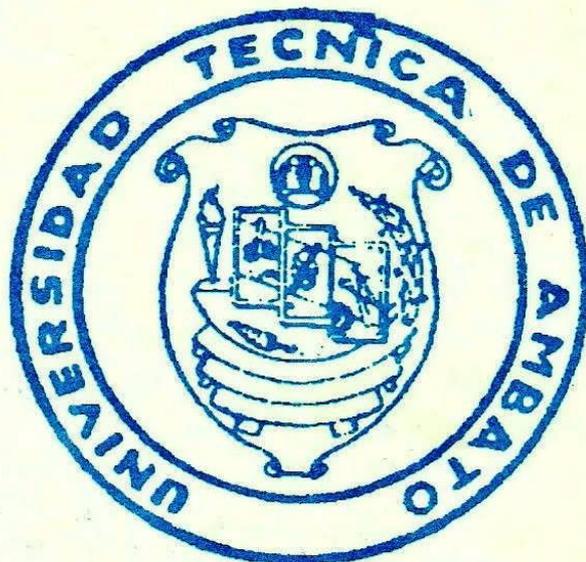


# ALIMENTOS

CIENCIA E INGENIERIA



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. Las contribuciones a la presente publicación son responsabilidad exclusiva de los autores.

#### AUTORIDADES

##### RECTOR

Julio Saltos Abril

##### VICERRECTOR

Victor Hugo Jaramillo

##### DECANO

César German

##### SUBDECANO

Guillermo Poveda

-----

#### COMISION DE PUBLICACIONES Y BIBLIOTECA

Guillermo Poveda  
PRESIDENTE

Marcelo Soria  
DIRECTOR DEL INSTITUTO DE IN-  
VESTIGACIONES TECNOLOGICAS  
E INDUSTRIALES

Clelio Herrera  
PRESIDENTE DE V AÑO

-----

#### DISEÑO Y DIAGRAMACION

Javier Salazar

#### REVISION

Milton Ramos

#### IMPRESION

Trajano Santana

#### ENCUADERNACION

Arturo Freire

#### PORTADA

Logotipos de la Universidad y sus seis  
funciones.

#### EDITORIAL

*Al publicar la revista Nº 3 de ALIMENTOS CIENCIA E INGENIERIA, estoy seguro que el esfuerzo de los graduandos, investigadores y profesores no se interrumpirá en el futuro, dado el beneficio para el sector alimentario del País.*

*Al dar los primeros pasos pienso que son los más difíciles pero el apoyo generoso desde la máxima autoridad de la Universidad hasta los integrantes del equipo de impresión ha permitido aliviar la tarea para cumplir un caro anhelo de la Institución, como es la divulgación del conocimiento generado.*

*La satisfacción de los graduandos al ver editado su primer artículo técnico es motivo de compromiso para redoblar la dedicación y tratar de mejorar la calidad estética y científica de los temas presentados.*

*Hasta la revista Nº 4.*

**César German**  
DECANO



## CONTENIDO

Obtención de concentrado proteico de chocho ( <i>L. mutabilis</i> ). P. Robalino, J. Salazar y J. Alvarado . . . . .	55
Elaboración de leche-quinua gelificada-saborizada. G. Bayas, M. Stacey y C. Vásconez . . . . .	67
Sustitución de calabaza ( <i>Curcubita maxima</i> ) en la elaboración de mermelada de guayaba ( <i>Psidium guajaba</i> ) y Mora ( <i>Rubus glaucus</i> ). M. Masaquiza y G. Poveda . . . . .	75
Cuantificación de las pérdidas de sólidos solubles en la leguminosa "sarandaja" ( <i>Lablab purpureus</i> ) durante el remojo a diferentes temperaturas y en el cocimiento. M. Silva, M. Moscoso y A. Jadán . . . . .	87
Nectar de guayaba ( <i>Psidium guajaba</i> ) dietético. G. López, P. Garcés y M. Manjarrez . . . . .	99

Patricia Robalino\*  
Javier Salazar\*\*  
Juan Alvarado\*\*

## RESUMEN

Partiendo de chocho (*L. mutabilis*) procedente de Salasaca, se realiza el descascarado y molido del grano hasta obtener una harina con tamaño de partícula según tamiz de 100 mesh, se extrae el aceite mediante soxhlet utilizando hexano como solvente.

Para la determinación de las mejores condiciones de coagulación de la proteína se analiza el tipo de solvente (agua y cloruro de sodio 1,0 M), la relación harina:solvente (1:10 y 1:20 peso/peso) y el pH de coagulación (3,5; 4,0; 4,5 y 5,0). El coágulo proteico obtenido se seca en túnel y se determina cantidad de materia extraída y porcentaje de proteína, con estos resultados se determinan los mejores tratamientos.

Para conocer las condiciones adecuadas de secado por aspersión, se analiza la concentración de sólidos en el líquido de alimentación (10, 15 y 20%), la temperatura del aire de secado (170, 190 y 210°C) y la velocidad del rotor (25000, 30000 y 35000 rpm). Como parámetros de control se analizan la humedad, densidad aparente, densidad verdadera, solubilidad y dispersabilidad; con los resultados obtenidos se determina el mejor tratamiento.

En el concentrado proteico en polvo obtenido se realiza análisis de composición proximal, contenido de alcaloides y una cuarentena como prueba de estabilidad.

## INTRODUCCION

El chocho es investigado en diversos países como una semilla potencialmente productora de proteína. Sus posibilidades tienen particular demanda en áreas del mundo donde no crece la soya, ya que es tolerante hacia una amplia variedad de suelos y condiciones climáticas.

