaron para obtener la tendencia durante el período de almacenamiento, como se puede observar en el gráfico N° 2. Para temperatura de 8°C se realizó análisis sensorial hasta los 18 días, con la temperatura de 4°C hasta los 50 días y para la temperatura de 0°C un tiempo de 56 días de almacenamiento. Según Schoebitz, Vega y Tamayo (1990) realizaron análisis sensorial en carne empacada al vacío almacenado a tres temperaturas encontraron que para la temperatura de 8°C un tiempo de 21 días, para la temperatura de 4°C un tiempo de 56 días y para la temperatura de -2°C un tiempo de 58 días sin presentar cambios desfavorables para las muestras en análisis con relación a la muestra patrón.

CONCLUSIONES

- Después de haber culminado con el seguimiento de la carne almacenada al vacío a temperaturas de refrigeración cubierta con dos tipos de laminados plásticos y diferentes concentraciones de ácido láctico, se determina que para alcanzar un producto final de buena calidad microbiológica es necesario partir de materias primas con baja contaminación microbiana inicial que provengan de animales sanos.
- Para prolongar el tiempo de vida útil de la carne es aconsejable empacar la carne al vacío en láminas plásticas de baja permeabilidad al vapor de agua, para evitar las pérdidas de peso de la carne almacenada y también evitar que ingrese humedad del ambiente. también debe tener baja permeabilidad gaseosa para

evitar que una vez que se ha extraído el oxígeno del interior no vuelva a ingresar para evitar la oxidación de sus componentes e impedir el crecimiento de microorganismos aerobios causantes de la putrefacción como es el caso de las *Pseudomonas* que atacan principalmente a los alimentos proteicos. Las láminas plásticas deben garantizar que el producto mantenga sus cualidades iniciales evitando así la oxidación de sus pigmentos por acción de la luz y el oxígeno. Las láminas plásticas que cumplen con los requerimientos mencionados son los de la línea Cryovac codificados como P64x y B2550 que están elaborados específicamente para la conservación de carne empacada al vacío y entre ellos el empaque B2550 presenta mejores condiciones para el almacenamiento.

- La adición de ácido láctico en la carne ayuda a mejorar las características organolépticas a más de tener un efecto conservador incluso a bajas concentraciones, contribuyendo a conservar la carne por mayor tiempo sin producir sustancias nocivas para la salud del consumidor, y evita el desarrollo de microorganismos en los primeros días del almacenamiento.
- La temperatura es la principal variable a considerar para el almacenamiento de la carne de bovino refrigerada y empaquetada al vacío de acuerdo con la necesidad de prolongar el tiempo de vida útil de la carne de bovino es necesario sumergir las muestras de carne en concentraciones de ácido láctico al 1% , empacar la carne al vacío en máquinas que extraigan todo el oxígeno del interior de las láminas plásticas tipo Cryovac B2550 y que realice un efectivo sellado de la misma, y almacenar a temperaturas de refrigeración de 0°C.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ADDIS and CHUDGAR: "Rapid Analysis of Moisture in Meat by Refractometry" JOURNAL OF FOOD SCIENCE, Vol. 38, 1973, pp: 354.
2. ALVARADO, Juan, "Principios de Ingeniería Aplicados a los Alimentos", Editorial Radiocomunicaciones. Quito - Ecuador, 1996.
3. BASKER D. "The Relationship Between Refractive Index and Specific Gravity of Aqueous Sucrose Solutions", JOURNAL OF FOOD SCIENCE, Vol. 41, 1976, pp: 9
4. BOJKOW; "Envase: Requerimientos para la carne y los productos cárnicos" Revista Internacional del Sector Cárnico. "Eurocarne", Año IV, # 32. Diciembre de 1994.
5. BOGNER H. MATZKE P. "Tecnología de la Carne" Editorial Acribia. Zaragoza - España 1969.118p.
6. CABRAL, ACD. "Estudio da Vida de Prateleira Do Gestal, Alimentos em podestinado a gestante. Boletín ITAL Campinas - Brasil 1980.
7. COLLIN Daniel "La carne y el frío" Editorial Paraninfa Madrid. 1977. 199p.
8. CORNEJO H. "Plásticos en el Empaque", Industria Alimentaria, Edt. Prensa técnica, Mayo / Junio 1987, pp: 38.
9. CORBERT Jr; M. William; "Empaquetados más atractivos usando películas de encogimiento"; Industria Alimentarias; Vol. 10; N° 6; p: 10.
10. EIDT Eberhardt; "Láminas plásticas para el envasado de productos cárnicos con gas inerte"; Revista Fleisch Wirtschaft Español, Octubre de 1993, Editorial Deutscher Fahuverlag GmvH.67.
11. EFFEMBERGE G. SCHOTTE K. "Empaquetado de la Carne y Productos Cárnicos" Editorial Acribia. Zaragoza - España. 1972. 179p
12. EGAÑA Sanz "Enciclopedia de la Carne" Editorial Esparsa - calpe S. A. Madrid. 1967. 1074p
13. FRAZIER, W. "Microbiología de los Alimentos", Editorial. Acribia, Zaragoza - España, 1972.
14. GIRAD, J. P. "Tecnología de la Carne y Productos Cárnicos", Editorial Acribia S. A. Zaragoza - España. 1991. 300 p.
15. GUNTHER H. O. "Métodos Modernos de Análisis Químicos de Carnes y de Productos Cárnicos" Editorial Acribia Zaragoza - España. 1973. 400p.
16. HEINZ Gunter, KULMBACH; "Higiene y tecnología de la producción cárnica" Revista Fleisch Wirtschaft Español, Octubre de 1987, Editorial Deutscher Fahuverlag GmvH, Traducción al español Elvira Adriana Blum.
17. HORWOOD Ellis "Chilled foods" Editores Colin Dennis and Michael Stringer. First published in 1992 pp. 147 - 160.
18. JASPER/ PLACZEK. "Conservación de la Carne por el Frío" Editorial Acribia. Zaragoza - España 1978. 124p
19. LABUZA Theodore, "Shelf - Life Dating of Food", Department of food Science and Nutrition University of Minnesota, 1982, Printed in the United States of America.
20. LARPENT, J . P; DRULHE, E "Ensayos de Conservación de Carnes bajo Atmósferas Modificadas" Induatría Alimentaria, Edt. prensa técnica, pp 54 - 57.

21. LARRY, L.; YOUNG, RICHARD, D.; REVIERE; and COLE BENJAMIN, A. "Fresh Red Meats: a Place to Apply Modified Atmospheres" Food Technology, Vol. 42. N 9. september 1988. pp 65 - 68.
22. LAWRIE, "Ciencia y Tecnología de la Carne", Editorial Acribia, Zaragoza - España, 1982.
23. LIBBY A. James. "Higiene de la Carne" Editorial Continental S. A. México 1975. 625p
24. MANU - TAWIAH, W; AMMANN, L. L.; SEBRANEK, G. and MOLINS R. A. "Extending the Color Stability and Shelf Life of Fresh Meat" Food Technology, Vol. 45. N 3. march 1991. pp 94 - 98.
25. MORA - MASS; "Termoencogible, aplicaciones y soluciones"; Everage World en Español; Julio/Agosto; Año 2000; pp: 48
26. NASSOS P.S.; KING DOUGLAS; JR.; STAFFORD A. E.; "Lactic Acid Concentration and Microbial Spoilage in Anaerobically and Aerobically Store Ground Beef" JOURNAL OF FOOD SCIENCE , Vol. 50, 1985, pp: 710 - 712.
27. NIINIVAARA F. P "Valor Nutritivo de la Carne" Editorial Acribia. Zaragoza - España 1973. 182p
28. NOSKOWA G. L. "Microbiología de las Carnes Conservadas por el Frio" Editorial Acribia. Zaragoza - España 1972. 110p
29. PRESTON T. R. WILLINS M.B. "Producción Intensiva de Carne" Editorial Diana. México. 1974. pp: 98 - 142.
30. PROYECTO A4 DE NORMA ECUATORIANA AL 03.02-302 CARNE Y PRODUCTOS CARNICOS. "Determinación del contenido de grasa total".
31. PROYECTO A4 DE NORMA ECUATORIANA AL 03.02-308 CARNE Y PRODUCTOS CARNICOS. "Determinación del contenido de nitritos".
32. ROSSET, R "Nuevas Tecnologías en la Industria de la Carne", Industria Alimentaria, Edt. Prensa técnica, Marzo 1987, pp : 64 - 70.
33. SALTOS, A, "Diseño Experimental". Editorial Pio X. Ambato - Ecuador, 1993.
34. SCHILLINGER Ulrich, y LUCKE Friedrich-Karl, "Bacterias lácticas en carne envasada al vacío y su influencia sobre la conservabilidad". Revista Fleisch Wirtschaft Español, Octubre de 1987, Editorial Deutscher Fahuverlag GmvH. Traducción al español Elvira Adriana Blum.
35. SCHOEBITZ, R; de la VEGA, J. y TAMAYO R. "Calidad microbilógica y Sensorial de carne de vacuno envasada al vacío almacenada a diferentes temperaturas" Revista Fleisch Wirtschaft Español, Octubre de 1990, Editorial Deutscher Fahuverlag GmvH.
36. WILSON A. "Inspección Práctica de la Carne" Editorial Acribia. Zaragoza - España 1970. 171p
37. ZAMARO L, "Influencia de las condiciones de enfriamiento sobre la calidad de la carne de ganado mayor" Industria Alimentaria, Ed.Prensa técnica, pp 49 - 56.
38. ZAMORA M.C. and ZARITZKY N. E.; "Modeling of Microbial Growth in Refrigerated Packaged Beef" JOURNAL OF FOOD SCIENCE, Vol. 50, 1985. 1003 - 1006.

ANEXOS

Ecuaciones obtenidos en la Regresión Lineal correspondientes a los datos graficados de Tiempo de Almacenamiento vs. Ln UFC/cm²

Tabla N° 1: Recuento Total

Temperatura 8°C		y =	a	bx	r	Tiempo de Vida Util (días)
Emp. Cryovac P64x	sin Ac. Láctico(a0b0c0)	y =	4,9032	0,5202	0,9845	23,23
Emp. Cryovac P64x	con Ac. Láctico(a0b0c1)	y =	0,4985	0,4995	0,9819	23,51
Emp. Cryovac B2550	sin Ac. Láctico(a0b1c0)	y =	5,0485	0,4906	0,9704	24,32
Emp. Cryovac B2550	con Ac. Láctico(a0b1c1)	y =	5,3335	0,4643	0,9700	25,00
Temperatura 4°C		y =	a	bx	r	Tiempo de Vida Util (días)
Emp. Cryovac P64x	sin Ac. Láctico(a1b0c0)	y =	4,6865	0,2266	0,9848	52,09
Emp. Cryovac P64x	con Ac. Láctico(a1b0c1)	y =	4,9823	0,2208	0,9890	53,10
Emp. Cryovac B2550	sin Ac. Láctico(a1b1c0)	y =	4,2193	0,2222	0,9794	54,00
Emp. Cryovac B2550	con Ac. Láctico(a1b1c1)	y =	4,7865	0,2222	0,9871	55,01
Temperatura 0°C		y =	a	bx	r	Tiempo de Vida Util (días)
Emp. Cryovac P64x	sin Ac. Láctico(a2b0c0)	y =	2,7948	0,2053	0,9841	64,30
Emp. Cryovac P64x	con Ac. Láctico(a2b0c1)	y =	2,6113	0,2144	0,9920	64,06
Emp. Cryovac B2550	sin Ac. Láctico(a2b1c0)	y =	3,0968	0,1977	0,9800	65,67
Emp. Cryovac B2550	con Ac. Láctico(a2b1c1)	y =	2,0319	0,2088	0,9645	66,06

Tabla N° 2: *Psuedomonas*

Temperatura 8°C		y =	a	bx	r	Tiempo de Vida Util (días)
Emp. Cryovac P64x	sin Ac. Láctico(a0b0c0)	y =	5,3282	0,2674	0,8634	15,54
Emp. Cryovac P64x	con Ac. Láctico(a0b0c1)	y =	4,6754	0,3444	0,9084	17,28
Emp. Cryovac B2550	sin Ac. Láctico(a0b1c0)	y =	5,8590	0,2574	0,8616	16,58
Emp. Cryovac B2550	con Ac. Láctico(a0b1c1)	y =	5,0245	0,3327	0,9392	17,71
Temperatura 4°C		y =	a	bx	r	Tiempo de Vida Util (días)
Emp. Cryovac P64x	sin Ac. Láctico(a1b0c0)	y =	3,3522	0,1512	0,9728	47,60
Emp. Cryovac P64x	con Ac. Láctico(a1b0c1)	y =	2,5661	0,1716	0,9589	49,16
Emp. Cryovac B2550	sin Ac. Láctico(a1b1c0)	y =	2,7545	0,1652	0,9799	49,60
Emp. Cryovac B2550	con Ac. Láctico(a1b1c1)	y =	2,4463	0,1707	0,9841	50,59
Temperatura 0°C		y =	a	bx	r	Tiempo de Vida Util (días)
Emp. Cryovac P64x	sin Ac. Láctico(a2b0c0)	y =	2,4887	0,1375	0,9433	43,33
Emp. Cryovac P64x	con Ac. Láctico(a2b0c1)	y =	0,4188	0,1927	0,9864	54,92
Emp. Cryovac B2550	sin Ac. Láctico(a2b1c0)	y =	2,3982	0,1442	0,9551	50,34
Emp. Cryovac B2550	con Ac. Láctico(a2b1c1)	y =	1,4313	0,1702	0,9902	54,46

Tabla N° 3: *Bacterias Acido Lácticas.*

Temperatura 8°C		y =	a	bx	r	Tiempo de Vida Util (días)
Emp. Cryovac P64x	sin Ac. Láctico(a0b0c0)	y =	4,2936	0,4653	0,9738	19,87
Emp. Cryovac P64x	con Ac. Láctico(a0b0c1)	y =	4,5308	0,4461	0,9873	20,09
Emp. Cryovac B2550	sin Ac. Láctico(a0b1c0)	y =	4,7847	0,4180	0,9812	20,17
Emp. Cryovac B2550	con Ac. Láctico(a0b1c1)	y =	4,6657	0,3694	0,9802	20,33
Temperatura 4°C		y =	a	bx	r	Tiempo de Vida Util (días)
Emp. Cryovac P64x	sin Ac. Láctico(a1b0c0)	y =	2,5266	0,2551	0,9843	49,66
Emp. Cryovac P64x	con Ac. Láctico(a1b0c1)	y =	2,8939	0,2460	0,9779	51,68
Emp. Cryovac B2550	sin Ac. Láctico(a1b1c0)	y =	3,2370	0,2312	0,9595	50,51
Emp. Cryovac B2550	con Ac. Láctico(a1b1c1)	y =	2,2353	0,2571	0,9925	52,75
Temperatura 0°C		y =	a	bx	r	Tiempo de Vida Util (días)
Emp. Cryovac P64x	sin Ac. Láctico(a2b0c0)	y =	0,3454	0,2528	0,9907	61,95
Emp. Cryovac P64x	con Ac. Láctico(a2b0c1)	y =	0,4559	0,2490	0,9917	62,59
Emp. Cryovac B2550	sin Ac. Láctico(a2b1c0)	y =	0,4877	0,2412	0,9822	64,19
Emp. Cryovac B2550	con Ac. Láctico(a2b1c1)	y =	0,2649	0,2498	0,9839	64,38

EL EFECTO DE LA GOMA GUAR Y CARRAGENATO EN EL PROCESO DE ELABORACION DEL QUESO FRESCO

Luis Jarrín S.*
Shirley Salguero M.*
César German T.**

RESUMEN

La presente investigación, trata sobre el uso de las gomas vegetales en la elaboración de productos lácteos, debido que existe una escasa información de este tipo de tecnología en nuestro medio.

Las gomas son un gran descubrimiento que a posibilitado no solo avanzar en la conservación sino conseguir mejoras en la elaboración del queso, así como ayudan a la modificación de las características físicas y químicas del producto.

Para lo cual el estudio del efecto de las gomas en el proceso de elaboración del queso fresco se tomo como factores de estudio la adición o no de fermento láctico, el tipo de goma (guar y carragenato) y la concentración de las gomas a añadir (0.15%, 0.25% y 0.35%). De acuerdo con los datos obtenidos en la fase de experimentación se obtuvo como el mejor tratamiento **a1b1c3**, correspondiendo aquel tratamiento preparado a partir del uso de goma guar sin fermento láctico y una concentración del 0.35%

Al mejor tratamiento, se analizo a dos diferente temperaturas de almacenamiento, con y sin empaque, resultando como el mejor tratamiento el queso con empaque y baja temperatura obteniendo al final del tiempo de experimentación de 30 días, un queso fresco con buenas características organolépticas.

INTRODUCCION

El queso, es un producto alimenticio sólido o semisólido que se obtiene separando los componentes sólidos de la leche la cuajada, y del líquido, el suero. Es un elemento importante en la dieta de casi todas las sociedades porque es nutritivo, natural, fácil de producir en cualquier entorno, desde el desierto hasta el polo, y permite el consumo de leche en momentos en que no se puede obtener. (INEN # 64, 1973)

En el país la mayor parte de industrias lecheras se encuentran ubicadas en la región interandina; el procesamiento de leche en su mayor porcentaje (alrededor del 62%) se orienta a leche pasteurizada, sin embargo cerca del 17% de leche procesada industrialmente se designa para la producción de quesos, mientras que el 21 % esta designado a la elaboración de otro tipo de productos lácteos, (www.sica.gov.ec.)

Con las nuevas tecnologías para obtener mejores rendimientos en la elaboración del queso fresco, existen varios aditivos como las "gomas" cuyo término se reserva para las sustancias hidrófilas que dan soluciones viscosas o dispersiones cuando se tratan de agua caliente y fría. Por lo tanto esta palabra es sinónima de "hidrocoloide". La mayoría de las gomas son polisacáridos y algunas, tales como los almidones, sustancias pépticas y muchos derivados del almidón y la celulosa. La mayor parte de los demás polisacáridos naturales que tienen aplicaciones en los alimentos, se dividen en gomas de semillas (goma guar) y gomas de exudados de plantas o de algas marinas (Carragenato), pero en el mercado existen combinaciones de dos o más gomas que son a menudo ventajosas, ya que a veces se observa sinergismo dependiendo del alimento y con cada uno de ellos rige la selección de la goma. (Fennema, O, 1985)

* Egresado de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

** Docente de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

MATERIALES Y METODOS

Materia prima

En la presente investigación, se utiliza como materia prima la leche que se obtiene de la parroquia de Cunchibamba, en la provincia de Tungurahua. Las gomas corresponden a la casa comercial DANISCO que se encuentran en estado de experimentación.

METODOLOGIA

Elaboración del Queso

Recepción

La leche se receipta y se realizan los análisis de andén, para de inmediato adicionar las gomas en diferentes concentraciones.

Pasteurización

Se aplicará el parámetro adecuado de 63°C por 30 minutos, para lograr una activación de la goma.

Dosificación

Se añaden a la leche el 2% de fermento láctico en una relación volumen / volumen , y 0.03% de CaCl₂ en relación peso a peso.

Se disuelven 0.025 gr. de cuajo comercial en 100 ml de agua destilada, para obtener una solución uniforme, grumos, y se agrega en 2.5 lt de leche.

Coagulación

El tiempo de coagulación que se va a esperar es de 30 minutos.

Cortado

Se cortara la cuajada horizontalmente, verticalmente con espátula de acero inoxidable, agitando lentamente por un tiempo de 5 minutos.

Desuerado

Consiste en separar un volumen de suero correspondiente al 35% del volumen de leche original.

Moldeado

Llevar la cuajada a los moldes, esperando un tiempo de 10 minutos para conseguir que se ha escurrido el suero casi en su totalidad.

Luego voltear los quesos dentro de los moldes manualmente hasta completar cuatro volteos, consiguiendo la separación del suero.

Prensado

Se coloca los quesos con una tapa horizontal sobre cada molde, para luego llevarlos a la prensa en donde se los pensará por un tiempo de 20 a 30 minutos por lado. Y luego se los saca de la misma.

Salado

Sacar los quesos de los moldes manualmente, y llevarlos a la salmuera (solución salina al 15%) durante dos horas. Luego escurrir y reposar los quesos hasta el día siguiente.

Empacado

Los quesos son enfundados en fundas de polipropileno.

Almacenamiento

Se almacenaran a temperatura ambiente, y a temperatura de refrigeración para su estudio

Análisis Sensorial

En el análisis sensorial se realizaron pruebas organolépticas a partir de 12 muestras, mas un testigo, con el

propósito de determinar el mejor tratamiento para continuar con la segunda fase de la parte experimental.

Entre los atributos que se analizaron se encuentran. Color, olor, sabor, textura y aceptabilidad; para lo cual se utilizó el formato existente en la tesis de Hernández M.(2001), aplicado en el INIAP.

Análisis Microbiológico

El análisis microbiológico de recuento total, se realizó con petrifilms en disoluciones de 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , para el mejor tratamiento determinado anteriormente, para tener una mejor relación con el tiempo de vida útil del mismo.

Análisis Vida Útil

En este análisis se partió del tiempo de duración del queso fresco a las dos temperaturas indicadas y con las características específicas en lo relacionado al empaque de los mismos.

Análisis de Costos

Se realizó el análisis de costos para el mejor tratamiento de elaboración de queso fresco a la mejor temperatura, según Caldas Marco (1995) para la Preparación y Evaluación de Proyectos – Manual Práctico.

METODOS DE ANALISIS

Análisis en la materia prima:

Grasa: por medio de Método Gerber

Acidez: por medio acidometro

PH: por medio de un pHmetro

Densidad: por medio de lactodensimetro

Pruebas de fermentación: por medio del tiempo de coagulación de la leche

Granulometria de la goma: por medio de tamices

Análisis durante el proceso:

Acidez del fermento: por medio de un acidometro

Dilucion de la goma: por medio del peso del sedimento.

Tiempo de coagulación: por medio del firmeza en la cuagulo

Tiempo de salado: por medio del cantidad de sal en la salmuera

Cantidad desuerado: por medio recoger el suero en el prensado

Análisis en el producto:

Firmeza: por medio de un penetrometro

Caracterizacion: por medio de un pie de rey

Organolepticas: por medio de pruebas de catacion.

Análisis del mejor tratamiento en almacenamiento.

microbiologico: por medio de petrifilm

Acidez: por medio de acidometro

PH: por medio de un pH metro

Caracterización: por medio de un pie de rey

organolepticas: por medio de catasiones

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Materia prima

Los resultados del análisis proximal de la leche utilizada en el desarrollo de la fase experimental sólidos totales del 11.2%, materia grasa 3.1% cenizas 0.70% humedad 85% , un pH de 6.5 % y una densidad de 1.030 gr/ml acidez 16°Dornic por lo que cumple con lo establecido dentro de Normas INEN # 12

Análisis del queso fresco con la utilización de las dos gomas**Análisis del queso fresco a partir de la goma guar a diferentes concentraciones, sin la utilización de fermento láctico.****A una concentración del 0.15%**

En el presente estudio existe un aumento en el rendimiento que es de 18.00%, en comparación con el testigo del producto final que fue de 15.00%.

A una concentración del 0.25%

Al analizar el producto y comparar con el testigo, se demuestra un mayor aumento en su rendimiento siendo de 18.06%.

A una concentración del 0.35%

En relación con esta concentración con el testigo, se determinó que existe un alto rendimiento el mismo que es de 18.88%.

Con los resultados reportados, se puede demostrar que a mayor concentración del uso de Gomas existe un mayor rendimiento, con respecto al testigo y al obtenido bibliográficamente, así como se detalla anteriormente.

Análisis del queso fresco elaborado a partir de goma guar, a diferentes concentraciones, con fermento láctico.**A una concentración del 0.15%**

En el presente estudio se analizó y existe un aumento en el rendimiento el cual es del 17.60, en comparación con el testigo del producto final.

A una concentración del 0.25%

Al analizar el producto y comparar con el testigo, se puede demostrar que este presenta un rendimiento que es de 17.54%.

A una concentración del 0.35%

Con relación a esta concentración con el testigo, se puede determinar que su rendimiento es de 17.90.

Se determina con los datos tomados que existe un aumento en el rendimiento del queso como producto final, pero es menor en relación aquel elaborado sin la utilización de fermento láctico.

Análisis del queso fresco elaborado a partir de goma carragenato, a diferentes concentraciones, con fermento láctico.**A una concentración del 0.15%**

En el presente estudio se observará que existe un aumento en el rendimiento que es de 16.54%, en comparación con el testigo del producto final.

A una concentración del 0.25%

Al analizar el producto y comparar con el testigo, se puede demostrar que este presenta un rendimiento del 17.55%, con relación al testigo.

A una concentración del 0.35%

Con relación a esta concentración con el testigo, se puede determinar que tiene un rendimiento del 17.72%, lo que indica que tiene un rendimiento alto en comparación a los dos anteriores.

Con los resultados adquiridos se puede llegar a determinar que con el tipo de esta goma el rendimiento es totalmente bajo, en cada una de las diferentes concentraciones aplicadas.

Análisis del queso fresco elaborado a partir de goma carragenato, a diferentes concentraciones, sin fermento láctico.

