

ALIMENTOS

CIENCIA E INGENIERIA



N° 5 (1)

Diciembre 1997

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

AUTORIDADES

RECTOR
Ing. Víctor Hugo Jaramillo

VICERRECTOR
Licdo. Anibal Jara A.

DECANO
Ing. Mario Manjarrez

SUBDECANO
Ing. Rommel Rivera

.....

DISEÑO Y DIAGRAMACION
Teresa Freire

REVISION
Ing. Lenín Garcés

IMPRESION
ENCUADERNACION
Arturo Freire

EDITORIAL

En Latinoamérica se respiran aires de la globalización y modernización mundiales, enfrentamos la liberación del comercio internacional que ha ocasionado el abatimiento de fronteras y ha determinado la libre circulación del dinero, la mercancía y el capital productivo. Estos acontecimientos marcan un proceso complejo, al que no puede escapar la estructura productiva del país. Esta nueva política ya ha generado enormes dificultades en algunos países y de no tomar precauciones, la amenaza más grande para los países más pequeños y en desarrollo, es la marginación del sistema internacional; marginarnos significaría quedar fuera de las corrientes de comercio, conocimientos tecnológicos y culturales a largo plazo.

¿Qué va a ocurrir en la próxima década cuando se diversifiquen y refuercen aún más los tratados de libre comercio?. Enfrentarnos a este reto exige más coordinación y cooperación a nivel nacional, hay la necesidad de ejecutar transformaciones decisivas en muchos aspectos de la vida nacional que no pueden postergarse.

Nos preguntamos entonces ¿cómo atenuar los efectos de globalización que estamos viviendo?; ¿cómo los distintos países han reaccionado y ajustado estrategias para prevenir los efectos impactantes de esa política?.

De hecho existen elementos claves para salvar estos escollos. Se puede especialmente apuntar a la educación, como una de las estrategias más eficaces que tiene en particular Latinoamérica para asumir el papel vital de preparar el recurso humano, que se encargue de proyectar el crecimiento económico con coherencia social, para que desarrolle instrumentos que permitan aumentar la competitividad de nuestra industria y superar estas diferencias que atentan contra nuestro futuro. Esta capacitación lo deben realizar las universidades, en las que reside entre el 75 a 90% de la investigación y desarrollo.

Sin embargo, vale anotar que la mayor parte de las universidades, no han descifrado todavía mensajes que en asunto de formación de recursos humanos, les están emitiendo constantemente el desarrollo tecnológico y la tendencia de la globalización de las economías.

La Universidad ecuatoriana tiene la obligación de adoptar decisiones trascendentes y poner en marcha rectificaciones estructurales. Hay que mirar el futuro del país con esperanza y ajustar nuestras propuestas a esta nueva realidad.

El país y sus gobernantes deben establecer y consolidar formas institucionales nuevas, donde las figuras de la investigación científica, la generación de la tecnología y la producción y comercialización de los productos, constituyan relaciones inéditas y a través de ellas se concierten los mejores esfuerzos nacionales.

Ing. Mario Manjarrez L.
DECANO

CONTENIDO

Adaptación de la Tecnología de Secado Osmótico y Proyecto de Factibilidad para la Instalación de una Planta Deshidratadora de Frutas en la Provincia de Tungurahua. F. Carvajal, V. Peñaherrera, D. Velasteguí.	1
Obtención del Aislado Protéico a partir de semillas de Zapallo (<i>Curcubita máxima</i>). L. Rodríguez, C. Vásquez.	15
Desarrollo Tecnológico para la Conservación de Trucha Ahumada mediante Enlatado. C. Saltos, H. Saltos, A. Ulloa.	26
Uso de las propiedades Reológicas como Indices de Control en la elaboración de Chocolate. M. Peñafiel, W. Teneda, J. Alvarado.	43
Aprovechamiento del Palmito. M. Fonseca.	60
Efecto del tiempo de remojo, cocción y lavado sobre el contenido de Alcaloides y Proteína en el Chocho. R. Ortega, J. Palacios.	67
Fibra dietética del bagazo de Caña : Nueva alternativa de empleo.	83

11-06-2008

HASS-032-08

ADAPTACION DE LA TECNOLOGIA DE SECADO OSMOTICO Y PROYECTO DE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACION DE UNA PLANTA DESHIDRATADORA DE FRUTAS EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

Francisco Carvajal¹
Víctor Peñaherrera²
Darío Velastegui²

RESUMEN

El proceso contempla dos etapas: una preconcentración osmótica y una segunda etapa de secado convencional aplicadas ambas en forma subsecuente a claudia (Prunus doméstica), durazno (Prunus presica), pera (Pyrus communis), manzana (Malus camunis), piña (Ananas comusus) y papaya (Carica papaya).

En el trabajo se determina la concentración del agente osmótico en grados Brix de sacarosa (azúcar común) para que las frutas pierdan del 25 al 30% respecto al peso inicial en un tiempo de deshidratación de 18 horas sin agitación y a la temperatura ambiente. Luego de la preconcentración osmótica se procede al secado convencional a una temperatura de 50°C, +/- 5°C; hasta una humedad de 14% en todas las frutas.

En base a las estadísticas de los Anuarios de Comercio Exterior del Banco Central del Ecuador, proyectos realizados por CENDES y consultoras directas, se pudo realizar el estudio de mercado, determinándose la oferta y la demanda de la fruta deshidratada.

En la fase industrial se determina el tamaño y localización de la planta. También se elabora un listado de los equipos necesarios en cada una de las secciones así como el espacio requerido para su utilización.

Se distribuyen las máquinas y equipos en la planta considerando el máximo aprovechamiento del espacio y fluidez del proceso.

El presente estudio hace referencia a un proyecto específico promovido por la Asociación de Fruticultores de la parroquia Huachi Grande, por lo que el estudio se define sobre la base de la infraestructura que dispone esta asociación. También se realiza la respectiva evaluación.

INTRODUCCION

Este documento constituye un estudio cuyo principal objetivo es analizar la técnica y viabilidad económica para la instalación de una planta deshidratadora localizada en la parroquia Huachi Grande en la provincia de Tungurahua.

La deshidratación es un medio útil de preservar productos agrícolas perecederos y así ser aprovechados en cualquier época del año.

La deshidratación osmótica permite asegurar la extensión de vida útil permitiendo que el producto mantenga sus características intrínsecas.

Puede decirse que con la correcta aplicación del proceso incluso se logra mejorar el sabor y la aceptabilidad de las frutas por lo que se convierte en un procedimiento de gran interés práctico.

¹ Egresado de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

² Ing. Quím. Profesor de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

El proceso es una combinación del secado convencional y una previa eliminación parcial de la humedad del producto mediante el fenómeno de ósmosis para lo cual se utiliza como agente osmótico soluciones de azúcar o jarabes de distinta concentración.

OBJETIVOS

1. Adecuar la tecnología de secado osmótico de frutas (claudia, durazno, pera, manzana, piña y papaya).
2. Usar la tecnología de secado osmótico adecuándola a las condiciones de operación de la planta, para disminuir el costo de operación.
3. Demostrar la factibilidad de una planta industrial para la producción de productos deshidratados de frutas.
4. Establecer un proceso industrial para que los excedentes de producción sean deshidratados como una alternativa tecnológica adecuada y rentable.
5. Establecer la capacidad de la planta, los requerimientos de instalaciones, maquinaria y equipos.
6. Cuantificar el consumo nacional de frutas deshidratadas.
7. Realizar el estudio económico para determinar la rentabilidad de la planta deshidratadora.

LA INDUSTRIA DESHIDRATADORA DE ALIMENTOS EN EL ECUADOR

En la actualidad la producción de frutas deshidratadas en el país es muy pequeña. En la década de los 80 se instaló en la provincia de Cotopaxi una planta deshidratadora de frutas con capital y tecnología chilenos, su actividad se mantuvo durante poco tiempo.

Con el presente estudio se pretende contribuir para que la asociación de Fruticultores (ASOFRUT) sea la segunda empresa dedicada específicamente a la producción de frutas deshidratadas.

TIPOS DE PRODUCTOS CONSIDERADOS. ESPECIFICACIONES

La planta procesará fruta fresca para obtener fruta deshidratada con azúcar que ingresa mediante ósmosis, en el secado convencional todas las frutas quedan con 14% de humedad.

En el proceso no se agrega ningún aditivo como conservante, preservante o clarificante, sin embargo los productos se podrán conservar no menos de un año manteniendo las propiedades organolépticas de la fruta deshidratada.

El producto final tendrá 14% de humedad y un contenido de azúcar del 56,6% al 60%, la diferencia serán sólidos propios de la fruta fresca.

Se estableció la demanda en base a la información obtenida en los Anuarios de Comercio Exterior del Banco Central del Ecuador, siendo 383,070 Kg. de fruta seca, de igual manera por extrapolación se determinó la demanda futura.

Tabla 1. Ecuador: Proyección de la demanda de fruta deshidratada

Año	Cantidad (Kg.)
1994	422.761
1995	462.451
1996	502.141

Fuente: Anuario de Comercio Exterior

Elaborado: Los autores

SECTORES DE LA POBLACION CONSUMIDORES

En el país se identifican tres clases económicas. La clase alta tiene acceso a todo tipo de alimentos, tanto nacionales como importados. En el otro extremo la clase pobre constituida por quienes pueden adquirir solo determinados alimentos nacionales y prácticamente ningún importado. Los alimentos adquiridos se determinan por la capacidad económica.

Los hábitos alimenticios de las tres clases sociales de nuestro país son diferentes y tanto en variedad como en calidad. Sin embargo, en el momento que se presenten alimentos procesados de un alto valor nutritivo y a un precio bajo y con una publicidad adecuada será accesible a todas las clases sociales.

Los consumidores industriales de frutas deshidratadas son las empresas que procesan estos productos como materia prima de otros alimentos, un ejemplo son las pastelerías. Los diferentes tipos de consumidores se diferencian en los volúmenes adquiridos, la forma de comprar y los lugares de compra.

PARTICIPACION DEL PROYECTO EN EL MERCADO

Según datos de los anuarios de Comercio Exterior la demanda estimada del Ecuador alcanza a 383.070Kg de fruta deshidratada para el año de 1993. La planta del presente proyecto abastecerá con 54.470,6 Kg. de fruta deshidratada, por lo que el proyecto participará cubriendo solamente el 15% de la demanda.

No ha podido determinarse la producción actual por la reserva habitual en la que se desenvuelve la empresa privada.

Por la disponibilidad de espacio en la nave industrial del presente proyecto, así como por el área de terreno, se facilita la posibilidad de aumentar la capacidad de producción.

El mercado exterior de fruta deshidratada

El mercado norteamericano para los productos agroindustriales es muy grande.

El consumo per cápita para Estados Unidos fue 1,38 Kg./año, según se ha logrado detectar a través de consultas por parte de CITRISUR CA. En ese país no existe producción de deshidratados de piña por lo que sus requerimientos son cubiertos mediante importaciones.

Las importaciones de fruta deshidratada en los Estados Unidos según reportes de la misma empresa son alrededor de 2,83 millones de libras de las cuales 30% corresponden a deshidratado de piña que equivale a 849 mil libras, lo que constituye la demanda actual en los Estados Unidos. El crecimiento de las importaciones de deshidratados es del 12,8% anual.

Demanda en Europa

Si bien los países europeos son potenciales compradores de fruta seca, sin embargo es un mercado protegido de acceso mucho más difícil que el americano, por lo que en este estudio no se lo considera, dejando abierta una posibilidad futura que dependerá de la política coyuntural de esos países .

DEMANDA FUTURA EN LOS ESTADOS UNIDOS

Considerando la población estimada de Estados Unidos para 1992 en 250 millones, con una tasa de crecimiento poblacional del 1% y un consumo per cápita de 1.38 Kg./año de fruta seca, se tiene la siguiente proyección:

Tabla 2 .- Estados Unidos: Demanda futura de fruta deshidratada.

Año	Cantidad (miles de toneladas)
1993	348
1994	352
1995	355
1996	359

Fuente: Segundo informe del proyecto deshidratación osmótica U.T.A.
Elaborado: Los Autores.

COMERCIALIZACION

Presentación del producto

Para la comercialización, el producto se presentará en fundas de polipropileno biorientado y cajas de cartón para facilitar en su manejo tanto en la fábrica así como en el mercado.

La presentación del producto en fundas será en contenidos de 250g y 500g, en el mercado local se encontraron productos similares con el mismo contenido, de la firma estadounidense Del Monte.

Las cajas de cartón tendrán una capacidad de 72 y 36 fundas de producto según su peso individual.

Puesto que el producto importado que llega a los Estados Unidos, específicamente deshidratados de piña, se presenta en fundas de 10 libras y empacado en cajas de cartón de 50 libras (10), no se descarta la posibilidad de que en el futuro se considere esta presentación para ventas al granel en el país y para exportación.

Medios de Comercialización

Para estimular la demanda de los productos que se elaboren se recomienda efectuar una campaña de promoción a nivel de industriales, distribuidores y consumidores finales de fruta deshidratada.

La campaña publicitaria destinada a consumidores finales, debe contemplar todos los medios de comunicación especializados, incluidos los medios audiovisuales.

Para distribuir los productos se utilizará un medio directo para plantas elaboradas de otros alimentos (pastelerías), también se realizará la distribución a través de comerciantes pero cumpliendo los siguientes requisitos:

- Ofrecer otros productos de confitería.
- Tener presencia en todo el país.
- Tener pocas líneas de productos distribuidos.
- Poseer adecuada capacidad financiera y administrativa.

TIPO DE FRUTA A PROCESARSE

La fruta que se procesará es aquella conocida en el mercado como de segunda, la que asegura un nivel de calidad bueno y que a la vez permite reducir el costo de materia prima.

El estado de madurez elegido es el conocido comúnmente como estado pintón, el cual se caracteriza por guardar un equilibrio organoléptico entre acidez y dulzor, además de propiedades bioquímicas adecuadas para el proceso. La fruta seca obtenida partiendo de materia prima en estado pintón posee características agrídulces que le confieren al producto final mejor sabor y apariencia.

Zonas de Producción

De la producción nacional de fruta de la Sierra, la provincia de Tungurahua aporta con 50% a 80% (16) aproximadamente según las especies de frutales, por lo que permitirá proveer a la planta industrial solo fruta de esta provincia. En lo que se refiere a frutas tropicales las principales provincias productoras son: para piña, Guayas, Pichincha y El Oro, y para papaya, Guayas, Pichincha, Manabí, Los Ríos y El Oro. Por las facilidades y el costo de transporte se procesará la fruta de la provincia de Pichincha, concretamente de cantón Santo Domingo.

Tabla 3. Tungurahua : Producción de frutas

Año	Producción (T.M.)			
	Claudia	Durazno	Manzana	Pera
1982	1.279	1.330	2.6163	5.856
1983	864	1.115	2.6400	4.303
1984	995	1.617	2.1410	4.008
1985	1.012	1.830	2.2680	4.218
1986	1.768	2.763	1.5278	7.979
1987	1.227	1.820	1.3133	8.171
1988	2.538	2.006	1.2315	7.672
1989	3.215	2.113	1.0535	7.797
1990	3.294	2.912	1.1421	5.670
1991	2.862	3.683	1.2513	7.228
1992	3.116	5.611	1.8649	13.281

Fuente : División Estadística M.A.G.
Elaborado: Los autores

Tabla 4. Santo Domingo: Producción de frutas tropicales

Año	Producción (TM)	
	Piña	Papaya
1984	3.362	290
1985	3.453	378
1986	2.677	3.161
1987	5.330	4.421
1988	3.065	2.275
1989	2.520	1.759
1990	4.464	2.950
1991	5.065	3.473
1992	3.842	3.169

Fuente : División de Estadísticas M.A.G.

Elaborado : Los autores

ESTUDIO DE ADAPTACION DE LA TECNOLOGIA.

Generalidades

Trabajos anteriores realizados en la Universidad Técnica de Ambato han determinado un modelo tecnológico para el proceso de deshidratación osmótica de las seis frutas; en todos los casos las variables temperatura, agitación y concentración de agente osmótico se relaciona con la variable tiempo de una manera inversamente proporcional. Esto es, a mayor temperatura, menor uso de agitación y a mayor concentración de agente osmótico corresponde menor tiempo de ósmosis.

Las condiciones óptimas incluyen una temperatura superior a la ambiental y agitación, esto implica un costo en el proceso por consumo de energía. El presente proyecto pretende evitar estos rubros en la estructura del costo de producción.

En el sistema BATCH propuesto, si la fruta se deshidrata mediante ósmosis en tiempos de hasta 18 horas no incide en el proceso afectando los resultados económicos. La incidencia del tiempo de deshidratación osmótica se da en un proceso de tipo continuo.

En el presente estudio el tiempo de deshidratación osmótica ha sido ajustado a 18 horas a la temperatura ambiente y sin agitación, con ello se ahorra el costo que ocasiona el consumo de energía, se evita la utilización de equipos y accesorios.

El tiempo de 18 horas de permanencia de la fruta en el jarabe permite que el tratamiento osmótico se realice entre cada jornada de labores, las 6 horas restantes del día serán usadas en las actividades de preparación de la fruta y del jarabe.

La jornada de trabajo empezará a las 08h00, a las 14h00 la fruta será puesta en los bidones para el tratamiento osmótico, allí permanecerá por 18 horas a la temperatura ambiente, esto es hasta las 08h00 del siguiente día.

Las dos primeras horas de deshidratación osmótica, esto es de 14h00 a 16h00, corresponden a las dos últimas horas de jornada de trabajo, tiempo en el que se envasará, identificará y almacenará cada lote de producción, así como se realizará la limpieza de la planta.

Métodos a usarse

En el presente estudio, la temperatura del tratamiento osmótico, el tiempo y el reposo de los baños se determinan mediante consideraciones prácticas, por lo que la única variable que se investigó es la concentración del jarabe para cada fruta, para producir una pérdida del 25 al 30% del peso de la misma.

Debido a que existía por determinarse una sola variable no fue necesario el uso de un diseño experimental, empleándose un método de aproximaciones.

Tabla 5. Concentraciones del jarabe (° Brix) necesarias para 18 horas de tratamiento osmótico

Perdida de Peso de la Fruta (%)	Concentrac. de Jarabe (°Brix)					
	Claudia	Durazno	Pera	Manzana	Papaya	Piña
25,0	59,8	34,8	40,9	36,3	38,1	56,3
27,5	63,0	41,5	43,3	38,9	41,1	60,7
30,0	66,2	48,3	45,7	41,5	44,1	65,1

pH del jarabe

El jarabe utilizado, a la temperatura de 20°C, presenta aproximadamente pH 6 para todas las concentraciones. El proceso osmótico elimina de la fruta parte de sus ácidos, lo que influye en el pH del medio, por lo que para un nuevo tratamiento es necesario ajustar el pH a 6 con bicarbonato de sodio.

Ciclo del jarabe

Por efecto del fenómeno de ósmosis la fruta pierde agua y gana sólidos, la pérdida de peso que experimenta la fruta es superior a la cantidad (peso) de sólidos (sacarosa) que gana.

El jarabe por su parte pierde sólidos y gana agua; la cantidad de agua que gana el jarabe (peso) es superior a la cantidad(sólidos) que pierde, por lo que el balance para el jarabe da como resultado una ganancia en peso.

Al perder azúcar y ganar agua disminuye la concentración del jarabe.

En el proceso se evita diariamente desechar el jarabe reciclando una parte del mismo, lo que permite determinar un ciclo de utilización basado en lo siguiente:

- a. Concentrar el jarabe mediante evaporación.
- b. Agregar azúcar para compensar lo perdido.

Se escogió la segunda alternativa por ser más fácil y económica. El jarabe para el segundo día y los siguientes del ciclo se prepara de la siguiente manera:

Se toma una parte del jarabe del día anterior y se lo hierva con la cantidad de azúcar necesaria para obtener el volumen y concentración de jarabe requerido, adicionalmente se regula el pH. Debido a que el peso del jarabe al final del tratamiento es superior al peso inicial, una parte de éste se desechará directamente (ver diagrama de flujo). Al final del ciclo (quinto día) se desecha el jarabe.

INGENIERIA**Generalidades**

El proceso de producción básicamente consiste: recepción, pesado, lavado, pelado, rebanado, escaldado, deshidratación osmótica, lavado, secado convencional y envasado. Con la tecnología a utilizarse, se aspira mantener durante un año al producto en condiciones aptas para el consumo humano, sin alterar significativamente sus propiedades tanto nutricionales como físicas. El método utilizado reduce los costos de producción, por lo que se podrá competir favorablemente con las frutas importadas. La tecnología eficientemente aplicada, permitirá ofrecer un producto de calidad aceptable.

Criterios de selección de tecnologías

La planta recibirá como materia prima frutas de madurez adecuada, el estado escogido es el llamado pintón que ofrece características físicas y químicas adecuadas para el proceso.

La dureza que proporciona el estado pintón permite obtener una mayor consistencia en el producto final. Además en este estado el contenido de azúcares es bajo, lo que permite ingresar más sacarosa en el proceso de ósmosis, además la acidez es alta en esta fase de maduración, lo que confiere al producto final un sabor agrídulce característico y agradable.

Para determinar la tecnología se consideró lo siguiente:

1. Todo el proceso se llevará a cabo en forma manual.
2. La deshidratación osmótica ha sido adaptada para que se realice en 18 horas con las diferentes frutas.
3. La planta trabajará en el sistema BATCH.
4. El calendario de operación de la planta será de acuerdo a las épocas de cosecha de la fruta.
5. La tecnología seleccionada permite adecuarse a cualquier nivel de utilización de la capacidad de la planta.
6. Un lote de producción se completa en 24 horas.

Tabla 6. Producción de la planta industrial funcionando a su capacidad máxima.

Frutas	Capacidad de Secado (Kg. fruta seca/día)	Días/año trabajados	Producción (Kg. fruta seca/año)
Claudía	125,0	56	7.000,0
Durazno	71,4	35	2.499,0
Pera	89,3	28	2.500,4
Manzana	89,3	56	5.000,8
Piña	282,1	140	39.494,0
Papaya	142,9	28	4.001,2
Mantenimiento		17	
Total		360	60.495,4

Para la evaluación del año normal las cantidades de producción de cada fruta se determinan multiplicando por 0,95. Se considera en la práctica que la planta opera máximo en un 95% de su capacidad total. Esto significa que la producción total es de 57.470,6 Kg.

Tabla 7. Producción de la planta industrial funcionando al 49.5% de su capacidad.

Fruta	Capacidad de secado (Kg. fruta seca/día)	Días /año Trabajados	Producción (Kg. fruta seca/año)
Claudia	125,0	40	5.000,0
Durazno	71,4	25	1.785,0
Pera	89,3	20	1.786,0
Manzana	89,3	40	3.572,0
Piña	149,5(*)	100	14.950,0
Papaya	142,9	20	2.858,0
Mantenimiento		15	
Total		260	29.951,0

(*) Este valor corresponde a cantidad de fruta seca cuando el secador trabaja al 53% de su capacidad.
 Capacidad = $(29.951,0 / 60.495,4) \times 100 = 49,5\%$

UTILIZACION DE LA CAPACIDAD

Para cubrir la producción en el año normal y en el primer año de producción se determinaron los siguientes equipos e instalaciones y sus respectivas capacidades.

INSTALACIONES

Cuarto de refrigeración	CAPACIDAD 80 m
Cisterna	53,48 m
Tanque diesel	408 galones americanos

EQUIPO

Bomba de agua	CAPACIDAD 3600 l/h	POTENCIA ½ HP
Compresor	11486,07Kcal/h	5 HP
Generador electricidad	10 HP	10 HP

CANTIDAD DE MATERIAS PRIMAS Y SUMINISTROS

SUMINISTROS

Diesel(galones)	AÑO NORMAL 3.308,4	PRIMER AÑO 1.848,6
Energía eléctrica(Kw-h)	28.197,4	17.912,5
Agua (litros)	1'580.514,0	954.171,0
Gas (cilindro 15Kg)	817	457

MATERIA PRIMA

Claudia (kg.)	20.414,6	15.349,3
Durazno (Kg.)	9.110,5	6.842,4
Pera (Kg.)	8.586,8	6.456,2
Manzana (Kg.)	21.703,5	16.318,5
Piña (Kg.)	332.084,8	128.349,5
Papaya (Kg.)	16.999,0	12.781,0
Azúcar (Kg.)	70.746,5	36.862,7

Se determinó que se requiere 6 obreros para procesar la fruta de la sierra y 14 para procesar la fruta de la costa.

PRESUPUESTO DE INVERSIONES

TABLA # 8

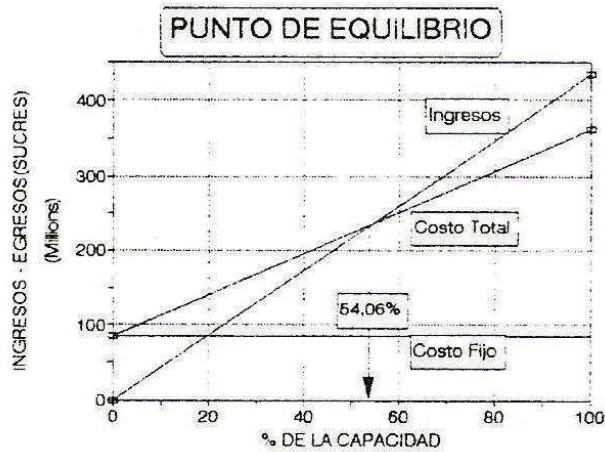
		Valor (sucres)
A.		
Terreno y construcciones	(Anexo A-1)	109.658.600
Maquinaria y Equipos	(Anexo A-2)	33.423.456
Otros Activos	(Anexo A-3)	18.105.500
	Suman:	161.187.556
Imprevistos/Inversión Fija (5%)		8.059.056
	Suman:	169.246.612
B.		
Capital de Operación	(Anexo B)	12.147.388
	Suman:	181.394.000
Inversión total		181.394.000

ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS

TABLA # 9

	Valor (sucres)	
	PRIMER AÑO	AÑO NORMAL
Ventas netas (Anexo C)	207.385.050	434.541.385
-Costo de fabricación (Anexo D)	158.014.539	308.751.050
Utilidad bruta en ventas	49.370.511	125.790.335
-Gastos en ventas	4.000.000	4.000.000
Utilidad neta en ventas	45.370.511	121.790.335
-Gastos generales y de Administración (Anexo F)	17.120.000	17.120.000
Utilidad neta de operación	28.250.511	104.670.335
-Gastos Financieros	36.562.500	32.812.500
Utilidad neta en operaciones antes del Impuesto a la renta.	(-8.311.989)	71.857.835
-15% Pago Utilidades a trabajadores.		10.778.675
Utilidad neta antes de Impuestos		61.079.160
-Impuesto a utilidades(25%)		15.269.790
Utilidad neta (Pérdidas)	(8.311.989)	45.809.370

GRAFICO DEL PUNTO DE EQUILIBRIO.



RENTABILIDAD SOBRE LA INVERSION TOTAL

Rentabilidad = (Utilidad neta + Gastos financieros de crédito a largo plazo) / Capital invertido

$$\text{Rentabilidad} = (45.809.370 + 32.812.500) / 181.394.000 = 43.34\%$$

RENTABILIDAD SOBRE CAPITAL PROPIO

RF = (Beneficio neto / Recursos propios) x 100

$$\text{RF} = (45.809.370 / 121.394.322) \times 100$$

$$\text{RF} = 37.74\%$$

RENTABILIDAD SOBRE VENTAS

RV = (Utilidad neta / Ventas netas) x 100

$$\text{RV} = (45.809.370 / 434.541.385) \times 100$$

$$\text{RV} = 10.54\%$$

CALCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

Descuento 55%

Valores corrientes

Años	Inversiones	Ingresos	Costos	Factor de Actualización
0	181.394.000			1
1		434.544.085	329.677.390	1/(1+0,55) 0,689655
2		434.544.085	329.677.390	1/(1+0,55) ² 0,426233

Hasta 10 años que es válido el proyecto.