El alto contenido de alcaloides quinolizidínicos (2,6-4,2%) en la planta del *Lupinus mutabilis* constituye el principal obstáculo para la expansión de su cultivo. Por eso es necesario reducir drásticamente el contenido de alcaloides de la semilla del lupino si se desea utilizarlo en la alimentación humana o animal. (TUESTA y GROSS, 1982)

En nuestro País el chocho se cultiva principalmente en la región centro y norte de la Sierra, en las provincias de Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar.

## MATERIAL Y METODOS

### Material

Se empleó chocho (*L. mutabilis*) procedente de la parroquia Salasaca, Cantón Pelileo; el mismo que fue sometido a un secado en túnel a 50°C hasta que alcance una humedad alrededor del 5%, que permitió su trituración en un

---

\* Egresada(o) de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

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

molino doméstico de disco y luego por soplado se eliminaron las cáscaras. La semilla triturada y descascarada se sometió a molienda, obteniéndose harina de la que se extrae el aceite utilizando un equipo soxhlet y como solvente hexano. Se determina el rendimiento de aceite.

## Métodos

### Determinación de las mejores condiciones para la obtención del coágulo proteico

A una parte de la harina de chocho amarga sin grasa obtenida se la somete a un proceso de coagulación de la proteína, denominado "Proceso A", tomando como referencias a CERLETTI y col. (1982) y ALVARADO y col. (1984).

Las relaciones harina:solvente empleadas en el proceso A fueron 1:10 y 1:20, como solventes se utilizó agua y cloruro de sodio 1.0 M; luego de mezclar la harina con el solvente se ajustó el pH a 8,5 con NaOH 3N y se agitó durante 40 minutos a temperatura ambiente en shaker a 350 rpm; se dejó en reposo durante 5 horas hasta que se separe el residuo acuoso y por decantación se tiene el extracto acuoso al mismo que se le ajusta el pH a: 3,5; 4,0; 4,5 y 5,0 utilizando ácido acético 3N; se agita y se deja en reposo por 3 horas para la decantación, el coágulo obtenido es sometido a un secado en túnel a 50°C.

Al resto de la harina de chocho amarga se la somete a un proceso de coagulación de proteína denominado "Proceso B", tomando como referencia a RODRIGUEZ y col. (1981) y AGUILERA (1982), con el fin de extraer alcaloides. El proceso consiste en realizar la extracción en medio débilmente alcalino (pH 8,5 con NaOH 3M), a 65°C durante 40 minutos de contacto (shaker a 350 rpm), con una relación harina:solvente de 1:10 y 1:20 (peso/peso), el extracto acuoso se separa del residuo insoluble en una centrífuga Cepa Schnell. Para la precipitación de la proteína el pH del extracto clarificado se lo baja a cuatro niveles distintos: 3,5; 4,0; 4,5 y 5,0 con ácido acético 3N. El coágulo proteico se lava con agua acidificada dos veces para eliminar residuos de alcaloides. De igual manera para esta harina se utilizaron dos tipos de solventes: agua y cloruro de sodio 1,0 M, y la precipitación de la proteína se realiza a temperatura ambiente durante 40 minutos. El coágulo obtenido se seca en túnel a 50°C.

Se plantea un arreglo factorial 2x2x4, siendo las variables: tipo de solvente, relación harina:solvente y pH de coagulación; los parámetros de control son: peso de proteína y porcentaje de proteína, con 3 replicaciones en cada caso, lo que da un total de 96 tratamientos; mediante análisis de varianza y pruebas de significación se determinan las mejores condiciones de obtención del coágulo proteico. Diagrama 1.

Adicionalmente se realizan análisis de alcaloides (CARRILLO, 1987) en la semilla seca, harina integral y en las muestras que presentan el mejor tratamiento en cada caso.

### Determinación de las condiciones adecuadas para el secado por aspersión

De los resultados obtenidos en las pruebas de coagulación se preparan las muestras para realizar el estudio de secado por aspersión, para lo cual primeramente se neutraliza el coágulo proteico a pH 6,8 con hidróxido de sodio 3N según lo reportado por AGUILERA, J. A. (1982).

Para el secado se consideran como variables: contenido de sólidos (10, 15 y 20%), temperatura del aire de secado (170, 190 y 210°C) y velocidad de pulverización (25000, 30000 y 35000 rpm) en un equipo spray drier Niro Atomizer; como parámetros de control se establecen: contenido de humedad, solubilidad, densidad aparente, y densidad verdadera.

En la determinación de la densidad aparente ( $\text{kg/m}^3$ ), se utilizó un matraz aforado de 10 ml, se pesó vacío en balanza analítica y llenó con harina hasta la marca, para volverlo a pesar. La densidad aparente es igual a la masa dividida para el volumen (ROSSI y ROA, 1980).

Para la determinación de la densidad verdadera ( $\text{kg/m}^3$ ), se utilizó un matraz de 10 ml, se pesó vacío en balanza analítica y llenó con harina hasta la marca, se utilizó un vibrador y añadió harina hasta conseguir un volumen

constante en la marca, para volverlo a pesar; se añadió lentamente tolueno de densidad conocida hasta la marca y se volvió a pesar. La densidad real es igual a la masa dividida para la diferencia de volúmenes (COUTO y col., 1985).

La capacidad del polvo para disolverse en agua (Índice de Solubilidad), se determinó mediante el método A 3a descrito en el Manual de Métodos de Análisis para Productos Lácteos en Polvo de la NIRO ATOMIZER (1978).