A una concentración del 0.15%

En el presente estudio se observará que existe un aumento en el rendimiento que es de 18.40%, en comparación con el testigo del producto final.

A una concentración del 0.25%

Al analizar el producto y comparar con el testigo, se puede demostrar que este presenta un dato más cercano con la goma guar notándose que se da un mayor rendimiento y es de 18.56%.

A una concentración del 0.35%

Con relación a esta concentración con el testigo, se puede determinar que tiene un rendimiento del 18.76%.

Es importante aclarar que con estos datos se puede ver que existe un mayor rendimiento en aquel queso que se encuentra con goma guar sin fermento y a una concentración de 0.35%, pero no tiene una aceptabilidad deseada, por lo que para el escogimiento del mejor tratamiento nos basaremos no en aquel que presenta un alto rendimiento, sino en aquel que presenta una mejor textura.

Análisis de la composición del queso fresco aplicado a diferentes tratamientos

Al analizar con respecto a los componentes del queso a diferentes tratamientos, al partir de la humedad presenta un promedio de 67.01%; y una desviación estándar de 2.39%. Al analizar la grasa existente presenta una media de 15.31% con una desviación estándar de 1.5%. Con relación a la ceniza tiene del 3.22% con una desviación estándar del 0.35%. Al analizar la proteína presenta un promedio del 14.10% y desviación estándar de 1.16%.

El análisis de proteína que se realizó con goma un valor de 25.1%, mientras que para el testigo es de 23.8%, con lo que concluye que si aparte de un mayor rendimiento y textura un alto porcentaje de proteína en base seca.

ANÁLISIS SENSORIAL

Para realizar el análisis sensorial, se partió de un grupo de panelistas aptos para la evaluación sensorial, y que presentaban gusto sobre el producto evaluado, y que se prestaban gustosos de colaborar en dicha degustación. Se procedió a la cuantificación de la evaluación sensorial con una escala hedónica de 5 puntos en donde se analizaron pruebas organolépticas como: Color, olor, sabor, textura y aceptabilidad.

Una vez recopilados los datos obtenidos durante la **PRIMERA PARTE DE LA FASE EXPERIMENTAL**, se puede determinar que para el escogimiento del mejor tratamiento, para trabajar en la segunda parte de la fase experimental, nos basamos en los resultados promedios y totales con relación a su rendimiento y textura del queso fresco elaborado.

Teniendo como resultado el tratamiento **a1b1c3**, con el cual se procedió a continuar con la segunda fase.

Análisis de los datos experimentales obtenidos durante el tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas y diferentes tipos de almacenamiento.

Almacenamiento del queso a la temperatura de 20°C (ambiente), fuera del empaque

Las muestras en resumen los cambios obtenidos en la composición química del queso, durante los 15 días de vida útil. Comenzando con un pH de 6.5 el mismo que fue disminuyendo hasta quince días después.

Con relación a la acidez, presentó una disminución entre el quinto y décimo día y aumentando en el quinceavo día con un valor de 1.8 ml de NaOH. Con estos datos reportados indicamos que este tratamiento duró no más de quince días tanto por lo expuesto así como su alta contaminación microbiana.

Almacenamiento del queso a la temperatura de 20°C (ambiente), dentro del empaque

Este presenta en los primeros días un pH de 6.45 y llegando al final con un pH de 5.10. Con relación a la acidez es de 1.25 ml de NaOH, observando que con el transcurso del tiempo esta va aumentando hasta llegar a 1.85 ml de NaOH a los quince días.

Almacenamiento del queso a la temperatura de 7°C (refrigeración), fuera del empaque

Se ha estimado la vida útil del producto en 30 días, tomando en cuenta cámara de refrigeración con temperatura relativamente estable cuyo valor oscila entre 7 °C. Sin embargo es necesario recalcar que en la presente investigación se utilizó cámara que es utilizada para el almacenamiento de distintos productos, lo cual influyó en la multiplicación y actividad metabólica y, por tanto incide sobre la conservación del alimento refrigerado.

Para este tratamiento, se comenzó con un pH de 6.50, y en el transcurso de los 30 días su pH disminuye hasta llegar a un pH de 6.25. Si se observa la acidez inicialmente es de 1.25 ml de NaOH y con el pasar del tiempo va disminuyendo hasta alcanzar una acidez de 0.30 ml de NaOH con lo que se indica que la formación del ácido láctico va disminuyendo. Esto ocurrió debido a que este tratamiento, se encontraba fuera del empaque y su superficie tendió a desecarse. La disminución del conteo de microorganismos fue notoria, ya que no pudo ser contada a partir de los 20 días.

Almacenamiento del queso a la temperatura de 7°C (refrigeración), con del empaque

Se indica que su pH inicial era de 6.45, el mismo que fue disminuyendo durante los 30 días de almacenamiento hasta llegar a un pH de 5.60. Con referencia a la acidez diremos que comenzó con 1.25 ml de NaOH disminuyendo paulatinamente hasta llegar a una acidez de 0.45 ml de NaOH a los quince días, y aumentando desde ahí hasta llegar a una acidez de 1.15 ml de NaOH a los 30 días.

Análisis de la prueba de aceptabilidad, del mejor tratamiento tomando como respuesta el Atributo COLOR

De acuerdo a los valores promedios de cada catador para cada tratamiento, se indican que el tratamiento que se encontraba antes de ser almacenado presenta un color claro, mientras que el que se encontraba a 7°C sin funda un color Normal al igual que aquel que estaba a 7°C con funda.

Análisis de la prueba de aceptabilidad, para el escogimiento del mejor tratamiento tomando como respuesta el Atributo OLOR

La determinación del olor, se realizó mediante una prueba de evaluación sensorial, con el propósito de recolectar los datos requeridos, para determinar que sé los tres tipos de queso presentan un valor igual para todos correspondiente a un olor ligeramente perceptible.

Análisis de la prueba de aceptabilidad, para el escogimiento del mejor tratamiento tomando como respuesta el Atributo SABOR

Con los valores obtenidos, con relación al sabor que presentan los quesos, durante la prueba sensorial se pudo detallar que el queso que se encontraba antes del almacenamiento presenta un sabor no característico, mientras que los dos que se encuentran a una temperatura de 7°C con y sin funda un sabor regular.

Análisis de la prueba de aceptabilidad, para el escogimiento del mejor tratamiento tomando como respuesta el Atributo TEXTURA

La determinación de la textura, es una de las pruebas más importantes que se consiguió por medio de la evaluación sensorial, ya que es una de las respuestas experimentales a estudiar. Dentro de los análisis se determinó que el que se encontraba antes del almacenamiento y el que se encontraba a 7°C sin funda tiene una textura normal, mientras que aquel que se encontraba a 7°C con funda tiene una textura lisa.

Análisis de la prueba de aceptabilidad, para el escogimiento del mejor tratamiento tomando como respuesta el Atributo ACEPTABILIDAD

Con los valores obtenidos, en lo que tiene que ver con la aceptabilidad, que presentan los quesos, durante la prueba sensorial se pudo determinar que aquel que se encontraba antes del almacenamiento tuvo una aceptabilidad desagradable poco, aquel que se encontraba a 7 °C sin funda una aceptabilidad de que ni gusta ni desagrada, y el de 7°C con funda gusta poco.

ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Para el análisis microbiológico, se partió del uso de Petrifilms para recuento total.

Según los resultados obtenidos, y que presenta el mejor tratamiento (a1b1c3) presenta un recuento total de microorganismos con un valor de 145.000 ufc/gr, dentro de una temperatura de 20 °C. Sin funda.

Los resultados obtenidos, y que presenta el mejor tratamiento (a1b1c3) presentan un recuento total de

microorganismos con un valor de 37.000 ufc/gr, dentro de una temperatura de 20 °C. Con funda.

En lo referente a temperatura de refrigeración (7°C) sin funda, se observó que su recuento total es menor al anterior con un valor de 0 ufc/gr debido a que se produjo una sequedad en la superficie del queso.

Lo que tiene que ver con el queso almacenado a temperatura de refrigeración (7°C) con funda, se observó que su recuento total es menor al anterior con un valor de 34500 ufc/gr debido a que se produjo una sequedad en la superficie del queso.

ANÁLISIS DE VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO TERMINADO

Al analizar la vida útil del producto terminando, se llegó a ver que aquel producto que se encontraba a temperatura ambiente (20°C), tanto empacado como sin empaque presenta una contaminación mucho mayor a la del producto que se encuentra a temperatura de refrigeración (7°C), lo que indica que el producto que está a temperatura de refrigeración presenta mayor tiempo de vida; el tiempo de duración del estudio fue de 30 días.

Además es necesario indicar que el tipo de envase que se escogió fue de una funda de polipropileno, debido a las diferentes características que esta presenta como es la impermeabilidad hacia los gases, humedad, así por presentar buenas propiedades mecánicas

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- En la realización de este trabajo se cumplieron los objetivos propuestos tanto el general como los específicos, y cuyas conclusiones se detallan a continuación.
- La utilización de las gomas guar y carragenato, como aumentador del rendimiento, aumenta notablemente el rendimiento del queso fresco empacados en fundas de polipropileno. Posiblemente debido a que este tipo de gomas va reaccionado con el transcurso del tiempo incrementando la capacidad del rendimiento.
- En esta investigación se estudio el efecto de las gomas guar y carragenato en el proceso de elaboración del queso fresco, llegando a concluir que el mejor tratamiento fue a partir de goma guar a un 0.35% de concentración y sin fermento láctico.
- El efecto de las dos gomas sobre el rendimiento fue muy significativo, debido a que al comparar con el testigo, se da un aumento del rendimiento en un 18.55%
- Al analizar el porcentaje de las dos gomas sobre la textura, se puede llegar a observar que su textura mejora, dando más dureza y firmeza al queso.
- Se elaboró el producto con y sin la utilización de fermento láctico, observándose que se obtuvo mejores resultados con aquel que se elaboró sin la utilización del fermento láctico.
- Para la determinación del mejor tratamiento, se realizó una evaluación sensorial en donde un panel de 10 catadores dio como resultado una preferencia por aquel tratamiento (a1b1c3), es decir aquel que estuvo echo sin la utilización del fermento láctico, con goma guar y a una concentración del 35%, y que según la escala hedónica utilizada existió significancia (en el rendimiento y textura del producto final, que fueron las más notables en comparación con el queso elaborado tradicionalmente.
- En lo referente a la vida útil del mejor tratamiento, podemos concluir que aquellos que se encontraban a una temperatura ambiente (20°C), tanto en embalaje como sin ello, tuvo una alta contaminación microbiana, razón por la cual su tiempo fue muy corto aproximadamente de 8 a 9 días el queso que se encontraba sin funda, y aquel que se encontraba con funda duró de 14 a 16 días; por el contrario no ocurrió para aquel que se encontraba a temperatura de refrigeración (7°C) empacado y sin empacado teniendo una duración para el primero de 35.85 días, y para el segundo de 3 días, este resultado se obtuvo debido a que existió una sequedad que recubrió a la corteza del queso.

- Con respecto al análisis microbiológico, se puede concluir que aquellos que se encontraban a una temperatura ambiente tuvo un mayor porcentaje de contaminación en comparación con aquellos que se encontraban a temperatura de refrigeración.

RECOMENDACIONES

- Luego de culminar el presente trabajo investigativo nos encontramos en capacidad de sugerir las siguientes recomendaciones.
- Se recomienda el uso de las gomas en el proceso de elaboración de queso fresco, ya que ayuda a tener un mejor rendimiento, y con baja cantidad de leche.
- Se recomienda incluir en la formulación del queso fresco la utilización de la goma guar a un determinado porcentaje, ya que ayuda a tener una mejor textura, firmeza así como a mejorar las características organolépticas del producto final.
- Es importante que el producto elaborado se encuentre almacenado en refrigeración, ya que a más de adquirir una mejor firmeza evita una alta contaminación microbiana.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALVARADO, J. 1996 "Principios de INGENIERIA Aplicados a los Alimentos" Ed. Radio Comunicaciones división de artes gráficas, ed. Primera, 1996.
2. ALMANZA, F. 1973 "Tecnología de Lácteos y Derivados" ED. UNISUR ed primera Santa Fe – Bogotá.
3. BURGOS G. "Lactología técnica". Ed Acribia, ed segunda Barcelona España pp 457-460.
4. DANISCO 1998 "Ingredientes Funcionales para la Alimentación" Informativo.
5. DIETER H , y GROSCH W. 1985. "Química de los Alimentos" Ed. Acribia S.A, ed Segunda Zaragoza – España
6. DUBACH J. 1990 "El ABC para las Queserías Rurales del Ecuador". Ed proyecto de quesería Quito.
7. FENNEMA Owen 1985 "Introducción a la ciencia de los alimentos" Editorial Reverte S. A. Barcelona España.
8. HISCOX – HOPKINS "Recetario Industrial" , tomo I , Ediciones G Gili, Mexico.
9. HERNÁNDEZ, M. 2001 Tesis
10. Instituto Ecuatoriano de Normalización. 1973. Quesos. Aditivos. Normas INEN N° 66 Quito, Ecuador 4 paginas.
11. Instituto Ecuatoriano de Normalización. 1973. Quesos: Clasificación y designación, Normas INEN # 62 Quito, Ecuador 4 paginas.
12. Instituto Ecuatoriano de Normalización. 1987. Quesos Fresco. Requisitos, Normas INEN #1 528 Quito, Ecuador 4 paginas.
13. Instituto Ecuatoriano de Normalización. 1973. Leche. Grasa. Normas INEN N° 12 Quito, Ecuador 12 paginas.
14. Instituto Ecuatoriano de Normalización. 1973. Leche. Determinación de sólidos totales y cenizas. Normas INEN N° 14 Quito, Ecuador 5 paginas.
15. Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1973, Quesos. Determinación de cantidad de grasa, Normas INEN N° 64 Quito, Ecuador 13 paginas.
16. Instituto Ecuatoriano de Normalización. 1973. Quesos. Determinación de contenido de humedad, Normas INEN N° 63 Quito, Ecuador 11 paginas.
17. Instituto Ecuatoriano de Normalización. 1973. Leche. Determinación de la Acidez titulable. Requisitos, Normas INEN N° 13 Quito, Ecuador 4 paginas.
18. MADRID, A. 1996 "Curso de Industrias lácteas". Ed AMV, ed Primera Zaragoza - España.
19. SALTOS, h. A., 1993, Diseño Experimental Aplicados a procesos Tecnológicos Ed. Pio XII. Ambato..
20. SPREER, E. 1975 "Lactología Industrial" Ed. Acribia ed segunda Zaragoza-España.
21. www.fda.gov, Nutrition Society..
22. [http:// www.consumer-revista.com/mar2001/alimentación](http://www.consumer-revista.com/mar2001/alimentación). Html
23. <http://www.clia.org.mx/cliadocs/2708recu.html>

DATOS DE LA PRIMERA FASE EXPERIMENTAL

Tratamiento	Peso después del prensado		Textura		Rendimiento		Peso suero en prensa	
	(gr.)		(gr.)		(%)		(gr.)	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
a1b1c1	458,57	469,34	615,00	630,00	17,79	18,21	99,23	98,16
a1b1c2	451,08	480,20	750,00	700,00	17,50	18,63	136,42	159,06
a1b1c3	489,37	484,12	705,00	800,00	18,98	18,78	199,89	207,14
a1b2c1	499,97	448,69	610,00	630,00	19,39	17,4	124,29	118,81
a1b2c2	492,12	464,59	710,00	700,00	19,09	18,02	132,14	139,67
a1b2c3	468,75	498,54	725,00	790,00	18,18	19,34	118,75	132,46
a2b1c1	451,31	456,37	565,00	725,00	17,51	17,70	116,19	117,89
a2b1c2	444,30	459,89	585,00	670,00	17,23	17,84	146,45	139,91
a2b1c3	468,23	454,69	803,00	820,00	18,16	17,84	174,67	194,61
a2b2c1	427,51	425,51	465,00	435,00	16,58	16,51	196,75	141,99
a2b2c2	447,53	457,28	470,00	325,00	17,36	17,74	183,47	166,92
a2b2c3	443,04	470,83	500,00	525,00	17,19	18,26	181,16	96,67

DONDE:

a1 sin fermento	b1 Goma guar	c1 0,15%
a2 con fermento	b2 Goma Carragenato	c2 0,25%
		c3 0,35%

DATOS DE LA SEGUNDA PARTE

Tratamiento		días						
		0	5	10	15	20	25	30
a1b1c3 con empaque a 7°C	Ph	6,45	6,25	6,25	6,15	6,05	5,80	5,60
	Acidez	1,25	1,35	0,65	0,45	0,55	1,05	1,15
	ufc/gr.	4000	5000	8500	12000	18500	21000	34500
	peso	433,87	432,64	429,15	427,05	421,25	405,44	382,68
a1b1c3 sin empaque a 7°C	Ph	6,50	6,50	6,50	6,40	6,40	6,25	6,25
	Acidez	1,25	1,15	0,95	0,75	0,55	0,40	0,30
	ufc/gr.	6000	8500	8500	3000	0	0	0
	peso	428,46	355,15	330,99	321,95	303,75	298,10	284,35
a1b1c3 con empaque a 20°C	Ph	6,45	5,50	5,25	5,10	-	-	-
	Acidez	1,25	1,30	1,40	1,85	-	-	-
	ufc/gr.	3500	15000	27500	37000	-	-	-
	peso	444,33	372,66	323,80	281,00	-	-	-
a1b1c3 sin empaque a 20°C	Ph	6,50	5,85	5,80	5,70	-	-	-
	Acidez	1,25	1,15	1,15	1,7	-	-	-
	ufc/gr.	3500	39000	70000	145000	-	-	-
	peso	438,60	384,99	327,65	313,75	-	-	-

Peso: (gr)

Acidez: ml. NaOH

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA PITAHAYA (*Cereus triangularis* Haw)

Claudia Ortiz O.*
Juan Ramos G.*
Juan de Dios Alvarado**

RESUMEN

El principal objetivo del presente trabajo es determinar varias características y/o propiedades de la pitahaya (*Cereus triangularis* Haw), proveniente del cantón Palora (Morona Santiago-Ecuador), cosechadas en tres grados de madurez (verde, pintón y maduro) y dos épocas de cosecha (Enero-Febrero y Marzo-Abril del 2002). Además de su caracterización física como fruta entera, se ha realizado un estudio de las propiedades físicas y químicas de su pulpa y jugo.

Dentro de la categorización física y química de la pitahaya se ha tomado como variables de estudio el tamaño, forma, volumen, peso, porcentaje de cáscara, porcentaje de semilla, porcentaje de parte comestible (pulpa), densidad, gravedad específica, tensión superficial, índice de refracción, coeficiente volumétrico de expansión térmica, calor específico, difusividad térmica, conductividad térmica, viscosidad, energía de activación, acidez, pH, sólido solubles, humedad, sólidos totales y sólidos en suspensión.

Al no existir mucha información sobre las propiedades físicas y químicas de la pitahaya, salvo algunos datos presentados en folletos emitidos por el Departamento de Desarrollo Comunitario del cantón Palora (2002) y la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (1986), el presente trabajo llena en una buena medida la falta de datos técnicos de ésta fruta.

INTRODUCCION

La pitahaya, fruta exótica de la familia del cactus, tiene un largo linaje en el hemisferio occidental. Su historia se remonta al siglo trece como una fruta muy reconocida en la cultura Azteca. Posee un sabor delicadamente dulce, tiene forma oblonga-ovalada, color amarillo intenso, con pupos en su contorno. Su pulpa es consistente y espumosa, con pequeñas y suaves pepas comestibles.

La amazonía del Ecuador es uno de los ecosistemas más ricos en biodiversidad, es así que contiene una riqueza en flora que es única en el mundo, y por ende posee una gran cantidad de frutas exóticas, entre ellas se halla la pitahaya (*Cereus triangularis* Haw).

La pitahaya es una planta que se encuentra en estado semi-silvestre en la amazonía del Ecuador. Es un cactus suculento, rústico originario de América Tropical, encontrándose también en Colombia, Brasil, Uruguay, Costa Rica, Venezuela, Curazao, Panamá, Vietnam y otros. Debido a su delicadeza y exquisitez, la pitahaya es muy apetecida en los mercados nacionales y extranjeros.

El cultivo de pitahaya es nuevo en Ecuador, hace unos cinco a seis años se identificó una variedad de esta fruta en el Oriente ecuatoriano, en el sector del cantón Palora de la provincia de Morona Santiago, la misma que pertenece a la variedad amarilla (*Cereus triangularis* Haw), especie que produce deliciosos frutos y tiene más acogida por su sabor, resistencia al transporte y almacenamiento con relación a la roja (*Cereus ocamponis*), por lo tanto será la variedad amarilla con la que se trabajará en este estudio.

* Egresado de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

** Docente de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

MATERIALES Y MÉTODOS**Materiales****Materia Prima**

Se utiliza pitahayas que pertenecen al género *Cereus triangularis* Haw, de la variedad amarilla, provenientes del cantón Palora, provincia de Morona Santiago. Los frutos utilizados para realizar todas las determinaciones de las propiedades físicas y químicas comprenden tres grados de madurez: verde (fruto con la cáscara 75 [%] verde), pintón (fruto con cáscara que tiene aproximadamente un 50 [%] de zonas amarillas) y maduro (fruto con la cáscara totalmente amarilla). Las muestras se toma durante 4 meses a partir de Enero del 2002.

Material de vidrio

Vasos de precipitación de 250, 1000 y 2000 [ml] pyrex, buretas de 25/50 [ml] graduadas, probetas de 100 [ml], pipetas graduadas de 10 [ml], erlenmeyers de 250 [ml] pyrex, tubos de ensayo fotocolorímetros, termómetros graduados (0-250 [°C]), agitadores de vidrio, estalagnómetro de Traube, hidrómetros marca CMS precisión 0.001, picnómetros de 25 y 50 [ml], viscosímetro de Ostwald.

Varios

Cuchillos, cronómetro, espátula, gradilla, pinza para bureta, porta embudos, soporte universal, tubos para centrifuga, lienzo, cápsulas de porcelana, tamices, pie de rey Craftsman, termopar.

Equipos

pH-metro marca Fisher, balanza analítica Owlabor precisión 0.1 [g], balanza electrónica marca Mettler, balanza Cobos Precision modelo Monogranatario, baño termostático marca Julabo EM, calorímetro, centrifuga marca Hermal, licuadora marca Osterizer, registrador de temperaturas Thermistor thermometer with 0.01 [°C], estufa marca Fisher, viscosímetro Rheotest -2-.

Reactivos

Agua destilada, hidróxido de sodio 0.1 N, acetona, mezcla sulfocrómica, benceno, silicona.

Métodos de análisis**Método para preparación de la muestra****Extracción de la pulpa**

Se seleccionan las frutas sanas y de tamaño uniforme, las mismas que deben estar limpias y secas, de las que se retira la cáscara, una vez realizado este paso procedemos a tamizar, para retirar las semillas.

Extracción del jugo

Se utiliza un lienzo, a través del cual pasa el jugo y se retiene los sólidos gruesos.

Método para determinar tamaño

Se mide los diámetros mayor y menor utilizando un pie de rey Craftsman.

Método para determinar la forma

Tomando como referencia figuras geométricas, se evalúa ópticamente la forma de las frutas.

Método para determinar volumen

Se sumerge la fruta en un vaso de 2000 [ml] calibrado con benceno (para fruta verde) y con agua (para fruto pintón y maduro), y se observa la diferencia de altura que alcanza el líquido; por diferencia de alturas se determina el volumen desalojado.

Método para determinar peso

Se utiliza una balanza con precisión de 0.1 [g].

Método para determinar el porcentaje de cáscara, pulpa y semillas

Mediante diferencia de peso utilizando una balanza con precisión de 0.1 [g].

Método para determinar densidad

Para fruto entero la densidad se determina mediante la relación de masa y volumen. Para pulpa y jugo según la Norma INEN 391.

Método para determinar gravedad específica

Para fruto entero se utiliza una balanza Cobos, con la que se registra el peso en el aire y el peso sumergido en benceno (fruta verde) y en agua (fruto pintón y maduro). En el caso de jugo, se coloca 250 [ml] de la muestra en una probeta, en la que se introduce un hidrómetro.

Método para determinar tensión superficial

Mediante el peso de la gota con el estalagnómetro de Traube, y según las especificaciones indicadas por Anda (1975).

Método para determinar índice de refracción

Según Norma INEN 380.

Método para determinar coeficiente volumétrico de expansión térmica

A partir de la densidad.

Método para determinar calor específico

Según el método de mezclas indicado por Muzilla (1990).

Método para determinar difusividad térmica

Por transferencia de calor en estado variable, utilizando un termopar y un registrador de temperaturas, según el método indicado por Charm (1963).

Método para determinar conductividad térmica

A partir de la difusividad, densidad y calor específico.

Método para determinar viscosidad

Se utiliza un viscosímetro tipo Ostwald y agua destilada como referencia para el jugo, y para pulpa mediante el empleo del reómetro Rheotest -2-.

Método para determinar energía de activación

A partir de la viscosidad.

Método para determinar acidez titulable

Según norma INEN 381.