Valores Actuales

Años	Inversiones	Ingresos	Costos
0	181.394.000		
1		280.350.896	212.694.995
2		185.217.029	140.519.383
3		116.691.165	88.530.577
4		75.284.328	57.116.278
5		48.570.730	36.849.361
6		31.335.843	23.773.696
7		20.216.729	15.337.911
8		13.043.058	9.895.432
9		8.414.512	6.383.873
10		5.428.933	4.118.792
	-181.394.000	+784.553.223	-595.220.298

Beneficio Neto Actualizado = + 7.938.925

Como tenemos un VAN positivo, intentamos ahora el descuento con una tasa más alta.

Descuento 59%; Beneficio Neto Actualizado = - 15.265.783

Tenemos un VAN negativo, el resultado del TIR está dentro del intervalo 55 a 59.

$$TIR = 55 + (59 - 55) \times (7.938.925 / (7.938.925 + 15.265.783))$$

$$TIR = 55 + 1,37$$

$$TIR = 56,37$$

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Sobre la base del estudio realizado puede anotarse lo siguiente:

La diferencia de precios entre la fruta deshidratada que importa el Ecuador y la que se espera producir es significativa, incluso con respecto a la producción actual del país, los precios puestos en el proyecto son menores. Lo anotado demuestra la presencia de un mercado potencial importante.

De acuerdo a las pruebas experimentales, el proceso determinado permite obtener un producto de textura, durabilidad y sabor aceptables.

El estudio económico demuestra la factibilidad del presente trabajo, los indicadores económicos prevén rentabilidades satisfactorias.

En general se recomienda el proyecto por las siguientes razones:

- La tecnología e ingeniería usadas aseguran entregar un producto de buena calidad y de bajo costo, el proceso y la distribución de planta son flexibles permitiendo ampliaciones o modificaciones.
- La infraestructura existente permite manejar un volumen de producción mayor si la planta lo requiere. Además el terreno disponible permite realizar ampliaciones de la planta.
- El precio bajo del producto y su buen nivel de calidad aseguran su demanda.
- Entre los beneficios privados que generará el proyecto se tiene:

Ocupación de mano de obra de la misma empresa ejecutora (ASOFRUT), disminución de las pérdidas postcosecha de fruta y contribución a mantener estabilidad en los precios. Esto último es importante si se considera que los socios de la empresa ejecutora son fruticultores que han estado expuestos a las variaciones de precio que ocurren en el mercado.

Existen efectos marginales que al ser solucionados permitirán mejorar la rentabilidad del proyecto, éstos son:

- a. Utilización del jarabe desechado.
- b. Aprovechamiento de residuos y desechos del proceso.

La experiencia de los fruticultores de la provincia del Tungurahua en el manejo de frutales asegura el abastecimiento de materia prima.

El abastecimiento de fruta deshidratada y el precio conveniente en el mercado nacional satisfecerá la demanda de las industrias (panadería, pastelería).

La materia prima y los productos auxiliares se encuentran en el mercado nacional, lo propio se puede afirmar del equipo y maquinaria necesarios, no es nada sofisticado, al contrario es de fácil construcción y manejo.

La ejecución del proyecto se facilita por cuanto el estudio contempla la existencia de terreno, construcciones y una infraestructura básica.

La planta tendrá oportunidad de ofrecer al mercado un producto económico elaborado a partir de fruta fresca, hoy casi inalcanzable a las grandes mayorías populares.

BIBLIOGRAFIA

AGUILAR, E Y AGUILAR, L. Estudio sobre Deshidratación Osmótica de Peras y Duraznos en Mitades, Proyecto PITALPRO, 1988, FCIAL, UTA.

BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. Anuarios. de Comercio Exterior, 1985-1992.

CENDES. Proyecto Elaboración de Piña Deshidratada.

CHIRIFE, J. Principios de la Deshidratación Osmótica de Frutas, Asociación Química, Editorial Acribia, Zaragoza España.

DOLLA, M y LERICI, C. La Deshidratazione Della Frutta Mediante Osmosi Diretta, Experiments Laboratory, Brazil Postha ruest Institute Informacion Center, 1982.

GONZALEZ, M y JIMENEZ, E. Conservación y Almacenamiento de Frutas Aplicando Deshidratación Osmótica, Proyecto PITALPRO, 1988, FCIAL, UTA.

LERICI, C y BARTOLUCCI, L. Journal of Food Science, Volumen 50, 1985.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. División de Estadística, Producción Nacional de Productos agropecuarios, 1980-1992.

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y COMERCIO INTEGRACION Y PESCA. Resumen del Proyecto Fruta Seca 1980.

ORTIZ, L. Proyecto de Factibilidad para la Instalación de una Planta Elaboradora de Margarina, 1978, FCIAL, UTA.

PALACIOS, F y JARRIN, M. Construcción de un Secadero y Operación en la Elaboración de Harina de Banano a Utilizarse para Galletas, 1990, FCIAL, UTA.

PERRY, J. Manual del Ingeniero Químico, Segunda Edición en Español, Sección 3.

RESNIK, S y CHIRIFE, J. Actividad de agua y su Aplicación a la Deshidratación Osmótica, IV Seminario Avanzado de Tecnología de Alimentos, 1981, UTA.

ROMERO, C. Aplicación de la Deshidratación Osmótica en la Conservación de Frutas de Hoja Caduca de la Provincia de Tungurahua, Primer Informe, 1990, FCIAL, UTA.

ROMERO, C. Aplicación de la Deshidratación Osmótica en la conservación de Frutas de hoja Caduca de la Provincia de Tungurahua, Segundo Informe, 1993, FCIAL, UTA.

SALTOS A. Estudio sobre refrigeración de Manzanas y Anteproyecto Industrial para la Instalación de un Frigorífico en la Provincia del Tungurahua, 1973, FCIAL, UTA.

SALTOS, A, VASCONEZ, C y Otros. Deshidratación Osmótica de Frutas Tropicales, 1991, FCIAL, UTA.

OBTENCION DEL AISLADO PROTEICO A PARTIR DE SEMILLAS DE ZAPALLO (*Cucurbita maxima*)

Luis Marcelo Cortez Rodriguez*
César Vásconez**

RESUMEN

El estudio para la obtención del aislado protéico a partir de semillas de Zapallo (*Cucurbita maxima*), se realizó en los laboratorios de Química de la Facultad de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato. El material experimental fue recolectado en el cantón Patate – Provincia del Tungurahua. Los factores en estudio fueron: 1. pH de dispersión de proteína (9.0 D1 y 10.0 D2), 2. pH de máxima precipitación (4.0 P1 y 4.5 P2), y, 3. Tiempo de centrifugación (precipitación) (15 min T1 y 30 min T2). Se planteó un diseño de bloques completos al azar, en arreglo factorial 2^3 con dos repeticiones.

Los resultados mostraron que la mayor solubilización de la proteína se logró a pH 10 en la dispersión, con 5.9%. También el mayor rendimiento protéico se logró a este pH de dispersión. La precipitación de los componentes protéicos luego de la dispersión fue más eficiente a pH de 4.5, con 47.7% de rendimiento protéico. La precipitación por 30 minutos también resultó en un rendimiento protéico mayor (49.13%).

En el aislado protéico del mejor tratamiento se aislaron e identificaron los aminoácidos esenciales cisteína, fenilalanina, isoleucina, leucina, metionina, treonina, valina, lisina y triptófano.

El valor de aminoácidos fue superior al patrón (proteína de huevo), excepto la lisina (25%) y el triptófano (38%).

La máxima solubilidad fue a pH 6 con 31,8% de proteína solubilizada en agua. La espumación de la harina desengrasada fue 98% y del aislado protéico 25%.

OBJETIVOS

- Estudiar las propiedades funcionales del aislado protéico;
- Establecer su composición aminoacídica; y,
- Cuantificar y determinar la posibilidad de utilización en varios elaborados alimenticios.

INTRODUCCION

La necesidad de suplementar las dietas de la población balanceando adecuadamente los nutrientes de las mismas como son las proteínas, carbohidratos, grasas y vitaminas ha llevado a los investigadores a buscar y estudiar la factibilidad de uso de nuevas fuentes de nutrientes.

* Egresado de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

** Doctor en Bioquímica y Farmacia, Profesor de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

En este esfuerzo, se ha complementado la investigación en especies no utilizadas tradicionalmente como fuentes de alimento como son los tubérculos andinos, amaranto y en el presente caso las semillas del zapallo.

Para establecer la viabilidad tanto técnica como comercial de obtener aislados protéicos se hace indispensable estudiar las condiciones de tratamiento de la materia prima como son pH de dispersión, precipitación y tiempo de centrifugación, evaluar la respuesta del material experimental y establecer la calidad del producto final.

Además de lo expuesto es necesario establecer la composición aminoacídica de los concentrados protéicos obtenidos, con el fin de definir sus potenciales usos ya sea a nivel casero como industrial.

Una de las fuentes de proteína que ha sido estudiada últimamente son las semillas de zapallo (*Cucurbita maxima*), que según Vigo et al, (1973), en estudios realizados en Argentina, contienen alrededor de 80% de proteína en el caso de la semilla descascarada, constituyendo, por sí solos verdaderos concentrados protéicos. A nivel local, no se tiene información de trabajos publicados sobre aislados protéicos de semillas de zapallo.

Cabe indicar que la presente investigación es un trabajo exploratorio con el fin de sentar las bases técnicas para experimentos que busquen la aplicación práctica y económica de los resultados que aquí se presentan, con el fin de que sean utilizados en el enriquecimiento de las dietas de la población, especialmente marginal, las que históricamente son deficientes en un nutriente tan indispensable como son las proteínas.

MATERIALES Y METODOS

Materiales

Se utilizaron semillas de zapallo procedente del Cantón Patate, Provincia del Tungurahua cosechadas en estado de madurez del fruto, separadas de la pulpa y secadas al ambiente, de las cuales se obtuvo harina cocida.

Reactivos

- Hidróxido de sodio 5N, 0.5N y 0.05N
- Acido clorhídrico 0.5N y 0.05N
- Sulfato de potasio
- Sulfato de cobre
- Oxido de selenio
- Acido sulfúrico concentrado
- Acido sulfúrico 0.1N
- Solución indicador rojo de metilo 0.1 %
- Etanol
- Eter etílico
- Eter de petróleo
- Acido acético
- Butanol
- Ninhidrina
- Alcohol metílico

Equipos

- Molino manual casero
- pH-metro digital
- Estufa Brabender, con determinación de Humedad
- Micro Kjeldahl Labconco
- Horno de mufla, marca thermoline Modelo F-BT4
- Equipo Soxhlet (2 extractores)

Centrífuga Clay Adams (safety head)
Baño termostático, Modelo 100 FANEN Ltda
Licuadora Osterizer de 3 velocidades
Cámara cromatográfica de vidrio
Balanza Mettler HK 160, precisión 0.1 g
Espectrofotómetro UV - visible VARIAN, serie 634, doble haz
Estufa para secado VNR 1520
Reverberos eléctricos, Marca HACEB
Materiales de vidrio
Espátulas, soporte universal, pinzas

Métodos

Las semillas maduras de zapallo se obtuvieron en el Cantón Patate, Provincia de Tungurahua, mismas que fueron secadas a temperatura ambiente durante 48 horas y posteriormente tostadas y descascaradas en tientos de asbesto a una temperatura de 60 a 70 grados centígrados con agitación constante para evitar carbonización, tratando que el contenido de humedad en base seca de las semillas, sea inferior al 15%; este proceso de calentamiento permite inactivar determinados factores antinutricionales existentes.

En el material ya preparado se realizaron análisis para determinar humedad, grasa, cenizas, fibra, proteína total, proteína verdadera. Las semillas una vez limpias se molieron en un molino manual hasta obtener una harina fina (200 mesh).

Fue necesario desengrasar la harina utilizando hexano como solvente, hasta que una gota de éste, luego de pasar por la harina no manche el papel filtro, y se la secó en una estufa a 40°C por 10 minutos.

Se realizó la dispersión de la harina desengrasada en agua en una relación 1:10 (1 g de harina en 10 ml. de agua). En esta suspensión se efectuó el ajuste del pH a 9.0 y 10.0, de acuerdo al tratamiento correspondiente, con hidróxido de sodio 5N y 0.5N manteniendo constante el pH con agitación durante 1 hora y a 30°C.

Para separar el sedimento se procedió a centrifugar la suspensión durante 30 minutos a 2800 rpm, separando el primer sobrenadante. El sedimento fue lavado con agua destilada a pH 10 utilizando la relación harina-agua constante para nuevamente ser centrifugada por 20 minutos. Se realizaron dos extracciones más, bajo las mismas condiciones, reuniendo posteriormente todos los sobrenadantes en un recipiente por tratamiento.

Los líquidos sobrenadantes de las 4 extracciones se aforan con agua destilada y sobre una alícuota se corre un micro Kjeldahl mismo que constituye el porcentaje de nitrógeno total extraído (soluble).

El líquido de las extracciones se fraccionan en alícuotas de igual volumen para proceder a la precipitación de proteínas a distintos valores de pH 4 y 4.5, utilizando HCl 5N y ajuste final con ácido clorhídrico 0.5N a temperatura ambiente y agitación constante.

Los precipitados se separaron por centrifugación, y se lavaron dos veces con la mínima cantidad de agua destilada ajustada al pH correspondiente y luego fueron centrifugados por 15 y 30 minutos a 2800 rpm; después de cada lavada los sobrenadantes se decantaron en matraces aforados y se llevó a volumen ajustado para en alícuotas de éste determinar el nitrógeno sobrenadante para cada valor de pH (no protéico).

Para purificar (desengrasar completamente) los coágulos protéicos se suspendieron por tres veces en etanol de 95 en una relación 1 a 20 (g de coágulo- ml de etanol), se centrifugó y se realizó dos lavados más con éter etílico a las mismas condiciones.

Para obtener el aislado protéico, se procedió al secado o deshidratación de los coágulos a una temperatura de 40°C en estufa. Sobre este producto experimental se efectuaron análisis proximales: humedad, fibra, ceniza y proteína; en el mejor tratamiento se realizaron las pruebas funcionales, pruebas químicas y la determinación de aminoácidos esenciales.

Humedad: Se determinó en estufa Brabender

Proteína base seca: Se empleó el método microkjeldahl (AOAC, 1980); $(N \times 6.25)$.

Cenizas base seca: Se siguió norma INEN 520

Fibra: Método F3 de R. Lees

Grasa: Se siguió la norma INEN 523 utilizando como solvente éter de petróleo

Para la determinación de proteína verdadera se siguió el método de determinación directa por Microkjeldahl de Barbano y Linch (1991), con modificaciones.

La densidad real y aparente se determinó según el método de Rossi y Roa (1980). Para la determinación de digestibilidad *in vitro* se siguió el método presentado por Shate, S.K. en su artículo "Functional properties of lupin seed (*Lupinus mutabilis*) proteins and protein concentrates" de la Journal Food Science, vol. 17 (1982), con modificaciones; se usó Pancreatina II McKesson como enzima digestiva. Para solubilidad en agua se siguió el método de Ashraf (1986), con modificaciones. Las dispersiones de 0.2 g de muestra finamente divididas en 4 ml de agua destilada fueron ajustadas a pH 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0 con HCl 0.05N y NaOH 0.05N. Después se ajustó el volumen de la dispersión a 5 ml, y se agitó por 1 hora para posteriormente ser centrifugada a 3000 rpm por 15 minutos. Una alícuota de 4 ml de sobrenadante fue analizada para proteína por el método Micro-Kjeldahl.

Para poder de emulsificación se siguió el método para determinar actividad de emulsificación, presentado por Dreher y Padmanaban (1983). En 10 ml de agua destilada agregar 0.7 g. de aislado proteico molido (harina de 80 mesh) y mezclar la dispersión con 10 ml de aceite vegetal de cocina, licuar por 5 minutos en licuadora Osterizer en la posición High luego centrifugar una alícuota de 5 ml a 3000 rpm por 5 minutos. Medir en volúmenes el decantado y la mezcla emulsificada.

El poder de absorción de agua se determinó por el método de Smith y Circle (1978) para harina de soya con modificaciones. Pesar 0,5 g de aislado proteico en un tubo de centrifuga y adicionar 4 ml de agua destilada, agitar por 1 minuto o más hasta que la mezcla sea homogénea, centrifugar 5 min a 2000 rpm. Verter el líquido claro en la bureta y medir su volumen.

Para poder de absorción de aceite se siguió el método anterior, sustituyendo aceite por agua.

Para capacidad de formación de espuma se siguió el método de Coffman y García (1977) presentado por Sathe (1982).

Para la determinación de aminoácidos esenciales se siguió el método de Plummer, I.D citado por Sardi y Torres (s.f.), con modificaciones. La cuantificación se realizó por espectrofotometría a 540 nm de longitud de onda.

Para la hidrólisis ácida se pesa 1.0 g de muestra previamente deshidratada, y se añade 25 ml de HCl 6N en un erlenmeyer de 100 ml, se hidroliza en autoclave durante 2 horas a 121 °C y 1 atmósfera de presión. Se neutraliza la muestra con carbonato sódico sólido a pH 6.8, se filtra y se lleva a un volumen de 100 ml.

Para la cromatografía bidimensional de papel Se utilizó papel Whatman N1 (20 cm x 20 cm); como solventes; Butanol:agua:ácido acético (7:3:0.5vvv); Fenol:agua:ácido acético (4:1:0.25vvv). Y como muestra, hidrolizado.

Para correr la muestra se usó una cámara de vidrio, dentro de la cual se añadió el primer solvente, y sin previa saturación se introdujo el papel filtro conteniendo 30 ul de hidrolizado. El tiempo que permaneció cada solvente fue de 4 horas en la cromatografía bidimensional. El secado se efectuó con corriente de aire frío.

Para el revelado se utilizó solución de ninhidrina (200 mg en 100 ml de alcohol metílico) a una temperatura de 80°C por 2 minutos. Una vez reveladas los colores característicos de los diferentes aminoácidos está listo para proceder a su cuantificación mediante la determinación de los *R_f* de cada aminoácido.

Para la identificación de los aminoácidos se consideraron los *R_f* determinados por Acurio y Silva (1993), en estándares puros marca SIGMA CHEMICAL (St. Louis, Missouri) como patrones, en solución 0.1M.

La cuantificación de los aminoácidos se realizó en un espectrofotómetro Varian modelo 400 de doble haz, midiendo la absorbancia, con las respectivas diluciones apropiadas para la lectura a 540 nm. Las curvas estándar utilizadas fueron las determinadas por Ruiz y Amancha (1992). Para la cuantificación de lisina y triptófano, se enviaron muestra al laboratorio de Nutrición del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP.

RESULTADOS Y DISCUSION

EVALUACION DE TODOS LOS TRATAMIENTOS

Porcentaje de proteína solubilizada en la dispersión

La mayor solubilización de la proteína se logró con el pH de dispersión de 10, con una media de 5.9%. Probablemente el mayor desdoblamiento de los compuestos que contenían proteínas en la harina, en condiciones de alta alcalinidad, determinaron que una mayor proporción de éstas entre en solución con la fase acuosa de la suspensión, en tanto que con el pH de 9, solamente el 5.06% de las proteínas alcanzó llegar al estado de solución.

La solubilidad de la proteína es la respuesta experimental más importante en la determinación del mejor tratamiento, por lo que el nivel D2 (pH 10) se considera el más adecuado y se lo considera como parte del mejor tratamiento.

Porcentaje de rendimiento protéico

Un mayor rendimiento protéico se logró con la utilización de 10 como pH de dispersión en la suspensión agua-harina desengrasada, merced a un mayor desdoblamiento de los compuestos complejos hasta cadenas polipeptídicas que constituyen la totalidad de las proteínas. Al reducir el pH a 9, el rendimiento declinó significativamente hasta 41.41%.

La precipitación de los componentes protéicos desdoblados luego de la dispersión fue significativamente más eficiente cuando se empleó un pH de 4.5, alcanzando un promedio de 47.7% para rendimiento protéico. Probablemente el incremento de la solubilidad de la proteína cuando el pH se aleja de su punto isoeléctrico determinó que una menor proporción de ellas precipite, reduciéndose por consiguiente el rendimiento protéico a 43.74%.

El tiempo de centrifugación en la precipitación de 30 minutos permitió el rendimiento protéico más alto con 49.13% (T2), en tanto que al dejar precipitar la proteína por solo 15 minutos, el rendimiento protéico, decreció significativamente (42.31%), para el nivel T1. Se colige de lo anterior que es recomendable desde el punto de vista de la optimización del recurso materia prima la utilización de 30 minutos como tiempo adecuado de centrifugación.

Cabe indicar que dentro del proceso de obtención del aislado protéico, se aprecia en la interacción que menor rendimiento alcanzó (D1P2T1), con 32.58%, que los factores determinantes en la respuesta experimental fueron el pH de dispersión y el tiempo de centrifugación en la precipitación, por lo que se debe prestar especial atención a su aplicación, especialmente cuando se trata de aplicaciones de la tecnología probada a procesos que impliquen la industrialización del mismo.

EVALUACION DEL MEJOR TRATAMIENTO

Identificación de aminoácidos

Para la identificación individual de los aminoácidos, se elaboraron representaciones proporcionales de la cromatografía de papel lograda con la muestra proveniente del mejor tratamiento (D2P2T2), y desdoblada de la cromatografía original en la que se aislaron todos los aminoácidos.

La mancha con un R_f de 0,49 para el solvente A y 0.17 para el solvente B, valores muy cercanos a los reportados como patrones por Acurio y Silva (1993) se la identifica como cisteína.

La mancha correspondiente al aminoácido fenilalanina la cual muestra un R_f de 0,72 para el solvente A, similar al del patrón que registra 0,72, identificando el presente aminoácido por analogía. El R_f del solvente B fue de 0,45, el cual tiende al del patrón (0.50). El R_f para fenilalanina reportado por Sardi y Torres (s.f.) fue de 0,70, similar a los experimentales.

El aminoácido isoleucina, presentó un R_f experimental para el solvente A fue de 0,70, coincidiendo con el determinado por Acurio y Siva (1993); los R_f del solvente B se muestran distanciados. El patrón bibliográfico fue de R_f 0,66.

El R_f de 0,61 para el solvente A, el cual se muestra similar tanto al patrón bibliográfico para el aminoácido leucina (0,62), como al reportado por Acurio y Silva (1993) con 0,60. El R_f para el solvente B fue de 0,25, similar al patrón experimental de los autores anteriormente citados (0,24).

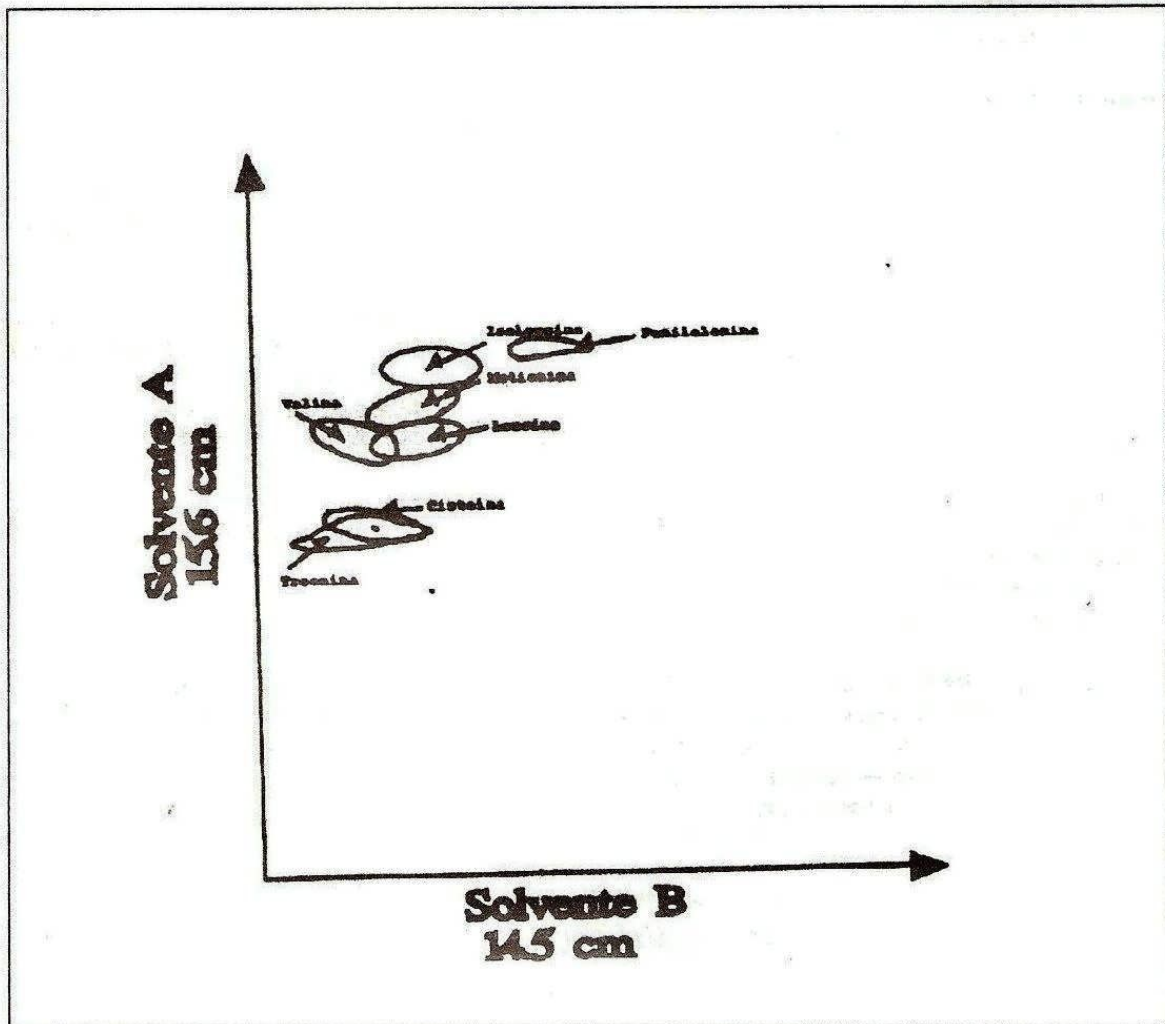


FIGURA 1. Posición Relativa de los aminoácidos esenciales identificados en el cromatograma.

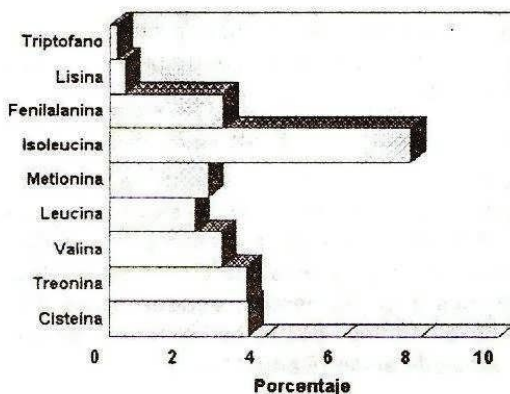
Se identifica también al aminoácido Metionina, ya que el *Rf* para el solvente A alcanzó un valor de 0,65, que al ser comparado con el *Rf* patrón experimental de 0,65 muestra analogía y similitud, así como con el bibliográfico (0,64). El *Rf* para el solvente B es de 0,25, el cual difiere del patrón reportado por Acurio y Silva (1993), que llega a 0,35.

La mancha correspondiente al aminoácido treonina presenta un *Rf* de 0,48, cercano al patrón bibliográfico de 0,45 para el solvente A y al patrón experimental (0,50). El *Rf* para al solvente B es de 0,16, idéntico al reportado como experimental por Acurio y Silva (1993).

Finalmente se determinó la presencia del aminoácido Valina, con un *Rf* de 0,60 para el solvente A y cercano al *Rf* bibliográfico de 0,57 y un poco menos al experimental (0,54), en tanto que el *Rf* para el solvente B fue de 0,15; el *Rf* experimental para este solvente es de 0,24. Aunque no se pudo determinar los *Rf* para los aminoácidos lisina y triptófano, y no se detectó su presencia por medio de la cromatografía de papel, el análisis del concentrado protéico realizado en los Laboratorios del INIAP determinó que existían aunque en bajas concentraciones.