Se plantea un arreglo factorial 3x3x3 con 3 replicaciones, mediante análisis de varianza y pruebas de significación se establecen las condiciones de secado por aspersión adecuadas. Diagrama 2.

En el concentrado proteico en polvo obtenido se realizan análisis de composición proximal y alcaloides. Además se realiza una cuarentena como prueba de estabilidad, para determinar cambios visuales en el producto.

### Análisis de composición proximal

Humedad, en el determinador de humedad Brabender.

Cenizas, por el método de incineración en mufla (A.O.A.C.15.016)

Extracto etéreo, según el método de la A.O.C.S.-Ac 3-44 modificado para usar aparato Goldfish.

Fibra, de acuerdo al método reportado por Vandekamer y Van Juikel, Cereal Chemistry. 29,239 (1952).

Nitrógeno-proteína, según el método A.O.C.S.-Ac 4.41 modificado para Microkjeldahl.

Proteína verdadera, por el método reportado en Métodos de Análisis Químicos, INCAP, Guatemala, 1981.

Carbohidratos, por diferencia.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Materia prima

En la Tabla 1 se presenta la composición proximal y análisis de alcaloides de la semilla seca de chocho, de la harina de chocho antes y después de la extracción del aceite. La cantidad de proteína en la semilla seca de chocho (43,40%) es el factor más importante de este estudio, la grasa tiene un contenido promedio de 15,60%, fibra 7,30%, cenizas 3,09%, los carbohidratos se determinaron por diferencia 37,91% y el contenido de alcaloides 2,85%. Todos estos valores son similares a los reportados en literatura. Mediante análisis se determinó que el 100% del concentrado de proteína de chocho corresponde a proteína verdadera.

En el Anexo 1, se presenta un balance de material considerando los resultados y rendimientos obtenidos en el laboratorio, desde que el grano fue sometido a una clasificación, limpieza, secado en túnel, triturado, venteado y molido para la obtención de harina.

### Obtención del coágulo proteico

En el Proceso A; respecto a la cantidad de materia extraída y coagulada con agua, los valores más altos se dan a pH 5,0, mientras que con cloruro de sodio el valor más alto se tiene a pH 3,5. La cantidad de proteína precipitada (g/g proteína), por este proceso, con agua es más eficiente que con cloruro de sodio, valores más altos se tiene a pH 5,0 en las relaciones harina:solvente 1:10 y 1:20. En la extracción con cloruro de sodio mejores resultados se tiene a pH 3,5 para una relación harina solvente 1:10 en tanto que para una relación harina:solvente 1:20 el valor más alto se encuentra a pH 4,5.

En el Proceso B de coagulación; en relación a la cantidad de materia extraída y coagulada, valores más altos se tienen con cloruro de sodio 1 M a pH 3,5 con una relación harina:solvente 1:10. Con agua como solvente los valores más altos se tienen a pH 5,0 con poca diferencia entre la relación harina:solvente 1:10 y 1:20. En cantidad de proteína precipitada (g/g proteína), valores más altos se tienen con agua como solvente y pH 5,0 notándose que no hay mayor variación en cuanto a la relación harina:solvente 1:10 y 1:20. Mientras que trabajando con cloruro de sodio valores más altos se tienen a pH 3,5 y relación harina:solvente 1:10.

Tomando en consideración los resultados obtenidos y que de mayor importancia para el presente estudio es la cantidad de proteína precipitada, se seleccionaron dos muestras, una del Proceso A y otra del Proceso B; teniendo como variables de trabajo, en los dos casos, agua como solvente, relación harina:solvente 1:10 y pH 5,0.

En la Tabla 2 se presenta el análisis de composición proximal y alcaloides de las muestras que presentan las mejores condiciones para coagulación de proteína, se observa que la obtención de coágulo proteico siguiendo el Proceso B es más eficiente porque se obtiene mayor cantidad de proteína y la eliminación de alcaloides es mejor, llegando a niveles adecuados para consumo humano.

#### Secado por aspersión

Los coágulos proteicos tanto del Proceso A como del Proceso B, antes de iniciar el estudio de secado por aspersión, se neutralizan a pH 6,8 para mejorar la solubilidad de la proteína, según lo reportado por AGUILERA y TRIER (1978).

Los valores de humedad correspondientes a las muestras de concentrados proteicos extraídos mediante el Proceso A y B, secados por aspersión, en ningún caso son superiores al 5% lo que garantiza la estabilidad del producto en condiciones de almacenamiento adecuadas.

En las pruebas de densidad aparente con las muestras de concentrados proteicos extraídos por el Proceso A y secados por aspersión, trabajando a velocidades del rotor bajas se tiene que a mayor concentración del líquido de alimentación, mayor densidad aparente. En muestras coaguladas mediante el Proceso B y secadas por aspersión se muestra que a mayor temperatura de la cámara el valor de la densidad aparente es menor. Según PARAREDA, N. (1980) existe algunas dudas sobre la influencia de las temperaturas del aire de secado en la densidad aparente del producto final, pero existen pruebas de que altas temperaturas de entrada del aire tienden a producir bajas densidades. Según la explicación más favorable para este fenómeno, las temperaturas elevadas causan un secado violento y un efecto de endurecimiento superficial de la partícula. Por este motivo parte de la humedad queda atrapada bajo esta cáscara y al calentarse se convierte en vapor, expandiéndose y rompiendo la partícula. En estas condiciones y por causa de la expansión brusca o explosiva del vapor encerrado la partícula se convierte en esfera hueca, ocupando entonces, más volumen para un peso dado.