Método para determinar pH

Mediante el uso de un potenciómetro marca Fisher.

Método para determinar humedad y sólidos totales

Según Norma INEN 382

Método para determinar sólidos solubles

Según la Norma INEN 380.

Método para determinar sólidos en suspensión

Según Norma INEN 388.

Métodos de cálculo

Método para determinar densidad

$$\delta = \frac{(m_3 - m_1)}{(m_2 - m_1)}$$

Siendo:

$$\delta = \text{densidad relativa.}$$

$$m_1 = \text{masa del picnómetro vacío [g].}$$

$$m_2 = \text{masa del picnómetro con agua [g].}$$

m_3 = masa del picnómetro con la muestra [g].

Método para determinar gravedad específica

GE = $w / (w - w_a)$

Siendo:

GE = gravedad específica.

w = peso de la fruta en el aire [g].

w_a = peso de la fruta en el líquido [g].

Método para determinar tensión superficial

δ_2 = $\delta_1 (n_1 * \delta_2 / n_2 * \delta_1)$

Donde :

δ_1 = tensión superficial del agua a temperatura ambiente promedio [N/m].

δ_2 = tensión superficial del jugo a temperatura ambiente promedio [N/m].

n_1 = número de gotas de agua.

n_2 = número de gotas de jugo.

δ_1 = densidad del agua a temperatura ambiente promedio [kg/m^3].

δ_2 = densidad del jugo a temperatura ambiente promedio [kg/m^3].

Método para determinar coeficiente volumétrico de expansión térmica

$(1/D_T)$ = $(1/D_o) + (\beta/D_o)T$

Un gráfico de T contra $(1/D_T)$ será una línea recta con una pendiente (β/D_o) ; como el valor de D_o puede ser establecido del punto de corte en ordenadas, el coeficiente volumétrico de expansión térmica puede ser determinado por su pendiente.

Método para determinar calor específico

Para la determinación de la capacidad calorífica del calorímetro

H'_k = $C_{pw} W_w (T_e - T_{ow} - ((dT)/(dt))t_e) / (T_{ok} - T_e + ((dT)/(dt))t_e)$

Donde:

H'_k = Capacidad calorífica del calorímetro.

C_{pw} = Calor específico del agua a una temperatura intermedia.

W_w = Masa del agua.

T_e = Temperatura cuando el agua alcanza la temperatura de equilibrio con el calorímetro.

t_e = Tiempo cuando el agua alcanza la temperatura de equilibrio con el calorímetro.

T_{ow} = Temperatura inicial del agua.

$((DT)/(dt))$ = Valor de la pendiente del gráfico de historia de temperaturas del agua en el calorímetro.

Para la determinación del calor específico de la muestra

T_R = $(T_{2w} - T_{fw}) t_1 / (t_2 - t_1)$

B = $C_{pw} W_w + H_k$

C_{pc} = $B(T_{fw} - T_{ow} - T_R) / W_c (T_{oc} - T_{fw} + T_R)$

Donde:

T_R = Temperatura de corrección para el calor ganado o perdido durante el período experimental.

T_{2w} = Temperatura de la muestra cuando el período de transferencia de calor es constante (posición dos).

T_{fw} = Temperatura final la muestra cuando el período de transferencia de calor es constante.

t_1 = Tiempo en la posición uno.

t_2 = Tiempo en la posición dos.

C_{pw} = Calor específico del agua a una temperatura intermedia.

W_w = Masa del agua.

H'_k = Capacidad calorífica del calorímetro.

C_{pc} = Calor específico de la muestra.

- W_c = Masa de la muestra.
 T_{ow} = Temperatura inicial del agua.
 T_{oc} = Temperatura inicial de la muestra.

Método para determinar difusividad térmica

Según Charm (1981), para el cálculo de la difusividad en frutas esféricas se utiliza la ecuación:

$$= 0,233 * R^2 / f$$

Según Charm (1981), para cilindros de geometría infinita y alto coeficiente superficial de transferencia de calor:

$$= 0,398 * R^2 / f$$

Siendo:

= difusividad térmica [m^2/s].

R = radio [m].

f = tiempo para que la recta atravesase un ciclo logarítmico [s].

Método para determinar conductividad térmica

$$k = \alpha * \delta * C_p$$

Siendo:

k = conductividad térmica [W/m.K].

α = difusividad térmica [m^2/s].

δ = densidad [kg/m^3].

C_p = calor específico [cal/g.°C].

Método para determinar viscosidad

$$\mu = k*(DF)t$$

Donde:

μ = viscosidad del jugo.

k^* = constante del viscosímetro, que se determina mediante una prueba con un fluido (agua) de viscosidad y densidad conocida.

(DF) = densidad del jugo a la temperatura del experimento [kg/m^3].

t = tiempo de flujo [s].

Método para determinar energía de activación

$$\ln \mu = \ln \mu_0 + ((EA)/(RG)(TA))$$

Donde:

EA = energía de activación.

RG = constante de los gases.

TA = temperatura absoluta.

μ_0 = constante.

Método para determinar acidez titulable

$$A = (V_1 * N_1 * M) / V_2$$

Siendo:

A = gramos de ácido en 100cc de producto.

V_1 = [cm^3] de NaOH usados para la titulación de la alícuota.

N_1 = normalidad de la solución de NaOH.

M = peso molecular del ácido cítrico.

V_2 = volumen de la alícuota.

Método para determinar sólidos totales y humedad

Sólidos totales

$$E = 100 ((m_2 - m) / (m_1 - m))$$

Siendo:

E = materia seca [%].

m = masa de la cápsula con el papel filtro [g].

m_1 = masa de la cápsula con el papel filtro y la muestra, antes del secado [g].

m_2 = masa de la cápsula con el papel filtro y la muestra, después del secado [g].

Humedad

$$H = (100 - E)$$

Siendo:

$$H = \text{humedad [\%].}$$

$$E = \text{materia seca [\%].}$$

Método para determinar sólidos en suspensión

$$S = (2 * V)$$

Siendo:

$$S = \text{contenido de sólidos en suspensión [\% de volumen].}$$

$$V = \text{volumen de la capa sedimentada [cm}^3\text{].}$$

DISCUSIÓN

Tamaño

Según el análisis de varianza de los datos de diámetro mayor de la pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores de ésta propiedad entre replicaciones, grados de madurez y épocas de cosecha.

Según el análisis de varianza de los datos de diámetro menor de la pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores de diámetro menor entre replicaciones, no así debidas a los grados de madurez y épocas de cosecha.

Al comparar los diámetros mayor y menor de la pitahaya cosechada en el cantón Palora; con los producidos en Colombia (Según la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia 1986), se observa que dichos diámetros son mayores, por lo que se concluye que la pitahaya ecuatoriana presenta mejores características en términos de tamaño.

Forma

Se aprecia visualmente que la pitahaya presenta una forma ovoidal-esférica, ésta forma se observa en sus tres grados de madurez y en las dos épocas de cosecha. Esta apreciación concuerda con lo reportado por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (1986) y el Departamento de Desarrollo Comunitario del cantón Palora (2002).

Volumen

Según el análisis de varianza de los datos de volumen de la pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores del volumen entre replicaciones, grados de madurez y épocas de cosecha.

Peso

Según el análisis de varianza de los datos del peso de la pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores del peso entre replicaciones y épocas de cosecha, no así debidas a los grados de madurez.

Mediante las pruebas estadísticas de Tukey con relación a los grados de madurez, se observa que no existe diferencias entre las medias de los valores del peso, esto debido al nivel de significancia con el que se trabajó (0.05); por lo tanto el peso no puede ser utilizado como indicativo para determinar el grado de maduración de la pitahaya.

Porcentaje de cáscara

Según el análisis de varianza de los datos del porcentaje de cáscara de la pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores del porcentaje de cáscara entre replicaciones, no así debidas a los grados de madurez y épocas de cosecha.

Mediante las pruebas estadísticas de Tukey con relación a los grados de madurez, se observa que existe diferencias entre las medias de los valores del porcentaje de cáscara; por lo tanto el porcentaje de cáscara sí puede ser utilizado como indicativo para determinar el grado de maduración de la pitahaya.

Porcentaje de semilla

Según el análisis de varianza de los datos del porcentaje de semilla de la pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores del porcentaje de semilla entre replicaciones y épocas de cosecha, no así debidas a los grados de madurez.

Mediante las pruebas estadísticas de Tukey con relación a los grados de madurez, se observa que existe diferencias entre las medias de los valores del porcentaje de semilla entre el fruto maduro con relación al verde y pintón; no así entre los grados de madurez verde y pintón; por lo tanto el porcentaje de cáscara no puede ser utilizado como indicativo para determinar el grado de maduración de la pitahaya.

Porcentaje de pulpa

Según el análisis de varianza de los datos del porcentaje de pulpa de pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores del porcentaje de pulpa entre replicaciones, no así debidas a los grados de madurez y épocas de cosecha.

Mediante las pruebas estadísticas de Tukey con relación a los grados de madurez, se observa que existe diferencias entre las medias de los valores del porcentaje de pulpa entre el grado de madurez verde con relación al pintón y maduro; no así entre los grados de madurez pintón y maduro; por lo tanto el porcentaje de pulpa no puede ser utilizado como indicativo para determinar el grado de maduración de la pitahaya.

Densidad en fruta entera

Según el análisis de varianza de los datos de la densidad en fruta entera de la pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores de densidad entre replicaciones y épocas de cosecha, no así debidas a los grados de madurez.

Mediante las pruebas estadísticas de Tukey con relación a los grados de madurez, se observa que existe diferencias entre las medias de los valores de la densidad en fruta entera entre el fruto verde con relación al pintón y maduro; no así entre los grados de madurez pintón y maduro; por lo tanto la densidad en fruta entera no puede ser utilizada como indicativo para determinar el grado de maduración de la pitahaya.

Densidad en pulpa

Según el análisis de varianza de los datos de la densidad en pulpa de pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores de la densidad entre replicaciones y épocas de cosecha, no así debidas al grado de madurez.

Mediante las pruebas estadísticas de Tukey con relación a los grados de madurez, se observa que existe diferencias entre las medias de los valores de la densidad en pulpa; por lo tanto la densidad en pulpa sí puede ser utilizada como indicativo para determinar el grado de maduración de la pitahaya.

Densidad en jugo

Según el análisis de varianza de los datos de la densidad en jugo de pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores de la densidad entre replicaciones, no así debidas a los grados de madurez y épocas de cosecha.

Mediante las pruebas estadísticas de Tukey con relación a los grados de madurez, se observa que existe diferencias entre las medias de los valores de la densidad en jugo; por lo tanto la densidad en jugo sí puede ser utilizada como indicativo para determinar el grado de maduración de la pitahaya.

Gravedad específica en fruta entera

Según el análisis de varianza de los datos de la gravedad específica en fruta entera de la pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores de la gravedad específica en fruta entera entre replicaciones y épocas de cosecha; no así debidas a los grados de madurez.

Gravedad específica en jugo

Según el análisis de varianza de los datos de la gravedad específica en jugo de pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores de la gravedad específica entre replicaciones; no así debidas a los grados de madurez y épocas de cosecha.

Tensión superficial en jugo

Según el análisis de varianza de los datos de tensión superficial en jugo de pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores de la tensión superficial entre replicaciones y épocas de cosecha; no así debidas a los grados de madurez.

Mediante las pruebas estadísticas de Tukey con relación a los grados de madurez, se observa que existe diferencias entre las medias de los valores de la tensión superficial en jugo entre el grado de madurez verde con relación al pintón y maduro; no así entre los grados de madurez pintón y maduro; por lo tanto la tensión superficial en jugo no puede ser utilizada como indicativo para determinar el grado de maduración de la pitahaya.

Índice de refracción en pulpa

Según el análisis de varianza de los datos del índice de refracción en pulpa de pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores del índice de refracción entre replicaciones y épocas de cosecha; no así debidas a los grados de madurez.

Índice de refracción en jugo

Según el análisis de varianza de los datos del índice de refracción en jugo de pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores del índice de refracción entre épocas de cosecha; no así debidas a las replicaciones y los grados de madurez.

Coefficiente volumétrico de expansión térmica en pulpa

Según el análisis de varianza de los datos del coeficiente volumétrico de expansión térmica en pulpa de pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores del coeficiente volumétrico de expansión térmica entre replicaciones; no así debidas a los grados de madurez y épocas de cosecha.

Coefficiente volumétrico de expansión térmica en jugo

Según el análisis de varianza de los datos del coeficiente volumétrico de expansión térmica en jugo de pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores del coeficiente volumétrico de expansión térmica entre replicaciones y épocas de cosecha; no así debidas a los grados de madurez.

Calor específico en pulpa

Según el análisis de varianza de los datos del calor específico en pulpa de pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores del calor específico entre replicaciones, no así debidas a los grados de madurez y épocas de cosecha.

Mediante las pruebas estadísticas de Tukey con relación a los grados de madurez, se observa que no existe diferencias entre las medias de los valores del calor específico en pulpa, esto debido al nivel de significancia con el que se trabajó (0.05); por lo tanto el calor específico en pulpa no puede ser utilizado como indicativo para determinar el grado de maduración de la pitahaya.

Calor específico en jugo

Según el análisis de varianza de los datos del calor específico en jugo de pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores del calor específico entre replicaciones y épocas de cosecha, no así debidas a los grados de madurez.

Mediante las pruebas estadísticas de Tukey con relación a los grados de madurez, se observa que existe diferencias entre las medias de los valores del calor específico en jugo entre el grado de madurez verde y maduro; no así entre los grados de madurez verde-pintón y pintón-maduro; por lo tanto el calor específico en jugo no puede ser utilizado como indicativo para determinar el grado de maduración de la pitahaya.

Difusividad térmica en fruta entera

Según el análisis de varianza de los datos de difusividad térmica en fruta entera de la pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores de difusividad térmica entre replicaciones, no así debidas a los grados de madurez y épocas de cosecha.

Mediante las pruebas estadísticas de Tukey con relación a los grados de madurez, se observa que existe

diferencias entre las medias de los valores de la difusividad térmica en fruta entera entre el grado de madurez verde y maduro; no así entre los grados de madurez verde-pintón y pintón-maduro; por lo tanto la difusividad térmica en fruta entera no puede ser utilizada como indicativo para determinar el grado de maduración de la pitahaya.

Difusividad térmica en pulpa

Según el análisis de varianza de los datos de difusividad térmica en pulpa de pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores de difusividad térmica entre replicaciones, no así debidas a los grados de madurez y épocas de cosecha.

Mediante las pruebas estadísticas de Tukey con relación a los grados de madurez, se observa que no existe diferencias entre las medias de los valores de la difusividad térmica en pulpa, esto debido al nivel de significancia con el que se trabajó (0.05); por lo tanto la difusividad térmica en pulpa no puede ser utilizada como indicativo para determinar el grado de maduración de la pitahaya.

Conductividad térmica en fruta entera

Según el análisis de varianza de los datos de conductividad térmica en fruta entera de la pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores de conductividad térmica entre replicaciones, no así debidas a los grados de madurez y épocas de cosecha.

Mediante las pruebas estadísticas de Tukey con relación a los grados de madurez, se observa que no existe diferencias entre las medias de los valores de la conductividad térmica en fruta entera, esto debido al nivel de significancia con el que se trabajó (0.05); por lo tanto la conductividad térmica en fruta entera no puede ser utilizada como indicativo para determinar el grado de maduración de la pitahaya.

Conductividad térmica en pulpa

Según el análisis de varianza de los datos de conductividad térmica en pulpa de pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores de conductividad térmica entre replicaciones, no así debidas al grado de madurez y épocas de cosecha.

Mediante las pruebas estadísticas de Tukey con relación a los grados de madurez, se observa que no existe diferencias entre las medias de los valores de la conductividad térmica en pulpa, esto debido al nivel de significancia con el que se trabajó (0.05); por lo tanto la conductividad térmica en pulpa no puede ser utilizada como indicativo para determinar el grado de maduración de la pitahaya.

Viscosidad ficticia o aparente en pulpa

Los valores de la viscosidad ficticia o aparente en pulpa de pitahaya disminuyen conforme la velocidad de cizallamiento (δ) aumenta, también éstos valores disminuyen cuando el grado de madurez aumenta, además se visualiza claramente que los valores de la cosecha 1 son menores que los valores de la cosecha 2.

Parámetros reológicos en pulpa

Según el análisis de varianza de los datos del índice de comportamiento de flujo ascendente en pulpa de pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores del índice de comportamiento de flujo ascendente entre replicaciones, no así debidas a los grados de madurez y épocas de cosecha.

Según el análisis de varianza de los datos del índice de comportamiento de flujo descendente en pulpa de pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores del índice de comportamiento de flujo descendente entre replicaciones y grados de madurez; no así debidas a las épocas de cosecha.

Según el análisis de varianza de los datos del índice de consistencia ascendente y descendente en pulpa de pitahaya, se establece que no existe diferencias de significado estadístico en los valores del índice de consistencia ascendente y descendente entre replicaciones, no así debidas a los grados de madurez y épocas de cosecha.

Mediante las pruebas estadísticas de Tukey con relación a los grados de madurez, se observa que existe diferencias entre las medias de los valores del índice de consistencia ascendente y descendente en pulpa entre el grado de madurez verde con relación al pintón y maduro; no así entre los grados de madurez pintón

y maduro; por lo tanto el índice de consistencia ascendente y descendente en pulpa no puede ser utilizado como indicativo para determinar el grado de maduración de la pitahaya.

Viscosidad en jugo

Según el análisis de varianza de los datos de la viscosidad en jugo de pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores de viscosidad entre replicaciones, no así debidas a los grados de madurez y épocas de cosecha.

Mediante las pruebas estadísticas de Tukey con relación a los grados de madurez, se observa que existe diferencias entre las medias de los valores de la viscosidad en jugo entre el grado de madurez verde con relación al pintón y maduro; no así entre los grados de madurez pintón y maduro; por lo tanto la viscosidad en jugo no puede ser utilizada como indicativo para determinar el grado de maduración de la pitahaya.

Energía de activación en jugo

Según el análisis de varianza de los datos de la energía de activación en jugo de pitahaya, se establece que sí hay diferencias de significado estadístico en los valores de energía de activación entre replicaciones y épocas de cosecha; no así debidas a los grados de madurez.

Mediante las pruebas estadísticas de Tukey con relación a los grados de madurez, se observa que existe diferencias entre las medias de los valores de la energía de activación en jugo entre el grado de madurez verde con relación al pintón y maduro; no así entre los grados de madurez pintón y maduro; por lo tanto la energía de activación en jugo no puede ser utilizada como indicativo para determinar el grado de maduración de la pitahaya.

Acidez en pulpa

Según el análisis de varianza de los datos de acidez en pulpa de pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores de acidez entre replicaciones, no así debidas a los grados de madurez y épocas de cosecha.

Mediante las pruebas estadísticas de Tukey con relación a los grados de madurez, se observa que existe diferencias entre las medias de los valores de acidez en pulpa; por lo tanto la acidez en pulpa sí puede ser utilizada como indicativo para determinar el grado de maduración de la pitahaya.

Acidez en jugo

Según el análisis de varianza de los datos de acidez en jugo de pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores de acidez entre replicaciones, no así debidas a los grados de madurez y épocas de cosecha.

Mediante las pruebas estadísticas de Tukey con relación a los grados de madurez, se observa que existe diferencias entre las medias de los valores de acidez en jugo; por lo tanto la acidez en jugo sí puede ser utilizada como indicativo para determinar el grado de maduración de la pitahaya.

Ph EN PULPA

En el Anexo B, Tabla 32 se presenta el análisis de varianza de los datos del pH en pulpa de pitahaya, según ésta tabla se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores del pH entre replicaciones y épocas de cosecha; no así debidas a los grados de madurez.

Mediante las pruebas estadísticas de Tukey con relación a los grados de madurez, se observa que existe diferencias entre las medias de los valores del pH en pulpa entre el grado de madurez maduro con relación al verde y pintón; no así entre los grados de madurez verde y pintón; por lo tanto el pH en pulpa no puede ser utilizado como indicativo para determinar el grado de maduración de la pitahaya.

Ph en jugo

Según el análisis de varianza de los datos del pH en jugo de pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores del pH entre replicaciones y épocas de cosecha; no así debidas a los grados de madurez.

Mediante las pruebas estadísticas de Tukey con relación a los grados de madurez, se observa que existe diferencias entre las medias de los valores del pH en pulpa entre el grado de madurez maduro con relación al

verde y pintón; no así entre los grados de madurez verde y pintón; por lo tanto el pH en jugo no puede ser utilizado como indicativo para determinar el grado de maduración de la pitahaya.

Sólidos solubles en pulpa

Según el análisis de varianza de los datos de sólidos solubles en pulpa de pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores de sólidos solubles entre replicaciones, no así debidas a los grados de madurez y épocas de cosecha.

Mediante las pruebas estadísticas de Tukey con relación a los grados de madurez, se observa que existe diferencias entre las medias de los valores de los sólidos solubles en pulpa; por lo tanto los sólidos solubles en pulpa sí pueden ser utilizados como indicativo para determinar el grado de maduración de la pitahaya.

Sólidos solubles en jugo

Según el análisis de varianza de los datos de sólidos solubles en jugo de pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores de sólidos solubles entre replicaciones, no así debidas a los grados de madurez y épocas de cosecha.

Mediante las pruebas estadísticas de Tukey con relación a los grados de madurez, se observa que existe diferencias entre las medias de los valores de los sólidos solubles en jugo; por lo tanto los sólidos solubles en jugo sí pueden ser utilizados como indicativo para determinar el grado de maduración de la pitahaya.

Humedad en pulpa

Según el análisis de varianza de los datos de humedad en pulpa de pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores de humedad entre replicaciones, no así debidas a los grados de madurez y épocas de cosecha.

Mediante las pruebas estadísticas de Tukey con relación a los grados de madurez, se observa que no existe diferencias entre las medias de los valores de humedad en pulpa, esto debido al nivel de significancia con el que se trabajó (0.05); por lo tanto la humedad en pulpa no puede ser utilizada como indicativo para determinar el grado de maduración de la pitahaya.

Sólidos totales en pulpa

Según el análisis de varianza de los datos de los sólidos totales en pulpa de pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores de los sólidos totales entre replicaciones, no así debidas a los grados de madurez y épocas de cosecha.

Mediante las pruebas estadísticas de Tukey con relación a los grados de madurez, se observa que no existe diferencias entre las medias de los valores de los sólidos totales en pulpa, esto debido al nivel de significancia con el que se trabajó (0.05); por lo tanto los sólidos totales en pulpa no pueden ser utilizados como indicativo para determinar el grado de maduración de la pitahaya.

Sólidos en suspensión en jugo

Según el análisis de varianza de los datos de los sólidos en suspensión en jugo de pitahaya, se establece que no hay diferencias de significado estadístico en los valores de los sólidos en suspensión entre replicaciones, no así debidas a los grados de madurez y épocas de cosecha.

Mediante las pruebas estadísticas de Tukey con relación a los grados de madurez, se observa que existe diferencias entre las medias de los valores de los sólidos en suspensión en jugo; por lo tanto los sólidos en suspensión en jugo sí pueden ser utilizados como indicativo para determinar el grado de maduración de la pitahaya.

CONCLUSIONES

- Se determinaron las propiedades físicas y químicas de la pitahaya (*Cereus triangularis* Haw), provenientes del cantón Palora; en tres grados de madurez (verde, pintón y maduro) y en dos épocas de cosecha (Enero-Febrero y Marzo-Abril del 2002), con el objetivo de caracterizar física y químicamente a ésta fruta, la mayoría de los valores de estas propiedades se encuentran dentro del intervalo establecido para las frutas ecuatorianas presentados en el libro "Principios de Ingeniería Aplicados a Alimentos" del Ingeniero Juan de Dios Alvarado; pero cabe destacar que ciertas propiedades difieren notoriamente,

como es el caso de los sólidos solubles [°Brix]; debido a la constitución misma de la fruta que le proporciona una característica especial a la pitahaya.