Contenido de aminoácidos y cómputo aminoacídico

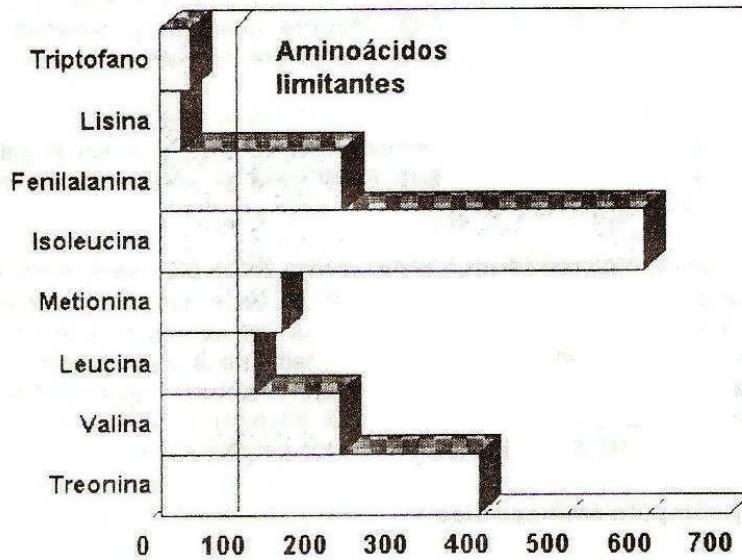
En la siguiente figura se muestra el contenido porcentual de aminoácidos en el aislado protéico correspondiente al tratamiento D2P2T2, observándose que el aminoácido más abundante en el aislado protéico de zapallo es la isoleucina con un 7,74%.



El contenido de los demás aminoácidos se muestra menor, llegando a 3,58 % para treonina y 3,53% para cisteína. El aminoácido valina se encontró formando el 2,87% del aislado, mientras que la leucina se halló en un 2,18%. El contenido de metionina alcanzó el 2,52% y el de fenilalanina el 2,92%. Los aminoácidos menos abundantes fueron la lisina con un 0,4% y el triptófano con un 0,19%.

En cuanto a cómputo aminoacídico, se aprecia que el aislado protéico de zapallo local se muestra como una proteína de alto valor biológico, ya que todos los aminoácidos se presentan con un valor superior al patrón (proteína de huevo), con excepción de la lisina y el triptófano, los que comparativamente se muestran inferiores.

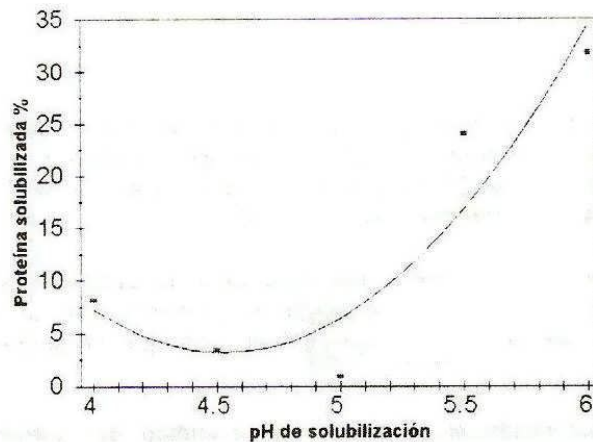
El respectivo cálculo se hizo considerando el contenido aminoacídico del patrón como el 100% y la comparación relativa del contenido de la muestra como ya se indicó en la metodología. Esta condición determina que estos dos últimos aminoácidos son los limitantes en cuanto al suministro potencial de aminoácidos del aislado, situación que debe ser considerada cuando se plantee su uso como alimento protéico especialmente. El aislado de zapallo solamente cubre el 25% de los requerimientos de lisina y el 38% del triptófano.



Propiedades funcionales

Dentro del análisis de las propiedades funcionales del aislado protéico y como características básicas a tomarse en cuenta para determinar sus usos potenciales, se cataloga a la solubilidad de la proteína en agua, cuya tendencia se observa en la figura siguiente.

La solubilización de la proteína tiende a ser mayor a pH muy ácido (4), reduciéndose a pH 4.5 e incrementándose con una tendencia cuadrática conforme el pH se eleva. En el caso del presente experimento, la máxima solubilidad registrada fue a pH 6 con 31,8% de proteína solubilizada. Esta característica funcional determinaría que las macromoléculas sean solubles y estables en los alimentos, o incluso pueden precipitar, impartiendo con esto diversas características a los alimentos, aunque no es de notable importancia desde el punto de vista de la tecnología misma de alimentos, puede ser el reflejo de varias propiedades funcionales, entre ellas la gelificación, espumación y emulsificación (Badui, 1990).



Otra propiedad funcional es el poder emulsificante, que en este caso estaría en un 80%. Probablemente debido al apreciable grado de solubilidad de las proteínas del aislado, el poder de emulsión del mismo se vió reducido.

Tanto la absorción de agua como de aceite por parte del aislado se muestra alto, registrándose alrededor del 613% para agua y 596% para aceite. La hidratación específicamente está dada por el carácter hidrófilo de las proteínas, aunque un exceso de solvente (agua), puede resultar en la disolución de la proteína por su apreciable tendencia a la solubilización. La absorción de aceite puede ser relacionada con la capacidad de las proteínas para asociarse con grasas, las que pueden eventualmente integrarse.

Finalmente, dentro de las propiedades estudiadas en el aislado protéico se halla la capacidad de espumación, para lo que se utilizó comparativamente la clara de huevo, harina de zapallo desengrasada y el concentrado protéico.

Cuantificación y potencial uso del concentrado protéico

El concentrado protéico muestra condiciones y características ventajosas para su posible utilización en el área alimenticia, especialmente considerando los niveles de subnutrición y desnutrición infantil de amplios sectores populares del país.

El alto aporte de proteína total (80,39%) y de proteína verdadera (79,23%), así como su alta digestibilidad (85,94%) y la ausencia de indicios de factores limitantes (mal sabor, presencia de alcaloides, etc.) para el consumo, lo convierten en el compuesto de elección para su inclusión en las dietas diarias, especialmente de familias campesinas en donde la ingestión de carbohidratos es mayoritaria y hay un déficit de la ingestión de proteínas. Debe también aprovecharse el potencial agrícola del campo para producir masivamente la especie en estudio y establecer una tecnología casera para conseguir el aislado. Además debe realizarse estudios de composición media, aceptabilidad y potencial uso del aislado así obtenido.

La asociación de este aislado con productos autóctonos como son las raíces y tubérculos andinos (papa, oca, melloco, mashua, zanahoria blanca y jícama), sería una de las soluciones a corto plazo para paliar la falta de proteína en la alimentación de los campesinos.

Con el fin de complementar los aminoácidos limitantes del aislado de zapallo se puede considerar la utilización de otra fuente de proteína como es el caso de la quínoa, previo el estudio y análisis de su contenido aminoacídico.

CONCLUSIONES

1. La mayor solubilización de la proteína se logró a pH 10 en la dispersión, con 5.9%. También el mayor rendimiento protéico se logró a este pH de dispersión en el material experimental desengrasado.
2. La precipitación de los componentes protéicos desdoblados luego de la dispersión fue significativamente más eficiente cuando se empleó un pH de 4.5, alcanzando un promedio de 47.7% para rendimiento protéico
3. La precipitación por 30 minutos también resultó en un rendimiento protéico mayor (49.13%), en tanto con solo 15 minutos, el rendimiento protéico fue de 42.31%.
4. El tratamiento D2P2T2 fue el de mayor rendimiento protéico con 61.77%, lo que permitió considerársele como el mejor.
5. En el aislado protéico correspondiente al mejor tratamiento se aislaron e identificaron por medio de cromatografía de papel los siguientes aminoácidos esenciales: cisteína, fenilalanina, isoleucina, leucina, metionina, treonina y valina. Los aminoácidos lisina y triptófano fueron determinados en bajas concentraciones en muestras enviadas a los laboratorios del INIAP.

6. El aminoácido más abundante en el aislado protéico de zapallo fue la Isoleucina con un 7,74%. El contenido de los demás fue menor, con 3,58 % para treonina y 3,53% para cisteína. El aminoácido valina se encontró formando el 2,87% del aislado, mientras que la leucina se halló en un 2,18%. El contenido de metionina alcanzó el 2,52% y el de fenilalanina el 2,92%. Los aminoácidos menos abundantes fueron la lisina con un 0,4% y el triptófano con un 0,19%.
7. Todos los aminoácidos se presentaron con un valor superior al patrón (proteína de huevo), con excepción de la lisina y el triptófano, llegando a cubrir solamente el 25% de los requerimientos de lisina y el 38% del triptófano.
8. La máxima solubilidad registrada fue a pH 6 con 31,8% de proteína solubilizada en agua. La espumación de la harina desengrasada fue de 98% y para el aislado protéico, de 25%.

RECOMENDACIONES

1. Desde el punto de vista experimental, se recomienda la utilización de pH 10 en la dispersión, pH 4,5 en la precipitación y la centrifugación por 30 minutos para obtener un máximo de rendimiento protéico.
2. Con el fin de obtener el aislado protéico de zapallo, se recomienda estudiar y evaluar métodos industriales para el proceso.
3. Realizar un estudio económico bajo condiciones comerciales de proceso.
4. Determinar los usos potenciales y sus limitantes en la alimentación humana, en base a pruebas organolépticas.
5. Establecer la posibilidad de incluir el aislado protéico obtenido en productos elaborados y de consumo inmediato, especialmente dirigidos a la población infantil.
6. Identificar las variedades de zapallo existentes en la provincia de Tungurahua y determinar los contenidos y aportes protéicos de cada una de ellas.

BIBLIOGRAFIA

- ACURIO, P.; SILVA, A. 1993. Obtención de concentrado protéico a partir de amaranto INIAP alegría *Amaranthus caudatus*. Tesis Ing. Alim. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia Ingeniería en Alimentos. Ambato, Ec. 96 p.
- BADUI DERGAL, S. 1990. Química de los alimentos. 2ed. México, Universidad. p. 648.
- BARBANO, W; LYNCH, R. 1991. Direct and indirect determination of true protein content of milk by Kjeldahl analysis: colaborative study. J. assoc. off. anal. chem. v. 74. p. 281-287.
- ESTADOS UNIDOS. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC. 1980. Official methods of analysis of the AOAC. 13ed. Washington D.C. AOAC. p. 15-37.
- RUIZ, A.; AMANCHA, C. 1992. Obtención de aislados protéicos a partir de semillas de fréjol y arveja y determinación de su calidad nutritiva. Tesis Ing. Alim. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia Ingeniería en Alimentos. Ambato, Ec. 128 p.

SATHE, S.K. 1982. Functional properties of lupin seed *Lupinus mutabilis*, proteins and protein concentrates. Journal of Food Sciences. v. 47. p. 491-497.

SMITH, A.K.; CIRCLE, S.J. 1978. Soybean: Chemistry and Technology. Westport, USA, AVI Publishing Company. p. 145, 157, 249.

VIGO, M.S.; BERTONI, M.H.; CATTANEO, P. 1973. Estudio sobre semillas de cucurbitáceas argentinas. Anales de la Asociación Química Argentina. 61, 241-249.

DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA CONSERVACION DE TRUCHA AHUMADA MEDIANTE ENLATADO

Carlos Saltos E.^{*}
Hector Aníbal Saltos^{**}
Angel Ulloa^{**}

RESUMEN

Este trabajo tiene por objetivo principal, el propender a la industrialización de la trucha de río aplicando tecnología de enlatado, para lo cual se hizo un estudio preliminar para determinar las condiciones de proceso en base al *Clostridium botulinum* 62-A y al *Clostridium botulinum* 213-B tomados de bibliografía. Determinados estos factores y niveles, se estudió el efecto del tiempo y temperatura de Proceso Térmico, así como el tiempo de evacuado, con el propósito de establecer su influencia sobre la calidad del producto, y el valor de esterilización del proceso dado a la trucha ahumada enlatada.

INTRODUCCION

El Ecuador por su situación geográfica cuenta con grandes recursos naturales, los cuales al ser explotados razonablemente le permitirán cubrir con holgura la necesidad de alimentos de buen valor nutricional para toda su población en todas las épocas del año. Una de ellas es la utilización de los recursos piscícolas provenientes de granjas acuícolas, que pueden considerarse como una alternativa de solución, siendo la Trucha Arco Iris (*Salmo gairdneri*) la que ofrece mejores perspectivas de explotación y de consumo. Pero la solución al problema no es sólo la producción de una buena fuente de proteína, sino también establecer la forma cómo llegar al consumidor con un producto de óptima calidad.

REVISION BIBLIOGRAFICA

Charm (1981) y otros autores concuerdan en que el método más comúnmente utilizado para la preservación de alimentos es el procesamiento térmico en recipientes cerrados, el cual se realiza en retortas calentadas con vapor a temperaturas de 240 a 260 °F y presiones de vapor de 10 a 20 psig. No obstante, ciertos productos más ácidos son procesados a temperaturas menores, 220 y 230 °F.

Cuanto mayor sea la población inicial de microorganismos, mayor será el tiempo necesario para reducir esta población a niveles predeterminados. Debe tenerse presente que cuando se requiere esterilidad con respecto a un microorganismo tal como el *Clostridium botulinum* por ejemplo, la esterilidad completa con respecto a otros microorganismos no es requerida; es decir la esterilidad debe estar referida únicamente a los microorganismos involucrados en los daños posibles del alimento, bajo las condiciones usuales de mercadeo y almacenaje. Bajo condiciones comerciales la carga inicial microbiana debe ser reducida tanto como sea posible, evitando un excesivo calentamiento el cual podría dañar la calidad del alimento.

Se sabe que un alimento enlatado no necesariamente está completamente estéril, pues la esterilización comercial está diseñada para inactivar los microorganismos que afectan la salud y aquellos deterioradores de importancia en alimentos procesados.

^{*} Egresado de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

^{**} Ing. Alimentos Profesor de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Para tener una seguridad razonable de que las esporas de *Clostridium botulinum* son destruídas, ha sido establecido el concepto 12 D, lo cual significa que tal proceso asegura que el número de esporas será reducido al término de 12 ciclos logarítmicos

El tiempo de calentamiento a una temperatura dada, necesario para alcanzar el grado deseable de esterilización, es el valor F. Los valores F diseñados para un proceso deben basarse en un microorganismo específico, y deben escribirse con un subíndice que señala la temperatura, exceptuando el valor Fo que se refiere a una temperatura de 121.1 °C (250 °F). El valor F de un microorganismo específico es el producto del valor de esterilización deseado y el valor D.

tenemos : $F = (SV)(D)$ (1)

El tiempo requerido para destruir todas las unidades existentes de un microorganismo dado a una cierta temperatura es conocida como el tiempo de muerte térmica (TDT). Se ha observado que si el logaritmo del tiempo de muerte térmica es graficado contra su temperatura correspondiente, el gráfico resultante es lineal. Este gráfico es conocido como **Curva de tiempo de muerte térmica**, o curva TDT. La pendiente de la curva TDT en un sistema de coordenadas semilogarítmico es igual a $-1/z$, donde el valor z es el número de grados centígrados requeridos por la curva TDT para atravesar un ciclo logarítmico, siendo ésta una medida del cambio letal con un cambio en la temperatura

Del análisis de la curva TDT a 250 °F, puede encontrarse que

$$\log \frac{F}{t} = \frac{T - 250}{z} \quad (2)$$

Stumbo, 1949 determina que las curvas de enfriamiento y calentamiento sean construidas para representar las temperaturas existentes en un punto crítico establecido en, o próximo al centro geométrico del recipiente.

Cada temperatura representada por un punto en la curva se considera que tiene un valor esterilizante o letal.

De las relaciones temperatura - tiempo representadas por la curva TDT ha sido posible determinar un valor de razón letal para cada temperatura.

Graficando los tiempos y las correspondientes razones de esterilización se obtiene una curva de letalidad representativa del proceso.

Muy ha menudo se comparan los procesos expresándolos en términos de tiempo a 250 °F, el área bajo la curva resultante de aplicar las relaciones:

$$\frac{1}{\text{antilog } (250-T)/z} \quad \text{vs tiempo}$$

es el valor de F para un proceso particular. Para lograr seguridad, es necesario que el valor F sea al menos igual al tiempo de muerte térmica a 250 °F para el microorganismo sobre el cual el proceso está basado.

Para el cálculo del tiempo y la temperatura de proceso para un producto dado en un tamaño de lata dado, se puede aplicar, el método gráfico o el método fórmula.

El método gráfico consiste en representar, el valor letal vs el tiempo de proceso en papel aritmético; el área bajo la curva correspondiente a un valor unitario se llama "unidad de área esterilizante" y representa un proceso equivalente a 1 minuto a 250 °F. La integración gráfica nos permite calcular el tiempo de proceso. El área bajo la curva se determina por medio de un planímetro, conteo de cuadros o la regla de Simpson

$$\text{Area} = (t/3) (Y_0 + 4Y_1 + 2Y_2 + 4Y_3 + \dots + 2Y_{n-2} + 4Y_{n-1} + Y_n) \quad (3)$$

La trucha arco iris (*S. Gairdnerie*) es una especie mestiza, resultante del cruzamiento de diversas especies de truchas americanas; es un pescado selecto debido en cierto modo a la ausencia de espinas en la carne.

El enlatado es un buen método para la conservación del pescado. Los objetivos del tratamiento térmico son cocer al pescado contenido en el envase e inactivar todas las bacterias y enzimas que se hallen presentes

Las bacterias del pescado se encuentran en tres localizaciones principales en el limo externo, agallas e intestino siendo las bacterias más comunes Achromabacter, Bacillus Corynebacterium, Clostridium, Escherichia, Flavobacterium, Gaffkya, Microoccus, Proteus, Pseudomonas, Photocaterium, Kurthia, Serratia y Levaduras .

El C. botulinum tipo E y algunos otros tipos se encuentran en agua dulces de lagos y ríos. El Clostridium botulinum tipo E no es proteolítico pero sus esporas son muy termorresistentes; es sacarolítico, fermentador de diversos azúcares entre ellos la manosa.

Al C. botulinum tipo E se le ha asociado con el pescado o con productos pesqueros relacionándose con la intoxicación por pescado ahumado y enlatado.

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

Propender a la industrialización de la trucha de río aplicando tecnología de enlatado.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Evaluar el efecto del tiempo de evacuado sobre el valor de esterilización del proceso térmico .
2. Definir dos condiciones para el proceso térmico de esterilización
3. Evaluar el efecto de las condiciones seleccionadas para el proceso térmico (tiempo-temperatura), sobre el valor de esterilización del proceso.
4. Evaluar la calidad microbiológica en el mejor tratamiento estudiado mediante esporulados.

MATERIALES Y METODOS

DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la determinación del efecto del tiempo de evacuado, así como del efecto de las condiciones seleccionadas (tiempo-temperatura), sobre el valor de esterilización, se utilizó un diseño experimental factorial completo 2^3 con dos replicaciones, siendo los factores y niveles de estudio los siguientes:

Factor A. Tiempo de Evacuado o Exhausting, TIEVAC

nivel a_0 : 3 minutos

nivel a_1 : 6 minutos

Factor B. Tiempo de Proceso Térmico, TIEPROT, a determinarse

nivel b_0

nivel b_1

Factor C. Temperatura del Proceso Térmico, TEMPROT, a determinarse

nivel c_0

nivel c_1

Para determinar los niveles de las variables , TIEPROT Y TEMPROT se utilizó la historia de temperaturas del producto y por el método gráfico se obtuvo el tiempo de proceso mínimo requerido para el producto con respecto al microorganismo de control, el Clostridium botulinum.

Además luego de efectuados ensayos a 4 temperaturas; 110, 116, 121 y 125°C se escogieron los dos niveles del factor temperatura. El procedimiento puede ser sintetizado como sigue.

1. Determinación de las ecuaciones a partir del análisis de la curva TDT en base a la termoresistencia del Clostridium botulinum (213-B) con $D_0 = 0.16$ y $z = 18^\circ\text{F}$ (10°C) y del Clostridium botulinum (62-A) con $D_0 = 0.31$ y $z = 21^\circ\text{F}$ (12°C). Obtención de la pendiente y la ecuación que permita obtener el tiempo de proceso para cada temperatura estudiada.
2. Fijar dos tiempos basados en las temperaturas seleccionadas para la aplicación en el diseño experimental con aplicación a los niveles de exhausting (TIEVAC).
3. Determinación de las curvas de penetración de calor para la obtención de los valores de letalidad en cada una de las pruebas y por integración de áreas obtener el valor F de cada proceso en base al microorganismo que ofrezca mayor termoresistencia

MATERIALES Y EQUIPOS

Pescado (trucha arco iris Salmo gairdneri), sal refinada, agua, agua destilada, agar Glucosa-Triptona, aceite de soya, viruta de madera, ahumadero, balanza Mettler capacidad $1200 \pm 0,01$ gramos, balanza analítica, capacidad $199 \pm 0,0001$ g, latas 307x113, evacuador tipo planta piloto, selladora de latas manual, autoclave vertical ("Lec " # A1789A5 con Canastilla), caldero Kewanee Boiler Corp, Capacidad 30 BHP serie #42097, equipo de termometría, cronómetro digital, pipetas, vasos de precipitación, erlenmeyers, cajas de petri, incubadora, cocineta eléctrica.

METODOS

OPERACIONES EFECTUADAS EN EL PRODUCTO:

Previo al ahumado los peces se limpian, se evisceran y se someten a una solución hipotónica de NaCl de 15° Baumé por un tiempo de 30 minutos al cabo del cual las piezas son ahumadas por 5 horas a temperatura de 20°C, los peces se retiran y se dejan reposar por 15 minutos.

FILETEADO

Para el fileteado se desprende al pez ahumado de su piel, cabeza, cola y se separan sus espinas.

LLENADO

Previo al llenado de los envases se pesan los filetes y luego se acomodan en forma circular en el interior de las latas cubriéndolas con aceite de soya, de la industria Nacional, como líquido de gobierno

EVACUADO

Se aplicaron 3 y 6 minutos de evacuado en un evacuador discontinuo

SELLADO

Se utilizó una máquina selladora manual.

CONEXION DE TERMOPARES

Los termopares se instalan en la pared de los recipientes por medio de una adaptación hermética, de acuerdo a técnicas conocidas

ESTERILIZADO.

La esterilización se llevó a efecto en un autoclave vertical, habiéndose efectuado ensayos previos a las temperaturas de 111, 116, 121, 125 °C para determinar los factores y niveles del proceso del diseño para el desarrollo del experimento

DETERMINACION DEL TIEMPO DE PROCESO

Se aplicó el método gráfico, según lo describe Bigelow y colaboradores.

EVALUACION MICROBIOLÓGICA

Se determinó mediante contaje de esporulados en el mejor tratamiento, luego de un almacenamiento de 40 días.

RESULTADOS Y DISCUSION

La limpieza y evisceración se la realizó de forma manual en donde los peces perdieron aproximadamente el 15 % de su peso ; se efectuó una salazón en una solución de 15° Baumé de cloruro de sodio en la que se introdujeron los peces por un tiempo de 30 minutos . Luego de lo cual fueron ahumados, colgando la piezas en espetones dentro de un ahumadero donde por un tiempo de 5 horas recibió humo de serrín de eucalipto a 20 °C, se retiraron las piezas y se procedió a realizar el fileteado. En esta operación se pierde el 35% del peso , obteniéndose una fracción comestible del 48% que sirve para llenar los envases de hojalata . El proceso continua con las operaciones de llenado, evacuado, sellado y esterilización de cada tratamiento en particular

IMPORTANCIA DE LA CURVA DE TERMODESTRUCCION T.D.T

Para el cálculo del tratamiento térmico que debe darse al alimento enlatado, se tomó en cuenta. La curva de destrucción térmica de los organismos más termorresistentes que pueden estar presentes en el alimento, y las curvas de penetración de calor . Para ello fue preciso contar con los gráficos TDT de cada uno de los microorganismos tomados como referencia, éstos son el C. botulinum 62-A y el C.botulinum 213-B.

Los puntos obtenidos proporcionan datos que son utilizados en las evaluaciones de los tratamientos térmicos, con lo que se determina el tiempo de proceso que se necesita para determinar el grado de destrucción de los microorganismos causantes de botulismo.

CALCULO DEL TIEMPO DE PROCESO

Para el cálculo del tiempo de tratamiento, las latas se sometieron a calentamiento a las temperaturas experimentales de 111 °C, 116 °C , 121 °C, 125°C por medio de vapor, manteniendo el calentamiento por lo menos durante el tiempo necesario para que todas las partes del producto alcancen una temperatura próxima a la de trabajo.

Se determinó el tiempo de proceso TIEPROT por el método gráfico que será parte del diseño experimental , Los ensayos fueron realizados en base a los parámetros $z = 21$, $D_0 = 0,31$ min , para el C.botulinum 62- A y $z = 18$, $D_0 = 0,16$ minutos para el C.botulinum 213-B según lo indicado por Toledo, a partir de lo que se obtuvieron las curvas de muerte térmica típica para productos no ácidos de los que se determinaron las ecuaciones siguientes:

$$F = \text{antilog} (12,475 - 0,0476 T) \text{ para } \underline{\text{C.botulinum}} \text{ 62-A}$$

$$F = \text{antilog} (14,315 - 0,0550 T) \text{ para } \underline{\text{C.botulinum}} \text{ 213-B}$$

A partir de estas ecuaciones, se obtuvieron los valores F y 1/F; donde F es el tiempo de destrucción térmica/(TDT), en cambio que 1/F es la velocidad o coeficiente de letalidad (**1/minuto**), o dicho de otra forma el grado de letalidad ejercida por la correspondiente temperatura durante un minuto según lo indicado por Bigelow y Col 1923.

A partir de estos valores se determinó el tiempo de proceso que debe ser empleado para cada una de las temperaturas sometidas a evaluación, esto consiste en una integración gráfica en la que se da una unidad de letalidad (esterilidad).

En la tabla N° 1 se indican los tiempos de procesos requeridos para cada bacteria tomada como microorganismo de control, a las temperaturas de experimentación previas al diseño experimental.

Tabla 1 . Tiempo de Proceso Calculados

TEMPERATURA °C	<u>C. botulinum 62-A</u>	<u>C. botulinum 213 -B</u>
	Minutos	Minutos
111	88.7	118.0
116	58.0	63.0
121	52.0	51.5
125	34.0	35.0

PARAMETROS QUE DECIDEN LOS NIVELES Y FACTORES DE PROCESO

En tabla la tabla N° 1 se puede ver que en general la termorresistencia que ofrece el C. botulinum 213-B es mayor que la del C. botulinum 62-A. para cada una de las temperaturas de trabajo; estos resultados permiten decidir el microorganismo de control a utilizarse.

En cuanto a la incidencia de la calidad del producto a obtenerse, se puede manifestar que, en base a parámetros observados en el producto final en experiencias preliminares, teniendo en cuenta sus características organolépticas , en especial su apariencia y sabor, se pudo observar que a 125°C el producto presentaba una contracción de su proteína con deshidratación y concentración de la sal que fue añadida en el proceso de pre-ahumado, obteniendo un producto requemado y dañando las características como son: color, olor, sabor y, apariencia de un buen producto. La experiencia realizada a 111°C dio como resultado características mejores, aunque es preciso destacar el inconveniente de requerirse un proceso muy largo, lo cual no resultaría práctico para la industria de enlatados . Considerando lo anterior y tomando en cuenta que a las temperaturas de 116°C y 121°C el producto presentaba buenas características organolépticas, se escogieron estos valores como niveles del factor temperatura de proceso, TEMPROT. En cuanto a los tiempos de proceso, TIEMPROT, éstos se fijaron en 50 y 60 minutos. Habiéndose en el presente experimento escogido como microorganismo de control al Clostridium botulinum 213-B por ser un microorganismo muy termorresistente, que junto con el Clostridium botulinum Tipo E propio del pescado causan serios problemas de sanidad .

RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Luego de la fase previa reseñada antes, se corrió un experimento controlado, en el cual los tratamientos resultaron ser la combinación de los siguientes factores y niveles: TIEVAC, 3 y 6 minutos, TEMPROT, 116 y 121°C ; y TIEMPROT, 50 y 60 minutos.