Respecto a la densidad verdadera, para ambos procesos, se nota que los efectos son altamente significativos, pudiendo observarse que la concentración de sólidos es mayor que la velocidad del rotor y la temperatura de la cámara, obteniéndose mejores resultados con 20% de sólidos, temperatura de la cámara 170°C y velocidad del rotor 35000 rpm.

De acuerdo a los datos analizados, del índice de solubilidad en ml de sedimento en el tubo de la centrífuga proveniente de 10 ml de concentrado reconstituido, para las muestras obtenidas mediante tanto para el Proceso A como para el Proceso B y secadas por aspersión; se determina alta significancia por los tres efectos es decir concentración de sólidos, temperatura de la cámara y velocidad del rotor.

La proteína del chocho es poco soluble razón por la que este parámetro de control no permite tener una idea clara de cuales son las condiciones más favorables para el secado por aspersión, por este motivo se procedió a realizar pruebas de dispersabilidad, según el método descrito en el Manual de Análisis para Productos Lácteos de la Niro Atomizer. Se puede apreciar que a menor concentración del líquido de alimentación (10%), temperatura de la cámara baja (170 o 190°C) y velocidades del rotor bajas (25000 rpm) se obtiene un producto con mejores condiciones para la dispersabilidad. Debiendo anotarse que la incidencia de la temperatura de la cámara es mayor que la velocidad del rotor y la concentración de sólidos.

En base a todos los análisis realizados se concluye que las condiciones más adecuadas para obtener concentrado proteico de chocho secado por aspersión son: Coagulación de la proteína mediante el Proceso B a pH 5,0, relación harina:solvente 1:10 y agua como solvente; 10% de contenido de sólidos, 170°C de temperatura de la cámara y 25000 rpm de velocidad del rotor.

## Producto Final

En la Tabla 3 se presenta el análisis de composición proximal y de alcaloides realizado en el concentrado proteico de chocho que presenta las condiciones adecuadas de secado por aspersión. El 86% de proteína (Nx5,7) y la ausencia de alcaloides garantizan la utilización del concentrado en el enriquecimiento de productos alimenticios.

Valores de aminoácidos del concentrado proteico obtenido con las mejores condiciones se presentan en la Tabla 4. El valor menor se establece en los aminoácidos azufrados (metionina y cistina).

El contenido de humedad, inferior a 5% en todos los casos, es considerado lo suficientemente bajo para garantizar la estabilidad del producto en condiciones de almacenamiento adecuadas. El concentrado proteico no presentó cambios visuales (presencia de mohos) ni de sabor luego de dos meses de almacenamiento.

## CONCLUSIONES

Las tecnologías del chocho podrían abrir un interesante panorama para el desarrollo agroalimentario, siempre y cuando el agricultor logre buenos rendimientos y precios atractivos para el chocho producido. Muchas de estas posibilidades podrían materializarse en la medida que la tecnología y la comercialización permitan que las agroindustrias del chocho dispongan de buenos mercados para el chocho procesado ya sea como alimento (chocho desamargado, tempeh, etc.) o ingredientes alimenticios (aceite, harinas proteicas) o materia prima para el desarrollo de la industria química como insecticida o en medicina como agente dilatador de las coronarias y analgésico (alcaloides).

En la obtención del coágulo proteico mediante el Proceso B, al solubilizar la proteína, la centrifugación aumenta el rendimiento del extracto acuoso; en la precipitación de la proteína y en los lavados con agua acidificada la centrifugación es necesaria para eliminar residuos de alcaloides lo cual se evidencia al comparar los resultados obtenidos con las muestras del Proceso A en el que se utiliza decantación en lugar de centrifugación.

El tiempo de residencia del producto en la cámara de secado tiene también influencia sobre la densidad del polvo, pues un corto tiempo de residencia obliga a trabajar con más altas temperaturas en el aire de salida y consecuentemente el producto final tiende a tener más baja densidad.

Para disminuir los gastos operativos es común que se trate de trabajar a la máxima concentración que permita la evaporación y el subsiguiente equipo de bombeo. Por otra parte debemos tener presente, que mientras el grado de concentración de alimentación afecta a la densidad final del producto, la correspondiente variación de la viscosidad del líquido, puede llegar a afectar también el buen funcionamiento del equipo.

El concentrado proteico de lupino obtenido tiene características físicas muy buenas, es inodoro, insaboro y de color crema agradable, lo que favorece su incorporación en la elaboración de productos alimenticios.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aguilera, J. M. Processing North American varieties of lupine. Proceedings of the First International Lupine Workshop. Eschborn, GTZ. p: 401-414. 1982.

Alvarado, J.; León, C.; Philco, W. y Navas Gladys. Obtención de concentrado proteínico a partir de suero dulce de queso y enriquecimiento de fideos. Primer Encuentro de Investigadores del Programa de Tecnología de Alimentos de la OEA. Campinas, Brasil. 20 p. 1984.

Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analyses of the Association of Official Analytical

Chemists. 30th. ed. Washington, D. C. 1018 p. 1980.

A/S NIRO ATOMIZER. Métodos de Análisis para Productos Lácteos en Polvo. Cuarta Edición. Copenhague, Dinamarca. 109 p. 1978.

Campos, J. E. & El-Dash, A. A. Effect of addition of full fat sweet lupine flour on rheological properties of dough and baking quality of bread. Cereal Chem., St. Paul, 55(5): 619-627. 1978.

Carrillo, Cecilia. Dosificación del contenido de alcaloides en *Lupinus mutabilis*. Presentado en: Evento de información y difusión de resultados de investigación sobre chocho y capacitación en nuevas técnicas de laboratorio. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. FCIAL-IITI. 1987. 3 p.