- Las características mas importantes determinadas en la pitahaya fueron el tamaño y el peso, las mismas que presentaron valores más altos en relación a la pitahaya producida en Colombia, según lo reportado en el documento "El Cultivo de la Pitaya" de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (1986)¹⁴. Aspecto que la hace aún más apetitosa para su exportación como fruta entera, además dentro de las propiedades químicas su alto porcentaje de sólidos solubles [°Brix] y su especial comportamiento reológico indica su alto potencial para su procesamiento como pulpa o jugo.
- Al realizar un análisis estadístico de todas las propiedades determinadas en el presente trabajo, se puede apreciar que en muchas de las propiedades físicas y químicas, tanto en fruta entera, pulpa y jugo; y en los tres grados de madurez (verde, pintón y maduro), la época de cosecha no afecta significativamente a éstas propiedades; por lo tanto se podría aplicar la misma tecnología de procesamiento en cualquier época de cosecha.
- Mediante el programa estadístico MSTATC, se puede observar que los grados de madurez sí afectan a las propiedades físicas y químicas. En la mayoría de sus propiedades el estado verde incide de forma diferente que el estado pintón y maduro; y entre los grados de madurez pintón y maduro no se observa mucha diferencia significativa; por lo que se deduce que éstos últimos grados de madurez son óptimos para el consumo en forma directa y para su procesamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Alvarado, J de D. 1996. Principios de Ingeniería aplicados a Alimentos. Quito, Ecuador. Radio Comunicaciones, División de Artes Gráficas. 524 p.
2. Alvarado, J de D. 1997. Determinación de las propiedades físicas de 30 frutas ecuatorianas. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ambato, Ecuador. Cuaderno Técnico.
3. Choi, Y. and Okos, M. R. 1986. Effects of temperature and composition on the thermal properties of foods. In: "Food Engineering and Process Applications". Le Maguer, M. and Jelen, P. (Eds.). V.I. London, England. Elsevier Applied Science Publishers. p: 93-101.
4. Departamento de ayuda Comunitaria del Cantón Palora. 2002. Informe anual.
5. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 1986. El Cultivo de la Pitaya. Colombia. 16p.
6. López, T. 1996. Determinación de la Viscosidad en Jugos de Frutas ecuatorianas. Tesis de grado Tesis de grado de Ingeniería de Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.
7. Maron, S. H. y Prutton, C. F. 1968. "Fundamentos de Fisicoquímica". México, CRAT. Editorial Limusa Wiley. p: 813-847.
8. Muller, H. G. 1973. Introducción a la Reología de los Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. p: 63-93.
9. Normas INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Quito-Ecuador. Casilla 3999.
10. Proyecto Nandina, 2000. "Pitahaya / Organ Pipe / Strawberry Pear". Ecuador. 29p.
11. Saltos, H. 1993. Diseño Experimental. Ambato, Ecuador. Ed Pio X. p: 6-21.
12. Secretaría de Desarrollo Industrial y Comercial, 1999. Pitaya de Oaxaca. Boletín CCI: SIM. Perfil de Producto N° 5. México. 23p.

“EFECTO DEL ANTIOXIDANTE TBHQ (THER BUTIL HIDROXI QUINONA) EN LA OXIDACIÓN DEL ACEITE DE SOYA DURANTE EL CALENTAMIENTO A TEMPERATURA CONSTANTE”

Patricia Carranza V.*
Marco Sigüenza E.*
Ángel Ulloa**

RESUMEN

El presente trabajo trata del estudio del Efecto del Antioxidante TBHQ (THER Butil Hidroxí Quinona) sobre la Oxidación del Aceite de Soya RBD (Refinado, Blanqueado y Desodorizado) Durante el Calentamiento a Temperatura Constante ($180^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$); las concentraciones de TBHQ aplicadas fueron de 0, 50, 100 y 150 ppm, con un control cada 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, y 21 horas de calentamiento como Tiempo de Retención. El tratamiento estadístico de los datos se efectuó mediante un diseño factorial AxB, considerando como respuestas experimentales el Índice de Peróxidos (IP), Índice de Refracción (IR), Porcentaje de Acidez (AGL) y Color.

En el Análisis de Varianza todas las respuestas mostraron significancia por lo que se realizó una prueba de Tukey al 5%. Los resultados demuestran que el Aceite de Soya RBD presenta estabilidad hasta las 6 horas de calentamiento y con 150 ppm de TBHQ, al comparar con valores máximos permisibles según Regulaciones Oficiales de (IP), (IR), (AGL) y Color.

Dentro de los análisis instrumentales se realizó una Prueba Rancimat a 110°C cuyas curvas indican que el TBHQ aumenta la estabilidad a la oxidación del aceite de soya RBD aún en su menor concentración, sin embargo se obtiene el mejor resultado a 150 ppm con un Período de Inducción (PI) de 14.15 horas. Por análisis de Cromatografía de Gases (GLC) se deduce que el TBHQ no influye en la composición de Ácidos Grasos iniciales del Aceite; y durante el calentamiento el ácido linoléico es el primero que sufre degradación, seguido del ácido linoleico. Una vez iniciada la descomposición de los hidroperóxidos originados por la oxidación, el antioxidante no controla el deterioro del aceite.

Finalmente se determinó que la influencia del uso de antioxidante, en una proporción de 150 ppm, en el costo de fabricación de un litro de aceite es de solo 0.48%; razón por la cual el uso del TBHQ es una opción económica para mejorar la estabilidad del aceite de soya RBD durante el proceso.

INTRODUCCIÓN

La oxidación lipídica es la principal causa del deterioro de la mayoría de alimentos que contienen grasas y aceites. Cuando esto sucede, se desarrollan olores, colores y sabores que vuelven al producto desagradable. La rancidez de las grasas ocasionada por la oxidación lipídica puede suceder por varios mecanismos. Sin embargo, la principal vía sigue el mecanismo de los radicales libres que incluyen tres etapas: Iniciación, Propagación y Terminación. Durante la iniciación, catalizadores tales como el calor, iones metálicos, e irradiación ocasionan que las moléculas de lípidos formen radicales lipídicos libres (*R). Estos reaccionan con el oxígeno para formar radicales peroxil (ROO*) los cuales pueden reaccionar con otras moléculas lipídicas para formar hidroperóxidos (ROOH) y nuevos radicales libres (R*), resultando en una cadena autopropagada de reacciones. Farkas y col (1997).

La publicación The National Cottonseed Products Association (1996), indica que el aceite de soya es el más

* Egresado de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

** Docente de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

utilizado mundialmente, tiene un alto nivel de ácido linolénico. El aceite de soya no hidrogenado puede revertirse produciendo un producto con características no deseables conocido como sabor "a pescado" o "a pastos". Se encuentra al estado líquido a temperaturas de 21 a 27°C (temperatura ambiental) y se mantiene así aún a temperaturas de refrigeración (2°C a 4°C). Sus aplicaciones incluyen fritura de comidas rápidas, aceites para ensalada y para cocinar, margarinas, mezcla de aceites, snacks, mezclas de panadería, coberturas, productos para ser horneados, salsas para pastas, mayonesas.

Zapata (1995), indica que durante la refinación, los aceites son sometidos a diversos procesos tales como blanqueo y desodorización, los cuales contribuyen a mejorar los aspectos de sabor y estabilidad oxidativa del aceite. En la Refinación el aceite producido tiene un color más claro, más deseable. En el proceso de Blanqueo, trazas de metales, partículas coloridas y productos de la oxidación son removidas utilizando arcillas decolorantes, las que adsorben las impurezas. Los aceites decolorados casi no tienen color y tienen un Índice de Peróxido (IP) cercano a cero. La Desodorización es un proceso de destilación a vapor que se lleva a cabo al vacío y permite remover las sustancias volátiles que se encuentran en el aceite. El resultado final es un aceite suave con un nivel bajo de ácidos grasos libres y un (IP) de cero. Pocos productos son tan limpios como el aceite refinado, blanqueado y desodorizado (RBD).

Los antioxidantes son agregados para minimizar la rancidez oxidativa, la cual puede causar daños serios a la calidad del aceite. Browdy A. y Harris N. (1997), manifiestan que los antioxidantes sintéticos son los más utilizados, por ser relativamente baratos y muy eficaces en una variedad de alimentos, éstos cuando son agregados antes del inicio de la oxidación, la retardan y prolongan el Período de Inducción (IP) y tiempo de vida útil del alimento.

El TBHQ (Ter Butil Hidroxil Quinona) es un antioxidante efectivo para los lípidos altamente poliinsaturados. Kaitaranta, J.K. (1992). El TBHQ actúa apaciguando los radicales libres y facilita la pronta culminación de las reacciones en cadena de los mismos.

La proporción a utilizarse de TBHQ no debe sobrepasar de 200 mg/kg (200ppm).

OBJETIVOS

Objetivo general

Estudiar el efecto del antioxidante tbhq (ter butil hidroxil quinona) sobre la oxidación del aceite de soya durante el calentamiento a temperatura constante.

Objetivos específicos

- Utilizar diferentes concentraciones del antioxidante tbhq en el control de la oxidación del aceite de soya.
- Determinar la influencia del tiempo de retención en la oxidación del aceite de soya.
- Estudiar el Estado de Oxidación del Aceite de Soya mediante Métodos Estáticos: Índice de Peróxidos, Acidez, Color, Índice de Refracción.
- Elaborar un Análisis Económico de la Incidencia en el Costo por la Adición de Antioxidante Ter Butil Hidroxil Quinona (TBHQ), al Aceite de Soya Refinado, Blanqueado y Desodorizado (RBD).

MATERIALES Y MÉTODO

Aceite

Las muestras de aceite de soya Refinado, Blanqueado y Desodorizado (RBD), fueron del tanque de almacenamiento de la Fabrica DANEC S.A. La composición de ácidos grasos se presentan en la Tabla A1.

Antioxidante

Ter Butil Hidroxil Quinona (TBHQ) de la casa EMBRANOX TBHQ Food Grade, Rhone Polilene Ltd.

Materiales

Erlenmeyer de boca esmerilada con tapa de 250 ml – Pyrex

Pipetas graduadas de 1 ml.
Tubos de ensayo – Pyrex.
Buretas de 25/50ml graduadas.
Dispensadores de 50 ml. y de 10 ml.
Bureta automática.
Erlenmeyer de 250 ml. – Pyrex.
Vaso de precipitación de 250 ml. – Pyrex.
Celda esmerilada.
Balones con boca esmerilada de 100 ml. – Pyrex.
Núcleos de ebullición.
Embudos de separación.
Refrigerante de Liebig para reflujo.
Termómetros.
Papel filtro.

Equipos

Balanza analítica Mettler AJ 150.
Balanza analítica Mettler PJ 3000.
Fuente calorífica.
Tintómetro Lovibond Model E.
Refractómetro de Abbe.
Cromatógrafo de gas Hewlett Packard Serie II 5890.
Equipo Rancimat Metrohm 679.
Plancha de calentamiento
Baño térmico con recirculación Haake N3 modelo R 894542.
Estufa.

Reactivos

Solución de Ácido acético – cloroformo (3:2)
Solución de yoduro de potasio saturado
Solución de tiosulfato de sodio 0.01N
Solución indicadora de almidón al 1%
Solución de hidróxido de sodio 0.1N
Fenolftaleína al 1% en alcohol
Alcohol al 98% neutralizado con fenolftaleína
Solución de hidróxido de potasio metanólico 0,5N
Benceno para cromatografía
Trifloruro de boro metanólico
Solución saturada de cloruro de sodio
Sulfato de sodio anhidro

Métodos de Análisis

Reactivos

Se prepararon soluciones, al inicio de cada análisis, de yoduro de potasio saturado en agua destilada, solución indicadora de almidón al 1%, protegidos de la luz, tiosulfato de sodio 0.01N, almacenada por no más de un día antes de ser utilizada. Solución de ácido acético - cloroformo en proporción (3:2), hidróxido de sodio 0.1N, indicador fenolftaleína al 1% disuelta en alcohol del 98%. Cloroformo, solución de yoduro de potasio al 15% protegida de la luz, tiosulfato de sodio, solución de Wijss.

Preparación de la Muestra

El aceite de soya RBD sin antioxidante fue recibido en envases que eran inmediatamente sellados para evitar el contacto con el aire y la luz. Antes de iniciar el calentamiento se filtro la muestra. Soluciones de TBHQ en aceite de soya a concentraciones 0, 50, 100 y 150 ppm se prepararon en vasos de precipitación de 600ml, posteriormente calentados lentamente y con agitación constante hasta alcanzar $180^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. El calentamiento fue continuo durante 21 horas. Se trabajó con una réplica, para las mediciones, una muestra de cada tratamiento fue recolectada cada 3 horas y sometida a análisis. Las pruebas se realizaron por duplicado.

Índice de Peróxidos (IP)

Se utilizó el método INEN 77. Se pesa aproximadamente 1.5gr de muestra, se disuelve con solución de ácido acético cloroformo (3:2), luego se añade solución saturada de yoduro de potasio y se deja en reposo durante un minuto en la oscuridad. La disolución se realiza con agua destilada, se utiliza como indicador solución de almidón al 1% y se titula con tiosulfato de sodio 0.01N hasta desaparición del color azul. Junto con la muestra se realiza una determinación en blanco y se determina el (IP) mediante la formula:

$$(IP) = V * N * 1000 / Pm$$

V = Volumen de tiosulfato de sodio
N = Normalidad de tiosulfato
Pm = Peso de la muestras

Porcentaje de Acidez (AGL)

El método de determinación de (AGL) es el INEN 38, en una muestra de 28.2 gr de aceite se añade 50 ml de alcohol neutralizado Se calienta por unos minutos hasta alcanzar la disolución de los ácidos grasos, se añade unas gotas de fenoltaleína y se procede a titular con hidróxido de sodio 0.1N, hasta la aparición de una ligera coloración rosada que permanezca por más de 30 segundos. Se calcula el porcentaje de acidez mediante:

$$\%(AGL) = V * N * 28.2 \text{meq} * 100 / Pm$$

V = Volumen de hidróxido de sodio
N = Normalidad de hidróxido de sodio
Pm = Peso de la muestra
28.2 miliequivalentes del ácido graso

Índice de Refracción

Se determina por el método INEN 42, se utiliza un refractómetro de Abbe digital termostatzado con baño térmico con recirculación HAAKE N3 Modelo R 894542 a 40°C. Se toma una gota de muestra y se coloca en el prisma, se espera unos segundos para permitir el equilibrio térmico de la muestra y se procede a la lectura.

Color

Se utiliza un Tintómetro Lovibond Modelo E. Norma INEN 473. El principio se basa en la comparación de la muestra con un sistema de filtros estándar, expresados como amarillo, rojo y azul. Se coloca la muestra a una temperatura de 40°C en una celda esmerilada, la que se introduce en el Tintómetro, con los filtros de luz se ajustan los colores rojo y amarillo hasta obtener similitud con la muestra y se anotan las lecturas

Análisis de Ácidos Grasos (GLC)

La composición de ácidos grasos del aceite de soya RBD antes del calentamiento y para el mejor tratamiento fue determinado por Cromatografía Líquida de Gas (GLC). Se toma 3gr de muestra, se realiza la saponificación con hidróxido de potasio metanólico 0.5N y metiladas con 3 gr de trifloruro de boro en metanol, luego de calentar el conjunto por unos minutos se añade lentamente hexano para cromatografía, para la separación se utiliza una solución saturada de cloruro de sodio y los ésteres obtenidos se filtran a través de sulfato de sodio anhidro.

La concentración de ácido graso de la muestra fue cuantificada por el método estándar interno utilizando un GC (Hewlett - Packard) Modelo 5890 II equipado con una columna empacada GP 10% SP-2330 100/120 Chromosorp Waw 20G, SP-2330 : Poly (80%-bicyanopropyl;20%cyanopropylphenylsiloxane) Supelco (1998). La temperatura inicial de la estufa 150°C se mantuvo por 3 minutos, luego se incrementó 3°C sobre minuto hasta 180°C y se mantuvo por 3 minutos. El puerto de inyección fue ajustado a 270°C y el detector de flama ionizada a 275°C, el gas de arrastre fue nitrógeno, y el gas de marca del detector fue hidrógeno. Se inyectó 3 microlitros del ésteres obtenidos y se realizó la corrida. Las áreas de los picos fueron calculadas directamente por el Integrador Hewlett - Packard 3396 A. Norma AOCS Ce 1-62

Período de Inducción. Prueba Rancimat

El Período de Inducción del Aceite de Soya RBD, fue determinado en el Equipo Rancimat Modelo 679 de la casa Metrohm, según la norma AOCS Cd 12b-92. Se pesa 2.5 gr de aceite sin antioxidante en un vaso de reacción sin tocar las paredes, se trasladó al equipo Rancimat calibrado a una temperatura de 110°C, con un caudal de aire de 2.5 ml/seg, de igual manera se procedió con las concentraciones de 50, 100 y 150 ppm. Las

corridas fueron realizadas por duplicado. Cabe señalar que el equipo posee 6 vías de análisis con una rotatómetro individual por corrida.

El equipo burbujeó aire a través del aceite, dando origen a ácido fórmico como producto de la oxidación, el mismo se condujo a una celda que contiene agua destilada y desmineralizada. El instrumento monitoreó continuamente la conductividad eléctrica del agua, cuando esta conductividad aumenta en forma aguda, la prueba finaliza y las curvas son graficadas automáticamente.

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Caracterización del aceite de soya refinado blanqueado y desodorizado (rbd) sin calentamiento

Análisis Físico Químicos

El porcentaje de acidez se encuentra en 0.02% como ácido oleico, lo que revela la calidad del aceite de soya RBD, este valor se encuentra muy por debajo de los reportados por la Norma INEN 33 (1973) que dan 0.2% como máximo y por Pantzaris y Rossell (1998) que es de 0.1%.

El índice de Peróxidos es de cero, lo que determina que el aceite de soya inicial es estable y aún no ha iniciado su proceso natural de oxidación; confirmando que el proceso de blanqueado es eficaz. Además que valores bibliográficos, Brekke (1980), indican hasta un máximo de 1 meq/kg, para aceite de soya RBD.

La lectura de Índice de Refracción realizado a 40°C es de 1.4680, inferior a lo reportado por Brekke (1980) que indica un valor de 1.4740 a la misma condición de temperatura.

El valor obtenido de Índice de Yodo es de 135 cg/g, y se puede observar que está dentro de los límites (120 – 141cg/g), reportados por la Norma INEN 33 (1973).

En cuanto a las características de color medidas en el Tintómetro Lovibond, se tiene que para el color amarillo el valor es de 3.8 el mismo que supera a 3.3 reportado por Pantzaris y Rossell (1998). En el caso del color rojo el aceite de soya tiene 0.3, y se nota que es inferior al máximo de 2.0, reportado por Brekke (1980).

Análisis de la Composición en Ácidos Grasos

El ácido graso predominante es el Linoleico (C18:2), característico del Aceite de Soya RBD. Los valores experimentales, Tabla A.1, están en un rango de 54.1 – 55.1, con un promedio de 54.7, seguido del Oleico (C18:1), 23.8 – 24.2, con un promedio de 24.1 y en menor porcentaje Linolénico (C18:3), 5.2 – 5.3, con un promedio de 5.2. Valores enteramente comparables con los reportados por List G. y Mounts T. (1980), al igual que los rangos reportados por la Norma AOCS (1996), que indica composiciones entre 49.8 – 57.1 para ácido linoleico, 17.7 – 25.1, ácido oleico y 5.5 - 9.5 para ácido linolénico.

Confirmando lo enunciado por Evans y col. (1965), que manifiestan que la composición del aceite de soya es diversa sobre todo en cuanto al tipo de ácidos grasos insaturados, según la variedad de la planta y las condiciones del clima.

El aceite de soya RBD es notable por su alto contenido de ácido linoleico, un ácido graso poliinsaturado esencial para una buena nutrición. En el aceite de soya también encontramos del 2 al 13% de ácido linolénico con un promedio de aproximadamente 7%. El ácido linolénico es un ácido graso poliinsaturado no esencial, mucho más susceptible a la auto oxidación que el oleico o el linoleico.

También es necesario señalar que las concentraciones de 50, 100 y 150 ppm del antioxidante Ther Butil Hidroxi Quinona (TBHQ), no alteran la composición original de ácidos grasos del aceite de soya RBD inicial, como se observa en el Gráfico A.1. Donde las pequeñas variaciones encontradas en los porcentajes son debidas a las técnicas de inyección aplicadas en el análisis cromatográfico.

Análisis del Período de Inducción

En la TABLA A.2, se resume los tiempos de (PI) a las concentraciones de 0, 50, 100 y 150 ppm de TBHQ, es así, que para la muestra de aceite de soya RBD, sin antioxidante se tiene un período de inducción de 5.07 horas, valor que indica que hasta este tiempo el aceite es estable; y, a partir de este momento el aceite inicia su proceso oxidativo. Al adicionar 50 ppm de TBHQ, se observa un aumento considerable en el período de inducción, 9.89 horas. Con 150 ppm de TBHQ, el tiempo del período de inducción alcanza hasta 14.15 horas;

confirmándose el efecto del antioxidante para retardar la oxidación y dar una mayor estabilidad al aceite.

Por no encontrarse datos de (PI) a 110°C, se establece la comparación con lo reportado por Pantzaris T. P. (1998) y Rossell J.B. (1989), los cuales realizaron investigaciones similares con aceite de soya sin antioxidante, a temperaturas 100 °C, lo que explica sus valores elevados, así como la influencia de la temperatura en la oxidación del aceite de soya.

Cambios físico químicos en la oxidación del aceite de soya refinado, blanqueado y desodorizado (rbd) durante el calentamiento ($180 \pm 2^\circ\text{C}$)

Cambios en el Porcentaje de Acidez (AGL)

En el Gráfico A.2 se distingue el efecto del antioxidante TBHQ. La acidez del aceite de soya sin antioxidante y con 50 ppm de TBHQ va en ascenso hasta las 15 horas de calentamiento, a partir de éste tiempo los valores tienden a estabilizarse. Sin embargo el efecto se acentúa a las concentraciones de 100 y 150 ppm, en las cuales la acidez del aceite de soya RBD es acelerada hasta las 6 horas de calentamiento, luego de este período la acidez se estabiliza completamente, entre 0.0893% y 0.0940% para el caso de 100 ppm y 0.0729% - 0.0776% para 150 ppm de antioxidante TBHQ.

En el lapso de las 3 y 9 horas hay un cambio en la pendiente de las curvas, originado por la acción de las diferentes concentraciones del antioxidante.

Es necesario recalcar que los valores de (AGL) presentados, son relativamente bajos. En estudios realizados durante la oxidación térmica, J. Wurziger, (1972) atribuye esto, al hecho de que los ácidos grasos poliinsaturados son volátiles bajo condiciones de temperaturas de fritura (180°C), y por tanto permanecen en el aceite en una concentración levemente menor. Además, Braverman J. B. (1976), sugiere que muchos de los productos formados en la oxidación por la aplicación de temperaturas elevadas a los aceites, se eliminan por evaporación puesto que son volátiles. No obstante, el porcentaje de acidez, describe claramente el proceso de oxidación del aceite de soya y el efecto benéfico que ejerce el antioxidante TBHQ sobre ésta.

Según la Porim (1983), el desarrollo de los Ácidos Grasos Libres (AGL) en los aceites constituye la prueba más utilizada en la industria y se considera como un parámetro de evaluación de la calidad de un aceite, además que los ácidos grasos libres determinan el contenido de ácido que parcialmente resulta de una oxidación de los productos secundarios que se forman durante el calentamiento.

Cambios en el Índice de Peróxidos

En el Gráfico A.3 se representa los valores de índice de peróxidos del aceite de soya RBD, obtenidos a las concentraciones de 0, 50, 100 y 150 ppm de antioxidante TBHQ, en los intervalos del tiempo de retención en horas, con calentamiento ($180 \pm 2^\circ\text{C}$). Inicialmente las curvas muestran un incremento drástico del índice de peróxidos, hasta las 6 horas de calentamiento, siendo la pendiente de la curva del aceite de soya sin antioxidante la que mayor inclinación posee, y por lo tanto existe mayor formación de hidroperóxido. A las concentraciones de 50, 100 y 150 ppm las curvas son más bajas (menor pendiente), lo que advierte una disminución en los peróxidos. Puede notarse un mejor efecto reductor de la oxidación a la concentración de 150 ppm de TBHQ.

Transcurridas las 6 horas, las curvas (0, 50, 100 y 150 ppm de TBHQ) descienden luego del máximo alcanzado. Todas las curvas adquieren una forma ondulatoria con un ligero ascenso a medida que continúan las condiciones de oxidación y a partir de las 9 horas de calentamiento. Esto indicaría, de acuerdo a la publicación Grindox (1993), que el índice de peróxidos empieza a disminuir, por la formación y destrucción sucesiva de peróxidos, existiendo más rupturas que formaciones, además, los peróxidos creados se transforman en productos secundarios como: aldehídos, cetonas, ácidos, etc.

Según lo enunciado por Cabré y Massó (1992), a partir del primer punto máximo que alcanza una curva en la que se representa el índice de peróxidos contra el tiempo, no se puede asegurar la confiabilidad del análisis, además luego de este tiempo ya no es recomendable la utilización del aceite.

Cabe señalar que los índices de peróxidos en todas las determinaciones realizadas, no son elevados, corroborando lo enunciado por Rossell J.B. (1989), si una grasa tiene peróxidos es porque ha sufrido un proceso de oxidación, pero no podemos precisar en qué grado. Y, además, un índice de peróxidos bajo no permite afirmar que la grasa no ha sufrido oxidación, esto se observa en la evolución de peróxidos del

Gráfico A.3.

Cambios en el Índice de Refracción

En el Gráfico A.4 se indica el aumento del índice de refracción, a medida que transcurre el tiempo de retención (horas), se nota un comportamiento similar en todas las concentraciones de antioxidante hasta las 9 horas de calentamiento. A partir de este tiempo el efecto del antioxidante TBHQ es más claro, tal es el caso que para las concentraciones de 100 y 150 ppm de TBHQ existe una tendencia de estabilización en el índice, no así en el aceite de soya RBD sin antioxidante, en el cual el índice de refracción va en constante aumento.