CALCULO DE LOS VALORES DE LETALIDAD F

El valor F se determinó haciendo uso de la fórmula (2), de donde se despeja la ecuación siguiente:

$$F = \frac{1}{t \cdot \text{antilog}(\frac{121.1 - T}{z})}$$

o su equivalente $10^{(121,1 - T)/z}$

Donde :

T = Temperatura en el punto de calentamiento más tardío
t = tiempo de esterilización a la temperatura T
z = pendiente de la curva del tiempo de destrucción térmica

Los valores F calculados se representan gráficamente sobre coordenadas rectangulares, F/t en ordenadas y el tiempo en la abscisas.

El procedimiento para obtener los valores F de cada proceso fue por integración de áreas aplicando el principio empleado por Patassnik (1953) que consistía en la utilización de la regla del Trapecioide modificada. Tomando en cuenta lo indicado por Meyer y Colaboradores, quienes recomiendan un valor $F_0 = 2,78$ minutos para el Clostridium botulinum como valor mínimo y, recomendándose un valor de seguridad en productos cárnicos, en especial para pescado de 4.5 minutos, se analizaron los valores de F calculados en los gráficos correspondientes a la parte experimental, observándose que hay valores de letalidad entre 3,11 y 23,82 que son aceptables a los márgenes indicados anteriormente.

CALCULO DE LOS VALORES DE ESTERILIZACION

Obtenidos los valores de esterilización de la ecuación 1, se sometieron a análisis estadístico, a fin de determinar los Factores y Niveles recomendables y, por evaluación del análisis de varianza, se observó que existe diferencia significativa entre el tiempo de evacuado y el valor de esterilización, temperatura de proceso y valor de esterilización, tiempo de proceso y valor de esterilización, correspondiendoo estos valores para el diseño escogido la combinación A1B1Co, TIEVAC 6, TEMPROT 116, TIEMPROT 60 como los más recomendables.

RESULTADOS DE LOS ANALISIS MICROBIOLÓGICOS

Las pruebas microbiológicas que consistieron en la determinación de esporulados, se realizaron después de un almacenamiento por un tiempo de 40 días. Estos resultados fueron negativos, por lo que se desprende que el tratamiento térmico llevado a efecto, tomado como mejor alternativa tecnológica, es suficiente para destruir la flora microbiana inicial existente; asegurando de esta manera un buen producto.

EVALUACION ECONOMICA

PRODUCCION Y DEMANDA

El análisis económico se realiza en base a la consideración de instalar una planta enlatadora de "trucha ahumada", tomando en cuenta que en el país la capacidad de producción anual es de 600 TM pudiendo alcanzar de 3 a 4 mil TM anuales, según un estudio realizado por la Corporación Financiera Nacional C.F.N.

CAPACIDAD DE PRODUCCION

Para esta pequeña planta se estima una capacidad de producción de 170 Kg de trucha fresca por día, lo que representa para una jornada de trabajo de 8 horas diarias y 240 días/año, con un total de 40.800 Kg, que significa la elaboración de 483 latas diarias y 115.920 anuales de trucha ahumada enlatada.

Los cálculos fueron hechos tomando en cuenta un rendimiento del 48 % y el otro 52% como desechos para harina de pescado. De una producción anual promedio de trucha fresca del país, estimada en 3.500 TM, el proyecto solo utilizaría el 1,1 %

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los resultados de este estudio llenan un vacío en lo que se refiere a la falta de datos tecnológicos del procesamiento de la trucha de río (*Salmon gairdneri*)
2. Del estudio previo realizado antes del diseño experimental se pudo observar que a bajas temperaturas (111°C) los tiempos de proceso son muy largos, que incrementarían los costos de producción de la industria y, las altas temperaturas influyen de manera drástica sobre el producto, dañando las características organolépticas; es así que a 125 °C (temperatura de la retorta) el tejido muscular del pescado se contrae produciendo deshidratación y una concentración de la sal añadida en el proceso de pre-ahumado
3. Del trabajo realizado, se determinaron dos condiciones para llevar a efecto el proceso térmico de esterilización, tomándose como niveles de estudio las temperaturas de 116°C y 121°C y, como tiempos de proceso 50 y 60 minutos que se utilizaron como parte del diseño experimental.
4. Del trabajo realizado se pudo concluir que el tiempo de evacuado, temperatura y tiempo de proceso influye directamente sobre el valor de esterilización; determinándose que un tiempo de evacuado de 6 minutos ejercía valores de letalidad mas altos que los alcanzados con el tiempo de evacuado de 3 minutos.
5. Se establece que el tiempo de evacuado, tiempo y temperatura de proceso evaluado para el enlatado de trucha ahumada (6 minutos, 60 minutos y 116°C) son niveles y factores que garantizan una esterilidad total, pues los resultados microbiológicos efectuados después del proceso de esterilización son negativos para esporulados
6. Se recomienda luego de la pesca una inmediata refrigeración (temperaturas próximas a los 0°C (32°F)) pero sin llegar a la congelación del pescado ya que ésto destruiría los tejidos muscular al momento de descongelar.
7. Es importante luego de la recepción de la materia prima su inmediato lavado con abundante agua clorada antes del ahumado con la finalidad de disminuir la carga microbiana inicial, y mantener las mejores condiciones higiénicas durante las operaciones previas al enlatado.
8. El ahumado se debe llevar a efecto con temperaturas las más bajas que se puedan conseguir en la cámara (20°C a 30°C) por un tiempo de 5 a 6 horas pues, la utilización de temperaturas bajas evitará la excesiva deshidratación . Adicionalmente las altas temperaturas, mayores a 30°C, resecan la piel del pez, haciéndola frágil y difícil de desprender en el proceso de fileteado.
9. Luego del ahumado se pudo observar que la piel del pez ofrecía cierta resistencia a la tensión (ruptura) por lo que se cree que esta piel puede encontrar aplicación en la curtiembre, la cual dejaría rentas adicionales a la industria.
10. Para obtener resultados similares a los de este trabajo, se recomienda tomar en cuenta los siguientes aspectos. La edad y tamaño de la trucha, pues aquello influirá variando el proceso térmico y por lo tanto afectando en los valores de esterilización alcanzados (SV=40,12) Hay que tomar en cuenta el tamaño de la trucha para el proceso, esto facilitará a los operarios la manipulación en todos los pasos anteriores al enlatado. Se recomienda utilizar truchas de 7 meses de edad que han alcanzado un tamaño de 30 cm de longitud (promedio de 60 truchas) y 270 gramos y, su inmediato procesamiento. Pues truchas que no se ajusten a las especificaciones anteriormente señaladas causarían cambios en las características del producto como la textura.

BIBLIOGRAFIA

Alvarado, J. " Métodos para Evaluación de Procesos Térmicos" Cuadernos Técnicos de Tecnología de Alimentos. Vol 3(2), Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos , Universidad Técnica de Ambato. Ecuador P. 3,5.

American Can Company " The Canned Food Reference Manual " New York 1947 p 46.

Banwart G. " Microbiología Básica de los Alimentos " Madrid España 1982 P 392.

Belitz, H. Grosch, W. " Química de los Alimentos" Zaragoza España Editorial Acribia 1988 p 496.

Biblioteca del Banco Central del Ecuador (Importaciones y exportaciones Ecuatorianas 1993).

Burgess, G. " El pescado y la Industrias Derivadas de la Pesca". Zaragoza España 1973 P. 6.

Brenan , J. G. Butters, J. R. " Food Engineering Operations" Second Edition 1981.

Connell, J. " Advances in Fish Science and Tecnology "Fishing News Books Ltd. 1980, Farmhan Surry Enland. p 30

Frazier, W." Microbiología de los Alimentos " Zaragoza España Editorial Acribia 1972 P 103.

Food Composition and Nutrition Tables 1989/90 4tr revised and completed edition souci fachmann Kraut.

Hersom, A. C. y Hulland, E. D., " Conservas Alimenticias" Zaragoza, españa , Editorial Acribia. P. 180, 183.

Helen Charley " Tecnología de Alimentos procesos químicos y físicos en la preparación de Alimentos " Ed. Noriega Limusa 1990. p 603.

Hinchen J.D " Estadística Práctica para la investigación Química " México 11 Edición editorial el manual Moderno S.A. 1976 Pp 99-108.

Jawtz, E. " Manual de Microbiología " México 1973. Pp. 104, 107, 210.

Jalies, M. Jay " Microbiología Moderna de los Alimentos " Zaragoza España , Editorial Acribia 1973 p 8 116.
Karel, M. Fennema, O. " Principles of Food Science " New York U.S.A, 1975. P. 66,67.

Keith, H. Lewis. Kenneth Carssel, J. " Botulism " Environmetal Health Series Food Protection 1964 Pp 87-199.

Leniger H.A. Beverloo, W. A " Food Processing Engineering " Boston U.S.A. 1975 P 306 19. Loncin, M. " Técnica de la Ingeniería Alimentaria " Madrid España. 1965. P. 332, 337,340, 341, 362.

Lopez. A A Complete Course in Canning and Related ProcessesBook III " Processing Procedures For Canned Food Products"12 th ed. Baltimore, MD21218-4576 USA . The Canning Trade Inc. 1987 Pp 35,270.

Marcus , K. Owen , R Fenmena " Principles of Food Science" New York and Basel 1975. Pp 66, 67.

Nickerson, J. " Microbiología de los Alimentos y sus Procesos de Elaboración" Zaragoza España Editorial Acribia 1978 P. 24, 25, 36,40.

Olson, F. Stevens, H. " Thermal Processing of Canned Food in Containers", American Cann Company. 1939 p.46.

Peterson J. " Enciclopedia of Food Thecnology" The AVI Publishing Compani Inc. 1974 Natick Massachusetts p399.

Piatkin, K. " Microbiología ". Moscu. 1968. p. 476.

Proyecto Chitoo Corporación Financiera Nacional.

Ranganna. S Central Food Technological Research Institute Mysore " Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products . Graw-Hill Publishing Company Limited New Delhi 1977 Pp 485-571.

Rodriguez.M " Microorganismos deterioradores " Fundacio Tropical de pesquisas e Tecnología " Andre Tosello " Cmodinas-sp- Brasil-p , Pp 13,16, 34.

Seeth, R. Chairman. " Introduction to the Fundamentals of ThermalProcessing Pp 152,153,159,168 .

Schlesinger J. y C. CGoldeberg S. " Esterilización de Conservas. Relaciones entre variables de proceso" Revista Alimentos, Sociedad Chilena de Tecnología de Alimentos Vol. 6 N°1 1981.

Thorne, S. " Developments in Food Preservation -1 " London and New Jersey 1981 Applied Science Publishers P 242.

Toledo, R." Fundamentals of Food Process Engineering , AVI Publishing Company" 1881, Pp. 242, 243, 244.

Wittig de Penna E. " Trucha arco iris (Salmon Gairdneri) Una alternativa de solución al consumo masivo "Alimentos Sociedad Chilena de Tecnología de Alimentos Vol. 6 N° 2 1981.

Wludorff. M " El pescado y los productos de la Pesca " Editorial Acribia, Zaragoza España 1973 p 34.

Zinsser, H. " Microbiología " México 1971. Pp. 892, 893.

TABLAS

Tabla 1.

Datos de Historia de Tiempo-Temperatura para "Enlatado de trucha ahumada en aceite de soya" a temperaturas experimentales de 111°C, 116°C, 121°C, 125°C

TEMPERATURAS				
Tiempo min.	111	116	121	125
0	41.3	9.2	34.9	45.5
2	49.2	22.1	43.7	49.2
4	55.5	35.1	51.6	56.1
6	61.9	42.4	56.2	64.3
8	68.0	50.7	62.2	78.1
10	73.3	58.2	65.1	87.7
12	78.2	64.8	70.7	90.3
14	82.5	71.3	75.1	95.2
16	86.3	76.1	79.6	98.3
18	89.7	80.7	85.0	101.7
20	92.4	84.7	88.1	104.8
22	94.9	88.3	92.3	108.3
24	97.1	91.6	95.4	110.0
26	98.9	94.5	98.0	112.0
28	100.5	97.2	100.7	114.1
30	102.0	99.4	102.4	115.7
32	103.2	101.7	105.4	117.3
34	104.2	103.5	107.4	118.4
36	105.1	105.1	108.5	119.5
38	105.9	106.6	110.1	120.5
40	106.6	107.7	111.4	121.1
42	107.3	108.9	112.6	121.7
44	108.0	109.8	113.8	122.2
46	108.2	110.6	114.5	122.6
48	108.4	111.2	115.3	123.0
50	108.8	111.9	115.9	123.3
52	109.1	112.4	116.5	123.6
54	109.3	112.9	117.0	123.8
56	109.5	113.2	117.5	124.0
58	109.7	113.6	117.9	124.1
60	109.8	113.9	118.3	124.1
62	109.5	112.1	118.5	120.4
64	109.0	107.9	118.8	104.6
66	106.7	102.7	117.6	96.2
68	100.5	97.8	111.6	92.6
70	87.6	95.2	107.3	87.4
72	-	-	100.1	87.4

En lata número (307x 113)

Tabla 2.

Datos de temperatura en el punto frío de la lata (307 x 113) en los distintos tratamientos Experimentales de "Enlatado de trucha ahumada en aceite de soya"

TEMPERATURAS									
Tratam.	3,50,116		3,60,116		3,50,121		3,60,121		
Min.	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	
0	34.0	32.0	40.5	42.3	46.9	47.9	44.1	42.5	
2	55.2	55.0	45.6	49.2	56.2	57.3	51.6	51.3	
4	63.7	59.5	53.3	59.0	63.7	65.2	60.6	60.3	
6	71.1	66.7	60.4	65.3	71.8	72.7	66.0	66.4	
8	77.7	72.8	67.2	72.6	77.3	78.1	73.9	74.1	
10	83.0	77.6	74.1	77.2	83.2	83.3	79.6	80.0	
12	88.0	82.9	80.1	82.2	88.2	88.7	85.7	86.0	
14	92.3	86.7	85.5	86.3	93.5	93.4	90.8	91.0	
16	95.7	90.5	89.8	90.0	96.5	96.8	95.0	95.5	
18	98.5	95.0	93.3	92.9	99.9	100.2	99.5	99.8	
20	100.9	97.6	96.6	95.9	102.8	103.3	102.1	102.6	
22	103.1	100.2	99.4	98.4	105.7	106.3	104.8	105.2	
24	105.6	102.3	101.5	100.6	107.7	108.2	107.4	107.9	
26	106.3	104.5	103.6	102.4	109.7	110.2	109.2	109.6	
28	107.6	106.5	105.2	104.2	111.5	111.9	110.8	111.3	
30	108.7	107.8	107.4	106.2	112.9	113.5	112.2	112.7	
32	109.8	109.1	108.1	107.0	114.1	114.6	113.6	114.0	
34	110.4	110.4	109.2	108.1	115.1	115.2	114.6	115.0	
36	111.0	111.7	110.1	109.2	116.0	116.4	115.6	115.9	
38	111.7	112.0	110.9	109.9	116.7	117.3	116.4	116.8	
40	112.2	112.5	111.7	110.9	117.4	117.8	117.1	117.4	
42	112.6	112.8	112.2	111.4	118.0	118.3	117.7	118.0	
44	113.1	113.0	112.9	112.3	118.4	118.7	118.2	118.5	
46	113.4	113.3	113.4	112.8	118.8	119.0	118.6	118.9	
48	113.7	113.6	113.7	113.1	119.1	119.3	119.0	119.2	
50	114.0	113.9	114.0	113.4	119.4	119.6	119.3	119.6	
52	99.2	99.0	114.2	113.6			119.7	119.8	
54			114.4	113.8	99.9	100.2	119.9	120.1	
56	93.0	92.0	114.5	114.0	76.1	60.0	120.1	120.3	
58			114.7	114.3			120.3	120.4	
60	73.4	70.0	15.01	14.7			120.4	120.5	
62									
64			103.5	90.5					
66			95.7				105.3	99.5	
68							95.3	92.9	
70							91.3	85.2	

Identificación del tratamiento : TIEVAC, TEMPROT, TIEPROT.

Tabla 3.

Datos de temperatura en el punto frío de la lata (307 x 113) en los distintos tratamientos experimentales de " Enlatado de trucha ahumada en aceite de soya " .

TEMPERATURAS								
Tratam.	6,50,116		6,60,116		6,50,121		6,60,121	
Min.	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
0	44.8	43.0	40.8	45.8	49.2	47.5	52.0	49.8
2	55.0	54.0	54.5	54.0	58.4	55.4	72.2	66.6
4	62.1	61.0	61.9	61.7	68.8	63.6	80.2	76.1
6	69.5	68.7	69.0	68.5	73.2	70.8	88.7	80.7
8	77.3	76.2	76.7	76.2	79.5	77.6	93.7	86.8
10	82.0	81.0	81.8	81.6	85.3	88.9	99.3	96.1
12	87.3	86.2	86.8	86.4	90.7	89.1	103.2	100.4
14	92.1	91.8	91.9	91.8	95.0	93.8	105.5	101.0
16	95.5	94.3	95.2	94.9	98.9	97.8	108.3	103.8
18	98.2	97.1	97.8	97.5	102.4	101.8	110.2	105.9
20	100.9	99.9	100.5	100.2	105.1	104.6	111.1	108.0
22	103.1	102.0	102.7	102.3	107.4	107.3	112.8	110.0
24	104.8	103.6	104.4	104.1	109.6	109.4	113.9	111.7
26	106.4	105.3	106.1	105.9	111.2	111.4	115.2	113.0
28	108.1	106.9	107.6	107.3	112.7	113.0	116.0	114.4
30	109.0	108.0	109.1	109.2	114.0	114.3	116.8	115.3
32	110.0	109.8	110.0	110.0	114.9	115.4	117.5	116.4
34	110.7	110.5	110.8	110.9	115.9	116.3	118.0	117.5
36	111.5	111.1	111.6	111.7	116.5	117.0	118.3	117.8
38	112.0	111.8	112.1	112.2	117.2	117.6	118.5	118.1
40	112.5	112.5	112.6	112.7	117.7	118.2	118.8	118.7
42	113.0	112.9	113.2	113.4	118.2	118.6	119.2	119.1
44	113.3	113.3	113.6	113.9	118.6	119.0	119.4	119.3
46	113.7	113.6	113.9	114.2	119.0	119.3	119.5	119.4
48	114.0	113.9	114.2	114.4	119.2	119.6	119.7	119.6
50	114.4	114.2	114.4	114.5	119.5	119.8	120.0	120.0
52	111.0	111.7	114.6	114.6			120.2	120.1
54	106.0	102.5	114.8	114.8			120.3	120.2
56	98.0	92.2	114.9	114.9	96.8	85.8	120.3	120.2
58			115.1	115.2	80.7	73.5	120.5	120.3
60			115.3	115.4			120.6	120.4
62								
64			112.3	112.4			97.6	90.6
66			107.9	110.6			89.5	64.7
68			97.3	101.5				
70			84.7	95.0				

Tabla 4.

Cálculo de los valores F y 1/F para la determinación del tiempo de proceso considerando la resistencia de las esporas del Clostridium botulinum.

TIEMPO Min.	TEMPERATURA		PROCESO 111 °C			
	°C	°F	Do = 0.16 Z=18°F		Do = 0.31 Z = 21°F	
			F	1/F	F	1/F
0	41.3	106.34	-	-	-	-
10	73.3	163.32	-	-	-	-
20	92.4	198.32	2555.05	0.00039	1083.84	0.00092
30	102.0	215.6	286.41	0.00349	163.09	0.00613
40	106.6	223.8	110.39	0.00986	66.39	0.01506
40	108.8	227.8	61.09	0.01636	42.82	0.02334
50	109.8	229.64	48.39	0.02066	35.00	0.02856

Tabla 5.

Valores de Letalidad ⁻¹ calculados a partir de la historia de temperaturas para "Enlatado de trucha Ahumada en aceite de soya".

3,50,116

Tiempo	Temp. °C	Temp. °C	$10^{(121,1-T)/z}$	
Min.	K1	K2	K1	K2
0	34.0	32.0	-	-
2	55.2	55.0	-	-
4	63.7	59.5	-	-
6	71.1	66.7	0.000010	0.00000
8	77.7	72.8	0.000045	0.00001
10	83.0	77.6	0.000154	0.00004
12	88.0	82.9	0.000489	0.00015
14	92.3	86.7	0.001318	0.00036
16	95.7	90.5	0.002880	0.00087
18	98.5	95.0	0.005495	0.00245
20	100.9	97.6	0.009549	0.00446
22	103.1	100.2	0.015840	0.00812
24	105.6	102.3	0.028180	0.01318
26	106.3	104.5	0.033100	0.02180
28	107.6	106.5	0.044600	0.03460
30	108.7	107.8	0.057500	0.04677
32	109.8	109.1	0.074100	0.06309
34	110.4	110.4	0.085100	0.08511
36	111.0	111.7	0.097700	0.11480
38	111.7	112.0	0.114800	0.12300
40	112.2	112.5	0.012880	0.13800
42	112.6	112.8	0.0141200	0.14790
44	113.1	113.0	0.158000	0.15480
46	113.4	113.3	0.169800	0.16590
48	113.7	113.6	0.181900	0.17700
50	114.0	113.9	0.194900	0.19050
52	99.2	99.0	0.006400	0.00616
54				
56	93.0	92.0	0.001548	0.00123
58				
60	73.4	70.0	0.000016	0.00000

Nota. Estos valores fueron determinados en el centro geométrico de la lata (punto frío).

* Cierre de la llave de vapor e inicio del enfriamiento

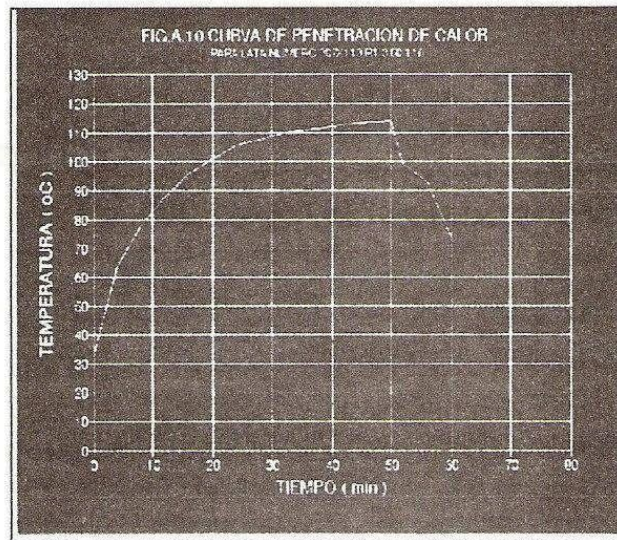
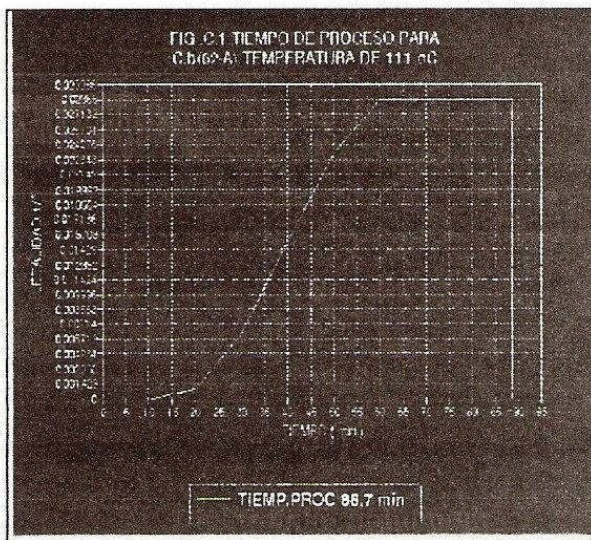
Tabla 6.

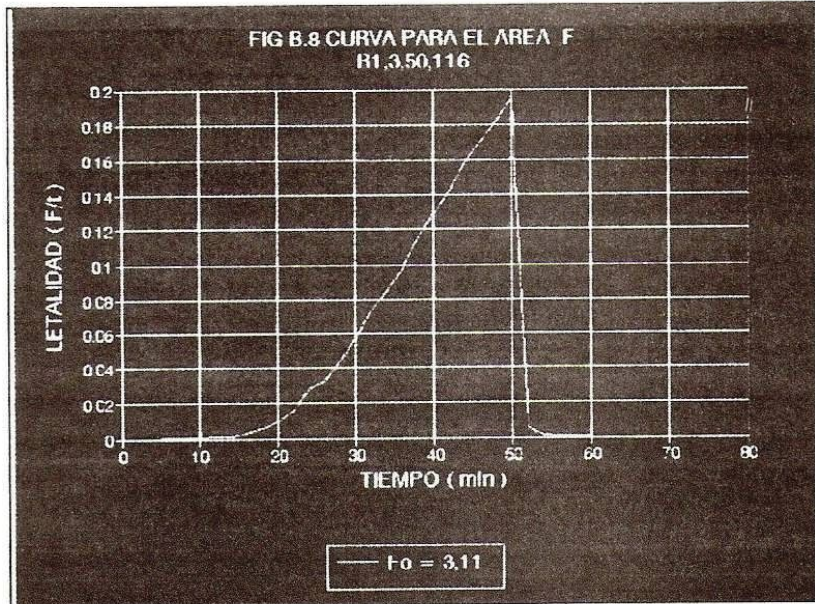
Datos de F_0 y Valores de Esterilización SV de acuerdo al Diseño TIEVAC, TIEPROT Y TEMPROT

Diseño	Clostridium botulinum		Cb(213 - b) Do = 0.16	
	F_0 R1	F_0 R2	SV R1	SV R2
3,50,116	3,110	3,005	19,43	18,78
3,60,116	4,963	4,248	31,01	26,34
3,50,121	10,620	9,840	66,37	61,50
3,60,121	18,130	17,290	113,31	108,06
6,50,116	3,577	3,390	22,35	21,18
6,60,116	6,158	6,680	38,49	41,75
6,50,121	11,720	10,790	73,25	67,43
6,60,121	23,820	21,630	148,87	135,18

SV, valor de esterilización
 R1,R2,replicas
 F_0 tiempo de calentamiento para lograr un grado de esterilización deseado en minutos.

En las Gráficas se puede observar el tiempo de proceso calculado por el método gráfico requerido por el C.botulinum 62-A a una temperatura de 111°C, la curva de penetración de calor para la réplica 1 tratamiento 3,50,116 y, el valor F calculado para este tratamiento en particular.





USO DE LAS PROPIEDADES REOLOGICAS COMO INDICES DE CONTROL EN LA ELABORACION DE CHOCOLATE.

María del Carmen Peñafiel*
William Fabián Teneda*
Juan de Dios Alvarado**

RESUMEN

El presente trabajo se planteó como respuesta a la necesidad de conocer la realidad actual del cacao Ecuatoriano variedad "Arriba" y utilizar las propiedades reológicas como índices de control del proceso para obtener masas para chocolates, utilizando el cacao cultivado en el país.

Para la determinación de las mejores condiciones de tostado del grano se realizan diferentes tratamientos con temperaturas de 130 y 160°C, por tiempos de 20 y 40 minutos. En los licores obtenidos de los diferentes tratamientos se realizan análisis de pH, contenido de grasa y humedad y determinación de parámetros reológicos.

Para conocer la influencia de la Formulación sobre los parámetros reológicos se realizan determinaciones en las masas refinadas, además en éstas se realizan análisis de pH, contenido de grasa y humedad.

Para determinar las mejores condiciones de conchado de las masa de chocolate se realizan diferentes tratamientos a temperaturas de 60 y 80°C para la masa de chocolate negro y 40 y 60°C para el caso de masa de chocolate con leche y los tiempos de conchado de 24 y 36 horas; en los productos terminados se realiza análisis de pH, contenido de grasa, humedad y cenizas y la determinación de parámetros reológicos. En los mejores tratamientos se realiza análisis proximal y pruebas de aceptabilidad del producto.

INTRODUCCION

El árbol de cacao (*Theobroma cacao L.*), es originario de América, posiblemente de los valles Amazónicos y América Central. Pertenece al orden Malvales y la familia *Sterculiaceae*, Morris, 1882, citado en Braudeau (1970), se reconoce dos tipos comerciales de cacao: "Criollo" y "Forastero".