Cerletti, P.; Duranti, M. & Restani, P. Chemical nutritional and functional properties of lupine seed proteins. Proceedings of the First International Lupine Workshop. Eschborn. p: 471-483. 1982.

Cerning-Beroard, J. & Filiatre, A. A comparison of the carbohydrate composition of legume seeds: horse beans, peas and lupines. Cereal Chem., St. Paul, 53(6): 968-978. 1976.

Couto Moreira, Sandra; Chaves, M. A. y de Oliveira, L. M. Comparação da eficiência de líquidos na determinação da massa específica aparente de grãos agrícolas. Rev. Bra. de Armaz., 9 y 10:22-24. 1985.

Parareda, N. Elaboración de Leche en Polvo y Productos Dietéticos. FAO. Argentina. 1980.

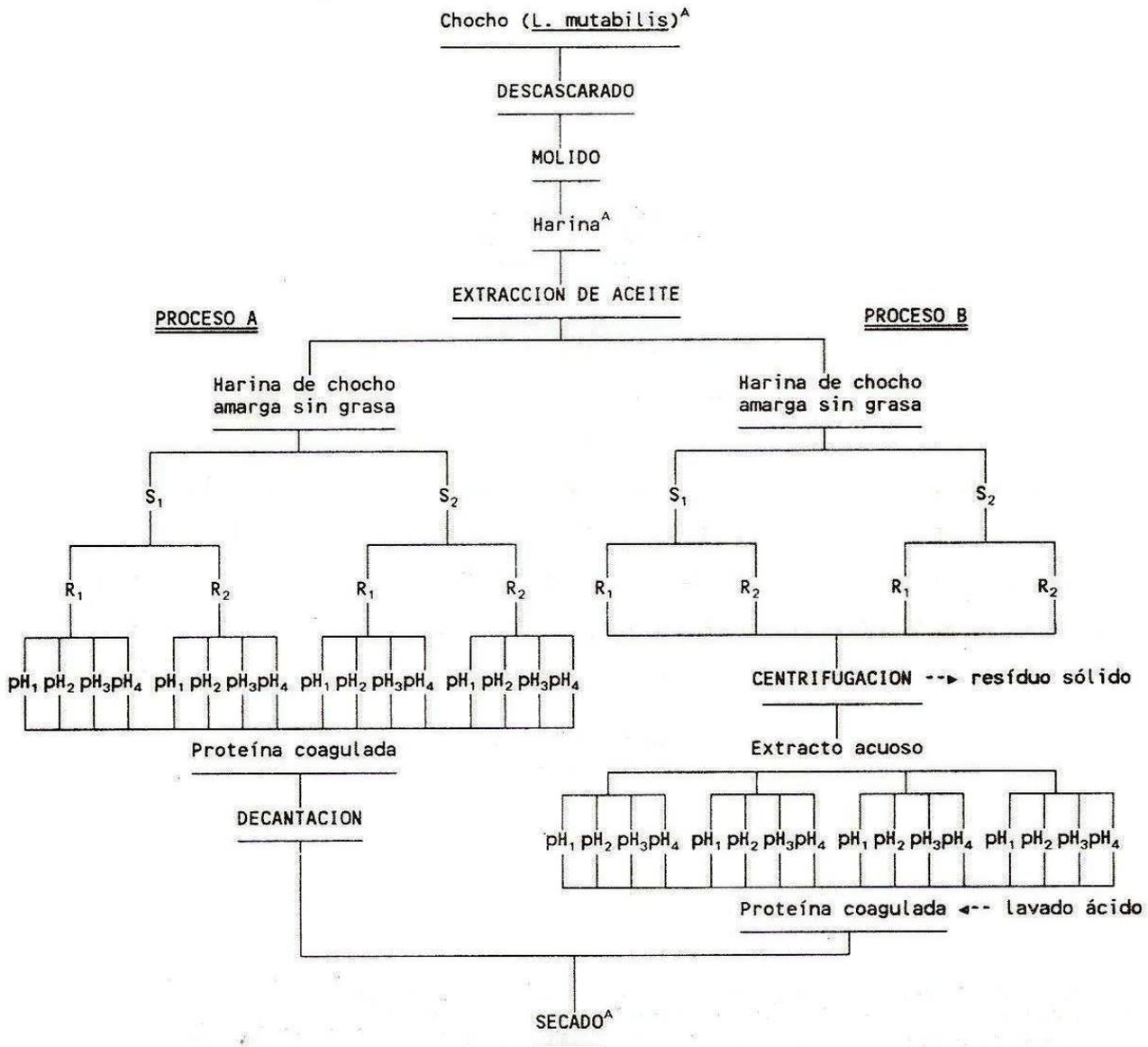
Rodriguez, Teresa; Aleaga, T.; Schoeneberger, H. y Gross, R. Establecimiento de las condiciones óptimas a nivel de laboratorio y planta piloto para la preparación de un aislado proteínico. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 31(4): 782-795. 1981.

Rossi, S. J. y Roa, G. Secagem e Armazenamento de Produtos Agropecuários con uso de Energía Solar e Ar Natural. São Paulo, Brasil. Academia de Ciencias do Estado de São Paulo. p: 121-124. 1980.

Tuesta, L. y Gross, R. El desamargamiento del lupino. Proceedings II International Lupin Conference. 1982. p: 73-75.