Sin embargo, es necesario señalar que los valores del índice de refracción en el aceite de soya RBD, experimentan el cambio a partir del tercer y cuarto decimal. La detección o no de estas variaciones va a depender de la sensibilidad del equipo utilizado; y, de acuerdo a Mehlenbacher (1960), que reporta para el mismo tipo de aceite variaciones en el índice de refracción, debido a que las insaturaciones son diferentes según el origen del aceite; además agrega que el índice de refracción, es una constante adimensional que depende del carácter y el estado de la sustancia examinada. De hecho, el índice de refracción, está relacionado con la estructura molecular y el grado de insaturación del aceite.

Color Rojo

En el Gráfico A.5 se advierte un claro ascenso del color rojo respecto al tiempo de retención en horas, donde se aprecia la misma tendencia para el aceite de soya sin antioxidante y con 50, 100 y 150 ppm de Ther Butil Hidroxi Quinona.

Color Amarillo

En el Gráfico A.6 se pone de manifiesto que hasta las 9 horas de calentamiento, sobre el color amarillo del aceite de soya RBD, no se aprecia influencia del antioxidante TBHQ en sus diferentes concentraciones. A partir de éste tiempo se advierte el efecto del TBHQ, retardando el aumento de color, en particular a las concentraciones de 100 y 150 ppm.

Selección del Mejor Tratamiento

Un aceite que es sometido a calentamiento continuo a temperaturas de fritura $180^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$, debe ser utilizado hasta que sus características físico – químicas indiquen que el mismo aún es apto para el consumo, es decir que no presente deterioro de sus propiedades.

En nuestro caso estas condiciones de idoneidad se observaron en la concentración de 150 ppm de antioxidante Ther Butil Hidroxi Quinona (TBHQ) y hasta 6 horas de calentamiento del tiempo de retención.

Sin embargo, y para efecto de comparación, durante el proceso de oxidación del aceite de soya RBD, con una concentración de 150 ppm de antioxidante TBHQ, se realizó un seguimiento de los cambios en la composición de ácidos grasos al tiempo inicial y con 3, 6 y 9 horas de calentamiento ($180 \pm 2^{\circ}\text{C}$).

Cinética de Reacción

Según lo enunciado por Labuza y Riboh (1982) y realizando el cálculo de regresión lineal entre el Factor Tiempo de Retención en segundos (variable independiente) y los valores de Índice de Peróxidos en meq O_2/Kg (variable dependiente), se obtuvieron los coeficientes de correlación r con valores entre 0.93 y 0.98, y un promedio de 0.97 que se ajustan a una cinética de orden cero; así como las ecuaciones a las concentraciones de 0, 50, 100, 150 ppm de antioxidante TBHQ. Del gráfico A.7, se advierte, que a medida que aumenta la concentración de antioxidante, la pendiente de las curvas disminuye.

Los valores de la pendiente de cada ecuación corresponden a la constante de velocidad de oxidación del aceite de soya Tabla A.3, por lo que se nota el efecto del antioxidante TBHQ. Los resultados de velocidad de reacción permiten inferir que la mayor velocidad de oxidación es de $2.6596 \text{ E-4} \text{ [meq. O}_2 / \text{kg]} / \text{[s]}$, que corresponde al aceite sin antioxidante y la menor velocidad de $1.7021 \text{ E-4} \text{ [meq. O}_2 / \text{kg]} / \text{[s]}$; a 150 ppm de TBHQ. Esto muestra el efecto reductor de la oxidación por parte del antioxidante, en el aceite de soya RBD y se confirma lo enunciado por Alvarado (1996), quien señala que el mejor antioxidante se selecciona, en función del menor valor de la constante de velocidad de reacción.

Cambios en la Composición de Ácidos Grasos

El Ácido Palmítico C16:0, experimenta un aumento en su composición a medida que el tiempo de calentamiento continúa; su contenido inicial anterior al calentamiento es de 11.5%, para finalizar a las 9

horas con un valor de 12.1%. Similar efecto presenta el Ácido Oleico C18:1, con un contenido de 24.2% al tiempo cero, para alcanzar un porcentaje de 25.6 a las 9 horas.

De acuerdo a la PORIM, citado por Arteaga y Campos (1997), el incremento en el contenido de ácido palmítico y oleico, se debe a la disminución en el porcentaje del ácido que mayor aporta al aceite, que para el caso de la soya, es el ácido linoleico.

Albrigh (1970), citado por Primo y Carrasco (1980) enuncian que en primer lugar reacciona el ácido linolénico transformándose a linoleico. El ácido linoleico esta transformándose en ácido oleico cuando todavía existe ácido linolénico, pero la transformación del ácido linoleico en ácido oleico se completa, prácticamente, antes de que comience la formación de ácidos saturados.

En los resultados experimentales se tiene que el Ácido Linoleico C18:2, inicia con un porcentaje de 54.5, descendiendo su contenido hasta 53.2%, a las 9 horas de calentamiento. De igual manera el Acido Linolenico C18:3, sufre un descenso durante el calentamiento, su valor inicial es de 5.4% y termina con un contenido de 4.7%.

Los descensos de los ácidos Linoleico y Linolénico, se representan en los Gráficos A.8 y A.9 y concuerdan lo expresado por Berger, K.G. (1985), quien establece que a medida que aumenta el número de dobles enlaces en el ácido graso, aumenta también la velocidad de oxidación. Si se toma como 1 la velocidad de oxidación del ácido oléico, entonces la velocidad del ácido linoléico será de 10 y la del ácido linolénico será de 100. Esto es indicativo del por qué los diferentes aceites tienen diferentes estabilidades oxidativas.

El trabajo de Pantzaris (1998), indica que la disminución en la composición de ácidos linoleico y linolénico de los aceites durante el calentamiento, se debe a su destrucción por la oxidación, y sería, por lo tanto una prueba muy útil del desarrollo oxidativo de un aceite.

Estudio Económico

La incidencia en el costo de un litro de aceite de soya Refinado, Blanqueado y Desodorizado (RBD) para el caso de utilizar 150 ppm de antioxidante Ther Butil Hidroxi Quinona (TBHQ) apenas es del 0.48%; es decir no provoca un encarecimiento desproporcionado del producto sobre el cual se aplica, puesto que la inversión monetaria es inferior si se relaciona con el costo que representa producir un litro Aceite de Soya RBD.

El pequeño incremento en el costo del aceite al añadir el antioxidante tiene significación al comparar con los beneficios que se obtienen en cuanto a las características físico - químicas del aceite de soya RBD con antioxidante TBHQ, así como su mejor estabilidad al utilizarlo conforme el estudio lo demuestra.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Está demostrado que el ácido linolénico del aceite de soya Refinado, Blanqueado y Desodorizado (RBD) es el primero que sufre una rápida degradación a la temperatura de trabajo (180 ± 2 °C); y, por tanto es uno de los responsables de la rancidez.
- El tiempo de retención (de 0 hasta 21 horas), influye sobre las respuestas experimentales que miden el proceso oxidativo del aceite de Soya RBD, tal es así, que para el caso del Índice de Refracción y Color, el aumento es progresivo conforme transcurre el calentamiento.
- La acción del antioxidante aumenta el tiempo en horas del Período de Inducción, y éste es aproximadamente proporcional a la concentración del antioxidante TBHQ. Así, para la concentración de 0 ppm se tiene un Período de Inducción de 5.07 horas, mientras que para 150 ppm el Período de Inducción es de 14.15 horas.
- Una vez iniciada la descomposición de los hidroperóxidos originados por la oxidación del aceite de soya durante el calentamiento, este deterioro no es controlado por el antioxidante TBHQ. A partir de las 6 horas de calentamiento la formación y destrucción de hidroperóxidos es similar para todas las concentraciones, y por lo tanto el Índice de Peróxidos ya no es confiable.
- La estabilización del aceite de soya con la aplicación de 150 ppm de antioxidante TBHQ (mejor tratamiento), no eleva significativamente el costo del producto final; tal es así que la influencia es sólo

del 0.48% sobre el costo de fabricación de un litro de aceite.

- El proceso oxidativo del aceite de soya es complejo y, por tanto, las condiciones en las que éste se lleve a cabo influirán en su curso. La oxidación a temperatura ambiente o a 180°C evolucionará de manera diversa y, por lo tanto, no se puede pretender realizar “conversiones” del tiempo de inducción de unas condiciones de ensayo a otras distintas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Alvarado Juan. (1996). "Principios de Ingeniería Aplicados a Alimentos". Ed. Radio comunicaciones. Quito – Ecuador. pp. 63 – 85.
2. Arteaga J. y Campos V. (1996). Tesis. Acondicionamiento de Semilla de Palma Africana (*Elacis Guineensis* Jacqs) para la Extracción de Aceite". UTA – FCIAI. Ambato – Ecuador. pp. 56 – 100.
3. Berger, K. G. (1985). Functionality and interchangeability of fats. First product technology course, Porim, Bandar, Baru Bangi, Salangor, Malaysia. pp. 24 – 30.
4. Braverman J.B. (1976). "Bioquímica de los Alimentos". Ed. El Manual Moderno. México. pp. 248 – 265.
5. Cabré y Massó. (1992). "Oxidación de Aceites y Grasas por el Método Rancimat". Editorial Methrom. España. pp. 1 – 37.
6. Evans y col. (1964). Tomado del Manual de Procesamiento y Utilización del Aceite de Soya". Publicación American Soybean Association. USA.
7. Farkas y col. (1997). Oxidation Kinetics of Menhaden Oil with TBHQ. *Journal of Food Science*. Vol. 62. # 3.
8. Grindox (1993). Antioxidants: Prolonging Shelf Life by Delaying Lipid Oxidation. DANISCO. USA.
9. INEN. (1973). Aceite de Soya. Requisitos. Quito, Ecuador. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma INEN 33.
10. INEN. (1973). Grasas y Aceites Comestibles. Determinación del índice de refracción. Quito, Ecuador. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma INEN 42.
11. INEN. (1973). Grasas y Aceites Comestibles. Determinación del índice de peróxidos. Quito, Ecuador. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma INEN 77.
12. Labuza, T. P. (1982). "Shelf – Life Dating of Foods". Westport, Connecticut. Food and Nutrition Press, Inc. p: 29, 47, 52.
13. Labuza , T. P. and Riboh. D. (1982). Theory and application of Arrhenius kinetics to the prediction of nutrient losses in foods. *Food Technology*.. 36(10): 66-71.
14. Mehlenbacher, V.C. (1979). "Análisis de Aceites y Grasas". España. Editorial URMO S.A. tomo 6. pp. 637.
15. Método Oficial AOCS Cd. 126 – 92. Índice de Estabilidad en Aceites. (OSI).
16. Pantzaris T.P. (1998). Comparison of monounsaturated and polyunsaturated oil in continuous frying. *Grasas y Acietes*. Vol 49 Fasc. 3-4, 319 – 325.
17. Porim Report P.O. (1993). Palm Oil Research Intitute of Malaysia. Malaysia.
18. Primo E. y Carrasco J. (1980). "Productos para el Campo y Propiedades de los Alimentos". Ed. Alhambra. Tomo III. 3ra ed. España. pp. 208 – 215.
19. Zapata Luis. (1995). "Utilización de Aceites en Fritura de Snaks". Presentado en el Seminario Teórico Práctico de Hodupalma, Tela – Honduras. pp. 1 – 3.

**TABLA A.1 CARACTERIZACION DE LA COMPOSICION DE LOS ACIDOS GRASOS
 EN ACEITE DE SOYA RBD**

Concentración de TBHQ (ppm)	Palmitico	Estearico	Oleico	Linoleico	Linolenico	Araquidico	Otros	
	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0		
-----	20,2	1,6	13,9	60,0	4,3	---	---	1
-----	9,2	4,7	24,0	54,2	8,0	---	---	2
-----	9,7 - 13,3	3,0 - 5,4	17,7 - 25,1	49,8 - 57,1	5,5 - 9,5	0,1 - 0,6	---	3
-----	11,0	4,0	23,9	52,6	7,6	0,4	0,5	4
0	12,3	2,9	23,8	55,0	5,3	0,2	0,4	5
50	12,2	3,3	24,2	55,1	5,2	---	---	5
100	11,7	3,6	24,1	54,5	5,2	0,2	0,6	5
150	11,6	3,9	24,1	54,1	5,3	0,2	0,3	5

Fuente:

- 1 Navas y cols (1988). Caracterización de Aceite de Soya Crudo
- 2 List G. Y Mounts T (1980). Manual de Procesamiento y Utilización de Aceite de Soya
- 3 Norma AOCs (1996)
- 4 Rossell J B (1998). Revista Grasas y Aceites
- 5 Datos Experimentales

**TABLA A.2 CARACTERIZACION DEL PERÍODO DE INDUCCION (P.I.)
 EN ACEITE DE SOYA RBD (PRUEBA RANCIMAT) A 110°C**

Concentración de TBHQ (ppm)	P.I. (horas)	
0	1,0	1
0	12,3	2
0	5,07	3
50	9,89	3
100	11,24	3
150	14,15	3

Fuente:

- 1 Pantzaris T P (1998). Revista Grasas y Aceites (P I a 100°C)
- 2 Rossell J B (1989) Measurement of Rancidity (P I a 100°C)
- 3 Datos Experimentales (P I A 110°C)

TABLA A.3 CONSTANTES DE VELOCIDAD DE REACCIÓN OBTENIDAS DE LAS ECUACIONES DE REGRESIÓN

TBHQ (ppm)	VELOCIDAD DE REACCIÓN
0	2.6596 E-4 [m eq. O2 / kg] / [s]
50	2.2279 E-4 [m eq. O2 / kg] / [s]
100	1.9377 E-4 [m eq. O2 / kg] / [s]
150	1.7021 E-4 [m eq. O2 / kg] / [s]

GRÁFICO A.1 COMPARACIÓN DEL CONTENIDO DE ACIDOS GRASOS DEL ACEITE DE SOYA SIN CALENTAMIENTO CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE ANTIOXIDANTE THER BUTIL HIDROXI QUINONA (TBHQ)

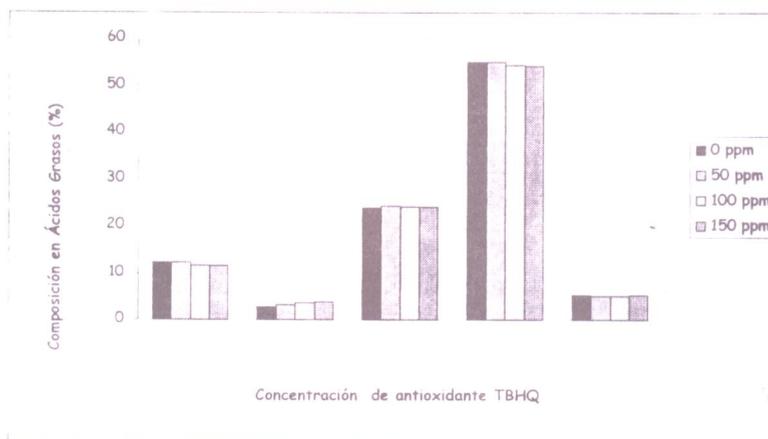


GRÁFICO A.2 PORCENTAJE DE ACIDEZ: EVOLUCIÓN EN EL TIEMPO DE RETENCIÓN CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE ANTIOXIDANTE TBHQ

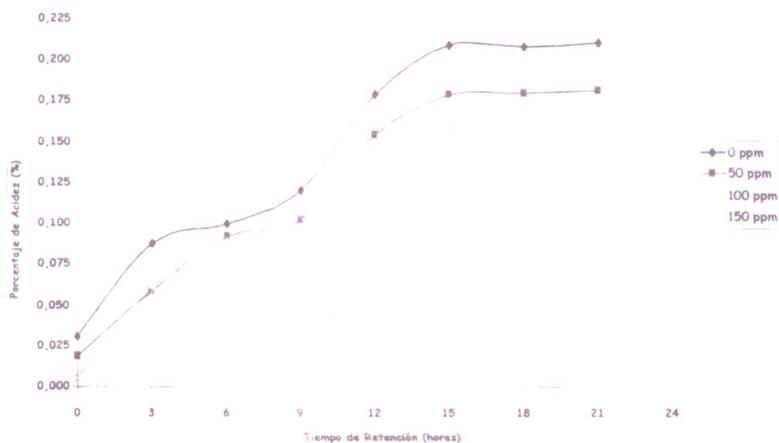


GRÁFICO A.4 INDICE DE REFRACCION: EVOLUCION EN EL TIEMPO DE RETENCION CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE ANTIOXIDANTE TBHQ

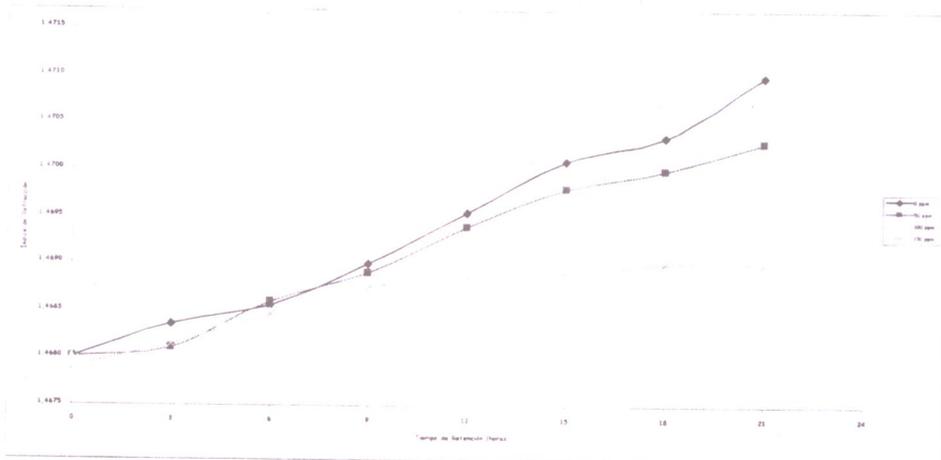


GRÁFICO A.5 COLOR ROJO: EVOLUCIÓN EN EL TIEMPO DE RETENCIÓN CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE ANTIOXIDANTE TBHQ

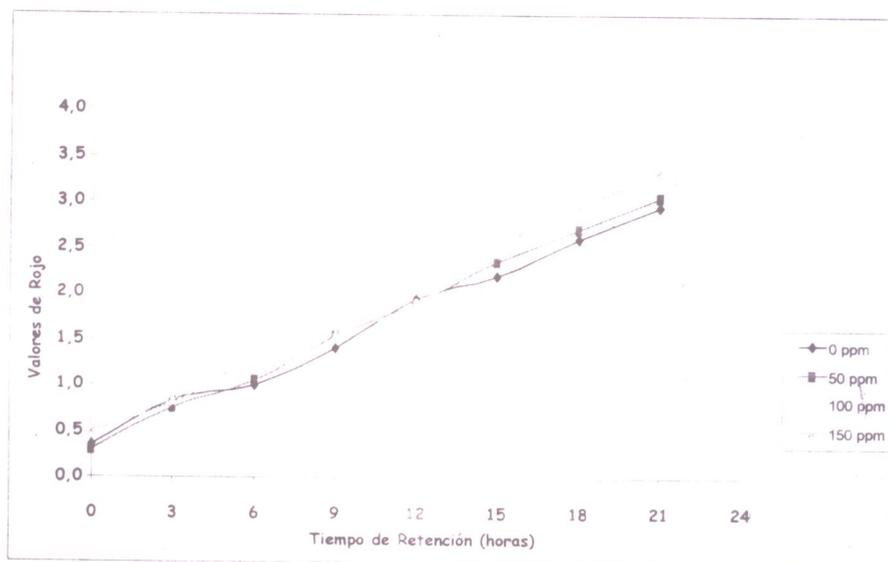


GRÁFICO A.6 COLOR AMARILLO: EVOLUCIÓN EN EL TIEMPO DE RETENCIÓN CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE ANTIOXIDANTE TBHQ

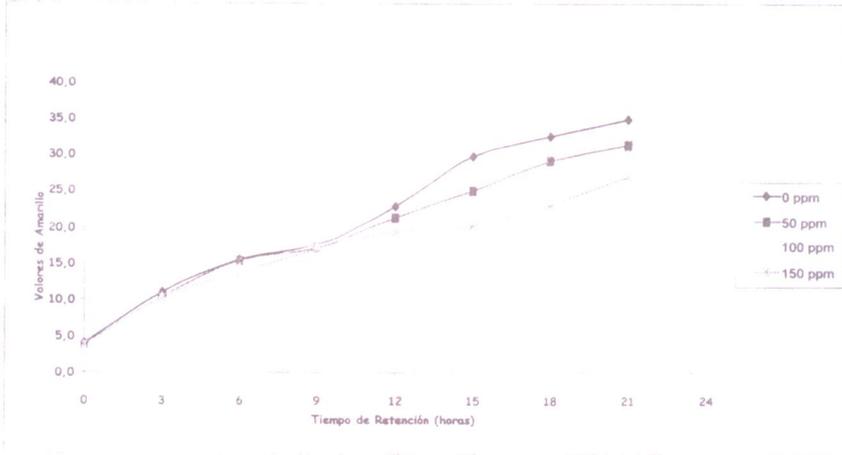


GRÁFICO A.7 CINÉTICA DE ORDEN CERO PARA LA OXIDACIÓN DEL ACEITE DE SOYA RBD CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE ANTIOXIDANTE TBHQ

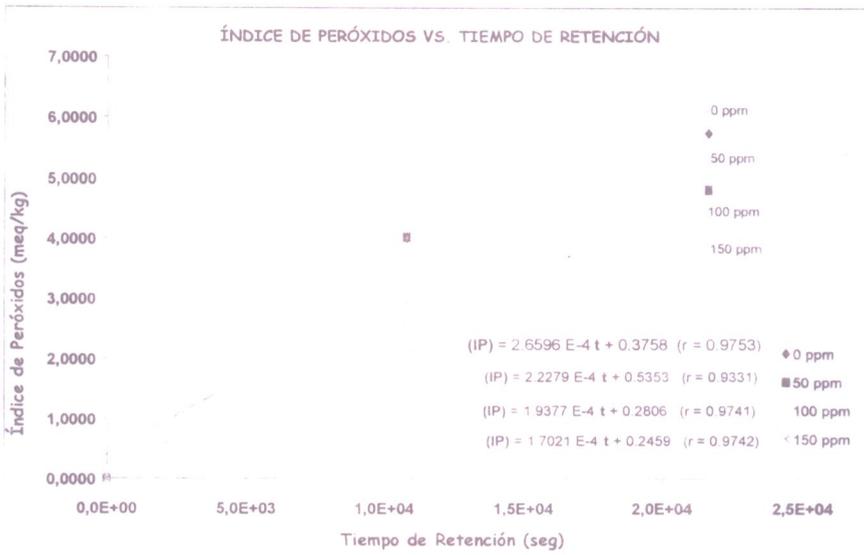


GRÁFICO A.8 CONTENIDO DE ÁCIDO LINOLEICO (%) DEL ACEITE DE SOYA RBD CON 150 PPM DE ANTIOXIDANTE THER BUTIL HIDROXI QUINONA (TBHQ) DURANTE EL CALENTAMIENTO (180°C)

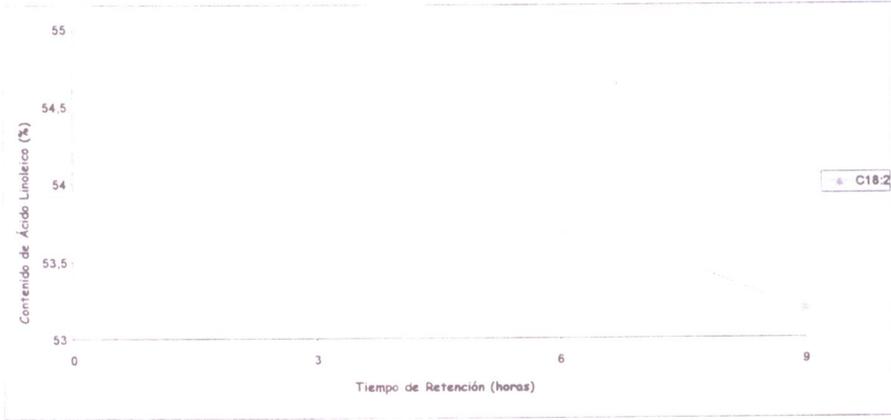
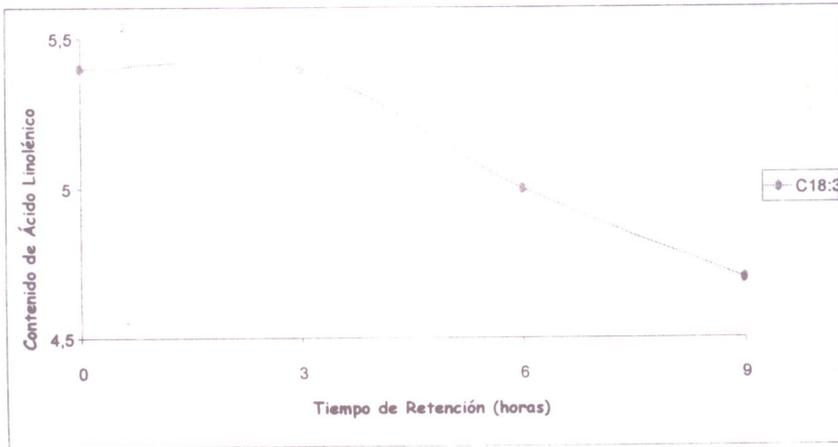


GRÁFICO A.9 CONTENIDO DE ÁCIDO LINOLÉNICO (%) DEL ACEITE DE SOYA RBD CON 150 PPM DE ANTIOXIDANTE THER BUTIL HIDROXI QUINONA (TBHQ) DURANTE EL CALENTAMIENTO (180°C)



“ALMACENAMIENTO POSCOSECHA DEL LIMÓN MEYER (*Citrus lemon Meyeri*)”

Oscar Molina*
Guillermo Poveda**

RESUMEN

Con el objetivo de investigar el tiempo de conservación del limón Meyer (*Citrus lemon Meyeri*) durante el almacenamiento poscosecha, proveniente de la Amazonía sector Palora, se realiza un estudio en el que se analiza la influencia de la temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C}\pm 2$) y de la temperatura de refrigeración ($8^{\circ}\text{C}\pm 2$), los desinfectantes (metabisulfito e hipoclorito) y el recubrimiento (cera parafina).