Según Lucca, (1961), el cacao "**Nacional**" o "**Arriba**" del Ecuador es responsable de la reputación de la calidad del cacao ecuatoriano conocido en el mercado con el nombre de "**Arriba**", aunque actualmente este cacao "Arriba" proviene de plantaciones donde los Trinitario ocupan un lugar cada vez más destacado al lado del cacao "**Nacional**".

* Egresado (a) de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

** Ing. M.Sc., Profesor de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

En la plantación se separan las semillas de las mazorcas del cacao, se "curan" o "fermentan", secan, clasifican y ensacan para exportación. En la fábrica son cribadas, limpiadas y tostadas. Después de la tostación se quebranta la semilla y se limpian por aventamiento para separar la cascarilla de la almendra fragmentada.

De la molienda de ésta resulta un líquido espeso o pasta de cacao, la cual se pasa por filtros hidráulicos de presión para producir un filtrado o material graso claro llamado manteca de cacao, y una torta prensada que consta de partículas de "materia de cacao" junto con algo de manteca de cacao. La torta se convierte en polvo de cacao por quebrantamiento, molienda, enfriamiento y clasificación con aire frío.

La manteca de cacao se usa en la preparación de chocolate dulce, chocolate con leche y cubiertas de chocolates, en productos farmacéuticos y cosméticos, y en pequeño grado en margarina y jabones. El chocolate dulce se hace con pasta de cacao, azúcar, sólidos de leche, sabores y nueces u otros frutos secos, todo lo cual se mezcla y se refina con molino de rodillo hasta formar una pasta uniforme, que se somete al proceso de estufado y a la que se da la fluidez necesaria agregándole manteca de cacao.

El proceso de fabricación puede estar más o menos modificado y adaptado a cada calidad de chocolate. El chocolate fundente es mucho más rico en manteca de cacao que el chocolate corriente. Además está sometido a una trituración más enérgica y a un conchado o estufado más prolongado.

El chocolate con leche se fabrica mediante añadidura de leche en polvo o leche concentrada. La mezcla se hace en una amasadora que trabaja al vacío a una temperatura de 40°C. El chocolate es refinado y estufado durante 24 horas por lo menos y sometido seguidamente a un conchado prolongado en el curso del cual se añade un complemento de manteca de cacao.

MATERIALES Y METODOS

Materiales:

Para realizar este trabajo se dispuso de cacao fermentado y seco de la variedad "*Arriba o Nacional*" procedente de la provincia del Guayas (Fábrica NESTLÉ); leche en polvo "La Vaquita" con 2% y 26% de contenido graso; azúcar micropulverizada "Fleishman"; Ethil vainillina; Lecitina y alcohol potable de 94%.

Metodología:

Se procedió de acuerdo al Diagrama de Flujo de Proceso (Anexo 1).

El cacao fermentado y seco se somete a una **Limpieza** para eliminar toda clase de impurezas, a la vez se realiza una selección de los granos defectuosos, esta operación se realiza manualmente, En el cacao limpio se realiza registros de pH y determinaciones de contenido de humedad y grasa. Seguidamente se procede a la torrefacción o tostado del cacao.

EL **Tostado**, para esta operación se pesa una cierta cantidad de cacao y se coloca en bandejas metálicas, que deben estar forradas de papel aluminio, se coloca de tal forma que los granos se ubiquen en una sola capa y que existan espacios vacíos entre grano y grano para facilitar el tostado; se tapa la bandeja con papel aluminio y se coloca en una estufa que se encuentre a la temperatura deseada por un tiempo determinado, dependiendo del tratamiento que se esté realizando; estos son:

Tratamiento	Temperatura °C	Tiempo (min)
1	130	20
2	130	40
3	160	20
4	160	40

Una vez tostados los granos se somete a una operación de **Descascarillado**, en una descascarilladora, para separar la cáscara.

A continuación el cacao libre de la cáscara es sometido a la **Molienda**, para ello se sirve de dos molinos de discos, en el primero se realizan varias pasadas regulando el espacio entre los discos hasta obtener un tamaño de partícula lo más pequeño posible (tres veces consecutivas), luego se lo hace pasar por el segundo molino (dos veces consecutivas) llamado refinador para obtener la finura deseada. La pasta que se obtiene es fluida, y se la conoce con el nombre de LICOR DE CACAO, en éste licor de cacao se registra pH y se determina el contenido de humedad, grasa, y se registra las lecturas en el viscosímetro para luego obtener parámetros reológicos por medio de cálculos.

Siguiendo el proceso, se realiza la operación de **Mezclado**, con los ingredientes necesarios para formar las masas de chocolate de acuerdo a las formulaciones:

Ingredientes	Chocolate negro Cantidad (%)	Chocolate con leche Cantidad (%)
Licor de cacao	24.5	12.0
Manteca de cacao	16.0	20.0
Azúcar	55.0	43.0
Leche en polvo	4.5	24.5
Ethil vainillina, lecitina y alcohol	0.5	0.5

Esta mezcla se llevó a cabo una temperatura comprendida entre 40 a 50 °C, de tal manera que se mantenga fluido el licor de cacao y la manteca de cacao para así obtener una mezcla homogénea tanto del azúcar como también de la leche en polvo.

Una vez que se obtiene la masa se somete a un **Refinado**, esta operación consiste en hacer pasar la masa por el primer molino (tres veces consecutivas) y en el segundo molino (dos ocasiones) regulando el espacio entre los discos, en la masa resultante se registra pH, se determina el contenido de humedad, grasa, y se registra las lecturas en el viscosímetro para luego obtener parámetros reológicos por medio de cálculos.

Esta masa se somete al **Conchado**, la etapa de conchado o amasado no es otra cosa que una agitación constante de la masa en un mezclador-termostatizador, esta agitación se realiza a una temperatura y tiempo determinado dependiendo del tipo de chocolate que se está preparando. Las condiciones de conchado para la masa de chocolate negro son: 60 y 80 °C por 24 y 36 horas; mientras que para el caso de chocolate con leche son: 40 y 60 °C por 24 y 36 horas; se corren los diferentes tratamientos, para cada uno de los tratamientos de tostado.

Cumpliendo así el diseño experimental propuesto de 2⁴ con dos réplicas con un total de 32 tratamientos para cada producto. Cuando falta una hora para completar el tiempo de conchado se agrega a la masa la lecitina, ethil vainillina y alcohol, de acuerdo a la formulación. En el producto terminado se registra pH, se determina el contenido de humedad, grasa, y se registra las lecturas en el viscosímetro para luego obtener parámetros reológicos por medio de cálculos.

Esta masa se somete a proceso de **Templado**, que no es sino dejar enfriar lentamente la masa hasta una temperatura de 32°C, seguidamente se procedió al **Moldeo**, se coloca en moldes adecuados y se enfría para facilitar el desmoldeo de los chocolates, los cuales fueron forrados con papel aluminio y almacenados en recipientes herméticos.

Todas las determinaciones realizadas para parámetros reológicos se hicieron a una temperatura de 40°C.

Una vez que se corrieron todos los tratamientos y con las respuestas experimentales (pH, contenido de humedad, grasa y cenizas, y parámetros reológicos), se realizaron los análisis de varianza y pruebas de Tukey y se determina el mejor tratamiento, en los productos que resultaron los mejores tratamientos se realizó un análisis proximal y pruebas sensoriales.

Métodos de análisis:

- Para análisis de **cacao en grano** se siguieron los siguientes métodos:

pH	Según el método AOAC-13.010
Humedad	Según Norma INEN-02.06-301
Grasa	Según Norma INEN-02.06-302

- Para análisis de **licor de cacao** se siguieron los siguientes métodos:

pH	Según el método AOAC-13.010
Humedad	Desecador infrarrojo Mettler LP16
Grasa	Según Norma INEN-02.06-302
Parámetros reológicos	Viscosímetro digital Brookfield

- Para análisis de **mezclas refinadas** se siguieron los siguientes métodos:

pH	Según método AOAC-13.010
Humedad	Desecador infrarrojo Mettler LP16
Grasa	Según Norma INEN-02.06-305
Parámetros reológicos	Viscosímetro digital Brookfield

- Para los análisis de **chocolates** se siguieron los métodos siguientes:

pH	Según método AOAC-13.010
Grasa	Según Norma INEN-02.06-303
Cenizas	Según Norma INEN-02.06-307
Parámetros reológicos	Viscosímetro digital Brookfield

- Para los **mejores tratamientos**:

Humedad	Desecador infrarrojo Mettler LP16
Grasa	Según Norma INEN-02.06-303
Cenizas	Según Norma INEN-02.06-307
Fibra cruda	Mediante extractor de fibra Labcomco.
Proteína	Método micro Kjeldahl.

Análisis sensorial, para esta prueba se buscó ocho panelistas (4 hombres y 4 mujeres), para que califiquen las características como: apariencia, color, olor, sabor, dulzor y aceptabilidad.

Ejemplo de métodos de cálculo:

Para describir el comportamiento reológico de licores de cacao, mezclas refinadas y productos terminados, se consideraron el modelo de Casson (1959) para fluidos Bingham-pseudoplásticos y el método propuesto por Heldman y Singh (1981) para fluidos pseudoplásticos que permite definir los términos del modelo potencial.

Modelo de Casson:

Los datos que se reportan corresponden a licor de cacao, replica 1, método ascendente para el tratamiento $T_t = 130^\circ\text{C}$ y $t_t = 20$ min.

VELOCIDAD (N) (RPM)	LECTURAS EN EL VISCOSÍMETRO (%FS)
0.3	4.1
0.6	5.7
1.5	11.1
3.0	18.0
6.0	29.7
12.0	45.9
30.0	81.5

Primeramente se necesita calcular el torque (Ω) en N.m con la siguiente fórmula:

$$\Omega = 6,735 \cdot 10^{-5} (\text{lectura del equipo}/100)[\text{N.m}]$$

Donde: $6,735 \cdot 10^{-5}$ es la constante del viscosímetro que facilita la casa fabricante.

Tabla 1. Valores de factores de conversión y dimensiones de rotores Brookfield.

FACTORES DE CONVERSION Y DIMENSIONES DE ROTORES BROOKFIELD				
Velocidad de rotación (RPM)	LV1	LV2	LV3	LV4
0,3	200	1000	4000	20000
0,6	100	500	2000	10000
1,5	40	200	800	4000
3	20	100	400	2000
6	10	50	200	1000
12	5	25	100	500
30	2	10	40	200
60	1	5	20	100
Longitud (L=m)	0,07493	0,06121	0,04846	0,03396
Radio (R=m)	0.009421	0.005128	0.002941	0.001588

FUENTE: Brookfield Engineering Laboratories Inc. (s.f.)

$$\mu_a = \text{Factor (Lectura en el equipo /1000) [Pa.s]}$$

De acuerdo a Casson al graficar $(\Omega/2\pi LR^2)^{0.5}$ (Y) contra $(2\pi IN)^{0.5}$ (X), el intercepto elevado al cuadrado será la tensión mínima de deformación o umbral de fluencia, la pendiente será el índice de consistencia $(\text{Pa}^{0.5} \cdot \text{s}^{0.5})$ y si elevamos al cuadrado el índice de consistencia se tiene la viscosidad plástica [Pa.s]. En este modelo para fluidos no-Newtonianos

$$\sigma^{0.5} (\sigma_a)^{0.5} + K (Y)^{0.5}$$

el índice de comportamiento de flujo es siempre 0,5. La ecuación es :

Donde σ es esfuerzo cortante $[\text{N/m}^2]$, σ_{oc} es tensión mínima de deformación [Pa], K es índice de consistencia y Y es velocidad de deformación.

De la Tabla 1. se obtienen los valores para el rotor LV4, que fue con el que se trabajó :

$$\begin{aligned} \text{Longitud} &= 0,033960 \text{ m} \\ \text{Radio} &= 0,001588 \text{ m} \end{aligned}$$

Entonces:

$$\begin{aligned} \Omega &= 6,735 \cdot 10^{-5} (4,1/100) \\ \Omega &= 2,761 \cdot 10^{-6} \text{ Nm.} \end{aligned}$$

Calculamos:

$$(\Omega/2\pi LR^2)^{0.5} = (2,761 \cdot 10^{-6} / 2\pi \cdot 0,03396 \cdot 0,001588^2)^{0.5}$$

$$(\Omega/2\pi LR^2)^{0.5} = 2,265$$

N (RPM)	N (RPS)	(2\pi N)^{0,5}	(%FS)	(\Omega/2\pi LR^2)^{0,5}
0.3	0.005	0.1775	4.1	2.265
0.6	0.010	0.2507	5.7	2.671
1.5	0.025	0.3963	11.1	3.727
3.0	0.050	0.5605	18.0	4.746
6.0	0.100	0.7927	29.7	6.101
12.0	0.200	1.1210	45.9	7.579
30.0	0.500	1.7725	81.5	10.100

Por análisis de regresión se obtiene:

Tensión mínima de deformación	(b)	=	2,98 Pa.
Índice de consistencia	(K)	=	4,95 Pa ^{0,5} s ^{0,5}
Viscosidad plástica	(m*)	=	24,53 Pa.s
Coefficiente de correlación	(r ²)	=	0,99

Método de Heldman y Singh:

$$\tau = m \dot{\gamma}^n$$

La fórmula del modelo potencial para fluidos pseudoplásticos es:

Donde τ es el esfuerzo cortante [Pa], m es el índice de consistencia [Pa.sⁿ], n es el índice de comportamiento de flujo (adimensional) y $\dot{\gamma}$ es la velocidad de deformación [1/s].

Según Heldman y Singh (1981) se tiene la siguiente ecuación que permite en forma indirecta determinar los parámetros reológicos del modelo potencial.

Donde μ_a es una viscosidad aparente o ficticia calculada según un factor que suministra la casa fabricante, N es el número de revoluciones por segundo, n es el índice de comportamiento de flujo, m es el índice de consistencia.

$$\text{Log } \mu_a = [n \cdot \text{log} (1/n) + \text{log} m] + (n-1) \text{log} 4\pi N$$

Cálculo de la viscosidad aparente con la siguiente ecuación:

$$\mu_a = \text{Factor (Lectura en el equipo /1000) [Pa.s]}$$

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados se establecen siguiendo el orden propuesto en los objetivos. Se registró pH, el contenido de humedad y grasa en el cacao en grano fermentado y seco (Tabla A1); se puede observar que el cacao utilizado es de muy buena calidad. Según Dimick y Jinap (1990), reportó: pH en Ecuador $5,59 \pm 0,01$. INEN según norma de requisitos para cacao en grano AL 02.06-401 reporta para humedad no deberá ser mayor de 7,5% y NESTLE (1993) el porcentaje mínimo para materia grasa el 50%.

Efecto del tiempo y de la temperatura de tostado del grano sobre el pH, contenido de humedad y grasa y la viscosidad u otros parámetros reológicos en licor de cacao.

Analizando los datos obtenidos para los distintos tratamientos se puede establecer que a medida que se intensifica el tratamiento de tostado los valores de pH van aumentando entre 5,36 y 5,77; obteniéndose un pH de 5,77 para el mejor tratamiento. Según NESTLE (1993) el rango para control de calidad está entre 5,00 a 5,80 para licor de cacao corriente. En lo que se refiere al contenido de humedad, se puede observar que los valores disminuyen conforme se intensifica el tratamiento de tostado, desde 5,18% en cacao en grano hasta un valor 2,2% en el tratamiento más riguroso para el licor de cacao. Según NESTLE (1993), el porcentaje máximo de humedad para licor de cacao es del 2,2%.

Mientras que el contenido de grasa se incrementa conforme se intensifica el tratamiento de tostado, desde un valor de 50,5% en cacao en grano hasta 55,5% en el licor de cacao con el tratamiento de tostado más intenso, teniendo en cuenta que para NESTLE (1993) el porcentaje mínimo de grasa en licor de cacao corriente es de 50%.

En cuanto a los parámetros reológicos se puede decir que la viscosidad aparente va disminuyendo conforme se aumenta la velocidad de rotación, esto nos permite confirmar el comportamiento no-Newtoniano.

Comparando los valores entre los distintos tratamientos se observa que mientras más intenso es el tratamiento de tostado, más bajos son los valores de la viscosidad aparente, esto se debe al contenido de grasa presente. Al considerar un comportamiento Bingham-pseudoplástico [Modelo Casson, 1959] el ajuste de los datos es muy bueno en todos los tratamientos.

Este modelo es más exacto para describir el comportamiento reológico de los licores de cacao. En los que se refiere a la tensión mínima de deformación los valores son bajos y van disminuyendo conforme se incrementan las condiciones de tostado del grano, se obtuvieron valores entre 5,13 y 1,88 Pa., Steffe y colaboradores (1986) reportaron datos para tensión mínima de deformación 1,16 Pa. para chocolate fundido; para el mejor tratamiento se obtiene un valor promedio de 2,01 Pa.

Analizando el índice de consistencia [$\text{Pa}^{0,5} \text{s}^{0,5}$] y la viscosidad plástica [Pa.s] se observa que todos los valores de cada uno de los parámetros reológicos tienden a disminuir conforme aumenta o se intensifican las condiciones de tostado, esto se debe a su alto contenido de grasa. Los valores están entre 5,57 y 3,11 para índice de consistencia y 30,97 y 9,66 para viscosidad plástica.

Además al considerar al licor de cacao como un **fluido pseudoplástico** aplicando el método de Heldman y Singh (1981), se estableció que el índice de comportamiento de flujo es diferente para los diversos tratamientos, los valores están entre 0,58 y 0,74. La alta consistencia de estos licores se refleja en los valores del índice entre 33,32 y 11,97 Pa.sⁿ. Se observó que los coeficientes de correlación están sobre 0,81.

De la discusión antes efectuada se establece que: la temperatura de tostado 160°C por 40 minutos es en donde alcanza el pH más alto, la humedad más baja y el porcentaje más alto de grasa cumpliendo así los requisitos de control necesario.

Cabe mencionar que los parámetros reológicos como Tensión mínima de deformación tienen el valor más cercano a bibliografía.

Efecto de la formulación sobre el pH, contenido de humedad, grasa y la viscosidad u otros parámetros reológicos en la masa de chocolate.

Los datos de pH, contenido de humedad, grasa para masa refinada de chocolate negro y para masa refinada de chocolate con leche son diferentes; y es razonable por la diferencia en el porcentaje de licor de cacao que está en cada formulación.

Los valores de pH para masa refinada de chocolate negro están entre 5,590 y 6,050 y los de masa refinada de chocolate con leche están entre 6,395 y 6,205; en la masa refinada de chocolate negro se reporta que el pH es mucho más bajo en que los de la masa refinada con leche en los diversos tratamientos, esto se debe a que la cantidad de licor utilizada para la formulación en la masa de chocolate negro es el doble de lo que se utiliza en la masa de chocolate con leche.

Analizar lo que tiene que ver con la humedad se puede decir que la masa de chocolate con leche tiene un mayor contenido de humedad que la masa de chocolate negro para un mismo tratamiento. Los valores están entre 1,785 a 1,210 para masa de chocolate negro y entre 2,010 a 1,380 para chocolate con leche.

En tanto que el contenido de grasa la masa de chocolate negro es menor que el de masa de chocolate con leche, ya que en la formulación de la masa de chocolate con leche la cantidad que entra en ésta masa es mayor que la cantidad que entra a formar parte de la masa de chocolate negro.

En cuanto a los parámetros reológicos en la masa refinada de chocolate negro en el tratamiento de tostado 130°C por 20 minutos se presenta un fenómeno de dilatación del fluido en las velocidades de rotación 0,3 y 0,6 RPM, además no hubo registro en los dos primeros tratamientos en 30RPM y en ningún tratamiento a 60 RPM. el valor más bajo entre los tratamientos se observa en el caso en que se utiliza licor de cacao que tuvo un tratamiento de tostado de 130°C por 20 minutos, también presenta claramente que la viscosidad aparente va disminuyendo conforme aumenta la velocidad de rotación lo que confirma el comportamiento No-Newtoniano para este fluido. Con respecto a la masa de chocolate con leche se presenta el fenómeno de dilatación en el tratamiento de tostado 160°C por 40 minutos en las dos primeras velocidades de rotación, para el caso del tratamiento tostado por 160°C por 20 minutos no hubo registro a 60RPM; presenta un comportamiento No-Newtoniano.

En masa refinada de chocolate negro, los valores de viscosidad aparente son mucho más bajos en las 4 primeras velocidades de rotación que los obtenidos en la masa de chocolate con leche, lo que nos permite conocer eventualmente que la masa de chocolate negro es menos fluida que la masa de chocolate con leche. En las dos masas se observa que a medida que los tratamientos de tostado son más rigurosos la viscosidad aparente disminuye.

Si a las masas de chocolate se les considera un **fluido Bingham-pseudoplástico** y se aplica el modelo de Casson (1959) para determinar los parámetros reológicos, los valores de tensión mínima de deformación en la masa de chocolate negro, son bajos y están entre 0,02 a 3,48 Pa y tienden a incrementarse según la intensidad del tratamiento de tostado que tuvo el licor de cacao empleado. Mientras que para la masa de chocolate con leche, los valores son más altos que los de masa refinada de chocolate negro y están entre 0,73 a 8,18 Pa.

Para masa refinada de chocolate negro el índice de consistencia es alto y está entre 7,55 a 4,37 $\text{Pa}^{0,5} \cdot \text{s}^{0,5}$ decrece a medida que el tratamiento de tostado para el licor empleado es más alto. Para masa refinada de chocolate con leche los valores están entre 3,34 a 4,79 $\text{Pa}^{0,5} \cdot \text{s}^{0,5}$, aumenta a medida que el tratamiento del licor empleado es alto. El índice de consistencia en masa refinada de chocolate negro es más alto que el de masa refinada de chocolate con leche.

Los valores de viscosidad (Pa.s) tienen la misma tendencia del índice de consistencia, para masa refinada de chocolate negro están entre 57,00 a 19,07 y para la masa de chocolate con leche 11,17 a 22,90; el modelo Bingham-pseudoplástico se presenta como mejor alternativa para describir el flujo de los dos tipos de masas, el ajuste de los datos es muy bueno, con valores del coeficiente de correlación altos como 0,96 para las dos masas.

Considerar un comportamiento pseudoplástico utilizando el método de Heldman y Singh permitió un ajuste menor para el caso de masa refinada de chocolate negro, específicamente en el tratamiento donde se utilizó licor de cacao con temperatura de tostado 130°C por 20 minutos, en los otros tratamientos el ajuste fue mejor y el coeficiente de correlación está sobre 0,94. De igual manera para masa refinada de chocolate con leche el ajuste fue bueno en la mayoría de los tratamientos, ya que los coeficientes de correlación están sobre 0,41.

En masa refinada de chocolate negro el índice de comportamiento de flujo es mayor que la unidad para el primer tratamiento [1,05 y 1,11], en los demás tratamientos se ajusta un poco mejor al tipo de comportamiento considerado, así los valores están entre 0,81 a 0,62. Para masa refinada de chocolate los valores están entre 0,88 a 0,50, estos valores tienen un rango muy amplio que el que tiene la masa refinada para chocolate negro. El índice de consistencia en masa refinada de chocolate negro es alto y está entre 36,63 y 20,19 $\text{Pa} \cdot \text{s}^n$; para masa refinada de chocolate con leche los valores están entre 11,81 a 30,90 $\text{Pa} \cdot \text{s}^n$, a pesar de que estos valores tienen una amplia diferencia entre sus tratamientos también son más bajos que los valores de masa refinada de chocolate negro.

Análisis de respuestas experimentales.

pH:

En cuanto a datos de pH, varía en forma ascendente conforme se incrementa la temperatura y el tiempo de conchado; de igual manera afecta la temperatura y el tiempo de tostado de los granos que forma el licor que se utiliza en la masa de chocolate. Analizando el pH en el proceso desde los granos de cacao hasta los chocolates se observa que va acercándose a pH neutro, que es una de las condiciones para que un chocolate sea aceptable. Del análisis estadístico se obtienen los mejores tratamientos y los valores de pH para el mejor tratamiento de chocolate negro es de 6,325; mientras que para el chocolate con leche el valor es de 6,415.

Contenido de humedad.

Analizando los datos obtenidos se deduce claramente que a medida que se intensifica la temperatura de conchado y se prolonga el tiempo de conchado el contenido de humedad disminuye, también influye de gran manera el tratamiento de tostado del licor que se utiliza, pero las condiciones que más influyen son las condiciones de conchado de la masa.

Los valores están desde 1,200 a 0,455% para el caso de chocolate negro, mientras que para el caso de chocolate con leche los valores están 1,205 a 0,290%. NESTLE (1993) reporta que el requisito máximo del contenido de humedad es 1,0% para el caso de chocolate negro, mientras que para el chocolate con leche reporta un valor de 1,3% de humedad.

Los valores del contenido de humedad para el mejor tratamiento es: 0,695% para el chocolate negro, mientras que para el chocolate con leche se tiene un valor de 0,658%.

Contenido de grasa.

Los valores del contenido de grasa (%) depende mucho del tratamiento de tostado del licor de cacao y del tratamiento de conchado de la masa, ya que se incrementa el contenido de grasa conforme va intensificando éstos tratamientos; los valores varían entre 29,395 a 31,325% para el caso de chocolate negro; en tanto que para el chocolate con leche se tienen valores entre 29,585 a 33,000. NESTLE (1993) reporta que para chocolate negro el porcentaje necesario de grasa debe ser $29,7 \pm 1,0$ y $32,3 \pm 1,0$ como parámetros de control; mientras que en los requisitos para chocolates la Norma INEN dice que el contenido de grasa no debe ser menor de 27,0% para chocolate negro y para chocolate con leche. Del análisis estadístico se desprende el mejor tratamiento tiene un contenido de grasa de 30,570% para el chocolate negro y 32,448% para el chocolate con leche.

Contenido de Cenizas

Los valores del contenido de cenizas se incrementan al intensificar los tratamientos de tostado y conchado; los valores están entre 1,109 a 1,807% para el caso de chocolate negro y 1,663 a 2,549% para el chocolate con leche. Según NESTLE los valores para el contenido de cenizas son 1,8% para chocolate negro y 2,2% para el chocolate con leche. Los factores más decisivos en el contenido de cenizas es la temperatura de tostado del grano y tiempo de tostado. También hay que señalar que los chocolates con leche tiene más alto el contenido de cenizas ya que también presentan el más alto contenido de grasa. Los valores que se obtuvieron para los mejores tratamientos son: 1,718% para chocolate negro y 2,177% para chocolate con leche.

Parámetros reológicos

CHOCOLATE NEGRO

Analizando los valores de la viscosidad aparente para los distintos tratamientos de chocolate negro; la viscosidad aparente va disminuyendo conforme se aumenta la velocidad de rotación, esto nos permite confirmar el comportamiento no-Newtoniano, y verificar que durante todo el proceso tiene el mismo comportamiento. Como se muestra en la Figura 1.

Comparando los valores entre los distintos tratamientos se observa que mientras más intenso es el tratamiento de conchado más bajos son los valores de la viscosidad aparente, esto se debe también a la agitación constante con la que permanece la masa en el proceso de conchado.

Al considerar un comportamiento Bingham-pseudoplástico [Modelo Casson, 1959] el ajuste de los datos es excelente en todos los tratamientos, se puede observar un coeficiente de correlación que está sobre 0,98. Este modelo es más exacto para describir el comportamiento reológico. Los valores de la tensión mínima de deformación son bajos, aumentan significativamente con el incremento de las condiciones de conchado. Los valores están entre 0,51 a 6,48 Pa. Steffe y colaboradores (1986) reporta datos para tensión mínima de deformación 1,16 [Pa] para chocolate fundido.

El índice de consistencia [$\text{Pa}^{0.5} \text{s}^{0.5}$] y la viscosidad plástica [$\text{Pa}\cdot\text{s}$] se observa que todos los valores de cada uno de los parámetros reológicos tienden a disminuir conforme aumenta o se intensifican las condiciones de conchado, esto se debe a su alto contenido de grasa. Los valores varían entre 4,55 a 2,60 para índice de consistencia y entre 20,72 a 6,74 para viscosidad plástica.