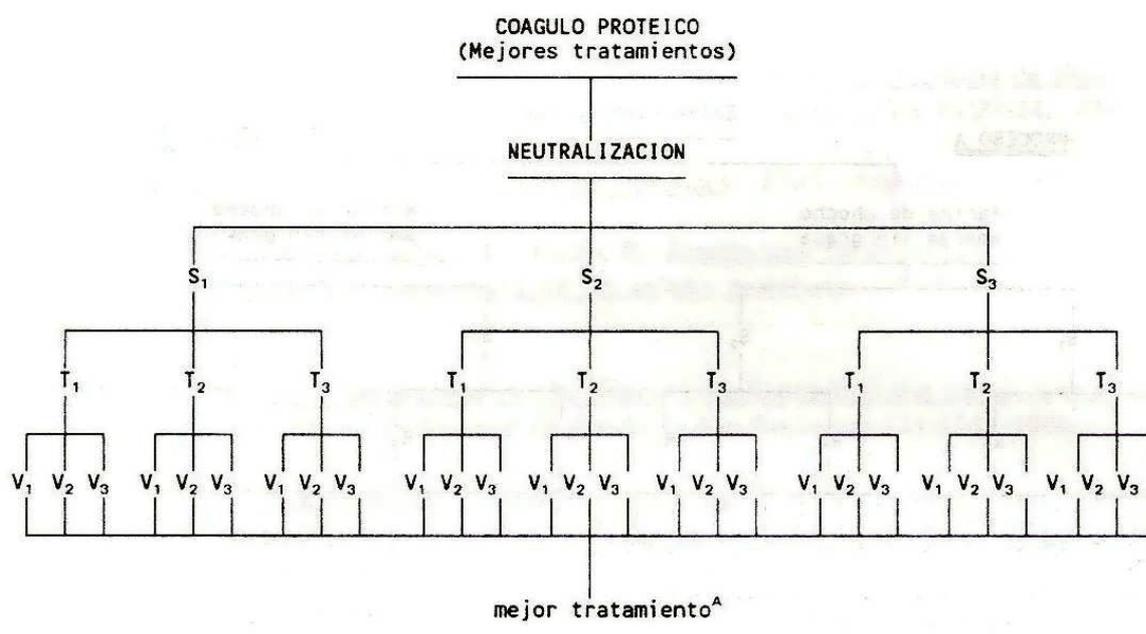
Yáñez, E.; Gattás, V.; Ballester, D. Valor nutritivo del lupino y su potencial como alimento humano. Arch. Latinoam. Nutr. 29(4): 510-515. 1979.

DIAGRAMA 1. OBTENCIÓN DE CONCENTRADO PROTEICO DE CHOCHO (*L. mutabilis*). Determinación de las mejores condiciones para la obtención del coágulo proteico.



<sup>A</sup> = Análisis de composición proximal y alcaloides, S<sub>1</sub> = Agua, S<sub>2</sub> = Cloruro de sodio 1.0 M, R<sub>1</sub> = relación harina-solvente 1:10 (peso/peso), R<sub>2</sub> = Relación harina-solvente 1:20 (peso/peso), pH<sub>1</sub> = 3,5, pH<sub>2</sub> = 4,0, pH<sub>3</sub> = 4,5, pH<sub>4</sub> = 5,0.

DIAGRAMA 2. OBTENCION DE CONCENTRADO PROTEICO DE CHOCHO (*L. mutabilis*).  
Determinación de condiciones adecuadas para secado por aspersion.



<sup>A</sup> = Análisis de composición proximal y alcaloides, S<sub>1</sub> = Concentración de sólidos 10%,  
S<sub>2</sub> = Concentración de sólidos 15%, S<sub>3</sub> = Concentración de sólidos 20%,  
T<sub>1</sub> = Temperatura del aire de secado 170°C, T<sub>2</sub> = Temperatura del aire de secado 190°C,  
T<sub>3</sub> = Temperatura del aire de secado 210°C, V<sub>1</sub> = Velocidad del rotor 25000 rpm,  
V<sub>2</sub> = Velocidad del rotor 30000 rpm, V<sub>3</sub> = Velocidad del rotor 35000 rpm.

TABLA 1.

## COMPOSICION PROXIMAL Y ANALISIS DE ALCALOIDES DE CHOCHO ENTERO, HARINA DE CHOCHO Y HARINA DE CHOCHO DESENGRASADA\*\*

ANALISIS	Chocho entero	Harina de chocho	H. de chocho desengrasada
Humedad	8,22	8,70	11,33
Proteína* (Nx5,7)	43,40	45,40	54,20
Grasa*	15,60	17,50	1,40
Fibra*	7,30	2,20	1,00
Cenizas*	3,09	3,85	3,94
Carbohidratos totales (por diferencia)	37,91	33,25	40,46
Alcaloides	2,85	2,85	2,96

\* Base seca.

\*\* Valores promedios de dos determinaciones por duplicado.

TABLA 2.

## COMPOSICION PROXIMAL Y ANALISIS DE ALCALOIDES DE LOS CONCENTRADOS PROTEICOS QUE PRESENTAN LAS MEJORES CONDICIONES\*\*

ANALISIS	MUESTRAS	
	Proceso A	Proceso B
Humedad	6,93	6,20
Proteína* (Nx5,7)	65,92	82,24
Grasa*	1,30	1,20
Fibra*	1,27	1,19
Cenizas*	4,60	2,90
Carbohidratos totales (por diferencia)	28,18	13,66
Alcaloides	0,85	n.d.

\* Base seca.

\*\* Valores promedios de tres determinaciones por duplicado.  
n.d. No determinado.

TABLA 3.