El proceso contempla operaciones como: recepción, selección, lavado, inmersión en desinfectantes, secado, parafinado y almacenado, realizando análisis físico-químicos como: peso, °brix, pH, acidez, índice de madurez (° brix / acidez), actividad respiratoria. Se realiza análisis microbiológicos (mohos y levaduras) al inicio y al final del estudio en cada una de las pruebas y se determina el contenido de Vitamina C en el mejor tratamiento al inicio y al final del mismo.

Se aplica un diseño factorial $A \times B \times C$ con replica, para seleccionar el mejor tratamiento, se toma como factor principal el índice de madurez, se logra preservar las frutas en buenas condiciones donde los resultados indicaron que a temperatura de refrigeración ($8^{\circ}\text{C}\pm 2$) el limón se conserva hasta 42 días, los sólidos solubles y el pH se mantuvieron casi estables y la acidez se incremento gradualmente.

Se presentan datos y gráficos de: peso, pH, °brix, acidez, índice de madurez, actividad respiratoria (mg de CO_2 / Kg-h), análisis microbiológicos, contenido de vitamina C. A medida que el tiempo de almacenamiento es mayor se incrementa levemente la maduración de la fruta. Se concluye que la determinación de las propiedades físico-químicas y la actividad respiratoria deben ser realizadas con la finalidad de conocer cuales son las mejores condiciones de almacenamiento del fruto.

INTRODUCCIÓN

Aunque el cultivo de los agrios ha sido conocido por el hombre desde los primeros recuerdos que se tiene de la civilización, el país de origen del género *Citrus* no ha sido todavía averiguado por los historiadores. La primera evidencia que se posee parece ser que fue el hallazgo de semillas, identificadas como pertenecientes a la cidra, en la excavación de las ruinas del antiguo Nippur, en la Babilonia meridional. Se ha establecido actualmente de forma definitiva que los frutos agrios fueron cultivados durante muchos años en China y que dicho cultivo alcanzó un nivel considerablemente avanzado antes que el fruto fuese conocido por los Europeos. (Braverman, J.B.S. 1952)

El fruto del limón es usualmente más pequeño que el de la naranja, es de un color <<amarillo de limón>>, de forma oval a elíptica u oblonga y frecuentemente con cuello más o menos pronunciado; la superficie areolar se prolonga en forma de pezón puntiagudo, su superficie es, por lo general ligeramente rugosa.

En Ecuador el cultivo de los limones ha estado relacionado tradicionalmente con las especies *Citrus limonus* (limón común), *Citrus limonica* (limón real) y *Citrus aurantifolia* (limón sutil). Es en la década de los años 50 cuando se introduce al Ecuador tres nuevas variedades de limones: “Tahiti”, “Meyer” y “Cuatro estaciones”.

Es recién en la década de los años 80 que el limón Meyer (*Citrus Meyeri Tanaka*) empiezan a adquirir

* Egresado de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

** Docente de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

importancia cuando se conoce de su gran aceptación en el mercado internacional. El limón Meyer es un híbrido de Citrus sinensis por Citrus limón. Por su adaptación, rendimiento y calidad del fruto, está considerado como un cultivo muy importante.

Los limones pertenecen a frutas de fase no climatérica, la evolución después de la cosecha es poco acusada, por cuya razón deben ser recolectados en una fase de maduración que es la del consumo o está muy próxima a esta, lo cual asegura una mejor calidad comestible del producto, con el fin de evitar en lo posible la mala manipulación, defectos en el manejo poscosecha y así facilitar el transporte y su comercialización. (Proexant,1992)

La finalidad del presente estudio es encontrar una alternativa para el mejor aprovechamiento de frutos no climatéricos como es el caso del limón, realizando métodos de conservación utilizando temperaturas, recubrimientos de ceras y aplicando desinfectantes, y así evitar pérdidas en la composición del fruto.

OBJETIVOS

El presente estudio tiene como objetivos:

- Estudiar el comportamiento en el almacenamiento poscosecha del limón Meyer (Citrus lemon Meyeri) para estimar el tiempo de conservación.
- Estudiar la tasa de respiración en base a la cantidad de ml de CO₂ producido por cada Kg. de fruta.
- Estudiar la influencia de la temperatura en el almacenamiento del limón.
- Estudiar la influencia de desinfectantes en el almacenamiento del limón.
- Estudiar la influencia de la parafina como sustancia de recubrimiento, en el almacenamiento del limón.
- Establecer la cinética de reacción para la maduración de la fruta, considerando el índice de madurez.
- Determinar el contenido de Vitamina C al inicio y al final del experimento en el mejor tratamiento.

MATERIALES Y METODOS

Materia prima

La materia prima utilizada es el limón variedad Meyer (Citrus lemon Meyeri) procedente de las provincias de la Amazonía – Palora.

Materiales

Vasos de precipitación
Termómetro
Cuchillo
Espátula
Buretas
Pipetas
Canastillas
Erlenmeyers
Balones aforados de 1000 ml y 50 ml

Equipos

Cámara de refrigeración Duplex. Marca Coldinter. Cámaras independientes (2). ventiladores.
Refractómetro. ABBE. REFRACTOMETER
PH metro. marca ORION RESEARCH LONALYZER/MODEL/399^a
Equipos de titulación
Equipo de respiración (respirómetros) PIREX 40/50 USA
Espectrofotómetro MILTON ROY COMPANY SPECTRON
Reactivos
Hidróxido de sodio 0.1 N
Hidróxido de sodio 0.2 N
Ácido clorhídrico 0.2 N
Hipoclorito de sodio 200 ppm
Metabisulfito de sodio 200 ppm
Fenolftaleína
Agua destilada

Solución buffer
Tierra de diatomeas
Parafina comercial

METODOLOGÍA

Para realizar el siguiente Estudio de Almacenamiento Postcosecha del limón (*Citrus lemon*), Variedad Meyer, para estimar su tiempo de almacenamiento y conservación, se utilizan limones provenientes de la provincia de Pastaza sector Palora; cosechadas y transportadas hacia los laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería e Alimentos. Luego son sometidos a un preenfriado para disminuir la actividad microbiológica y evitar un posible deterioro.

Procedemos a la eliminación de fruta mala o defectuosa que compromete la calidad y preservación para lo cual se aprovecha el tiempo que el limón permanece en el proceso de enfriamiento para escoger y descartar los frutos defectuosos con los extremos del ombligo o "estilo", rotos con manchas, mohos, picaduras, partiduras, machucones o cualquier otro tipo de daño para evitar problemas posteriores causados por el empaque de fruto de mala calidad como el ataque de enfermedades fungosas.

Los limones seleccionados se dividen en tres grupos de 3Kg cada uno más o menos, a los primeros se los lavan en agua fría con soluciones de hipoclorito, al segundo grupo se los lava en agua fría con soluciones de metabisulfito y al tercer grupo solo con agua, con el fin de remover impurezas y minimizar la carga microbiana, luego son secados con aire utilizando un compresor e inmediatamente sometidos a un recubrimiento de cera parafina.

Para realizar la caracterización de la fruta tomamos un lote de frutos a temperatura ambiente $20 \pm 2^\circ\text{C}$ y un lote de frutos a temperatura de refrigeración $8 \pm 2^\circ\text{C}$ para determinar pH, °Brix, Acidez, Índice de madurez y Tasa de respiración.

Los análisis se realizan cada 3 días hasta concluir el estado óptimo de maduración y almacenamiento, Los análisis microbiológicos se realizaron al inicio y al final de cada tratamiento y el contenido de vitamina C al inicio y al final del mejor tratamiento.

MÉTODOS DE ANÁLISIS DE CALCULO

ANÁLISIS

Perdida de peso
Sólidos Solubles
PH
Acidez
Índice de madurez
Tasa de respiración
Análisis microbiológicos
Tiempo de vida útil
Cinética de reacción
Contenido de Vitamina C
Análisis estadístico

MÉTODO

Según Pearson 1976
Según R Lees 1969
Según norma INEN 391
Según norma INEN 381
(°Brix/ acidez)
Según Vásconez et. Al 1988
Según guía Petrifilm
Según Labuza 1982
Según Alvarado J. D. 1996
Según Hebbel Schmith 1973 y Vásconez y colb 1997
Según Saltos. H 1993.

DISEÑO EXPERIMENTAL

FACTORES

A : Temperatura

B : Desinfectante

C : Recubrimientos

NIVELES

a_0 = Temperatura ambiente $20 \pm 2^\circ\text{C}$
 a_1 = Temperatura refrigeración $8 \pm 2^\circ\text{C}$

b_0 = Sin desinfectante
 b_1 = Hipoclorito
 b_2 = Metabisulfito

c_0 = Sin recubrimiento
 c_1 = Con recubrimiento (parafina)

RESULTADOS

En la tabla 1, se reporta los cambios físico – químicos como pérdida de peso, pH, sólidos solubles, acidez, índice de madurez y la tasa de respiración del limón Meyer (*Citrus lemon Meyeri*) en el tiempo máximo de conservación a las dos temperaturas de estudio, donde podemos observar que a temperatura ambiente de 20°C el peso va disminuyendo paulatinamente, mientras que el pH y los °Brix permanecen casi estables, la acidez aumenta de acuerdo al transcurso del tiempo, su índice de madurez disminuye con un valor menor a la unidad por la relación (°Brix/acidez) y la tasa de respiración presentan valores bajos y mediante el transcurso del estudio va disminuyendo poco a poco. Los valores que se presentan a temperatura de refrigeración son similares a los anteriores de igual manera el peso va disminuyendo poco a poco, el pH y los grados brix permanecen casi estables durante la fase de estudio, la acidez va incrementando a medida que pasa el tiempo, el índice de madurez de igual manera disminuye presentando datos menores de la unidad con un valor inicial de 0.85 y llegando al final del estudio hasta un 0.52 aproximadamente lo que concuerda lo dicho por (Primo Yufera, 1981). Con respecto a la tasa de respiración va disminuyendo a través del tiempo con un valor inicial de 5.81 mg CO₂/Kg-h y llegando a un valor final de 2.96 mg CO₂/Kg-h, notándose que a esta temperatura la actividad respiratoria es un poco menor, es decir disminuye la velocidad de respiración. (Lui F.W, 1992)

En la tabla 2 se reporta las ecuaciones cinéticas con su respectiva replica durante la conservación del limón para índice de madurez en cada uno de los tratamientos, los modelos de la ecuación aplicada en el siguiente estudio tuvieron una aceptación real de los resultados experimentales, se obtuvo coeficientes de correlación altos y se calcularon a partir de la siguiente ecuación:

$$n = \left[\frac{(\log (t_3 - t_2) - \log (t_2 - t_1))}{(\log (A_1) - \log (A_2))} \right] + 1$$

Los resultados que corresponden a la cinética de reacción de primer orden se ajustaron al modelo de ecuación propuesta: $\ln C = \ln C_0 + kt$ (Labuza, 1982) además se reporta el tiempo de conservación máximo (vida útil) en todos los tratamientos presentando una duración de 20 a 22 días a 20°C y de 36 a 42 días a 8°C.

En la tabla 3 se indica los datos microbiológicos encontrados durante el almacenamiento del limón Meyer en cada uno de los tratamientos realizados mediante el método de las Placas Petrifil 3M, donde podemos observar que no presenta una gran cantidad de contaminación durante las pruebas.

El contenido de vitamina C se reporta la tabla 4, análisis realizado al inicio y al final del mejor tratamiento mediante el método de (Hebbel Schmith, 1973) y de la curva estandar propuesta por (Vásconez y colb, 1997) donde se encontró valores de 50 mg de ac. ascórbico/100 ml al inicio y de 47.5 mg de ac. ascórbico/100 ml al final de la prueba, notándose que disminuye levemente mediante el tiempo de almacenamiento.

Con respecto a los desinfectantes se emplearon dos tipos de desinfectantes, metabisulfito e hipoclorito que son de mucha importancia para inhibir el desarrollo de microorganismos como mohos, hongos, que provocan la podredumbre durante el almacenado de los frutos, como recubrimiento se utilizo cera parafina que se la distribuye sobre la superficie del fruto y ayuda a mejorar la conservación del limón durante el almacenamiento.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Finalizado el presente estudio concluimos que el objetivo que se planteo logro cumplirse, siendo este determinar el almacenamiento pos-cosecha del limón Meyer (*Citrus lemon Meyeri*) mediante varios tratamientos indicados obteniendo buenos resultados en el experimento
- Determinamos que se obtuvo buenos resultados especialmente a temperatura de refrigeración (8°C±2) en el cual el fruto se mantuvo en buen estado y calidad, no sufrió daños físicos ni de contaminación bacteriana, manteniendo sus características óptimas y una apariencia aceptable.
- Refiriéndonos a los desinfectantes notamos que son de mucha importancia para evitar la contaminación microbiana, aplicando en este caso metabisulfito e hipoclorito como funguicidas dándonos excelentes resultados en la protección del limón contra la podredumbre debido a mohos sumergiéndolos en un periodo de 3 a 5 minutos en estas soluciones. no debemos olvidar que los cítricos son de naturaleza resistentes a la contaminación.

- En cuanto al uso de los recubrimientos (parafina) podemos mencionar que aplicando este encerado sobre la superficie del limón influye este directamente sobre la calidad del fruto observando que este mantiene en mejor estado al limón ya que no afecta sus características organolépticas como olor, color, textura, rugosidad y apariencia evitando un menor porcentaje en la pérdida de peso, como también retrasa el dervedizado del fruto, es decir es un factor muy importante en nuestro estudio.
- Notamos también que los frutos que se almacenan a temperatura de refrigeración mantienen las características propias de este fruto, pero su tiempo de conservación a temperatura ambiente en almacenamiento fue corto 18 días aproximadamente sin recubrimiento y 22 días aquellos que se someten a recubrimiento, a diferencia de la fruta refrigerada que se mantuvo por 34 días aquellos que no fueron encerados y 39 días aquellos que si fueron parafinados retardando la actividad respiratoria.
- Del presente estudio se recomienda almacenar el limón Meyer a una temperatura mínima de 8°C, con desinfectante metabisulfito y recubrimiento parafina donde las propiedades físicas y químicas permanecen estables, pudiéndose almacenar hasta por unos 40 días aproximadamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ABEDRABO / EGAS . “Estudio de la influencia de temperatura de refrigeración y ambiental en tratamientos Poscosecha del babaco de exportación (Carica Pentogana II) Tesis Ambato – Ecuador. 2000
2. ALVARADO, J. de DIOS. “Principios de Ingeniería Aplicados a Alimentos”. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Radio Comunicaciones. División de Artes Gráficas, Quito – Ecuador. 1996. pp 63 – 85
3. ALVARADO / MUÑOS, “Índice de Madurez y determinación de propiedades físicas del fruto, pulpa y jugo de naranjilla híbrido INIAP – PALORA. “Tesis de grado UTA-FCIAL. Ambato – Ecuador. 1999.
4. AMEZQUITA, R. “Seminario sobre reducción de pérdidas poscosecha de productos agrícolas en el área del Caribe y América Central”. IICA – FAO. República Dominicana. 1979.
5. A.O.A.C. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists”, 3th Edit. Whashington O.C. 1980, pp. 59 –366 – 746.
6. BRAVERMAN, J.B.S, “Los agrios y sus derivados”. Composición y Tecnología Química. Ediciones Aguilar S.A Madrid - España 1952, pp 3 – 15, 110 – 185 1952
7. BRAVERMAN, J.B.S, “Introducción a la Bioquímica de los Alimentos”. Editorial el manual moderno . México D.F. 1985. 385p.
8. BEGERET, G. “Conservas vegetales y Hortalizas”. Segunda edición. Editorial Salvat. Madrid – España. 1962
9. CELSI Y LOCOBUCCI, “Química Inorgánica”. Editorial KAPELUZ. Buenos Aires. 1963. pp 156 – 158.
10. CHEFTEL J.C, CHEFTELL H. “Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos”. Editorial Acribia. Zaragoza – España Tomo II 1983. pp 19-23.
11. CHOLOTA / QUITO, “Estudio de la vida útil de la pulpa de Chirimoya (Annona – Cherimola) mínimamente procesada. Tesis Ambato – Ecuador 1999.
12. DESROSIER, Norman W. “Micobiología de alimentos”, Editorial Acribia, Zaragoza –España, 1983.
13. DURAN / TORRELLARDONA. “Frigoconservación de la fruta”, Editorial AEDOS, Barcelona - España, 1983 pp 137 – 139.
14. ENRIQUEZ / RUMIPAMBA . “Estudio del comportamiento Poscosecha de Naranjilla (Solanum Quitoense” variedad paloreña para estimar su tiempo de conservación” Tesis Ambato – Ecuador. 2001
15. FEBRER. J.M. “ Cultivo del Naranjo limonero y otros Agrios” Quinta Edición Editorial Síntesis. S.A Barcelona - Las Fonts de Tarrasa 1983 pp 208 -278
16. FENEMMA, Owen R. “Introducción a la Ciencia de los Alimentos”. Editorial Reverté S.A. Barcelona – España, 1982. pp 84 – 841.
17. FREIRE, José Eduardo y VALENCIA, Felix Luciano “El cultivo de los cítricos en el cantón Patate”. Tesis. Ambato – Ecuador 1986.
18. GARCIA, R y colb. “Encerado y Almacenamiento del limón Persa” 1^{er} Congreso Iberoamericano de Tecnología Poscosecha y Agroexportaciones CYTED – RYTEP. 1998 pp 45
19. GERMAN, C; LARA, X. y SANTAMARÍA. “ Estudio del Almacenamiento del limón Tahiti” Proyecto CPBID 01/PCAPF-C FUNDACYT . Fortalecimiento y capacitación de Investigadores de la Red

- RIPFADY-Ecuador/Area alimentos. UTA-Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. 2001
20. HEBBEL, Herman Schdmidt. "Ciencia y Tecnología de los Alimentos" Editorial Universitario – San Francisco, Santiago de Chile
 21. HERSON, A.C. "Conservas Alimenticias". Editorial Acribia. Segunda edición. Zaragoza – España. 1980
 22. HOLASWORTH, S.A "Conservación de frutas y hortalizas". Editorial Acribia. Zaragoza - España. 1980. pp 170
 23. INEN. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION, 1978. Conservas – Vegetales. Quito – Ecuador. 1992p.
 24. INIAP. Informe anual Departamento de Nutrición y Calidad 1998.
 25. IZQUIERDO J. GAETANO P y ARIAS C. "Producción Poscosecha, Procesamiento y Comercialización de Ajo, Cebolla y Tomate". Argentina. 1991. pp 233 – 237.
 26. KADER, et. al. "Post harvest technology of horticultural crops". University of California. Danr. Social Publication. N° 3311. 1985. pp 3 – 20 – 21.
 27. KRAUT, Frechman Souce. "Food Composition and nutritions tables", 4th revised and completed Edition pag 864 - 865
 28. LEES, R. "Análisis de los Alimentos". Métodos analíticos y de control de calidad". Editorial Acribia. Zaragoza – España 1969. pp. 65 – 68.
 29. LUI, F.W. "Preenfriado de productos hortícolas", Editorial Limusa. Fisiología y Tecnologías Poscosecha de Productos Hortícolas. México. 1992, 89 – 91p.
 30. MOLINAS , Ferrer. "Frigoconservación y manejo de frutas, flores y hortalizas", Editorial AEDOS. Barcelona – España, 1970.
 31. PALACIOS, Jorge. "Citricultura Moderna" Editorial Hemisferio Sur, Primera Edición 1978, Buenos Aires - Argentina.
 32. PELAYO, Clara. "Pérdida de Poscosecha: significancia, estimación y control". Editorial Limusa. Fisiología y Tecnología. Poscosecha de Productos Hortícolas. México. 1992. pp 27 – 35.
 33. PEARSON, D. "Técnicas de laboratorio para análisis de los Alimentos ". Editorial Acribia. Zaragoza – España. 331p. Tbls. Ilus SPA.
 34. PRALORAN, J.C "Los Agrios Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales" Colección AGRICULTURA TROPICAL. Editorial Blume 1977. pp 369-405
 35. PRIMO YUFERA, E. CARRASCO DURREN, "Productos para el campo y propiedades de los alimentos" TOMO III / N° 2 Editorial Alambra, Madrid - España. Edición 1981. pp 673
 36. PROEXANT, "Promoción de exportaciones agrícolas no tradicionales" Manual del limón Tahiti PROYECTO 518-0019 USAID – ANDE – FEDEXPOR. Consultor Ing. Temistocles Hernández Quito – Ecuador 1992
 37. SALTOS, Héctor. "Diseño Experimental". Editorial Universitaria. UTA. Ambato – Ecuador. 1993. pp 43 – 60
 38. SMITH, S. J. Geeson and J. Stow "Production of modified atmosphere in deciduos fruits by the use of films and coating". Hort. Science . 1987. pp 72
 39. Tabla de composición de los Alimentos Ecuatorianos. Instituto de Investigaciones Tecnológicas e

Industriales, 1985. Quito - Ecuador

40. TSUMURA, T, et al. "Rapid Enzymatic Assay for Acid in Various Foods Using Peroxidase" Journal of Food Science. Volume 58 N° 3, 1993
41. VASCONES, César, y ROBALINO, Dolores. "Vitamina C en el Tomate de árbol (Cyphomandra betacea)", Proyecto de Investigación FUNDACYT - BID - 178, Universidad Técnica de Ambato.(1997)
42. VASCONES, César, et al. "respiración del fruto de tomate de árbol (Cythromandra betácea) Proyecto BID - 178 fundacit Universidad Técnica de Ambato.
43. VOCHÉLE, J. Frió Industrial y Doméstico en la Conservación de los Alimentos . Editorial Aedos Barcelona - España. 1969.

TABLA # 1
PROPIEDADES FISICO - QUIMICAS
DEL LIMÓN MEYER (*Citrus lemon Meyeri*)

Temperatura de (20°C±2)						
Tiempo (días)	Peso (gr)	°Brix	pH	Acidez (gr.ac.c/100cm ³)	I.M (°Brix/Acidez)	Taza de respiración (mg CO ₂ / Kg - h)
0	148,55	5,80	2,25	7,68	0,75	5,90
2	147,63	5,80	2,25	7,97	0,73	5,64
4	147,06	6,00	2,30	9,13	0,66	4,62
7	146,69	6,20	2,30	9,99	0,62	4,73
9	146,23	5,90	2,35	9,70	0,61	3,75
11	145,61	5,90	2,30	10,18	0,58	3,46
14	145,08	6,10	2,30	10,47	0,58	2,88
16	144,71	6,00	2,40	10,47	0,57	3,02
18	143,96	5,80	2,35	10,47	0,55	2,80
22	143,05	5,80	2,30	10,85	0,53	2,77
Temperatura de (8°C±2)						
0	166,23	6,30	2,25	7,30	0,86	5,81
2	165,78	6,30	2,25	7,40	0,85	5,69
4	165,35	6,30	2,25	7,59	0,83	5,39
7	164,68	6,40	2,30	7,49	0,85	4,97
9	164,25	6,30	2,25	7,78	0,81	4,67
11	163,90	6,50	2,30	7,88	0,83	4,25
14	163,24	6,30	2,30	8,17	0,77	3,99
16	162,92	6,40	2,40	8,26	0,77	3,61
18	162,54	6,30	2,35	8,55	0,74	3,53
22	161,82	6,30	2,35	8,74	0,72	3,83
23	161,50	6,40	2,30	9,13	0,70	3,34
25	161,14	6,40	2,35	9,89	0,65	3,76
28	160,65	6,40	2,35	10,18	0,63	3,23
30	160,31	6,40	2,30	10,28	0,62	3,49
32	160,47	6,50	2,30	10,95	0,59	3,34
34	159,76	6,40	2,35	11,05	0,58	3,15
36	159,25	6,60	2,35	11,62	0,57	3,04
39	158,46	6,30	2,30	12,10	0,52	2,96

Promedio de dos réplicas.