Además al considerar al chocolate negro como un **fluido pseudoplástico** aplicando el método de Heldman y Singh (1981), se estableció que el índice de comportamiento de flujo es diferente para los diversos tratamientos, los valores varían entre 0,88 y 0,44. La alta consistencia de este chocolate se refleja en los valores del índice que están entre 9,36 y 18,42 $\text{Pa}\cdot\text{s}^n$.

CHOCOLATE CON LECHE

Analizando los valores de la viscosidad aparente para los distintos tratamientos de chocolate con leche se deduce que la viscosidad aparente va disminuyendo conforme se aumenta la velocidad de rotación, esto nos permite confirmar el comportamiento no-Newtoniano y verificar también este comportamiento a lo largo del proceso (Figura 2).

Comparando los valores entre los distintos tratamientos se observa que mientras más intenso es el tratamiento de conchado más bajos son los valores de la viscosidad aparente, esto se debe también a la agitación constante con la que permanece la masa en el proceso de conchado.

Al considerar un comportamiento **Bingham-pseudoplástico** [Modelo Casson, 1959] el ajuste de los datos es excelente en todos los tratamientos, se puede observar un coeficiente de correlación que está sobre 0,96. Este modelo es más exacto para describir el comportamiento reológico de este fluido. Los valores de la tensión mínima de deformación son bajos y están entre 0,32 a 3,89 Pa. Steffe y colaboradores (1986) reporta datos para tensión mínima de deformación 1,16 [Pa] para chocolate fundido.

En el índice de consistencia [$\text{Pa}^{0.5} \text{s}^{0.5}$] y la viscosidad plástica [$\text{Pa}\cdot\text{s}$] se observa que todos los valores de cada uno de los parámetros reológicos tienden a disminuir conforme aumenta o se intensifican las condiciones de conchado. Los valores varían entre 3,55 a 2,37 para índice de consistencia y entre 12,62 a 5,62 para viscosidad plástica.

Además al considerar al chocolate con leche como un **fluido pseudoplástico** aplicando el método de Heldman y Singh (1981), se estableció que el índice de comportamiento de flujo es diferente para los diversos tratamientos, los valores varían entre 0,91 y 0,54. La alta consistencia de este chocolate se refleja en los valores del índice que están entre 14,44 y 5,64 $\text{Pa}\cdot\text{s}^n$.

Análisis Proximal del mejor tratamiento

Los valores del análisis proximal de chocolate negro y chocolate con leche (Tabla A2), cumplen con todos los requisitos indispensables, al ser comparado con la composición proximal reportada por NESTLE (1993) (Tabla A3) para obtener un buen chocolate.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

-El objetivo general, estudiar el uso de las propiedades reológicas como índices de control en masas para chocolates, se encuentra cumplido. Se presenta un conjunto de datos con los valores correspondientes al comportamiento Bingham-pseudoplástico y pseudoplástico que llena en gran parte el vacío de la falta de información técnica sobre propiedades reológicas.

- El otro objetivo general propuesto, desarrollar un proceso tecnológico apropiado para obtener chocolates de dos clases, también se cumplió. Se da a conocer un proceso que puede ayudar a gran parte de las industrias a ampliar y a cursar nuevos caminos para utilizar y mejorar nuestra tecnología con el cacao.
- Se pudieron determinar los patrones necesarios como índices de control en dos clases de chocolates, estos son los parámetros reológicos y el uso de métodos químicos para la determinación del contenido de humedad, grasa, cenizas y pH durante el proceso de elaboración de chocolate.
- Todos los tratamientos para el licor de cacao, las dos clases de masas refinadas de chocolates y los dos tipos de chocolates obtenidos son fluidos no-Newtonianos ya que conforme se incrementa la velocidad de rotación desde 0,3; 0,6; 1,5; 3,0; 6,0; 12,0; 30 y 60 revoluciones por minuto, la viscosidad aparente disminuye.
- Se determinó que al intensificar la temperatura de tostado y el tiempo de tostado del grano, mejora la calidad del licor de cacao.
- El cacao tostado a 160°C por 40 minutos da un licor de cacao con muy buenas condiciones de pH, contenido de humedad, contenido de grasa. Además los parámetros reológicos describen un comportamiento Bingham-pseudoplástico aplicando el modelo de Casson confirmando su comportamiento descrito en bibliografía.
- Se determinó que los valores de pH, contenido de humedad, de grasa y ceniza para masa refinada de chocolate negro son ligeramente menores en comparación con los valores presentados para masa refinada de chocolate con leche.
- En los parámetros reológicos aplicando el modelo Casson se observó que los valores de tensión mínima de deformación son mucho más bajos en masa refinada de chocolate negro que los valores para masa refinada de chocolate con leche. En índice de consistencia y viscosidad plástica los valores reportados para masa refinada de chocolate negro son más altos que los presentados para masa refinada de chocolate con leche. Aplicando el método de Heldman y Singh se observó que los valores de índice de comportamiento de flujo e índice de consistencia para masa refinada de chocolate negro son más altos que los valores reportados para masa de chocolate con leche.
- El comportamiento Bingham-pseudoplástico aplicando el modelo de Casson, es el más adecuado para describir el flujo de las dos clases de masas refinadas y los dos tipos de chocolates.
- Se pudo determinar que el efecto que tiene la temperatura de conchado es más alto que el efecto del tiempo de conchado en los valores de pH, contenido de humedad, grasa y cenizas en chocolate negro.
- En chocolate negro, la influencia que tiene la temperatura de conchado es predominante para los parámetros reológicos presentados según Casson; mientras que para los parámetros reológicos determinados según el método de Heldman y Singh no hay un efecto muy alto.
- La temperatura de tostado 160°C por 40 minutos con la temperatura de conchado 80°C por 24 horas da las mejores condiciones para obtener un chocolate negro de muy buena calidad.
- Se observó que la temperatura de tostado tiene una influencia muy alta y predominante sobre todos los parámetros analizados para chocolate negro y para chocolate con leche.
- En chocolate con leche el efecto que tiene la temperatura de conchado y el tiempo de conchado en los valores de pH, contenido de humedad, grasa; es muy pequeño y ausente en cenizas.
- La influencia que tiene la temperatura de conchado es predominante para los parámetros reológicos presentados según Casson y para los parámetros reológicos determinados según el método de Heldman y Singh.

-La temperatura de tostado 160°C por 40 minutos con la temperatura de conchado 60°C por 24 horas presentó las mejores condiciones para obtener un chocolate con leche de muy buena calidad.

-El análisis sensorial asegura que los dos productos obtenidos en este estudio son aceptables para los panelistas, obteniéndose mejores características que las muestras que sirvieron de patrón. Además hubo una significancia en el color para chocolate negro ya que las muestras elaboradas tenían una tonalidad más alta que la del patrón, esto se debe a la buena calidad de azúcar que se utilizó.

Recomendaciones

-Es de conocimiento que el cacao ecuatoriano, posee características organolépticas excepcionales y un alto contenido de grasa; por lo que es necesario corregir y mejorar el proceso tecnológico con nuevos parámetros para control de calidad.

-Se debe extender el estudio de los métodos de tostado y de conchado para mejorar la calidad del chocolate y diversos semielaborados que se puede obtener del cacao.

-Deben difundirse las investigaciones realizadas a nivel de la pequeña industria para conseguir mejorar la calidad de chocolate existente en nuestro mercado nacional.

BIBLIOGRAFIA

ALLERTON, J. Chocolate and Cocoa Products. En "Encyclopedia of Food Technology". Vol. 2. Johnson and Peterson (Eds.). Westport, Conn., The Avi Publishing Co. Inc., 1974, p. 195-215.

ALVARADO, J de D. "Parámetros reológicos en productos lácteos". Ambato, Ecuador, Universidad Técnica, Información Técnica. 1989. 8p.

ALVARADO, J de D.; VILLACIS, F. y ZAMORA, G. "Efecto de la época de cosecha sobre la composición de cotiledones crudos y fermentados de dos variedades de cacao y fracciones de cascarilla". Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 1983. N°33. p.339-355.

ALVARADO, J de D. "Propiedades físicas y térmicas de grasa de cacao". Ambato. Ecuador. Universidad Técnica. Información Técnica. 1994.

BRAUDEAU, J. "El Cacao". Primera Edición. Editorial Blume. Barcelona. 1970.

BROOKFIELD, INC. "Viscosimeters/Rheometers". Brookfield Engineering Laboratories. s.f.

CHARM, S. "The Fundamentals of Food Engineering". Avi Publishing Company, Inc. 1963.

GIANOLA, C. "La Industria del Chocolate, Bombones, Caramelos, y Confitería". Segunda Edición. Editorial Paraninfo. Madrid. 1983.

HARDY, F. "Manual del Cacao". Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Edición Español. Editorial Lehmann. Turrialba. Costa Rica. p: 383-409

LEES, R. y JACKSON, E. "Sugar Confectionary and Chocolate Manufacture". Scotland Great. Britain Leonard Hill. 1985.

LUCCA, P. "Fabricación de Chocolates y demás Productos del Cacao". Tercera Edición. Editorial Sintet. Barcelona. 1961.

MINIFIE, B. y CHEM, C. "Chocolate, Cocoa & Confectionary Science & Technology". Second Edition. Avi Publishing Company, Inc.

PRENTICE, J. H. "Measurements in the Rheology of Foods Stuffs". England Elsevier Science Publishers. Ltda. 1984. p:130-139.

RAYMOND, E. y DONALD, F. " Enciclopedia de la Tecnología Química". Editorial UTEHA. Tomo VI. México. 1966. p. 193 - 222.

ROELOFSEN, P. A. " Fermentation, drying and storage of cacao beans". Advances Food Research. Volumen VIII. 1958. p: 225 - 296.

STEFFE, J. F. " Rheological Methods in Food Process Engineering". Freeman Press. USA. 1992.

TABLA A1: REGISTRO DE pH, CONTENIDO DE HUMEDAD Y GRASA EN CACAO EN GRANO*

Determinación	R1	R2
PH	5,39	5,32
Humedad [%]	5,20	5,18
Grasa [%]	50,57	50,56

* CADA REPLICACION R CORRESPONDE AL PROMEDIO DE DOS ENSAYOS

TABLA A2 : ANALISIS PROXIMAL DE CHOCOLATE (NESTLE 1993)

DETERMINACION		CHOCOLATE NEGRO	CHOCOLATE CON LECHE
HUMEDAD	[%]	Max 1,0	Máx 1,3
GRASA	[%]	29,7 ± 1,0	32,3 ± 1,0
CENIZA TOTAL	[%]	1,8	2,2
FIBRA CRUDA	[%](a)(*)	Máx 7,0	Máx 7,0
PROTEINA	[%]	4,8	8,2

(a) Norma INEN AL 02.06-404

(*) Sobre base seca, desengrasada y libre de azúcares

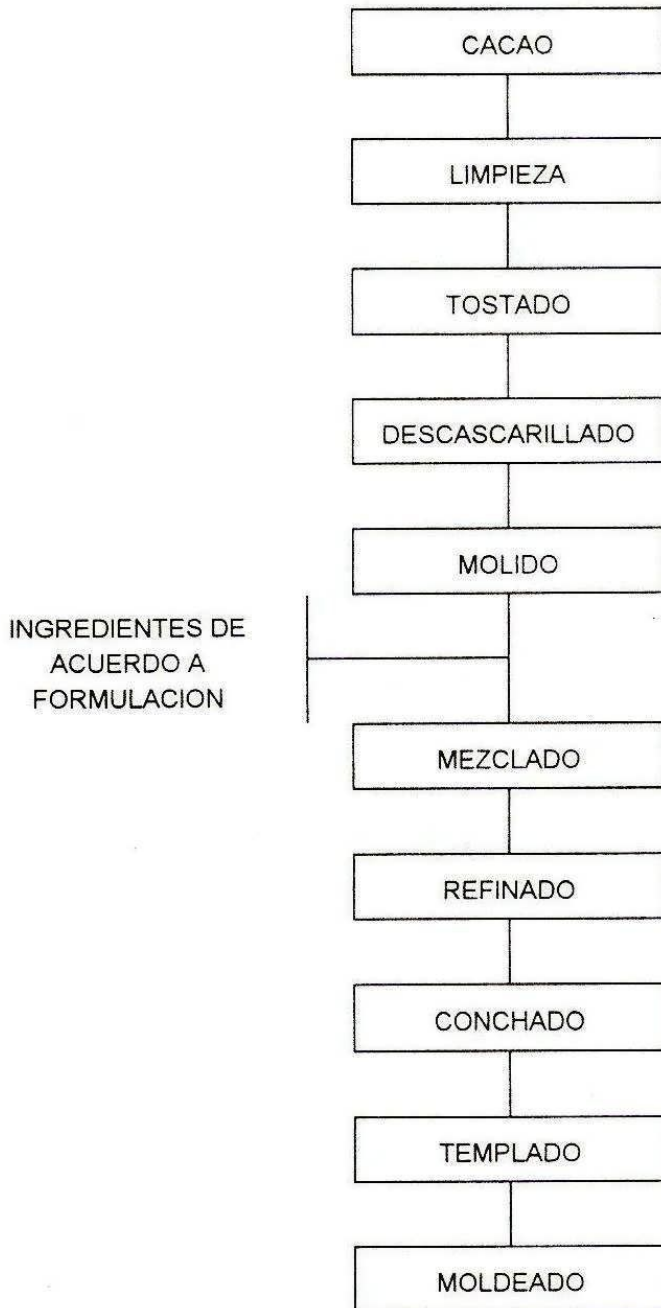
TABLA A3 : ANALISIS PROXIMAL DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS

DETERMINACION	CHOCOLATE NEGRO		CHOCOLATE CON LECHE	
	R1	R2	R1	R2
	Tt=160°C tt=40min Tc=80- Tc=80°C tc=24h		Tt=160°C tt=40min - Tc=60°C tc=24h	
HUMEDAD	0,655	0,690	0,655	0,660
GRASA	30,555	30,590	31,730	31,580
CENIZA TOTAL	1,723	1,713	2,191	2,162
FIBRA CRUDA	4,090	4,270	2,900	2,930
PROTEINA	4,826	4,513	7,177	7,439

(*) Sobre base seca, desengrasada y libre de azúcares

DIAGRAMA 1

Diagrama de flujo del proceso de elaboración de chocolate



APROVECHAMIENTO DEL PALMITO *

Ing. Mireya Fonseca Chum

OBJETIVO E IMPORTANCIA

El objetivo principal del presente trabajo de investigación es el de aprovechar el residuo que queda del procesamiento del Palmito de Pejibaye, cuyos corazones son comercializados al exterior en una gran proporción y producir con este residuo un material que posea un alto porcentaje de materia fibrosa de origen natural.

El incremento de la agroindustria tiene en el palmito de Pejibaye uno de sus más importantes rubros. El palmito ecuatoriano es apreciado en países como Francia y España, a donde casi el total de la producción nacional es exportada, siendo únicamente vendido internamente el 1% de la producción. Según datos recientes se producen unas 20 toneladas de palmito por semana, el cual posee una gran calidad e incluso le ha hecho acreedor a premios de la calidad en España.

Es importante, aprovechar esta gran cantidad de residuo del procesamiento del palmito (corteza que recubre el corazón), ya que en su composición posee una gran cantidad de fibra, que no es digerida por el sistema digestivo humano y pasa por el mismo sin sufrir cambio alguno dentro del organismo como un componente más de los residuos fecales.

La ventaja e importancia de la fibra radica en su escasa digestibilidad, ya que al no ser asimilada o digerida, arrastra consigo toxinas y microorganismos perjudiciales, alojados en el interior de los intestinos, hacia el exterior del cuerpo humano. Además, la fibra absorbe agua y con esto, los residuos orgánicos están lubricados y por tanto sirven de gran ayuda para una fácil evacuación de la materia fecal, siendo de gran ayuda en la lucha contra el estreñimiento. En el pasado, la fibra era un constituyente no deseado de los alimentos, pero en la actualidad, debido a su importancia para el buen funcionamiento digestivo, está presente en muchos alimentos que en sus etiquetas de presentación hacen notar su presencia con bastante énfasis.

DESARROLLO DE LA AGROINDUSTRIA DEL PALMITO EN EL ECUADOR

La agroindustria nacional y especialmente el sector privado, está incursionando exitosamente en la siembra, cosecha y procesamiento de productos no tradicionales. Un ejemplo de ello es el *Palmito*, de alta demanda en el mercado europeo y cuya producción totalmente nueva en el país es vendida a los mercados foráneos con seis meses de antelación. La calidad del palmito ecuatoriano es tan alta que ganó en 1986 el Premio de Calidad en España, uno de los principales países al que se exporta el palmito, siendo otros países a los cuales se comercializa este producto: Chile, Francia y Argentina. Solamente el 1% de la producción nacional es de consumo interno.

Hasta el año 1992 las siguientes son las empresas del Ecuador que procesaban el palmito proveniente principalmente de la provincia de Esmeraldas, y los lugares donde se encuentran ubicadas las plantas industriales:

- PALMITOS BORBON – Esmeraldas.
- PAMITOSA – Santo Domingo de los Colorados.
- SIPIA – Puenbo, Provincia de Pichincha.
- CAPACIF – Machala, Provincia de El Oro.
- TILATI ECUADOR S.A. – Quito.

* Presentado en la Reunión de Coordinación de la Red Iberoamericana de Propiedades Físicas de Alimentos para el Diseño Industrial (RIPFADI – ECUADOR). Baños, Tungurahua, octubre de 1995.

El palmito se comenzó a explotar en los años 1982 y 1984 como una prueba porque era algo nuevo, cuando en otros países como Costa Rica y Brasil (el mayor exportador de palmito en el mundo), están mucho más desarrollados desde años atrás.

Fué recién en 1985 cuando los empresarios privados empiezan a darle mayor impulso al cultivo del palmito en el norte de la provincia de Esmeraldas, no sin antes encontrarse con grandes dificultades debido a la mentalidad de los campesinos locales que no entendían lo que significaba el cultivo del palmito. Se tardó cerca de 6 años en hacerles entender las ventajas del cultivo del palmito, que puede ser cultivado de manera fácil dando gran rentabilidad porque es una palma que en nueve meses, dependiendo del agua, crece denuevo y es un cultivo permanente debido a que tiene una vida muy larga de 15 años, pero que es de utilidad por un lapso de 7 u 8 años, ya que después de este se vuelve prácticamente tronco.

El palmito cultivado en un terreno apropiado le toma aproximadamente un año y medio llegar a su tamaño normal que es de más o menos 3 metros.

GENERALIDADES SOBRE EL PALMITO

El palmito pertenece a la familia de las palmáceas (*Chamaerops humilis*), con tronco subterráneo o apenas saliente. El cogollo de esta planta es blanco, casi cilíndrico de 3 a 4 cm. de largo y de 1cm. de grueso, es comestible.

Al palmito comúnmente se lo conoce como pejibaye, pero también recibe otros nombres de acuerdo a su ubicación, así tenemos :

- Palma Pichiguao en Centroamérica.
- Casipaes en Colombia.
- Pijuayo en Perú.
- Amaná en Antillas.
- Peach Palm en países anglosajones.
- Chontaduro o Chontaruro en Ecuador.

El palmito es una palma originaria de América que por varios siglos fue cultivada por tribus indígenas de Centro y Sur América. Las áreas probables de origen son algunas zonas de Perú, Colombia, Bolivia y Panamá.

Análisis químicos de los frutos de pejibaye han revelado que éstos tienen un valor nutritivo, por lo que se considera que podrían constituir un componente valioso en la dieta del campesino americano.

COMPOSICION QUIMICA DE LA PULPA DEL FRUTO DE PEJIBAYE

La composición química de la pulpa del fruto fresco de pejibaye es:

	50.70 %
Humedad	6.30 %
Proteínas	5.80 %
Grasa	35.70 %
Carbohidratos	1.30 %
Fibra	0.80 %
Cenizas	14.00 mg.
Calcio	16.00 mg.
Fósforo	1.00 mg.
Hierro	867.70 U.I.
Vitamina A	0.05 mg.
Tiamina	0.16 mg.
Riboflavina	1.40 mg.
Niacina	3.50
Acido ascórbico	196.00 cal.
Calorías	

ECOLOGIA

En el Ecuador encontramos el Pejibaye en las regiones Litoral, Oriental y zona cálida húmeda de la provincia de Pichincha, que es precisamente donde el clima y el suelo tienen altas precipitaciones y suelos relativamente pobres.

En el litoral se lo encuentra en la parte central de la provincia de Esmeraldas y en el Oriente se ubica en las provincias de Napo y Pastaza, desde las estribaciones andinas a unos 1500 metros de altura hasta la planicie oriental; pero podríamos afirmar que en las demás provincias de estas regiones igualmente puede cultivarse esta planta, pues tienen condiciones de clima y suelo propicias para su cultivo. En la provincia de Pichincha lo encontramos específicamente en Santo Domingo de los Colorados, en la Zona del noroccidente de Pichincha.

Aunque el pejobaye proviene de zonas con suelo pobre, el crecimiento será tanto más vigoroso cuanto más fértil sea el suelo y mejor balanceado sea su abonamiento. Se puede cultivar comercialmente desde el nivel del mar hasta alrededor de los 800 metros; más allá de esta altura su crecimiento se torna lento, la temperatura a la cual se desarrolla bien es entre los 24 y 28 °C.

Las épocas de producción de fruta están determinadas por la distribución de las lluvias y períodos secos. Por esta razón varía la fecha en que ésta se presenta en una misma localidad y en distintos años.

El suelo apto para el cultivo del pejobaye, debe estar bien drenado ya que aunque esta planta es propia de lugares con altas precipitaciones lluviosas, no tolera el exceso de agua en sus raíces.

De igual manera le afectan las malas hierbas, más aún si son gramíneas pues absorben todo el nitrógeno disponible.

Todas o casi todas las plantaciones de nuestra selva son de origen silvestre a pesar de lo cual producen fruto de más o menos buena calidad; pero investigaciones realizadas por técnicos agrícolas han demostrado que con mejoramiento de las condiciones químicas del suelo se pueden obtener cosechas con mejores rendimientos y calidad superior.

POSIBLES USOS DEL PEJIBAYE

Los usos y productos que se pueden elaborar del pejobaye son muy variados, algunas posibilidades de utilizar el fruto, el palmito y el tallo son:

Fruto

- Verde: Verdura y otras formas.
- Maduro: En salmuera, en vinagre, con condimentos y sabores en encurtidos.
- Asado: Con sabor a nuez.
- Molido o granulado: Para preparar salsas, rellenar pollos, pavos y lechones; cremas y sopas.
- Harina: Para pan, tortillas, refrescos y helados.
- Frito.
- Concentrado (integral): para aves, cerdos, lechero.
- Confituras.
- Vino.
- Vinagre.
- Alcohol.

Palmito

- Natural.
- Enlatado: En salmuera, en vinagre, en aceite y con condimentos.
- Crema o sopa.
- Congelado.
- Refresco.

- Licor.
- Hojas tiernas en ensalada.
- Tostado como cereal.

Tallo

- Madera: ornamental (parqué, columnas, etc.)
- Cañas de pescar.
- Arcos y flechas.
- Empuñaduras para herramientas y otros artículos.
- Bordones.
- Macetas.
- Celulosa para celofán y rayón.
- Licor (de las partes suaves).

Inflorescencia y Hojas

- Inflorescencia tierna: En salmuera, en vinagre, en aceite con condimentos.
- Polen: Como tal, para cría de abejas y consumo humano.
- Hojas: Como forraje.
- Como planta ornamental.

PROCESAMIENTO DEL PALMITO PARA CONSUMO HUMANO

El procesamiento del palmito para ser consumido es relativamente bastante simple:

El tallo que tiene más o menos 10 cm. de largo se llama cogollo y tiene un color externo un poco a madera blanca, es pelado en una primera mesa, para eliminar la corteza del tallo y después pasa a un segundo pelado para eliminar la piel alrededor del corazón propiamente dicho, que tiene un espesor de aproximadamente 1 cm.

De esa parte se escoge la parte central del cogollo que es aproximadamente de 2 o 3 tuquillos de 7cm. de largo o sea no llega a más de 100 gramos comestibles por tallo de 70 cm. de cogollo. De ahí pasa a un primer baño antioxidante porque el palmito una vez cortado tiene un período muy corto de resistencia, se oxida y pasa a un segundo baño de sales, agua sal y es puesto dentro de una lata con agua y sal.

Se realiza una primera cocción para inmediatamente pasar al cierre hermético de las latas y llevarlas a ebullición durante 45 minutos y posteriormente se las enfría. Se dejan en cuarentena las latas por un período de 10 o 12 días.

El proceso es fácil; lo difícil y en lo que hay que tener gran cuidado es en la selección del cogollo, que no puede tener ningún defecto pues debe ser homogéneo y tener una textura firme pero no dura.

NORMAS DE CALIDAD DEL PALMITO

El cultivo y la industria del palmito de pejobaye es nuevo y aunque la industrialización del palmito silvestre es más antigua ésta solo se remonta a unas pocas décadas.

El producto industrial ha sido heterogéneo y el mercado ha impuesto algunas directrices muy afines con otros que son afines; en términos generales los únicos requisitos que interesan por el momento son:

- Que tenga color blanco.
- Que la lata de 225 gramos lleve un mínimo de 6 trozos.

Estos trozos son de 10 cm. de longitud y cuanto más delgados sean, tanto mejor son aceptados por el mercado. Bajo estas normas, la industria actual consideraría ideal que los agricultores produjeran un palmito industrial muy delgado y tan largo que permitiera llenar una lata de palmito.

La industria solo aprovecha la sección del palmito con las características mencionadas anteriormente, el desecho de material suave representa del 25 hasta más del 200% según sea el caso.

DESCRIPCION DEL PROCESO PARA LA OBTENCION DE MATERIAL FIBROSO

El proceso para la obtención de material fibroso a partir de residuos industriales del procesamiento del palmito ecuatoriano conocido como Pejibaye, sigue las etapas presentadas en el diagrama de bloques.

El palmito es un producto muy poco conocido y del cual no existe información acerca del contenido nutricional, por lo cual fue necesario realizar diferentes análisis bromatológicos para caracterizar la materia prima nacional, ya que la bibliografía ecuatoriana no dispone de información sobre datos bromatológicos referentes al palmito, sus partes constituyentes y la parte residual del mismo.

La parte del palmito que se utilizó es la corteza que recubre al corazón del palmito, que en la industria es desechada en su totalidad. La corteza residual del palmito es objeto de un tratamiento de cortado para disminuir sus dimensiones a tamaños convenientes que faciliten su manejo y posterior procesamiento. Después de cortado, la corteza se lleva al secador para eliminar su alto contenido de agua, con el fin de preservar la materia prima.

Luego del secado, el material es molido para lograr un material fino en forma de harina; inmediatamente después se procede a efectuar el tamizado con el objeto de obtener un producto con granulometría apropiada, finura y homogeneidad adecuada.

Finalmente el producto obtenido en forma de polvo fino, es almacenado en recipientes cerrados para evitar el contacto con el aire y de esa manera garantizar su mejor conservación.

En las tablas IV-1 y IV-2 se esquematizan los análisis bromatológicos correspondientes al corazón y a la corteza del palmito respectivamente; éstos valores se representan en los gráficos IV-1, IV-2, IV-3, IV-4, IV-5, IV-6.

El análisis físico del palmito, se lo puede apreciar claramente en la tabla IV-3, gráfica IV-7.

El secado se lo realizó en un secador de túnel, en donde se tomaron diferentes datos experimentales.

Se efectuaron tres moliendas y su respectivo tamizado con la selección de cinco tamices recomendados por el INEN, para harinas.

El producto final obtenido fue una harina fina de color crema que posee un olor agradable similar al pinol (que se consume en forma de coladas), el análisis bromatológico del producto final se presenta en la tabla IV-12 y el gráfico IV-30.

El producto final puede ser utilizado :

- En su forma granular adicionándolo a otras harinas de cereales como trigo, cebada, maíz, quinua, etc. para enriquecer a éstas en su contenido de fibra.
- Usado directamente sobre productos alimenticios naturales como el yogurt.
- Pueden elaborarse tabletas para ser consumidas de manera directa.