ANALISIS PROXIMAL Y CONTENIDO DE ALCALOIDES DE CONCENTRADO PROTEICO DE CHOCHO OBTENIDO CON LAS MEJORES CONDICIONES DE SECADO POR ASPERSION\*

Análisis	Porcentaje
Humedad	2.3
+ Proteína	86.0
+ Grasa	0.9
+ Fibra	1.1
+ Cenizas	2.1
Carbohidratos totales (por diferencia)	9.9
Alcaloides	n.d.

\* Velocidad del rotor = 25000 rpm; temperatura de la cámara = 170°C; contenido de sólidos = 10%; pH = 5.0; relación harina:solvente 1:10; solvente = agua.

+ Análisis en base seca

n.d. No determinado

TABLA 4.

AMINOACIDOS\* (g/100 g de proteína) DETERMINADOS EN CONCENTRADO PROTEICO DE CHOCHO

AMINOACIDOS	MUESTRA
<b>ESENCIALES</b>	
Arginina	9.64
Fenilalanina	3.21
Histidina	2.73
Isoleucina	4.45
Leucina	6.33
Lisina	5.25
Metionina	0.35
Treonina	2.86
Valina	3.38
<b>NO ESENCIALES</b>	
Alanina	2.68
Acido Aspártico	9.04
Acido Glutámico	22.93
Cisteína	0.63
Glicina	3.31
Prolina	3.74
Serina	4.73
Tirosina	3.74

\* Análisis realizado en un equipo "AUTOANALIZADOR BIOTRONIC 5000" de LATINRECO.

## ANEXO 1. BALANCE DE MATERIALES EN LA OBTENCION DE CONCENTRADO PROTEICO DE CHOCHO.

### LIMPIEZA

Materia prima:	610 g
Rendimiento:	100%
Humedad:	10,5 %
Grano seleccionado:	597,93 g

### SECADO DEL GRANO

Deshidratación:	Humedad 10,5 % a 5 %
Grano seco (humedad 5 %):	545,59 g
Rendimiento:	89.44 %

### TRITURACION Y VENTEO

Separación de cáscaras.

Grano descascarado y triturado:	464,79 g
Rendimiento:	76,20 %

### MOLIENDA DEL GRANO DESCASCARADO

Obtención de harina con tamaño de partícula según tamiz 100 mesh.

Harina:	418,31 g
Rendimiento:	68,58 %

### EXTRACCION DE ACEITE

Separación del aceite con hexano.

Harina amarga desengrasada:	350 g
Rendimiento:	57,38 %
Aceite:	68,31 g

Requerimiento de hexano: 450 ml

### DISOLUCION DE LA PROTEINA

Suspensión de harina-agua 1:10

Harina:	350 g
Agua:	3500 ml
NaOH 1M:	175 ml
Suspensión alcalina:	3995 ml

### SEPARACION DE LA SOLUCION PROTEICA

Sedimentación para separar del líquido sobrenadante mediante sifón (30%).

Fase líquida: 1199 ml  
 Precipitado: 2796 ml para centrifugar.

#### Centrifugación

Solución proteica: 2236 ml  
 Residuo precipitado: 560 ml

#### COAGULACION DE LA PROTEINA

Solución proteica: 3435 ml  
 Acido acético 3 M: 35 ml  
 Suspensión ácida: 3440 ml

#### SEPARACION DE LA PROTEINA COAGULADA

Sedimentación para separar el líquido sobrenadante mediante sifón (30%).

Resíduo líquido: 1204 ml  
 Precipitado proteico: 2236 ml

#### Primer lavado

Adición de 600 ml de agua pH 5,0 al precipitado. Centrifugación de 2836 ml de suspensión.

Resíduo líquido: 2141 ml  
 Precipitado proteico: 695 ml

#### Segundo lavado

Adición de 600 ml de agua pH 5,0 al precipitado del primer lavado. Centrifugación de 1295 ml de suspensión.

Resíduo líquido: 625 ml  
 Precipitado proteico: 670 ml

#### Tercer lavado

Adición de 600 ml de agua pH 5,0 al precipitado del segundo lavado. Centrifugación de 1270 ml de suspensión.

Resíduo líquido: 680 ml  
 Precipitado proteico: 590 ml

#### SECADO

Adición de hidróxido de sodio 0,1 M hasta pH 6,8, ajuste de sólidos a 10% y deshidratación del precipitado proteico por aspersion.

Líquido de alimentación: 1150 ml  
 Producto: 108,8 g de concentrado proteico con 2,4% de humedad en base seca.  
 Rendimiento: 17,84%

# ELABORACION DE LECHE-QUINUA GELIFICADA-SABORIZADA



Gladys Susana Bayas\*  
María Elena Stacey\*  
César Vásconez S.\*\*

## RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló como parte del Proyecto de Investigación "Procesamiento de la Quínoa en el Ecuador" con el auspicio del CIID del Canadá. Se pretende aprovechar la capacidad productiva nacional de granos y cereales en pos de obtener un producto de mejor calidad, de alto valor biológico y menor costo.

Con la finalidad de incentivar a los niños a consumir los productos necesarios para su buen crecimiento se buscó una fórmula para enmascarar el consumo de leche gelificándole y saborizándole con cocoa, además utilizó harina precocida de quínoa para elevar el contenido de proteína y mejorar su calidad nutricional.

Se realizó un análisis proximal (humedad, grasa, proteína, cenizas, fibra y carbohidratos) de las materias primas (leche, harina precocida de quínoa, gelatina pura, azúcar y cocoa); ya que, de la calidad y correcta utilización de las materias primas dependen la calidad del producto final.