Ecuaciones cinéticas y Tiempo de vida útil para Índice de Madurez en limón almacenado en los diferentes tratamientos

Tratamientos	Replicas	Ecuaciones	r ²	n	Tiempo de vida útil
a ₀ b ₀ c ₀	1	ln.IM = -0,0377 t - 0,0633	0,9392	1,09	17,30
	2	ln.IM = -0,037 t - 0,0605	0,9218	1,02	17,29
a ₀ b ₁ c ₀	1	ln.IM = -0,0175 t + 0,0095	0,8788	0,94	21,42
	2	ln.IM = -0,0251 t - 0,0349	0,9353	0,84	19,00
a ₀ b ₂ c ₀	1	ln.IM = -0,0149 t - 0,0149	0,9093	0,99	20,04
	2	ln.IM = -0,0169 t - 0,2555	0,912	1,04	17,69
a ₀ b ₀ c ₁	1	ln.IM = -0,0118 t + 0,0003	0,8497	0,94	24,35
	2	ln.IM = -0,0241 t - 0,0597	0,9187	0,93	19,47
a ₀ b ₁ c ₁	1	ln.IM = -0,0207 t - 0,0378	0,8993	0,89	22,80
	2	ln.IM = -0,0253 t - 0,3313	0,9195	1,01	20,71
a ₀ b ₂ c ₁	1	ln.IM = -0,0157 t - 0,3486	0,8924	1,13	19,39
	2	ln.IM = -0,0142 t - 0,3148	0,8956	1,09	20,20
a ₁ 1b ₀ c ₀	1	ln.IM = -0,0139 t - 0,0579	0,9319	1,08	33,20
	2	ln.IM = -0,0118 t - 0,2257	0,9271	1,08	30,74
a ₁ b ₁ c ₀	1	ln.IM = -0,0151 t - 0,1246	0,9217	1,09	31,81
	2	ln.IM = -0,0143 t - 0,1655	0,9518	1,13	31,79
a ₁ b ₂ c ₀	1	ln.IM = -0,0135 t - 0,1237	0,9384	1,09	31,66
	2	ln.IM = -0,014 t - 0,0303	0,9656	1,02	32,87
a ₁ b ₀ c ₁	1	ln.IM = -0,0127 t + 0,0042	0,9478	0,95	37,89
	2	ln.IM = -0,0115 t - 0,1471	0,9372	0,92	36,68
a ₁ b ₁ c ₁	1	ln.IM = -0,0096 t + 0,0041	0,9416	0,95	41,78
	2	ln.IM = -0,0127 t - 0,0805	0,942	1,06	37,32
a ₁ b ₂ c ₁	1	ln.IM = -0,0136 t + 0,011	0,9623	0,94	42,84
	2	ln.IM = -0,0118 t - 0,2341	0,9734	0,94	42,07

TABLA 3

DATOS EXPERIMENTALES DE RECUENTOS MICROBIANOS (UFC) EN LIMON ALMACENADO
MEDIO PLACAS PETRIFILM (Recuentos para mohos y levaduras)

			Análisis al Inicio			Análisis al Final					
			Tratamiento	Dilución	UFC	Tratamiento	Dilución	UFC			
Análisis preliminar											
	Tratamiento	Dilución	UFC								
INICIAL	{	10(-1)	180	a ₀ b ₀ c ₀	{	10(-1)	110	a ₁ b ₀ c ₀	{	10(-1)	340
		10(-2)	400			10(-2)	300			10(-2)	1500
		10(-3)	1000			10(-3)	3000			10(-3)	13000
	{	a ₀ b ₁ c ₀	{	10(-1)	250	a ₁ b ₁ c ₀	{	10(-1)	60		
				10(-2)	700			10(-2)	500		
				10(-3)	5000			10(-3)	0		
{	a ₀ b ₂ c ₀	{	10(-1)	150	a ₁ b ₂ c ₀	{	10(-1)	470			
			10(-2)	800			10(-2)	5000			
			10(-3)	3000			10(-3)	10000			
{	a ₀ b ₀ c ₁	{	10(-1)	210	a ₁ b ₀ c ₁	{	10(-1)	390			
			10(-2)	700			10(-2)	1100			
			10(-3)	1000			10(-3)	12000			
{	a ₀ b ₂ c ₁	{	10(-1)	240	a ₁ b ₁ c ₁	{	10(-1)	220			
			10(-2)	1200			10(-2)	1400			
			10(-3)	6000			10(-3)	7000			
{	a ₀ b ₁ c ₁	{	10(-1)	70	a ₁ b ₂ c ₁	{	10(-1)	200			
			10(-2)	400			10(-2)	700			
			10(-3)	0			10(-3)	2000			

TABLA 4
VALORES DE DENSIDAD OPTICA (TRANSMITANCIA) EN JUGO DE LIMON ALMACENADO AL INICIO Y AL FINAL DEL MEJOR TRATAMIENTO (a₁b₂c₃)

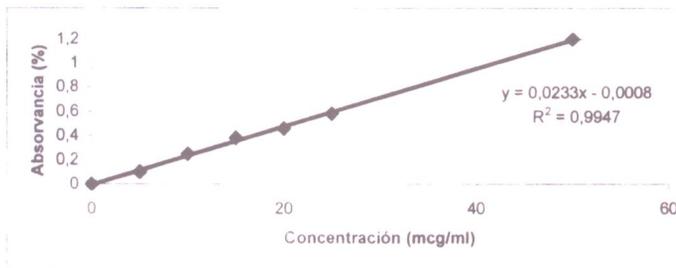
Tiempo	TRATAMIENTO a ₁ b ₂ c ₁	
	Replica	Transmitancia
Inicio del mejor tratamiento	1	6,9
	2	6,8
Final del mejor tratamiento	1	8,2
	2	7,9

VALORES DE ABSORVANCIA

ABSORVANCIA = 2 - log Transmitancia

Tiempo	TRATAMIENTO a ₁ b ₂ c ₁	
	Replica	Absorvancia
Inicio del mejor tratamiento	1	1,616
	2	1,167
Final del mejor tratamiento	1	1,086
	2	1,102

GRAFICO ESTANDAR DE ACIDO ASCORBICO A 520 nm



CONTENIDO DE VITAMINA C
(mg% de Ácido Ascórbico)

Tiempo	TRATAMIENTO a ₁ b ₂ c ₁	
	Replica	VitaminaC
Inicio del mejor tratamiento	1	49,87
	2	50,14
Final del mejor tratamiento	1	46,65
	2	47,35

PROPIEDADES FISICO - QUIMICAS Y ACTIVIDAD RESPIRATORIA DEL LIMON MEYER (*Citrus lemon Meyeri*) A TEMPERATURA AMBIENTE Y TEMPERATURA DE REFRIGERACION

Figura 1

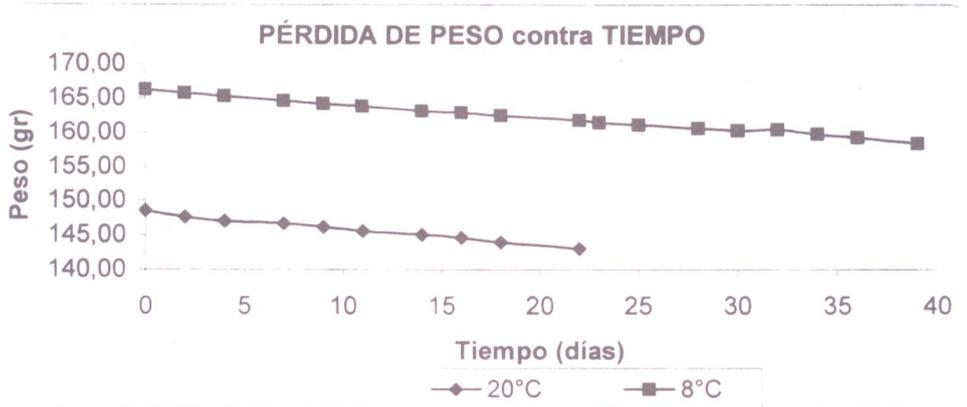


Figura 2

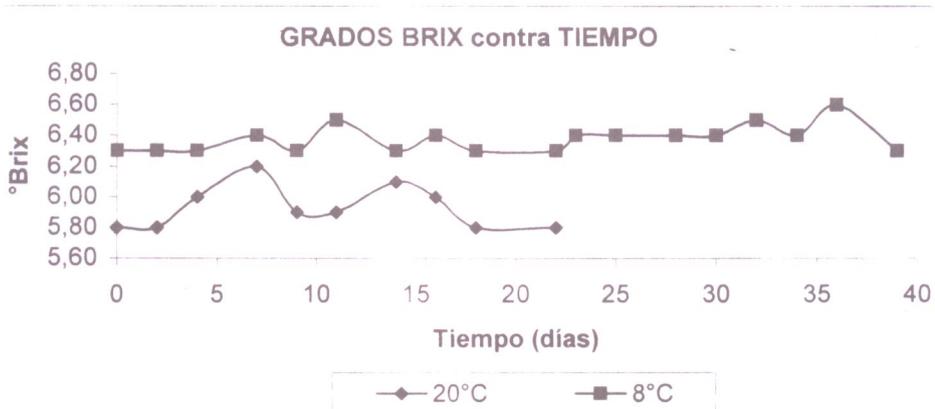


Figura 3

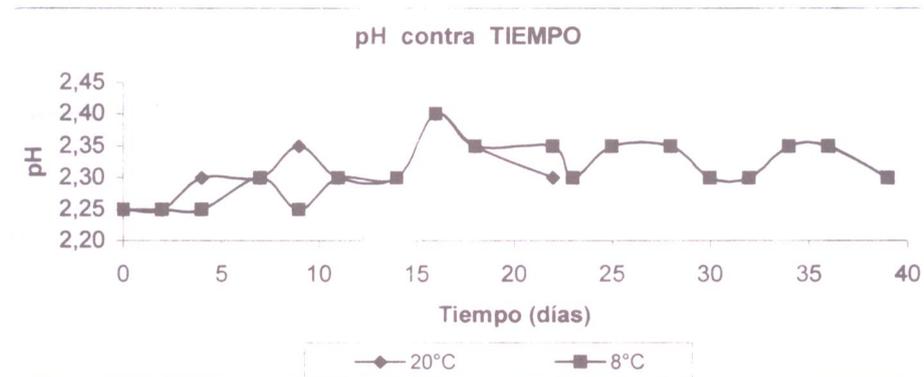


Figura 4

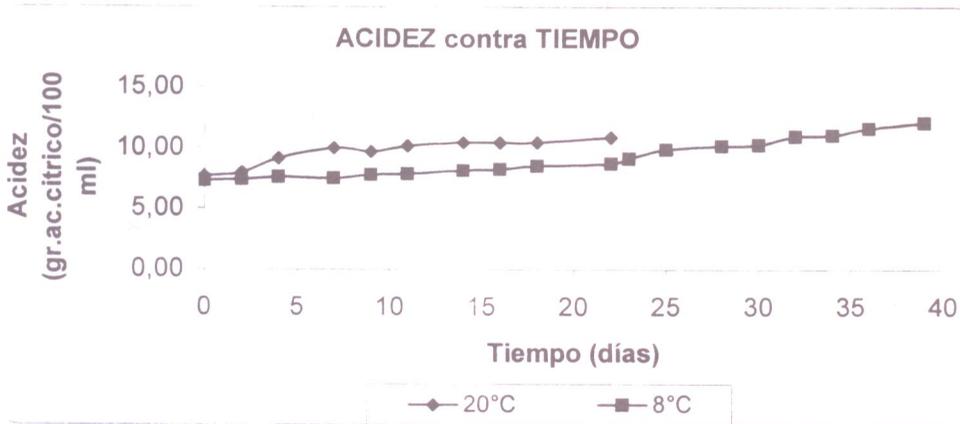


Figura 5

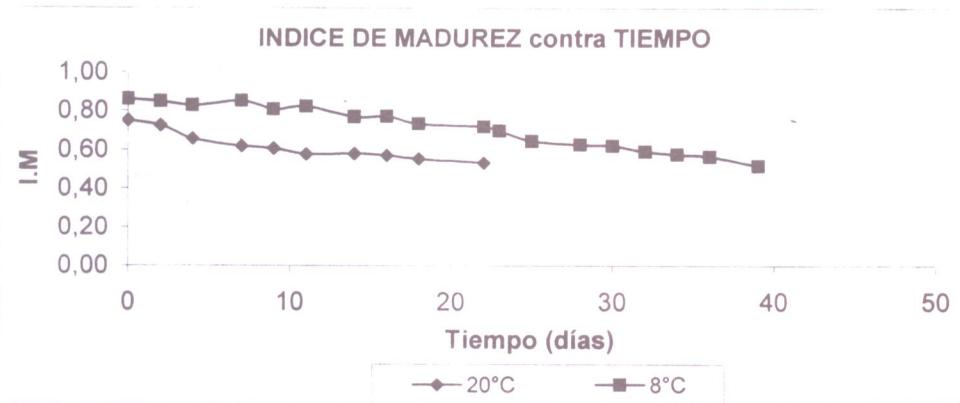
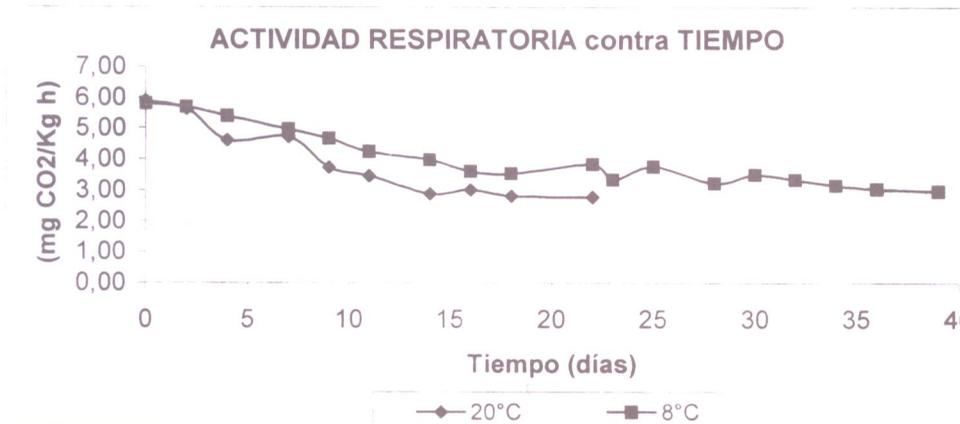


Figura 6



OBTENCIÓN DE UN CONCENTRADO ENZIMÁTICO DEL LÁTEX DE CHAMBURO (*Carica microcarpa*).

Patricia Argüello V.*
Mario Paredes P.**

RESUMEN

El objetivo principal de este proyecto es: obtener un concentrado enzimático, a partir del látex de chamburo (*Carica microcarpa*).

Los factores de estudio considerados para el experimento son: Factor A: Índice de madurez a_1 = verde 3 meses; a_2 = verde 4 meses; a_3 = semimaduro 5 meses. Factor B: Antioxidante ácido ascórbico, b_1 = 1%; b_2 = 1,5%; b_3 2,0%. Factor C: Temperatura de secado, c_1 = 45 °C; c_2 = 55°C. Al realizar el análisis estadístico, se determina que el mejor tratamiento es el que se realiza en la fruta verde 4 meses, concentración de ácido ascórbico al 1% y a una temperatura de secado a 45°C.

El rendimiento promedio obtenido en este trabajo es 8,12% cuyo valor es bajo, esto depende de la materia prima, ya que se utiliza la cáscara con un porcentaje de humedad alto de 84,8% y el producto final tiene una humedad promedio de 10,5%, como también ocurren pérdidas durante la molienda 5,21%.

La actividad proteolítica la cual presenta un valor promedio de 387,28 UA/GM, nos indica que es un buen agente coagulante de la caseína presente en la leche.

JUSTIFICACIÓN

El chamburo es una planta que en Ecuador se la encuentra casi en forma silvestre en algunas regiones de los Andes. El cultivo de este frutal exótico es incipiente en nuestro medio no tenemos aún cultivos comerciales tan solo hallamos en forma casual unas pocas plantas en huertos caseros. En el valle de Vilcabamba provincia de Loja, se encuentra en forma natural, desde donde ha sido llevado a otros países como Nueva Zelanda con el fin de producir en volúmenes comerciales, distingue de todas las especies cultivadas en el mundo, por desarrollar un aroma particular muy apreciado en la industria nacional e internacional. Chile realiza exportaciones de esta fruta, la misma que se caracteriza por su delicioso sabor y exquisito aroma, cualidades muy requeridas para la industria alimenticia.

El chamburo o papayuela es una fruta de gran importancia económica para el país, puesto que presenta un futuro promisorio para la agroindustria, sus características especiales permiten procesar y presentar como deshidratados confitados de excelente sabor y aroma, que serían apetecidas en los mercados externos. La fruta puede ser procesada para utilizarse principalmente en helados, jugos, sorbetes, néctares, postres, cócteles y otros más y las semillas pueden ser utilizados por su alto contenido de proteína.

Esto surge como necesidad para dar una alternativa tecnológica y obtener un concentrado enzimático, aprovechando el frutal de chamburo (*Carica microcarpa*) en su totalidad, ya que la mayoría de industrias alimenticias desechan la cáscara donde se encuentra un porcentaje muy alto de látex, el cual contiene enzimas como es el caso de las proteolíticas. La pulpa puede ser procesada para la obtención de diversos productos como jugos naturales ya que no es muy comercializada en el mercado nacional en su estado natural.

Con el propósito de que la reducción de costos en la producción mediante la optimización de los procesos es hoy un desafío para la industria no solo para su proyección y desarrollo, sino hasta para la subsistencia en un mercado de alta competitividad y de recursos financieros y económicos cada vez más escasos y costosos para el industrial. La fruta de chamburo verde entera servirá para propósitos múltiples: la pulpa para hacer

* Egresado de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

** Docente de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

una serie de productos comestibles tales como escabeches, condimentos, salsas y vegetales; y las cáscaras, para producir posiblemente papaina cruda.

La gran demanda de enzimas en la industria hace necesario investigar tecnologías para producir este producto, por tal motivo el presente estudio se orienta hacia la búsqueda de un método para la obtención de un concentrado enzimático en forma industrial y además permitirá a los empresarios industriales del país en el área de los alimentos, sobre todo en las líneas de elaboración de embutidos (ablandamiento de carnes), estabilización de la cerveza, en la industria farmacéutica para el tratamiento de desordenes digestivos y tratamientos de enfermedades de la piel, en cosmética para preparación de blanqueadores del cutis, etc., que utilizan enzimas en sus procesos, y por tener acceso a materia prima más barata y un mercado seguro y por lo tanto que signifique mayores utilidades para sus productos que elaboran.

OBJETIVOS

Objetivo general

Obtener un concentrado enzimático de látex de chamburo (*Carica microcarpa*).

Objetivos específicos

- Establecer el índice de madurez en el chamburo en el cual presenta una mayor cantidad de concentrado enzimático.
- Determinar la concentración más adecuada de antioxidante para evitar una oxidación de los grupos sulfidrilos de las proteasas (ácido ascórbico).
- Encontrar la temperatura óptima en la obtención del concentrado enzimático de látex de chamburo *Carica microcarpa*.
- Realizar un estudio económico estimado con el mejor tratamiento.

Chamburo, descripción

Es una especie de carica probablemente nativa de los Andes ecuatorianos (Propeno 1927), esta fruta crece en climas templados, especialmente en valles serranos. Rara es- afirma Cordero (1950:59)- una casa de indio que se eche de menos una planta de siglolon o de chamburo.

Según Chico y Guerrero 1979, el fruto a su plena madurez tiene una coloración amarilla o anaranjada de conformación ovoides subpentagonos los ángulos son obtusos y en algunos casos muy salientes de sabor ácido, pulpa blanca amarillenta y corteza más amarilla que verde con abundante semilla.

Según el manual de cultivo de chamburo 1992, el fruto es de forma ovoide, esférica, periforme desde su estado inicial, alcanzando longitudes de 12 cm de largo por 8 cm de ancho o en algunas veces de 15 a 30 cm con un peso de 130 gramos con un aroma muy fuerte su pulpa es de coloración amarillenta clara, en su interior se encuentra las semillas y masa placentaria que ocupa toda su concavidad. La semillas miden de 4 a 6 mm. de diámetro con una sarcotesta mucilaginosa lisa; la esclerotesta tiene una infinidad de protuberancias regularmente dentadas a modo de crestas las mismas que se hallan dispuestas longitudinalmente en algunos casos no desarrollados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Para el presente estudio se utilizó chamburo (*Carica microcaropa*), proveniente de cultivos ubicados en el cantón San José de Chimbo, provincia de Bolívar.

Reactivos

Acido ascórbico
Acido clorhidrico
Acetato buffer concentrado
Acido acético
Hidróxido de sodio 1M
Acetato buffer standar
Solución de standar de leche (19% w/v)
Leche en polvo
Solución buffer de cisteína

Fosfato disódico
Etilendiamina tetracetato disódico
Hidroclorehidro monohidrato de cisteína
Solución estándar de papaina (0.25 – 1.00%)
Fenoltaleína
Soluciones buffer para la calibración del pHmetro (pH=4)

Equipos y materiales utilizados

Estufa Fisher, mod. 2305, serie 444.
Cámara de refrigeración Duplex marca Coldinter, cámaras independientes, 2 ventiladores.
Aparato Kjeldhal 6 unidades, marca Labconco, 3 fases 60 ciclos.
Despultador Langsenkamg # 277 con 12 tamices: (4) ¼ , (332); (4) 0,45; (4) 0,27 , 1.5 HP motor Baldor 220 V 60 C, 1725 RPM.
Balanza determinadora de humedad, marca Mettler.
Cronómetro, marca NIST-Traseable
Cuchillos de plástico.
Cuenta colonias, marca Lee Metal Products.
Erlenmeyer, marca Pyrex, (250 y 500 ml).
Fundas de polietileno
Pipetas serológicas de 1 ml, 5 ml, 10 ml marca Pyrex.
Termómetro de -10 °C a 150 °C, marca SAMA.
Vasos de precipitación, marca Pyrex (50, 250 y 500 ml)
Cápsulas de porcelana.
Espátula
Bureta de 50 ml.
Agitador magnético
pH-metro digital fisher 107.
Pinzas
Soporte
Baño maría, Memmert
Tubos de ensayo (prueba)
Embudo separador
Gradilla
Balón volumétrico marca Pyrex de (250 y 500)ml
Centrífuga, CLAY ADAMS (Safety Head, 8000 rpm.)
Penetrómetro, MC – CORMICK.Estufa Fisher

METODOLOGÍA

Recolección

La recolección se realiza de forma manual. El fruto se desprende fácilmente, con una leve presión sobre el pedúnculo. Los frutos recogidos se colocan con el pedúnculo hacia abajo con el fin de que el látex no caiga sobre la fruta y manche.

Selección

La fruta es seleccionada de acuerdo a los siguientes aspectos: que no se encuentren maltratados, golpeados o contaminados.

Conservación en el Transporte

Para la conservación en el transporte se utilizó cartones en cuya base tiene una capa de papel picado evitando así que se golpee, y en cuyo interior se encuentra divisiones con tiras de cartón corrugado, en las cuales son colocados los chamburos.

Selección 2.

Cuando la materia prima esta lista para ser tratada se procede a una segunda selección, la cual implica verificar sino ocurrió algún desperfecto en el momento del transporte como: golpes, deformaciones de la fruta.

Lavado

El lavado tiene por objeto la eliminación de impurezas que se adhieren en la corteza del chamburo. Para la obtención de un chamburo perfectamente limpio primero se lavo con agua potable fría. Posteriormente se dejo en reposo la fruta para que se escurra el agua empleada en esta operación.

Pelado

Este paso consiste en retirar el pedúnculo y luego proceder a pelar manualmente el chamburo (con un grosor de más o menos de 3 a 5 mm), cuidadosamente sin que el látex se esparza a la pulpa de la fruta, ya que en este experimento solo vamos a utilizar la cáscara la cual contiene la fuente enzimática.

Lavar el mesocarpio cuidadosamente con abundante agua, debido a que el momento de pelar se pone en contacto el látex con el mesocarpio, y ésta agua de lavado se somete a centrifugación.

Cortado

Una vez obtenido la cáscara se procede a cortar con cuchillos de plástico (para evitar la oxidación de los grupos sulfhidrilos existentes en la fruta), en pedazos de 3 o 5 mm. (tomando en cuenta el peso de la cáscara).

Mezclado

Colocamos los pedazos de cáscara de chamburo en un erlenmeyer, para luego añadir agua destilada en una relación de 1 : 2 (w/v), se añade el reactivo de ácido ascórbico para estabilizar la enzima durante el secado en una relación de 1%, 1,5% y 2% (w / v).

Agitación Suave

Esta operación se la realiza con el fin de que tenga una agitación homogénea de la solución con los pedazos de cáscara existentes en el erlenmeyer.

Reposo

La mezcla se la deja en reposo, con el propósito de que alcance la temperatura adecuada (ambiente $18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) para luego llevar a la siguiente operación.

Centrifugación

Luego de transcurrido una hora de reposo de la muestra, es centrifugado el líquido a (3000 r.p.m.) durante 20 min., con la finalidad de precipitar todos las sustancias presentes en la mezcla. Para utilizar el sedimento en la etapa subsiguiente del proceso y el sobrenadante es desechado.