Por las características del producto final, éste puede ser consumido sin riesgo para la salud, y proporcionará al organismo una excelente cantidad de fibra que ayudará al sistema digestivo del consumidor.

TABLA # IV – 1

ANALISIS BROMATOLOGICO DEL CORAZON DEL PALMITO

	BASE HUMEDA (%)	BASE SECA (%)
HUMEDAD	9.70	---
MATERIA SECA	9.30	100.0
PROTEINAS (N%6.25)	2.49	26.80
GRASA	0.68	7.30
CENIZAS	0.87	9.40
FIBRA	1.40	15.10
E.L.N	3.86	41.40

Extracto libre de Nitrógeno (por diferencia)

TABLA # IV – 2

ANALISIS BROMATOLOGICO DE LA CORTEZA DEL PALMITO

	BASE HUMEDA (%)	BASE SECA (%)
HUMEDAD	83.50	---
MATERIA SECA	16.50	100.0
PROTEINAS (N%6.25)	0.83	5.0
GRASA	0.74	4.50
CENIZAS	0.635	2.10
FIBRA	6.88	41.70
E.L.N	7.70	46.70

Extracto libre de Nitrógeno (por diferencia)

EFFECTO DEL TIEMPO DE REMOJO, COCCION Y LAVADO SOBRE EL CONTENIDO DE ALCALOIDES Y PROTEINA EN EL CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*)

RAUL EDMUNDO ORTEGA TAMAYO*
JOSE MARIA PALACIOS SANTOS*

RESUMEN

El objetivo general del presente trabajo es la obtención del grano de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) para consumo humano, mediante desamargado por el método de remojo, cocción y lavado, para buscar una alternativa tecnológica para el procesamiento de este grano.

Para lo cual se determinó que los tiempos óptimos para el desamargado del grano de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) son: tiempo de remojo (TR) cuarenta y ocho (48) horas, tiempo de cocción (TC) cuarenta (40) minutos por dos veces con cambios de agua en olla de presión y tiempo de lavado (TL) seis (6) días con cambios de agua cada doce horas, logrando determinar durante estos tiempos un porcentaje de alcaloides del 0.06%, porcentaje relativamente bajo y aceptable para el consumo humano. Para considerar este como mejor tratamiento se realizó un análisis de varianza en el cual se efectuó una prueba de Tukey con un alfa (grado de significación) de 0.05, el mismo que comparando con los tratamientos siguientes no tiene mayor significancia; además hay que señalar que se obtiene un porcentaje de proteína de 45.87%, porcentaje alto y recomendable para el consumo humano.

El método tomado como base para este trabajo, es el método tradicional utilizado en la zona rural de la Sierra de nuestro país, teniendo un mejoramiento en cuanto tiene que ver a la forma de cocción, que se lo realiza en olla de presión, logrando con esto disminuir el tiempo con relación al que se utiliza en forma tradicional que es de dos horas y en donde se utiliza leña. En lo que tiene que ver al lavado o desaguado del grano de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) en este trabajo se utiliza agua potable y no aguas de ríos y acequias, obteniendo con esto disminuir totalmente el grado de contaminación del grano de chocho, logrando con lo realizado anteriormente mejorar las condiciones asépticas con las que sale el producto al mercado, acortar el tiempo de desamargado del grano, tener buena rentabilidad y que el costo no sea muy elevado.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad es de gran importancia el estudio en plantas del grupo de los *Lupinus*, pues estos contienen alta cantidad de proteínas lo que hace que sean útiles como alimento para el hombre y animales. [1]

El *lupinus*, que en nuestro país se le conoce comúnmente como chocho, se ha constituido en un interés científico, de los últimos años como fuente de proteína. La necesidad de poder consumir al chocho (*Lupinus mutabilis S.*) adecuadamente para la alimentación humana, dado su calidad de contenido en proteína y aminoácidos, se hace más evidente en vista de los graves problemas nutricionales que existen en ciertas regiones de latinoamérica y por sobre todo en los valles interandinos, pudiendo situarlos como recurso agroindustrial con enorme potencial. [2]

Se hace necesario promocionar el consumo de esta leguminosa sobre todo en la zona rural de la Sierra; ya que puede convertirse en una solución para la desnutrición calórico-proteica. [3]

* Egresados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

TABLA IV - 3

DATOS FISICOS DEL TALLO DEL PALMITO DE PEJIBAYE

Peso de la muestra = 300 grs.
Peso de la corteza exterior (con espinas) = 125 grs.
Peso de la pulpa (corazón) = 100 grs.
Peso de la corteza interior (libre de espinas) = 75 grs.

PROPORCIONES RELATIVAS

%

CORTEZA EXTERIOR	42
PULPA (CORAZON)	33
CORTEZA INTERIOR	25

Palmito de Pejibaye obtenido en la Hacienda "Chocola"
Km. 18 vía a Santo Domingo - Esmeraldas

TABLA # IV - 12

ANALISIS BROMATOLOGICO DE LA CORTEZA DEL PALMITO

	BASE HUMEDA (%)
HUMEDAD	4.90
MATERIA SECA	95.10
PROTEINAS (N%6.25)	4.87
GRASA	4.34
CENIZAS	2.05
FIBRA	40.37
E.L.N	43.47

Extracto libre de Nitrógeno (por diferencia)

El limitante para el consumo de esta leguminosa es el largo proceso de eliminación de su contenido de alcaloides que le confiere el sabor amargo, dado que existe tratamientos de desamargado muy largos; posiblemente podría ser esta una de las causas por la cual disminuya su consumo de manera paulatina. [4]

Las excelentes características como alimento, al igual que el aprovechamiento comercial en todas sus fracciones, hace que el *Lupinus mutabilis* S. iguale a la soya en muchos aspectos, tales como su riqueza proteica y lipídica, su alto contenido de lisina aminoácido esencial, que es uno de los factores de crecimiento en la dieta infantil y su contenido de alcaloides, cuyas perspectivas comerciales podrían ser ideales. [5]

A pesar de conocer que los aspectos nutricionales y quizá la calidad biológica de la proteína fueron estudiados a través de varias investigaciones, no es menos cierto que se desconoce aspectos del sector agrícola, que bastante ayuda hubiesen prestado, pensándose que posiblemente por esta causa en parte obedecería la poca dedicación del cultivo del chocho. [6]

Debido a esta causa se puede concluir que hace falta realizar un esfuerzo conjunto en cuanto tiene que ver a la organización, para promover el cultivo y la comercialización del chocho y con ello de los cultivos andinos.

MATERIALES Y METODOS

Diseño Experimental

Para realizar el presente estudio de investigación se planteo el siguiente diseño experimental un factorial completo 3x3x3 con dos replicas, siendo los factores y niveles de estudio los siguientes:

a.- TIEMPO DE REMOJO. (TR):

Nivel a₀: 12 horas

Nivel a₁: 24 horas

Nivel a₂: 48 horas

b.- TIEMPO DE COCCION. (TC) (a presión):

Nivel b₀: Dos cocciones de 30 minutos

Nivel b₁: Dos cocciones de 40 minutos

Nivel b₂: Dos cocciones de 50 minutos

c.- TIEMPO DE LAVADO. (TL) (cambios de agua cada 12 horas):

Nivel c₀: 2 días

Nivel c₁: 4 días

Nivel c₂: 6 días

Materiales utilizados

- Balanza analítica
- Morteros
- Balanza de plato
- Centrífuga para tubos de 15 ml de capacidad
- Algodón
- Vasos de precipitación de 50, 100, 250, 500, 600 y 1000 ml
- Platina de calentamiento
- Olla de cocción a presión
- Picetas
- Cocinetas
- Espátulas
- Pipetas de 0,1, 1, 5 y 10 ml
- Buretas de 10, 25 y 50 ml
- Balones aforados de 50, 100, 250, 500 y 1000 ml.
- Cápsulas de porcelana
- Papel filtro Waltman # 1

- Varillas de agitación
- Embudos
- Grano de chocho, ecotipo del Agroindustrial ICU de Guamote.

Reactivos utilizados

- Hidróxido de Potasio
- Oxido de Aluminio Básico
- Cloroformo p.a.
- Reactivo de Dragendorf
- Acido Sulfúrico
- Hidróxido de Sodio
- Rojo de metilo (indicador)
- Subnitrate de Bismuto
- Acido Acético
- Yoduro de Potasio
- Hidróxido de potasio al 15% p/v
- Acido sulfúrico concentrado
- Eter de Petróleo
- Oxido de Mercurio
- Sulfato de Sodio Anhidro
- Acido Tricloroacético
- Fenoltaleína
- Agar Plate Count (PCA)

Métodos Específicos del Manejo del Experimento

Selección y Limpieza del grano de chocho

Se procedió a limpiar y clasificar el grano, para lo cual se utilizaron zarandas de 6 y 10 mm. de diámetro.

Hidratación o Remojo del grano de chocho

Se usaron 4 litros de agua potable por cada Kg. de grano de chocho para lograr una hidratación homogénea, esta hidratación se lo realizó en un tiempo variable de 12, 24 y 48 horas.

Cocción del grano de chocho

La cocción se lo realizó en un volumen de 2 litros por cada Kg. de grano de chocho hidratado. Esta operación se realizó en tiempos de 30, 40 y 50 minutos, dos veces para cada tiempo con cambio de agua. Se utilizó una olla de presión.

Lavado del grano de chocho

Se lo realizó en tiempos de 2, 4 y 6 días con cambios de agua cada 12 horas.

Secado del grano de chocho

Se lo realizó en un túnel de secado a 70°C durante un tiempo de 5 horas con el fin de obtener un secado homogéneo.

Métodos de Análisis

- Análisis de Alcaloides. Modificado por Guerrero Milton, 1987.
- Análisis de Nitrógeno - Proteína (A.O.C.S.-Ac 4.41) Modificado para Micro - Kjeldahl
- Análisis de Humedad (A.O.A.C)
- Análisis de Extracto Etéreo (A.O.C.S.-Ac 3-44) Modificado para usar Aparato Goldfish

- Análisis de Fibra Cruda.- Método Vandemaker
- Análisis de Cenizas (A.O.A.C 15.016)
- Análisis de Proteína Verdadera
- Análisis de Digestibilidad in Vitro.- Método de Sathe
- Análisis de Carbohidratos (por diferencia)

RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a las etapas seguidas para determinar como influye el efecto del tiempo sobre el contenido de proteína, alcaloides y humedad en el grano de chocho (Lupinus mutabilis Sweet), se reportan los resultados de los análisis de varianza y las pruebas de Tukey para los diferentes parámetros.

Conservación y preparación de las Muestras de chocho (Lupinus mutabilis Sweet).- Para la conservación del chocho se deben tomar los siguientes parámetros: humedad del grano de chocho, temperatura de cámara de almacenamiento, almacenamiento del grano de chocho en sacos de yute o recipientes de plástico con tapa.

En cuanto tiene que ver a la preparación de la muestra, se selecciona el grano de chocho para lo cual se utiliza una zaranda de 6 mm a 10 mm de diámetro se eliminan impurezas como piedras, arena y demás impurezas que estén presentes juntos a los granos de chocho, luego se da un lavado previo con el fin de eliminar impurezas que se encuentren adheridas a la superficie del grano de chocho.

Características en el desamargado del grano de chocho (Lupinus mutabilis Sweet)

Relacionado a los tiempos de remojo.- Como se observa en el diseño experimental los tiempos de remojos son: 12, 24 y 48 horas. En cuanto a estos tiempos de remojo se puede observar que a las 12 horas se obtiene que un 75.77 % de los granos de chocho se hidratan homogéneamente, esto se debe a que algunos granos de chocho tienen la cáscara más gruesa por este motivo la demora en la hidratación, pero a medida que se incrementa el tiempo de remojo esto es a 24 y 48 horas se obtiene que la hidratación se va haciendo mas homogénea, obteniendo que se hidrata un 80.43% y 82.68% respectivamente. Además se puede observar que el líquido de remojo (agua potable) se torna un color amarillento y a medida que transcurre el tiempo esa coloración aumenta el tono de color, volviéndose el líquido algo turbio, debido a la presencia de ciertas sustancias solubles que salen del grano de chocho que podrían ser sales de alcaloides, vitaminas, etc. En este punto cabe señalar que el tiempo óptimo de remojo es de 48 horas ya que en este tiempo se logra la hinchazón del grano con el objeto de que con el estiramiento de la cáscara aumente la difusividad y así obtener en el momento de la cocción una mayor pérdida de alcaloides y además hay que señalar que durante los tiempos establecidos de remojo no se realiza ningún cambio de agua así como también no se realiza ningún tipo de análisis proximal, debido a que se debe realizar después de finalizar el tratamiento completo esto es luego del remojo, cocción y lavado con los tiempos establecidos para cada tratamiento.

Relacionado a los tiempos de cocción.- Los niveles estimados en los tiempos de cocción son: 30, 40 y 50 minutos en olla de presión, esta operación se lo realiza dos veces por cada tiempo con cambios de agua. Esto se lo hace con el fin de eliminar la mayor cantidad de alcaloides presentes en el grano de chocho, coagular las proteínas, eliminar el poder germinativo, desactivar enzimas y destruir sustancia nocivas. Con esto se logra que el grano de chocho se hinche más, aumentando su peso logrando una rentabilidad en cuanto a peso se refiere de un 235%. De acuerdo a los niveles de tiempo fijados se debe anotar que la cocción durante 40 minutos es la más óptima debido a que se elimina un porcentaje alto de alcaloides, siempre tomando en cuenta los tiempos de remojo y lavado para determinar dicha pérdida, así tenemos que en el mejor tratamiento (24) TR3-TC2-TL3 tiempo de remojo (TR3) 48 horas, tiempo de cocción (TC2) 40 minutos y tiempo de lavado (TL3) 6 días se obtuvo un porcentaje de alcaloides de 0.06%, comparado con el tratamiento (21) TR3-TC1-TL3 tiempo de remojo (TR3) 48 horas, tiempo de cocción (TC1) 30 minutos y tiempo de lavado (TL3) 6 días se obtuvo un porcentaje de alcaloides más alto con relación al mejor tratamiento para citar como ejemplo, esto se ve claramente al observar los resultados reportados en la Tabla 1. Si el tiempo se incrementa la cáscara del chocho y el grano de chocho en general se vuelve más blando dando una textura desagradable en el consumo del chocho, además se debe señalar el cambio de color de chocho después de la cocción de blanco perla a un color amarillo pálido que es el color característico del chocho.

Después de el tiempo de cocción adecuado los granos de chocho que no lograron la hidratación completa en la etapa de remojo presentan una coloración más oscura con relación a la coloración característica del grano de chocho sin el incremento de tamaño. La cocción se realiza en un volumen de 2 litros de agua por cada Kilogramo de grano de chocho hidratado.

Relacionado a los tiempos de lavado.- De acuerdo a los niveles estimados en los tiempos de lavado que son de 2, 4 y 6 días, de igual manera los porcentajes de alcaloides se encuentran reportados en la Tabla 1 en donde se observa claramente la diferencia en la pérdida de alcaloides que es mayor a los 6 días que a los 4 y a los 2 días, observando los resultados obtenidos tenemos que en el primer tratamiento que es TR1-TC1-TL1 (tiempo de remojo (TR1) 12 horas, tiempo de cocción (TC1) 30 minutos y tiempo de lavado (TL1) 2 días) el porcentaje de alcaloides que se obtuvo fue de 2.80 %; en el segundo tratamiento en donde los tiempos de remojo y cocción son los mismos que en el tratamiento primero y solo varía el tiempo de lavado en donde se incrementa a 4 días se obtuvo un porcentaje de alcaloides de 2.48 %; y, para el tercer tratamiento se incrementa nuevamente solo el tiempo de lavado y se mantiene los mismos tiempos tanto para el remojo como para la cocción del primer tratamiento mencionados al inicio, en donde se obtuvo un porcentaje de alcaloides de 2.38 % notándose así la diferencia en pérdida en los días de lavado.

En este aspecto se debe señalar que no se lo realiza por el método tradicional que lo hacen a nivel rural, esto es, en ríos o acequias en donde el agua tiene su respectivo caudal, logrando con esto acelerar el proceso de lavado o desaguado como comunmente se lo llama, aquí se debe señalar que con la utilización de este tipo de aguas el grano de chocho se contamina, por lo que se ha visto la necesidad de utilizar para este proceso agua potable en donde se da condiciones más asépticas, con relación a este paso se debe tomar en cuenta que como el agua va a estar estancada se realiza cambios de agua cada 12 horas para evitar la pudrición de la cáscara del grano de chocho, además se logra acelerar la salida de alcaloides debido a los enjuagues que se da al chocho.

Pérdida de Sólidos en el mejor tratamiento con relación al Balance de Materiales.- Luego de la hidratación del grano de chocho en el remojo durante las 48 horas existe una pérdida de sólidos disueltos en el agua de 70.25 g. En la cocción tenemos una pérdida de 74.29 g. en el primer tiempo y 66.38 g. en el segundo tiempo de cocimiento el mismo que es de 40 minutos, teniendo una pérdida total en este paso de 140.67 g. En el tiempo de lavado se tiene pérdidas periódicas cada 12 horas en donde se realizan cambios de agua durante los 6 días de lavado, siendo dichas pérdidas de 58.55g, 19.25 g., 14.38 g., 10.08 g., 6.15 g., 3.41 g., 2.29 g., 1.30 g., 1.03 g., 0.90 g., 0,83 g. y 0.79 g., teniendo un total de pérdidas en el lavado de 118.96 g. Teniendo una pérdida total durante el tratamiento de 329.88 g., quedando una cantidad de 670.13 g. de sólidos totales en el grano del chocho.

Relacionado al Análisis de Varianza y Pruebas de Tukey.- Para determinar el mejor tratamiento realizando los respectivos análisis de varianza y las pruebas de tukey hay que tomar en cuenta que esto se realiza tomando en consideración los porcentajes finales de alcaloides al final de cada tratamiento debido a que este derivado quinolizídico es tóxico para el consumo humano, y se debe escoger el tratamiento con el porcentaje mínimo para el consumo humano, señalando además que se debe tomar en cuenta los tiempos óptimos de remojo, cocción y lavado debido a las características finales del grano de chocho especificadas anteriormente.

De acuerdo a la Tabla 9 de análisis de varianza del % de alcaloides cabe señalar que se realiza una prueba de Tukey en la interacción ABC debido a que presenta un valor de F menor con respecto a los factores A, B y C y sus respectivas interacciones con el objetivo de determinar el mejor tratamiento, además hay que señalar que no se toma en cuenta el análisis de varianza del % de proteína en el chocho ya que como se observa no existe diferencia significativa. De acuerdo a lo mencionado anteriormente se tiene como conclusión que luego de observar la prueba de tukey el mejor tratamiento es el que tiene como tiempo de remojo 48 horas, tiempo de cocción 40 minutos por 2 veces y tiempo de lavado de 6 días y un porcentaje de alcaloides de 0.06% que relativamente es bajo y aceptable para el consumo humano.

Relacionado al Gráfico de Pérdida de Alcaloides.- En este punto hay que tomar en cuenta que la pérdida de alcaloides en el grano de chocho esta influenciado de acuerdo a tres factores que son: tiempo de remojo, tiempo de cocción y tiempo de lavado, cada uno de los cuales consta de tres niveles como se encuentra especificado en el Capítulo IV, punto 4.1 que corresponde al Diseño Experimental propuesto para el presente estudio de investigación.

Al observar el Gráfico 1 se puede decir que después de cada tres tratamientos se tienen picos en donde la pérdida de alcaloides es menor, esto se debe a que como la pérdida de alcaloides se ve influenciado más por el tiempo de lavado y debido a que en el primer tratamiento el tiempo de lavado es de 2 días en donde se obtuvo un porcentaje de alcaloides de 2.80 %; el tiempo de lavado del segundo tratamiento es de 4 días obteniéndose un porcentaje de alcaloides de 2.48%, y, del tercer tratamiento es de 6 días teniendo un porcentaje de alcaloides de 2.38 %; esto significa que a medida que se incrementa el tiempo de lavado la pérdida de alcaloides es mayor y como los tiempos de lavado se repiten cada tres tratamientos, por lo cual se obtienen aproximadamente unos 9 picos más altos en la recta de pérdida de alcaloides durante los 27 tratamientos reportados en el gráfico en mención, lo que quiere decir que dichos picos corresponden a los dos días de lavado como se indica en los resultados reportados en la Tabla # 1.

De acuerdo a lo mencionado con la pérdida total de alcaloides, se puede apreciar que al observar los gráficos relacionados a la pérdida de alcaloides en base a los tiempos de remojo, cocción y lavado, todos se encuentran estrechamente relacionado debido a que los tiempos óptimos tanto de remojo, cocción y lavado están involucrados en la mayoría de gráficos, con esto no se quiere decir que todos los tratamientos tienen un porcentaje mínimo o aceptable para el consumo humano sino que como se realizan combinaciones en los 27 tratamientos van a estar relacionados cada tres tratamientos estos tiempos óptimos, los mismos que se califican como óptimos debido a las características finales que debe tener el chocho para el consumo, tanto en lo que tiene que ver a lo nutricional, como al aspecto que debe tener el grano de chocho al tacto como en el aspecto visual, el cual tiene que ser agradable e igual al que se distribuye en el mercado con la diferencia que éste como se lo realiza asépticamente el grado de contaminación va a ser completamente menor.

Relacionado a Proteína Verdadera y Digestibilidad in Vitro.- Se debe señalar que estos análisis solamente fueron realizados en el mejor tratamiento y en la materia prima para su discusión posterior de acuerdo a los resultados obtenidos.

Realizados los análisis respectivos los resultados obtenidos para la materia prima (o sea los granos de chocho sin ningún tratamiento previo), son los siguientes: Proteína Verdadera un 38.71% y Digestibilidad in Vitro un 68.36%. Los resultados obtenidos en el mejor tratamiento en donde los tiempos de remojo, cocción y lavado son: 48 horas, 40 minutos (2 veces) y 6 días de lavado respectivamente; son los siguientes: como Proteína Verdadera se obtuvo un porcentaje de 39.87 y como Digestibilidad in Vitro se obtuvo un 71.98%.

Como se puede observar de acuerdo a los resultados citados anteriormente, se aprecia que los porcentajes obtenidos en el mejor tratamiento son más altos que en la materia prima, tanto de Proteína Verdadera como de Digestibilidad in Vitro, de acuerdo a esto se debe señalar que las sustancias tóxicas (alcaloides) influyen para el mejoramiento de un alimento, en este caso el grano de chocho que es el alimento en estudio. Lo que hace necesario que para el consumo del grano de chocho siempre se de un tratamiento previo de extracción de alcaloides por cualquier método, teniendo como método simple la extracción de los alcaloides con agua.

TABLA 1.

Resultados obtenidos experimentalmente de Alcaloides (%) en base seca en chocho (Lupinus mutabilis Sweet) durante 27 tratamientos con replicaciones.

TRATAMIENTO	R1	R2	MEDIA
1) TR1 TC1 TL1	2.81	2.78	2.80
2) TR1 TC1 TL2	2.46	2.50	2.48
3) TR1 TC1 TL3	2.36	2.40	2.38
4) TR1 TC2 TL1	2.46	2.48	2.47
5) TR1 TC2 TL2	2.24	2.21	2.23
6) TR1 TC2 TL3	1.89	1.83	1.86
7) TR1 TC3 TL1	1.24	1.22	1.23
8) TR1 TC3 TL2	1.20	1.19	1.19
9) TR1 TC3 TL3	0.87	0.91	0.89
10) TR2 TC1 TL1	1.21	1.18	1.19
11) TR2 TC1 TL2	0.88	0.92	0.90
12) TR2 TC1 TL3	0.63	0.65	0.64
13) TR2 TC2 TL1	0.94	0.92	0.93
14) TR2 TC2 TL2	0.56	0.54	0.55
15) TR2 TC2 TL3	0.34	0.38	0.36
16) TR2 TC3 TL1	0.50	0.47	0.49
17) TR2 TC3 TL2	0.40	0.38	0.39
18) TR2 TC3 TL3	0.16	0.14	0.15
19) TR3 TC1 TL1	0.20	0.19	0.20
20) TR3 TC1 TL2	0.16	0.15	0.16
21) TR3 TC1 TL3	0.08	0.06	0.07
22) TR3 TC2 TL1	0.11	0.09	0.10
23) TR3 TC2 TL2	0.08	0.06	0.07
24) TR3 TC2 TL3	0.06	0.06	0.06
25) TR3 TC3 TL1	0.05	0.05	0.05
26) TR3 TC3 TL2	0.02	0.03	0.03
27) TR3 TC3 TL3	0.02	0.02	0.02

TR = tiempos de remojo

TC = tiempos de cocción

TL = tiempos de lavado

R = réplicas

Elaborado por: RAUL ORTEGA y JOSE PALACIOS

TABLA 2.

Resultados obtenidos experimentalmente de Proteína (%) en base seca en chocho (Lupinus muabilis Sweet) durante 27 tratamientos con replicaciones.

TRATAMIENTOS	R1	R2	MEDIA
1) TR1 TC1 TL1	46.46	46.25	46.35
2) TR1 TC1 TL2	46.25	46.14	46.19
3) TR1 TC1 TL3	46.14	46.03	46.08
4) TR1 TC2 TL1	46.14	46.25	46.19
5) TR1 TC2 TL2	46.03	45.92	45.98
6) TR1 TC2 TL3	46.14	46.03	46.08
7) TR1 TC3 TL1	46.25	46.25	46.25
8) TR1 TC3 TL2	46.03	46.03	46.03
9) TR1 TC3 TL3	45.92	45.82	45.87
10) TR2 TC1 TL1	45.71	45.82	45.76
11) TR2 TC1 TL2	45.92	46.03	45.98
12) TR2 TC1 TL3	45.82	45.92	45.87
13) TR2 TC2 TL1	46.03	45.82	45.92
14) TR2 TC2 TL2	45.92	45.71	45.82
15) TR2 TC2 TL3	46.14	46.14	46.14
16) TR2 TC3 TL1	46.25	46.25	46.25
17) TR2 TC3 TL2	45.82	45.92	45.87
18) TR2 TC3 TL3	45.71	45.82	45.76
19) TR3 TC1 TL1	46.25	46.14	46.19
20) TR3 TC1 TL2	46.14	46.03	46.08
21) TR3 TC1 TL3	46.03	46.14	46.08
22) TR3 TC2 TL1	46.03	45.92	45.98
23) TR3 TC2 TL2	46.14	46.25	46.19
24) TR3 TC2 TL3	45.92	45.82	45.87
25) TR3 TC3 TL1	45.82	45.82	45.82
26) TR3 TC3 TL2	45.71	46.25	45.98
27) TR3 TC3 TL3	46.14	46.25	46.19

TR = tiempos de remojo

TC = tiempos de cocción

TL = tiempos de lavado

R = réplicas

Elaborado por: RAUL ORTEGA y JOSE PALACIOS

TABLA 3.

Resultados obtenidos experimentalmente de Extracto etéreo (%) en base seca en chocho (Lupinus mutabilis Sweet) durante los 27 tratamientos con replicas.

TRATAMIENTO	R 1	R 2	MEDIA
1) TR1 TC1 TL1	23.44	23.50	23.47
2) TR1 TC1 TL2	23.66	23.64	23.65
3) TR1 TC1 TL3	23.73	23.70	23.72
4) TR1 TC2 TL1	24.03	24.10	24.07
5) TR1 TC2 TL2	24.32	24.31	24.31
6) TR1 TC2 TL3	24.37	24.39	24.38
7) TR1 TC3 TL1	24.07	24.14	24.11
8) TR1 TC3 TL2	24.54	24.57	24.55
9) TR1 TC3 TL3	24.72	24.73	24.73
10) TR2 TC1 TL1	23.91	23.97	23.94
11) TR2 TC1 TL2	23.97	23.93	23.95
12) TR2 TC1 TL3	24.09	24.16	24.13
13) TR2 TC2 TL1	25.11	25.03	25.07
14) TR2 TC2 TL2	25.12	25.15	25.13
15) TR2 TC2 TL3	25.39	25.42	25.40
16) TR2 TC3 TL1	24.58	24.50	24.54
17) TR2 TC3 TL2	24.91	24.81	24.86
18) TR2 TC3 TL3	24.83	25.01	24.92
19) TR3 TC1 TL1	24.54	24.61	24.58
20) TR3 TC1 TL2	24.74	24.61	24.84
21) TR3 TC1 TL3	24.85	24.91	24.88
22) TR3 TC2 TL1	24.73	24.77	24.75
23) TR3 TC2 TL2	24.95	24.94	24.94
24) TR3 TC2 TL3	25.50	25.54	25.52
25) TR3 TC3 TL1	25.01	25.00	25.00
26) TR3 TC3 TL2	25.24	25.28	25.26
27) TR3 TC3 TL3	25.34	25.38	25.36

TR = tiempos de remojo

TC = tiempos de cocción

TL = tiempos de lavado

R = réplicas

Elaborado por: RAUL ORTEGA y JOSE PALACIOS

TABLA 4.

Resultados obtenidos experimentalmente de Cenizas (%) en base seca en chocho (Lupinus mutabilis Sweet) durante 27 tratamientos con replicaciones.

TRATAMIENTOS	R1	R2	MEDIA
1) TR1 TC1 TL1	4.84	4.84	4.84
2) TR1 TC1 TL2	4.85	4.85	4.85
3) TR1 TC1 TL3	4.77	4.76	4.76
4) TR1 TC2 TL1	4.98	4.99	4.99
5) TR1 TC2 TL2	4.94	4.94	4.94
6) TR1 TC2 TL3	5.35	5.36	5.36
7) TR1 TC3 TL1	4.91	4.92	4.91
8) TR1 TC3 TL2	4.87	4.89	4.88
9) TR1 TC3 TL3	5.36	5.38	5.37
10) TR2 TC1 TL1	4.86	3.48	4.17
11) TR2 TC1 TL2	4.89	4.89	4.89
12) TR2 TC1 TL3	4.86	4.88	4.87
13) TR2 TC2 TL1	5.18	5.17	5.18
14) TR2 TC2 TL2	5.00	5.02	5.01
15) TR2 TC2 TL3	5.04	4.97	5.01
16) TR2 TC3 TL1	5.00	4.99	5.00
17) TR2 TC3 TL2	4.97	4.95	4.96
18) TR2 TC3 TL3	4.83	4.85	4.84
19) TR3 TC1 TL1	5.03	5.05	5.04
20) TR3 TC1 TL2	4.95	4.97	4.96
21) TR3 TC1 TL3	4.95	4.95	4.95
22) TR3 TC2 TL1	4.97	4.97	4.97
23) TR3 TC2 TL2	4.94	4.94	4.94
24) TR3 TC2 TL3	4.97	4.99	4.98
25) TR3 TC3 TL1	4.96	4.96	4.96
26) TR3 TC3 TL2	4.90	4.91	4.90
27) TR3 TC3 TL3	4.77	4.77	4.77

TR = tiempos de remojo

TC = tiempos de cocción

TL = tiempos de lavado

R = réplicas

Elaborado por: RAUL ORTEGA y JOSE PALACIOS

TABLA 5.

Resultados obtenidos experimentalmente de Fibra (%) en base seca en chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) durante 27 tratamientos con replicaciones.

TRATAMIENTOS	R 1	R 2	MEDIA
1) TR1 TC1 TL1	12.54	12.61	12.58
2) TR1 TC1 TL1	12.73	12.61	12.67
3) TR1 TC1 TL3	12.74	12.80	12.77
4) TR1 TC2 TL1	12.76	12.84	12.80
5) TR1 TC2 TL2	13.08	13.01	13.04
6) TR1 TC2 TL3	13.08	12.97	13.03
7) TR1 TC3 TL1	12.87	12.99	12.93
8) TR1 TC3 TL2	13.28	13.16	13.22
9) TR1 TC3 TL3	13.38	13.20	13.29
10) TR2 TC1 TL1	12.77	12.74	12.75
11) TR2 TC1 TL2	12.81	12.86	12.83
12) TR2 TC1 TL3	13.08	12.88	12.98
13) TR2 TC2 TL1	13.62	13.41	13.51
14) TR2 TC2 TL2	13.45	13.46	13.45
15) TR2 TC2 TL3	13.72	13.55	13.64
16) TR2 TC3 TL1	13.11	13.25	13.18
17) TR2 TC3 TL2	13.31	13.27	13.29
18) TR2 TC3 TL3	13.31	13.44	13.37
19) TR3 TC1 TL1	13.29	13.15	13.22
20) TR3 TC1 TL2	13.20	13.30	13.25
21) TR3 TC1 TL3	13.35	13.50	13.43
22) TR3 TC2 TL1	13.20	13.40	13.30
23) TR3 TC2 TL2	13.37	13.49	13.43
24) TR3 TC2 TL3	13.72	13.66	13.69
25) TR3 TC3 TL1	13.61	13.56	13.59
26) TR3 TC3 TL2	13.71	13.77	13.74
27) TR3 TC3 TL3	13.72	13.78	13.75

TR = tiempos de remojo

TC = tiempos de cocción

TL = tiempos de lavado

R = réplicas

Elaborado por: RAUL ORTEGA y JOSE PALACIOS

TABLA 6.

Resultados obtenidos experimentalmente de Carbohidratos (%) en base seca en chocho (Lupinus mutabilis Sweet) durante 27 tratamientos con replicaciones.

TRATAMIENTOS	R1	R2	MEDIA
1) TR1 TC1 TL1	9.90	10.01	9.95
2) TR1 TC1 TL2	10.05	10.27	10.16
3) TR1 TC1 TL3	10.26	10.31	10.28
4) TR1 TC2 TL1	9.64	9.34	9.49
5) TR1 TC2 TL2	9.39	9.61	9.50
6) TR1 TC2 TL3	9.18	9.41	9.29
7) TR1 TC3 TL1	10.66	10.49	10.57
8) TR1 TC3 TL2	10.08	10.17	10.12
9) TR1 TC3 TL3	9.74	9.97	9.85
10) TR2 TC1 TL1	11.55	12.82	12.19
11) TR2 TC1 TL2	11.52	11.38	11.45
12) TR2 TC1 TL3	11.54	11.50	11.52
13) TR2 TC2 TL1	9.13	9.66	9.39
14) TR2 TC2 TL2	9.95	10.13	10.04
15) TR2 TC2 TL3	9.37	9.55	9.46
16) TR2 TC3 TL1	10.57	10.53	10.55
17) TR2 TC3 TL2	10.60	10.67	10.63
18) TR2 TC3 TL3	11.16	10.74	10.95
19) TR3 TC1 TL1	10.70	10.85	10.77
20) TR3 TC1 TL2	10.80	10.93	10.87
21) TR3 TC1 TL3	10.73	10.42	10.58
22) TR3 TC2 TL1	10.96	10.85	10.91
23) TR3 TC2 TL2	10.53	10.31	10.42
24) TR3 TC2 TL3	9.82	9.93	9.88
25) TR3 TC3 TL1	10.55	10.60	10.58
26) TR3 TC3 TL2	10.42	9.76	10.09
27) TR3 TC3 TL3	10.01	9.80	9.91

TR = tiempos de remojo

TC = tiempos de cocción

TL = tiempos de lavado

R = réplicas

Elaborado por: RAUL ORTEGA y JOSE PALACIOS

TABLA 7.

Análisis Proximal del mejor tratamiento (TR3-TC2-TL3; tiempo de remojo 48 horas, tiempo de cocción 40 minutos y tiempo de lavado 6 días) en base seca.

Componentes	(%*)	(Kg.*)
Alcaloides	0.06	0.43
Proteína	45.87	307.28
Extracto etéreo	25.52	170.91
Cenizas	4.98	33.34
Fibra	13.69	91.69
Carbohidratos	9.88	66.13
Proteína Verdadera	39.87	
Digestibilidad in Vitro	71.98	

* Promedio de dos réplicas

Elaborado por: RAUL ORTEGA y JOSE PALACIOS

TABLA 8.

Análisis de varianza del porcentaje de proteína.

VALOR K	FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F
1	Replicación	1	0.0001	0.0001	0.0055
2	Factor A	2	0.319	0.159	13.2046
4	Factor B	2	0.040	0.020	1.6525
6	AB	4	0.133	0.033	2.7462
8	Factor C	2	0.072	0.036	2.9716
10	AC	4	0.190	0.048	3.9465
12	BC	4	0.057	0.014	1.1832
14	ABC	8	0.624	0.078	6.4616
-15	Error	26	0.314	0.012	

PRUEBA DE TUKEY

CUADRADO MEDIO DEL ERROR = 0.0001
 GRADOS DE LIBERTAD DEL ERROR = 26
 ALFA = 0.05

Orden Original	Orden Ranqueado
Media 1 = 46.36 A	Media 1 = 46.36 A
Media 2 = 46.20 ABC	Media 16 = 46.25 AB
Media 3 = 46.09 ABC	Media 7 = 46.25 AB
Media 4 = 46.20 ABC	Media 2 = 46.20 ABC
Media 5 = 46.00 ABC	Media 27 = 46.20 ABC
Media 6 = 46.09 ABC	Media 19 = 46.20 ABC
Media 7 = 46.25 AB	Media 4 = 46.20 ABC
Media 8 = 46.03 ABC	Media 23 = 46.20 ABC
Media 9 = 45.87 BC	Media 15 = 46.14 ABC
Media 10 = 45.77 C	Media 21 = 46.09 ABC
Media 11 = 45.98 ABC	Media 20 = 46.09 ABC
Media 12 = 45.87 BC	Media 6 = 46.09 ABC
Media 13 = 45.93 ABC	Media 3 = 46.09 ABC
Media 14 = 45.82 BC	Media 8 = 46.03 ABC
Media 15 = 46.14 ABC	Media 5 = 46.00 ABC
Media 16 = 46.25 AB	Media 22 = 45.98 ABC
Media 17 = 45.87 BC	Media 11 = 45.98 ABC
Media 18 = 45.77 C	Media 26 = 45.98 ABC
Media 19 = 46.20 ABC	Media 13 = 45.93 ABC
Media 20 = 46.09 ABC	Media 12 = 45.87 BC
Media 21 = 46.09 ABC	Media 24 = 45.87 BC
Media 22 = 45.98 ABC	Media 9 = 45.87 BC
Media 23 = 46.20 ABC	Media 17 = 45.87 BC
Media 24 = 45.87 BC	Media 14 = 45.82 BC
Media 25 = 45.82 BC	Media 25 = 45.82 BC
Media 26 = 45.98 ABC	Media 10 = 45.77 C
Media 27 = 46.20 ABC	Media 18 = 45.77 C

TABLA 9. Análisis de varianza del porcentaje de alcaloides

VALOR K	FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F
1	Replicación	1	0.0001	0.0001	0.3183
2	Factor A	2	33.233	16.616	44624.1920
4	Factor B	2	4.627	2.313	6212.4603
6	AB	4	3.165	0.791	2125.1086
8	Factor C	2	1.034	0.517	1388.7416
10	AC	4	0.318	0.080	213.8335
12	BC	4	0.071	0.018	47.7255
14	ABC	8	0.074	0.009	24.8014
-15	Error	26	0.010	0.0001	

PRUEBA DE TUKEY

CUADRADO MEDIO DEL ERROR = 0.0001

GRADOS DE LIBERTAD DEL ERROR = 26

ALFA = 0.05

Orden Original	Orden Ranqueado
Media 1 = 2.80 A	Media 1 = 2.80 A
Media 2 = 2.48 B	Media 2 = 2.48 B
Media 3 = 2.38 C	Media 4 = 2.47 B
Media 4 = 2.47 B	Media 3 = 2.38 C
Media 5 = 2.23 D	Media 5 = 2.23 D
Media 6 = 1.86 E	Media 6 = 1.86 E
Media 7 = 1.23 F	Media 7 = 1.23 F
Media 8 = 1.19 F	Media 8 = 1.19 F
Media 9 = 0.89 G	Media 10 = 1.19 F
Media 10 = 1.19 F	Media 13 = 0.93 G
Media 11 = 0.90 G	Media 11 = 0.90 G
Media 12 = 0.64 H	Media 9 = 0.89 G
Media 13 = 0.93 G	Media 12 = 0.64 H
Media 14 = 0.55 I	Media 14 = 0.55 I
Media 15 = 0.36 K	Media 16 = 0.49 J
Media 16 = 0.49 J	Media 17 = 0.39 K
Media 17 = 0.39 K	Media 15 = 0.36 K
Media 18 = 0.15 M	Media 19 = 0.20 L
Media 19 = 0.20 L	Media 20 = 0.16 LM
Media 20 = 0.16 LM	Media 18 = 0.15 M
Media 21 = 0.04 OP	Media 22 = 0.10 N
Media 22 = 0.10 N	Media 23 = 0.07 NO
Media 23 = 0.07 NO	Media 24 = 0.06 NOP
Media 24 = 0.06 NOP	Media 25 = 0.05 OP
Media 25 = 0.05 OP	Media 21 = 0.04 OP
Media 26 = 0.03 OP	Media 26 = 0.03 OP
Media 27 = 0.02 P	Media 27 = 0.02 P

CONCLUSIONES

- El tiempo óptimo de remojo para el desamargado del grano de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) es de 48 horas, debido a que durante este lapso de tiempo los granos de chocho se hidratan homogéneamente obteniéndose menor cantidad de chocho pequeño con relación al grano de chocho completamente hidratado, en el cual se obtiene una cáscara bien delgada lo que permite que la salida de los alcaloides sea más fácil con relación al chocho que no se hidrata completamente.
- Se considera como tiempo óptimo de cocción óptimo el de 40 minutos por dos veces, debido a que si se incrementa el tiempo a 50 minutos el chocho se cocina demasiado, dándole al grano un aspecto pastoso, desagradable tanto al tacto como a la vista, además el porcentaje de alcaloides que se pierde es similar al utilizar como tiempo de cocción los 50 minutos, por lo cual no es necesario elevar el tiempo de cocción. Hay que señalar además que con el tiempo considerado como óptimo el grano de chocho presenta las características del chocho que se distribuye en el mercado.

- El tiempo de lavado óptimo determinado es el de seis días, tiempo en el cual el porcentaje de alcaloides se encuentra en mínima proporción con relación a los niveles de dos días y cuatro días de lavado, en esta etapa del desamargado del chocho hay que tomar en cuenta que se debe realizar cambios de agua cada doce horas debido a que la cáscara del grano de chocho empieza a dañarse dándole un aspecto desagradable al chocho.
- El porcentaje de alcaloides determinado en el mejor tratamiento (TR3-TC2-TL3; esto es tiempo de remojo 48 horas, tiempo de cocción 40 minutos y tiempo de lavado 6 días) es de 0.06 % , porcentaje considerado como aceptado para el consumo humano, según la FAO, además hay que señalar que porcentajes mayores son dañinos y tóxicos para el individuo.
- El rendimiento obtenido cuando el producto esta listo para el consumo es de 2,4 veces con relación al peso inicial y el precio de costo es de 1250 sucres/Kg de chocho, costo relativamente bajo con relación a los valores que se encuentran en el mercado.
- El chocho por tratarse de una leguminosa rica en nutrientes, se hace necesario realizar una destoxificación o desamargamiento y a la vez encontrar atractivas formas de preparación que incentive su consumo.
- Es necesario tratar de promocionar el consumo de esta leguminosa (chocho) sobre todo en la zona rural de la Sierra ya que puede convertirse en una solución para la desnutrición calórico - proteica.
- Se ve necesario realizar un esfuerzo mancomunado en cuanto tiene que ver a la organización, para promover el cultivo y la comercialización del chocho y con ello el de los cultivos andinos.
- Es recomendable que al grano de chocho no se lo deje mucho tiempo en agua luego de la cocción a la que se le somete, debido a que pasada s las doce horas con la misma agua, empieza a dañarse primero la cáscara del grano de chocho y luego el grano general , dando una mala apariencia tanto a la vista como al tacto.
- Además hay que señalar que por su buen rendimiento y bajo costo es recomendable que las grandes masas de población consuman esta leguminosa.

BIBLIOGRAFIA

- PASQUEL, María del Carmen. Obtención, Fraccionamiento y Estudio de la Proteína del Lupinus mutabilis Sweet en cuatro Ecotipos de la Sierra Ecuatoriana. Tesis de Grado. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Químicas. Quito. 1987. p.p. 7-9.
- CHAVEZ, Carlos. Fermentación Sólida del Chocho. Tesis de Grado. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ambato. 1988.
- DAVILA, Jorge. (1987). Lupino: Técnicas para su Aprovechamiento. Evento de Información y Difusión de Resultados de Investigación sobre Chocho y Capacitación en Nuevas Tecnologías de Laboratorio. Ambato.
- GUERRERO, Milton. Alcaloides del Chocho (Lupinus mutabilis S.). Evento de Información y Difusión de Resultados de Investigación sobre Chocho y Capacitación en Nuevas Técnicas de Laboratorio. Universidad Técnica de Ambato. 1978.
- AGUILERA, J.M. y TRIER, G. (1978). The Revival of the Lupin Food Tech. p.p. 70-76. Citado por Fernando Sánchez Arellano "El Lupino, Leguminosa con Futuro Potencial Similar a la Soya". Investigador, Fundación de Chile.
- GROSS, Raine. (1982). Estudio FAO. Producción y Protección Vegetal. El Cultivo y la Utilización del Tarwi. FAO.

Fibra dietética de bagazo de caña:

Nueva alternativa de empleo

M. Fernández*
B. Borroto*
J. L. Rodríguez*
G. Beltrán*

RESUMEN

Se han determinado las principales características químicas y físicas de la fibra dietética obtenida a partir de bagazo de caña raspada y pelada respectivamente. Estos productos presentaron altos contenidos de fibra dietética total: 85.2 % y 81.8 %; elevada capacidad de absorción de agua: 9.5 y 14.9 g agua/g muestra seca, y bajo aporte calórico: 0.54 y 0.70 cal/g. En cuanto al contenido de minerales los elementos mayoritarios fueron Ca: 1605.4 y 2412.4 mg/kg, K: 317.5 y 1379.2 mg/kg y Mg: 885.2 y 791.2 mg/kg.

ABSTRACT

The main chemical and physical characteristics of dietary fiber obtained from bagasses of both seraped and peeled sugar cane were determined. These products showed high total dietary fiber contents: 85.2 % and 81.8 %; the water holding capacity was also high; 9.5 and 14.9 g water/g dry sample; caloric values was rather low, 0.54 and 0.70 cal/g. As to the mineral content the main elements found were Ca: 1605 and 2412 mg/kg; K: 317,5 and 1379,2 mg/kg and Mg: 885,2 and 791,2 mg/kg.

INTRODUCCION

Actualmente se conoce que para estar correctamente alimentados se deben ingerir además de las cantidades adecuadas de aminoácidos, lípidos, hidratos de carbono, vitaminas, minerales y agua, una cantidad mínima de fibra vegetal en la dieta diaria.

En Cuba desde hace varios años se viene trabajando en la obtención de productos con alto contenido en fibra dietética a partir de hollejos de cítricos, cáscara de piña (1), cascarilla de soya (2), etc. Otra fuente es el bagazo de caña, el que está constituido por fibras largas de la corteza (50.0 %), parénquima (30.0 %), haces fibro vasculares (15.0 %) y células epidérmicas (5.0 %) (3).

* Docente del Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria (I.I.I.A.).- Carretera del Guatao Km 3½ Lisa, Ciudad de La Habana.- Telf: (53-7)-299247 , Fax: (53-7)-336553.

En la literatura consultada no aparecen trabajos que empleen estos residuos como fuente de fibra y sólo se informa por un estudio clínico que la excreción de grasas se incrementó con dietas altas en fibra provenientes de bagazos de caña, salvado de avena y zanahoria (4).

En el Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia de Cuba se realizó un estudio donde se definió el establecimiento de una tecnología para la obtención de jugo de caña embotellado de excelente calidad, y por tanto resulta necesario evaluar la utilización de los residuos derivados de estas producciones.

El objetivo de este trabajo fue determinar las principales características de la fibra dietética presentada en forma de polvos obtenida a partir de bagazo de caña pelada y raspada respectivamente.

MATERIALES Y METODOS

Se elaboró el producto a escala piloto empleando bagazo de caña pelada y bagazo de caña raspada, variedad Jaronú 60 - 5, mediante el proceso tecnológico siguiente: pesado, pelado o raspado, picado, extracción del jugo, lavado en caliente, prensado y secado hasta alcanzar una humedad final de 8.0 %.

Los análisis químicos realizados fueron: humedad, proteínas, grasas y cenizas según Normas Cubanas vigentes (5 - 8), azúcares totales (9), celulosa (10) y fibra dietética total (11). La capacidad de absorción de agua se determinó de acuerdo al procedimiento modificado de Mongeau y Brassard, por centrifugación a 1000 x g (12). Los contenidos de Cu, Zn, Fe, K, Ca y Mg se determinaron por espectrofotometría, el procesamiento de las muestras para metales se realizó siguiendo lo establecido en la Norma Cubana (13) y para los minerales se procedió por la vía húmeda según lo establecido en la Norma ISO (14).

Los análisis se realizaron por triplicado y se determinó la media y la desviación típica.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 1 se presenta la composición química de los productos obtenidos. Los valores para las proteínas y cenizas fueron bajos, lo que se corresponde con lo informado (15). La diferencia en el contenido de lípidos está dada fundamentalmente en la cera contenida en la cáscara. El contenido de azúcares totales es relativamente elevado con respecto a otros productos empleados como fuente de fibra, y esto es debido a que se parte de un material que presenta un alto valor de este componente (25.7 % y 39.6 % para bagazo de caña raspada y pelada sin tratar respectivamente), y que pudiera disminuir si mejora la eficiencia de extracción de los sólidos solubles, tal es el caso de los niveles que normalmente se obtienen en los residuos agotados de los centrales en Cuba que son de un 4.0 %. Los valores encontrados para el contenido de celulosa, que constituye la fracción mayoritaria de la fibra dietética de estos materiales, están dentro del rango informado que es de 40.8 a 49.4 % (15). El contenido de fibra dietética total fue superior en el producto elaborado con bagazo de caña raspada, 85.2 % comparado con 81.8 %, debido a que este material presenta en su composición las fibras largas de la corteza (3) eliminadas en el tratamiento que emplea el bagazo de caña pelada. Los valores obtenidos para ambos productos pueden considerarse elevados, siendo superiores a lo informado para productos comerciales de composición similar (16).

El aporte calórico de 0.54 cal/g (bagazo de caña raspada) y 0.70 cal/g (bagazo de caña pelada) es característico de este tipo de producto que contiene bajos contenidos en grasa, proteína e hidratos de carbono asimilables. Dichos valores son menores que el máximo informado (16), resultando de interés para la elaboración de productos dietéticos. Los resultados para la capacidad de absorción de agua pueden considerarse elevados, su diferencia esta relacionada con la naturaleza del material.

Los contenidos de minerales se presentan en la tabla 2, donde se aprecia que los elementos mayoritarios fueron Ca, K y Mg, lo que concuerda con lo informado en un trabajo realizado en Cuba empleando la misma variedad de caña (17).

CONCLUSIONES

Los productos obtenidos a partir de bagazo de caña raspada y pelada provenientes de la obtención de jugo de caña pueden considerarse una fuente valiosa de fibra dietética ya que los valores encontrados fueron elevados, 85.2% y 81.8% respectivamente.

BIBLIOGRAFIA

1. **Fernández, M. y Larrauri, J.A.** (1988). Obtención de polvos a partir de hollejos cítricos y cáscara de piña. I Conferencia Internacional sobre Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Memorias, 1.15 - 1.16.
2. **Larrauri, J.A., Borroto, B. y Fernández, M.** (1992). El empleo del lavado en la obtención de fibra dietética a partir de cascarilla de soya. III Conferencia Internacional sobre Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Memorias, Tomo 2, 10.39 - 10.41.
3. **ICIDCA - GEPLACEA - PNUD.** (1990). Bagazo. Manual de los derivados de la caña de azúcar. 2da. Edición, 32 - 38.
4. **Staub, H.N., Mordones, B., y Shah, N.** (1983). Modern Dietary Fibre Product Development and Nutrient Bioavailability. En: Birch, G.G. y Parker, K.J. Dietary Fibre, London y New York. Applied Science Publishers, 37 - 60.
5. **Norma Cubana 77-22-12** (1982). Conservación de frutas y vegetales. Métodos de ensayo. Determinación del contenido de humedad por estufa. C.E.N., Cuba.
6. **Norma Cubana 77-2-15** (1982). Conservación de frutas y vegetales. Métodos de ensayo. Determinación del contenido de proteínas. C.E.N., Cuba.
7. **Norma Cubana 77-22-16** (1982). Conservación de frutas y vegetales. Métodos de ensayo. Determinación del extracto etéreo fijo (% de grasa). C.E.N., Cuba.
8. **Norma Cubana 77-22-18** (1982). Conservación de frutas y Vegetales. Determinación del contenido de impurezas minerales. C.E.N., Cuba.
9. **Miller, B.L.** (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing. *Analyt Chem.* 59 (5), 413-417.
10. **Alvarez, E. y Cabello, S.S.** (1986). Determinación de componentes fibrosos en residuos de la cosecha cañera. Tesis de Diploma. ICIDCA.
11. **Asp, N.G., Johnson, C.G. Hallmer, H. y Sjostrons, M.** (1983). Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. *J. Agr. Food Chem.* 31 (3), 476-482.

12. Mongeau, R. y Brassard, M. (1982). Insoluble dietary fiber from breakfast cereals and brands, bile salt and water holding capacity in relation to particle size. *Cereal Chem.* 59 (5), 413-417.
13. Norma Cubana 76-01 (1981). Productos Alimenticios. Contaminantes metálicos. Análisis químico.
14. ISO 5515 (1979). Fruits, vegetables and derived products. Decomposition of organic matter prior to analysis. Wet method.
15. O'Reilly, B., Cepero, I. y Céspedes, M. (1989). Distribución de grados de polimerización de celulosa de bagazo con diferentes contenidos de fibras. *Revista ICIDCA, Sobre los derivados de la caña de azúcar*, XXIII (2), 61-64.
16. Anon. (1987). Dietary fiber guide. *Cereal Food World (Dietary Fiber Update)* 32 (8), 555-565.
17. Hernández, R., García, L., Gonzalez, J. y Rodríguez, E. (1984). Estudio de iones metálicos en caña de azúcar. Influencia del suelo. *Revista ICIDCA, Sobre los derivados de la caña de azúcar*, XVIII (2 y 3), 37-41.

Tabla 1. Principales características químicas y físicas

Fibra de bagazo de caña

	Raspada		Pelada	
	X	S	X	S
Proteínas (%)	1.9	0.05	2.0	0.01
Cenizas (%)	0.5	0.01	0.4	0.01
Lípidos (%)	0.11	0.011	0.04	0.07
Azúcares Totales (%)	9.5	0.17	12.5	0.79
Celulosa (%)	42.8	0.91	40.8	2.07
Fibra Dietética total (%)	85.2	0.33	81.8	0.37
Capacidad de absorción de agua (g agua/g base seca)	9.5	0.33	14.9	0.46
Valor calórico (Cal/g)	0.54	0.02	0.7	0.02

Tabla 2. Contenido de minerales

Minerales (mg/kg)¹

	Cu	Zn	Fe	K	Ca	Mg
Pelada	5.3	14.2	67.3	1379.2	2412.2	791.2
Raspada	5.5	14.6	67.8	317.5	1605.4	885.2

EN EL PROXIMO NUMERO

Extracción del Colorante de Curcuma (C. Longa) para la utilización en la Industria de los Alimentos.

Elaboración de Queso Mozzarella.

Utilización de Harina de Quinua en la elaboración de Fideos.

Proyecto de Factibilidad para la instalación de una planta productora de almidón.

Fortificación de la Harina de trigo con soja, para uso en panificación.

Obtención de goma de semilla de tamarindo para sustitución de pectina.

Determinación de parámetros reológicos en suspensiones de raíces y tubérculos.

Obtención de un alimento infantil para la amazonia ecuatoriana.

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos
Teléfono 849520 - Fax 849555
Casilla Postal 18-01-0334
E-mail UTA@ECUA.NET.EC
Ambato - Ecuador

Se acepta canje y donación de publicaciones