Secado

El producto se lo secó en una estufa marca VWR 1360, a temperaturas de 45 y 55 °C con la finalidad de sacar toda el agua presente en la muestra.

Pesaje

Esta operación se realiza con el propósito de determinar la cantidad de producto que se ha obtenido durante el proceso y para los diversos cálculos ha realizarse.

Molido

Una vez que el producto ha sido secado se procede a moler la misma, y se lo realiza en un molino manual, con el propósito de obtener un polvo fino.

Envasado

Está operación se lo realiza en fundas de polietileno.

Almacenamiento

El producto ambiente ya envasado se lo almacena a temperatura.

Métodos de análisis

Para análisis en la *materia prima* se siguió los siguientes métodos:

pH, Norma INEN 389. 1979,

Acidez titulable, según la norma INEN 381. 1985.

Sólidos Solubles, Norma INEN 380. 1978

Índice de Madurez, Método de Primo Yúfera 1981.

Para análisis en el **concentrado enzimático** se siguió los siguientes métodos:

Rendimiento, al final de cada tratamiento de obtención del concentrado enzimático se evalúa el rendimiento del polvo obtenido, expresado en porcentaje.

$$R = (W_1 * 100) / W_0$$

Donde:

W_0 = peso en gramos de la muestra inicial.

W_1 = peso en gramos del producto obtenido (polvo).

Humedad, Norma INEN 299. 1978.

Determinación de la actividad de la papaína (concentrado enzimático), La evaluación potencial de papaína es realizada por una prueba de coagulado de leche basado esencialmente en el método de Ball & Hoover.

Determinación de la penetrabilidad en carne con el concentrado enzimático, la determinación se realizó con un pedazo de carne el cual contenía concentrado enzimático, la carne colocamos en compartimentos los cuales no permiten que se muevan para esto se utilizó el penetrómetro (Kg/cm^2).

Para análisis en el **mejor tratamiento** se siguió los siguientes métodos:

Análisis de proteína. Según la norma INEN 301.

Análisis microbiológico. al mejor tratamiento ($A_2B_1C_1$), se realizó los siguientes análisis microbiológicos: Recuento total Norma INEN 1338, 1996 y esporulados (Yokoya, F. 1976).

Análisis sensorial.

Se aplicaron escalas hedónicas de sabor, textura, aceptabilidad general (García A. 1994).

Análisis Económico.

Luego de aplicar el diseño experimental en la obtención del concentrado enzimático de látex de chamburo y haber determinado el mejor tratamiento que en nuestro caso es ($A_2B_1C_1$), se realizó un estudio económico estimado para este tratamiento, para lo cual se sigue lo recomendado por Behrens y Hawranek (1994).

El diseño experimental empleado en este trabajo corresponde a un diseño factorial $A \times B \times C$ con una réplica:

FACTORES

NIVELES

A. Índice de madurez

- a₁ Verde (3 meses)
- a₂ Verde (4 meses)
- a₃ Semimaduro(5 meses)

B. Antioxidante
(Acido ascórbico)

- b₁ 1.0 %
- b₂ 1.5 %
- b₃ 2.0 %

C. Temperatura de secado

- c₁ 45 °C
- c₂ 55 °C

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

El balance de materiales (mejor tratamiento) y el diagrama de proceso, para la obtención de un concentrado enzimático, a partir de chamburo (*Carica microcarpa*) se encuentra en el Anexo1.

El análisis que se realiza a la materia prima se reporta en la tabla N°1.

Los resultados del análisis del concentrado enzimático del mejor tratamiento a₂ b₁ c₁, se encuentran en la Tabla N°2.

La actividad de la enzima proteolítica del concentrado del látex de chamburo a un índice de madurez de 0.3 es de 366.3 (UA/GM). A medida que el índice de madurez aumenta, la actividad enzimática se incrementa (GRAFICO 1), esto ocurre hasta un índice de madurez de 1.00; a partir de este valor la actividad comienza a disminuir llegando hasta un valor de 386.0 (UA/GM) que comprende un índice de madurez de 1,5.

La curva de actividad enzimática se ajusta a un modelo polinomial de tercer grado.

Esto ocurre en todos los ensayos realizados observándose que la actividad enzimática en función del índice de madurez sigue el mismo modelo

Los resultados obtenidos en cuanto a la evaluación sensorial (escala hedónica) para el concentrado enzimático del látex de chamburo realizados en carne dura (caucara) con el mejor tratamiento se reportan en la tabla N° 3.

TABLA N° 1. Análisis realizado a la materia prima chamburo con relación al mejor tratamiento.

DETERMINACIÓN	ENSAYO 1	ENSAYO 2	PROMEDIO
pH	4,5	5,30	4,90
°Brix	5,5	5,60	5,50
Acidez (%)	6,30	7,00	6,65
Índice de madurez	0,873	0,800	0,837

TABLA N° 2. Análisis del concentrado enzimático del látex de chamburo *Carica microcarpa* al mejor tratamiento.

DETERMINACIÓN	OBTENIDO
Humedad (%)	10,50
Rendimiento	10,00
Actividad proteolítica (UA/GM)	397,4
Penetrabilidad	3,17
Recuento total	467 x 10 ³
Esporulados	0
Proteína	8,4

GRA
1% c

TABL
el conc

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

GRAFICO N° 1. Cinética de variación en los valores de UA/GM en función del índice de madurez (a 45°C, 1% de ácido ascórbico).

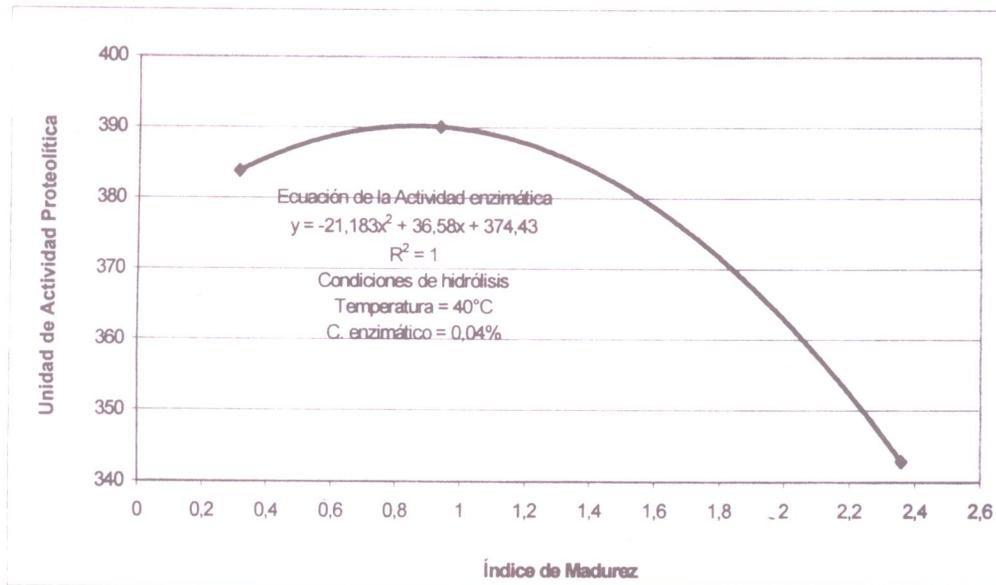


TABLA N° 3. Calificación en escala hedónica en el mejor tratamiento para la aceptabilidad de la carne con el concentrado enzimático.

	SABOR	TEXTURA	ACEPTABILIDAD GENERAL
CATADORES			
1	5	2	5
2	4	1	5
3	5	2	5
4	4	2	4
5	4	1	5
6	4	2	4
7	4	2	5
8	4	1	5
9	5	1	5
10	4	1	5
11	5	1	5
12	4	2	4

Discusión

En la Tabla N° 1. Se reportan datos promedios de pH, °Brix, Acidez (% ácido cítrico) e Índice de madurez para el frutal de chamburo; la variación en las réplicas puede deberse a la apreciación existente en cada una de las mediciones tomadas.

Una vez efectuado un análisis de varianza y pruebas de Tukey con un nivel de significancia $\alpha = 0,05$; se determinó que el mejor tratamiento le corresponde al $a_2 b_1 c_1$ (con fruta de 4 meses con 1,0% de ácido ascórbico a una temperatura de secado de 45°C).

Al realizar el análisis de varianza con los valores obtenidos de rendimiento en polvo obtenido, penetrabilidad y actividad proteolítica presentan diferencia significativa, es decir que son dependientes de los tres factores en estudio.

En la Tabla N° 2. la humedad es de 10,50 % la cual es normal para un concentrado como se puede comparar con respecto a productos: harinas que contienen una humedad similar (11 – 13%), el rendimiento no es bajo con relación al peso utilizado para su extracción y tomando en cuenta que se trabaja con la cáscara, la actividad proteolítica al ser comparada con otras enzimas como la, bromelina y papaína que actúan sobre sustrato de caseína se observó que la actividad proteolítica del concentrado obtenido es superior a dichas enzimas. En cuanto a los análisis microbiológicos los resultados obtenidos son aceptados bajo normas INEN, el porcentaje de proteína es del 8,4%.

El sabor, textura y aceptabilidad general del concentrado enzimático aplicado en carne, obtenido del mejor tratamiento presenta un puntaje aceptable cumpliendo con las expectativas que el consumidor busca en un alimento a base de dicho ablandador (Tabla N° 3).

Graficando índice de madurez contra la Unidad de actividad proteolítica (Gráfico N° 1), se observa que la actividad proteolítica va incrementándose a hasta un cierto punto en el cual empieza su descenso como se puede observar en dicho gráfico.

Analizando el mismo gráfico, respecto a la concentración de ácido ascórbico, se establece que el 1,0% es suficiente para evitar la oxidación de los grupos sulfhidrilos del concentrado enzimático.

La temperatura de secado se la puede realizar en un intervalo de 45 a 55°C, ya que a altas temperaturas estas enzimas pueden inactivarse perdiendo así su actividad enzimática.

De acuerdo al balance de materiales realizado para el mejor tratamiento $a_2 b_1 c_1$, se parte con 817,7 g con una humedad del 84,8%, del frutal chamburo obteniéndose 17,82 g de concentrado enzimático en polvo con un porcentaje del 10,5%. Se obtiene así un rendimiento promedio para el concentrado enzimático de 8,12%, Existiendo el 5,21% de pérdidas en el proceso, en la etapa de molido debido a que se realizó en un molino manual.

CONCLUSIONES

- En la obtención del concentrado enzimático de látex de chamburo (*Carica microcarpa*), representa un producto con fines de investigaciones tanto en lo científico como en lo económico.
- El método que se utilizó no es complejo indicándonos de esta manera que el concentrado es un buen elemento reemplazante de las enzimas proteolíticas, dando una nueva alternativa para poder obtenerla de mejor manera y a gran escala.
- El índice de madurez aplicado en este estudio tiene una gran influencia en las características del concentrado como son: actividad proteolítica, y penetrabilidad como se pudo apreciar en la Tabla N°2.
- La concentración de ácido ascórbico empleado en el proceso de obtención del concentrado enzimático es importante, ya que, evita la oxidación de los grupos sulfhidrilos.
- Los mejores resultados se obtuvieron con la concentración del 1% de ácido ascórbico que es suficiente, cuyo porcentaje no perjudica propiedades organolépticas del concentrado.

- Las temperaturas de secado aplicadas en el experimento, no tiene un alto grado de influencia en la obtención del concentrado enzimático, ya que, estas temperaturas son utilizadas de acuerdo a datos establecidos bibliográficamente y en experimentos ya realizados y 45 °C es la temperatura permitida para conservar la actividad enzimática en proteasas.
- El rendimiento en nuestro estudio no es bajo tomando en cuenta como base solo la corteza de la fruta, cuyo valor promedial es de 8.12%, debido a que en la corteza se encuentra la mayor cantidad de látex, mientras que la pulpa se destinaría para diferentes procesos alimenticios. Y tomando en cuenta que en el estudio se realizará un aprovechamiento integral de la fruta.
- Al realizar el balance de materiales en el mejor tratamiento ($a_2b_1c_1$), se establece una pérdida de peso del 5.21% correspondiente a las ocurridas en la etapa de la molienda.
- El concentrado enzimático actúa de una buena manera como ablandador de carne, ya que ataca al sarcolema y separa las fibras musculares, la cual le da suavidad y presenta una consistencia pulposa debido a la pérdida de estructura de las fibras musculares.
- Las unidades de actividad proteolítica obtenidas en nuestro estudio presenta un valor promedial de 387.28 UA/MG, la cual nos indica que el concentrado enzimático obtenido es eficaz como se observa en la prueba realiza en solución de estándar de leche.
- Al efectuar la evaluación sensorial (escala hedónica), para el mejor tratamiento, los resultados obtenidos señalan que el producto es aceptado en forma general tanto en sus propiedades organolépticas como físicas. No se realizó un análisis estadístico debido a que las muestras analizadas eran dos, la patrón y la que contenía el concentrado enzimático.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALVARADO y MUÑOZ. 1999. "Índice de madurez y determinación de propiedades físicas del fruto, pulpa y jugo de naranjilla Híbrido INIAP. Palora" Tesis. UTA. FCIAL.
2. ALAN, WISEMAN. 1986. "Principios de Biotecnología" Editorial Acribia Zaragoza - España 300pp.
3. ARTEAGA, G.E. AND, S. NAKAI. 1990. "TETRA PROTECS PRETEOLYTIC, ACTIVITY OF SIMULATED PAPAYA LATEX AND CRUDE PAPAIN". Journal of Food Science. Tomo 6. Volumen 55, 1021pp.
4. BELITZ, H. y GROSC, W. 1982. "Química de los Alimentos". Edt. Acribia. Zaragoza- España. 63pp.
5. BOHINSKI C. ROBERT. 1991. "Bioquímica" Editorial Addison-Wesley Iberoamericana. Impreso en Estados Unidos de América. Quinta Edición 220pp.
6. BRAVERMAN, J.B.S. 1980. "Introducción a la Bioquímica de los Alimentos". Editorial el manual moderno 358pp.
7. CALDAS, M. 1995. "Preparación y Evaluación de Proyectos, Manual práctico". Facultad de Ciencias Económicas UTE. Centro de Investigaciones de Escuela de Comercio Exterior. 137-141pp.
8. CASTAÑEDA, A. Dr.1992. "Laboratorio de investigación de biofísica Molecular ENCB. IPN Departamento de accesoria al sector Ejidal. COFAA - IPN. 13pp.
9. COHEN, P. 1978. "Control de la Actividad Enzimática". Editorial Omega. Barcelona 88pp.
10. CULTIVOS DE EXPORTACIÓN. 1995. "Estudios de Alimentos". Editorial Surco, Segunda edición, editado en Quito - Ecuador, 29-31pp.
11. CZYHIRINAM, NIKITA, Ar. 1996. "Obtención de papaina Deshidratada a partir del látex de Lechosa (carica papaya) por secados en bandejas al vacío I Congreso Venezolano de Ciencias y Tecnología de alimentos" Hotel Caracas Hilton 23 al 27 de Marzo. Caracas - Venezuela.
12. CHARLEY, Helen. 1991 "Tecnología de Alimentos procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos" Editorial Limusa Pp545.
13. CHICO y GUERRERO. 1979 "Estudios sobre métodos de conservación". Tesis. UTA. F.C.I.A.L.
14. DEVORE, C. y MUÑOZ MENA, E. 1969. "Química Orgánica". Cultural. Segunda edición. México.
15. ENGLER y ACOSTA SOLIS. 1962. "Flores y plantas ornamentales de la tierra ambateña". Instituto Ecuatoriano de Ciencias Naturales. Publicaciones del Ilustre municipio de Ambato. Quito- Ecuador. Pp.4-5
16. ESPIN, N. 1985. "Stabilisation of papain from papaya peels by using chemicals as protective agents". Revista del cincuentenario de la Facultad de Ingeniería Química. EPN. 108-116pp.
17. ESTRELLA E. 1998. "Pan de América" Fundacyt. Etnohistoria de los alimentos aborígenes en el Ecuador. 180 Pp.
18. FENNEMA, OWEN. R. 1982. "Introducción a la Ciencia de los Alimentos". Editorial Reverté, Barcelona 100p.
19. FRUTTON, JOSEPH. 1961. "Bioquímica general" Editorial Omega, segunda edición. 205-210pp.
20. GACESA, PETER HUBBLE, JOHN. 1990. "Tecnología de las enzimas" Editorial Acribia, España - Zaragoza, 206 pp.
21. GARCIA, A. 1994. "Durabilidad de los Alimentos método de estimación" Instituto de Investigaciones

22. GER...
Milw
23. GER...
York.
24. HERB...
Novie
25. IACO...
Bueno
26. IBAR...
Barcel
27. ICMSI
28. ILLAN
29. INEN...
Refract
referen
Normal
30. JACOM...
Variet
31. KIRWC...
176pp.
32. LAGUN...
585Pp.
33. LEES, I
34. "LOST...
Editor N
35. MANU...
Corpora
Quito
36. PROEX
37. REITHE...
248 pp.
38. SANTA...
mediante
39. SALTOS
40. SCRIBA
41. TABLA...
tecnológi

- para la Industria Alimentaria, Ciudad de la Habana, 35 pp.
22. GERALD, R. 1975. "Enzymes in food Processing", Second Edition, Universal Foods Corporation Milwaukee, Wisconsin. Academic Press, New York. San Francisco London, 147pp.
 23. GERHARTZ, W. 1990. "Enzymes in Industry, Production and Applications" Chapter 4. Publishes, New York. 357pp.
 24. HERBARIO. 1999. Loja N°6 Universidad Nacional de Loja Departamento de Botánica y Ecología. Noviembre 37 – 102pp.
 25. IACOBUCCI, C. 1964. "Química elemental moderna Orgánica". Editorial kapeluz, Moreno 372-Buenos Aires. 341-342pp.
 26. IBAR LEONARDO, 1990. "Cultivo de aguacate, chirimoya, mango, papaya". Editorial Aedos. Barcelona – España, 105p.
 27. ICMSE. 1985. "Microorganismos de los Alimentos". Edt. Acribia. Zaragoza - España.
 28. ILLANES, A. 1994. "Biotecnología de Enzimas" serie Biológica Monografía 35. OEA.
 29. INEN. Norma Ecuatoriana "Conservas vegetales" Determinación de sólidos solubles, Método Refractométrico, 1985, N. 380, "Determinación de Acidez Titulable, Método potenciométrico de referencia", 1985, N. 381. "Determinación del pH. 1985, N. 391." Instituto Ecuatoriano de Normalización. Quito – Ecuador.
 30. JACOME, F. Y PAREDES, S. 2000. "Obtención de polvo soluble a partir de cacao fermentado y seco, Variedad Arriba", Tesis.UTA.FCIAL.
 31. KIRWOOD, JOHN. M. 1979. "Bioquímica Autoevaluación y repaso". Editorial Mc Grow- Hill. México, 176pp.
 32. LAGUNA, JOSE. 1978. "Bioquímica" Editorial Empresa Medica Mexicana. Tercera Edición. México, 585Pp.
 33. LEES, R. 1969. "Análisis de los Alimentos". Editorial Acribia. Zaragoza – España 134pp.
 34. "LOST CROPS OF THE INCAS" 1989. "Highlands papayos" National Academy Press – Wash. D.C. Editor Noel Vietmeyer. pp 255-256.
 35. MANUAL DE CULTIVO DE CHAMBURO. 1992. Centro Agrícola convenio CAF. Auspicio Corporación Andina de Fomento realizado por Asistencia Agroempresarial Agribusiness CIA. LTDA. Quito – Ecuador. Impreso en Ecuador. 3- 11pp.
 36. PROEXANT, Promoción de exportación Quito – Ecuador 1985.
 37. REITHEL, F. 1970. "Conceptos de Bioquímica". Libros Mc Graw-Hill. Madrid – España. 13-15, 247-248 pp.
 38. SANTAMARIA, G. Y VILLACIS, A. 2000. "Extracción del zumo de maracuya (*Pasiflora edulis*) mediante la aplicación de enzimas pectolíticas" Tesis. UTA.FCIAL.
 39. SALTOS, A. 1993. "Diseño Experimental". Ambato- Ecuador, 60 pp.
 40. SCRIBAN, RENE. 1985. "Biotecnología". El Manual Moderno, Segunda Edición. México, 445Pp.
 41. TABLA DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS ECUATORIANOS. 1965. Instituto de Investigaciones tecnológicas e Industriales. Quito – Ecuador. 13 Pp.

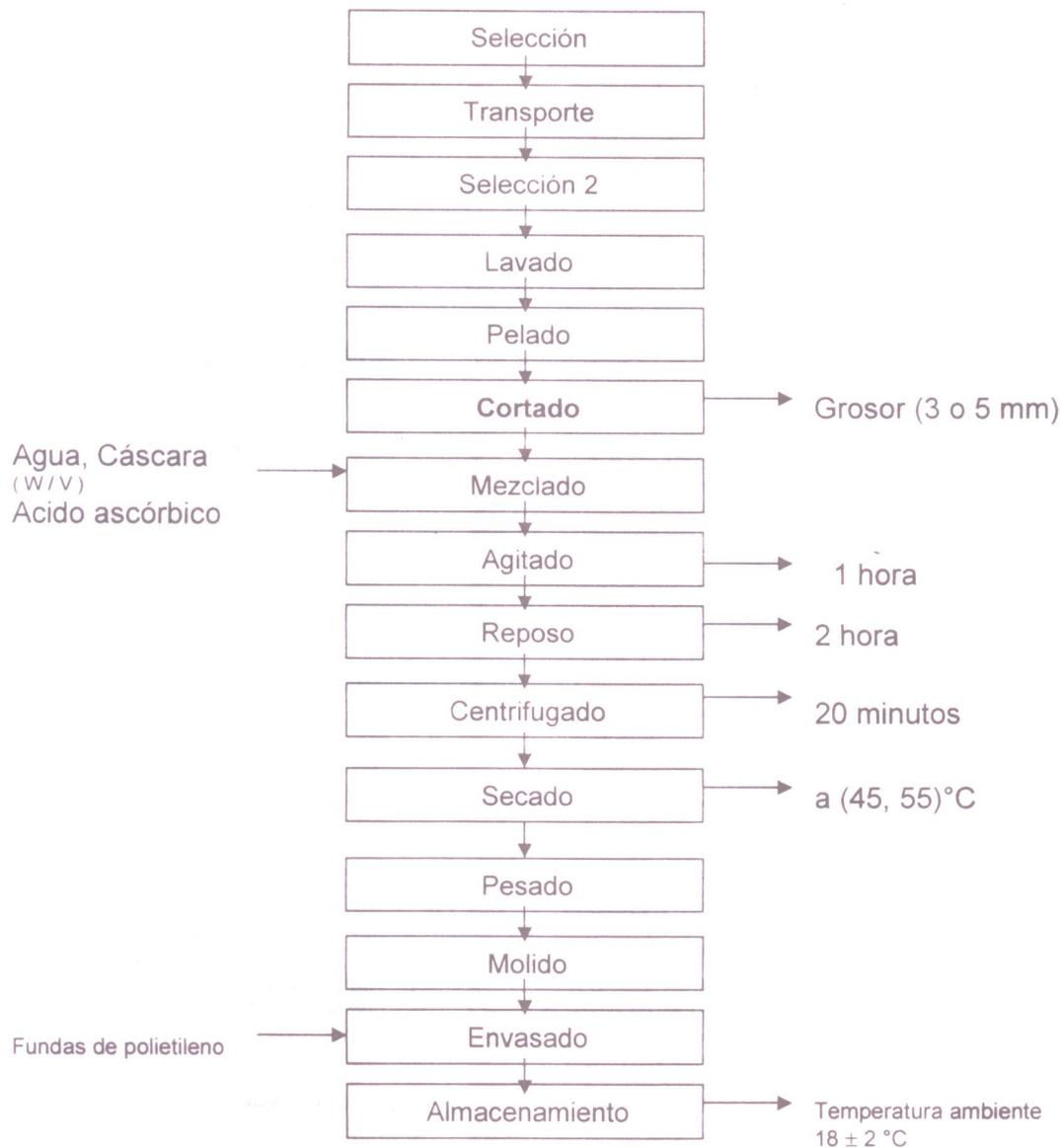
42. TAMARO, O. CABALLERO, 1974. "Fruticultura". Gustavo Gili. Barcelona - España. 180pp.
43. WYNN, COLIN H. 1977. "Cuaderno de Biología, Estructura y Función de los Enzimas" Editorial Omega. Barcelona 67pp.
44. YOKOYA, F. 1976. "Microbiología de Processos e Productos Alimenticios" Vol. 4. Universidad Estadual de Campiñas, 475 pp.

FLU
DE

Agua, Ca
(W/V)
Acido as

Fundas de p

FLUJOGRAMA PARA LA OBTENCIÓN DE UN CONCENTRADO ENZIMÁTICO DEL LATEX DE CHAMBURO (*Carica microcarpa*).



BALANCE DE MATERIALES EN EL MEJOR TRATAMIENTO PARA LA OBTENCION DE UN CONCENTRADO ENZIMATICO DE LÁTEX DE CHAMBURO (*Carica microcarpa*).