Se estudió como variable los ingredientes: gelatina, harina y leche, utilizando un diseño factorial  $3^3$  con dos replicaciones dando un total de 54 tratamientos.

Se realizó un balance de masa de componentes para calcular las cantidades adecuadas de los ingredientes a fin de definir los valores de proteína, grasa y sólidos totales finales.

Se estudió aún cuando sea teóricamente el PER (Relación de proteína total del producto), se determinó además la temperatura de gelación ya que está relacionada con la concentración, de igual manera se controló el tiempo de gelación.

Se hizo un estudio de suspensibilidad de los polvos en las fases dispersantes con el objeto de establecer su comportamiento para tomarlo en cuenta frente a la formulación.

## INTRODUCCION

Dado que la suplementación alimentaria es un medio utilizado actualmente para la lucha contra la desnutrición en muchos países en desarrollo, es importante disponer de suplementos alimenticios con buenas características nutricionales y funcionales, elaborados con materiales locales de acuerdo con los hábitos de consumo de la población.

En Latinoamérica la mayoría de los suplementos alimenticios a base de cereales, comunmente llamados alimentos infantiles son fabricados bajo licencia y patentes comerciales de algunas empresas transnacionales. Estos alimentos se caracterizan por sus elevados precios de venta y su alta calidad comercial que no siempre va acompañada de una calidad nutricional acorde a las necesidades locales y hábitos dietéticos. Por otro lado es importante señalar que la demanda potencial de estos alimentos infantiles crece rápidamente en América Latina al avanzar los procesos de

\* Egresada de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

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

"urbanización" de la población. Las madres requieren alimentos que se puedan preparar de una manera rápida y sencilla y justamente estas son las características del alimento a desarrollarse.

Los alimentos suplementarios representan una alternativa para ofrecer a los infantes las proteínas y energía que requieren para una buena salud y crecimiento.

## JUSTIFICACION

En la actualidad la desnutrición calórico-proteica de la población infantil es uno de los más serios problemas de salud pública en la mayoría de los países latinoamericanos. Especialmente en el Ecuador se encuentra un alto índice de desnutrición infantil, dado la baja provisión de alimentos ricos en vitaminas, proteínas y calorías, lo que influye en el aspecto físico mental de la niñez. Numerosos factores determinan tal situación, pero el más importante es el consumo de dietas inadecuadas en calidad y cantidad. El resultado es una elevada mortalidad y morbilidad así como también un crecimiento retardado de los niños.

Frente a esta situación las acciones complementarias hasta ahora se han reducido a tratar de restaurar los aspectos más susceptibles del deterioro general y con acciones paliativas sin influir directamente en ninguno de los problemas vinculados a la existencia y persistencia del nivel nutricional.

Dado que la suplementación alimentaria es un medio utilizado actualmente para luchar contra la desnutrición en muchos países en desarrollo es importante disponer de suplementos alimenticios como la leche-quinúa gelificada-saborizada elaborada con materias primas locales y de acuerdo a los hábitos de la población.

## OBJETIVOS

### Objetivo General

Obtención de leche-quinúa gelificada-saborizada con elevado contenido protéico y calórico para ser utilizada en alimentación infantil.

### Objetivos Específicos

Estudiar la influencia del gelificante en el producto terminado así como el de otros ingredientes.

Conocer las propiedades organolépticas, físicas y químicas del producto terminado.

Determinar su valor nutritivo y calórico.

## METODOLOGIA

### Elaboración de Leche-Quinúa Gelificada-Saborizada

Se aplicó el diagrama de flujo de la Figura 1.

A continuación se describen de manera muy resumida las distintas operaciones y etapas de proceso.

Una vez realizados los análisis físicos, químicos y microbiológicos de la leche (descremada fluída, en polvo re-generada y entera fluída), se procede a una mezcla de ingredientes y otras materias primas.

A la leche fluida se le añade el azúcar mediante agitación, a esta mezcla se la lleva a calentamiento en vasos de precipitación de 3000 cc hasta la temperatura de 50°C adicionando a la harina vegetal en partes pequeñas hasta obtener papilla para luego incorporarla en su totalidad. La mezcla es agitada con un agitador-regulador marca TALBOYS, EMERSON N.J., durante 20 minutos para conseguir su homogenización completa.

Luego se añade el gelificante y el saborizante y se lo lleva a cocción a la temperatura de 90°C por tres minutos asegurando de esta manera que la acción del gelificante en lo posterior sea efectiva.

Una vez concluida la cocción se mantiene la mezcla en agitación hasta lograr llegar a la temperatura de 50°C en un tiempo de 10 minutos temperatura sobre la cual no hay gelación posible cualquiera que fuere la concentración de gelatina.

Cuando la mezcla llega a la temperatura de 50°C es colocada en envases de vidrio de 250 gramos de capacidad dejando un espacio de cabeza de 2 cm.

Una vez envasado el producto, se lo lleva a pasteurización abierta a la temperatura de 95°C durante 20 minutos en un autoclave vertical 23x26 GCA 2AN marca NESCO.

El producto terminado se almacenó en cámaras de refrigeración a 5°C.

En todas las formulaciones se mantendrá constante el azúcar y cocoa y se estudiará como variable los ingredientes gelatina, harina y leche.

Se realizó un balance de masa de componentes para calcular las cantidades adecuadas de los ingredientes a fin de definir los valores de proteína, grasa y sólidos totales finales que se compararán con productos de expendio en el mercado (productos para niños GERBER).

Se estudiará aún cuando sea teóricamente el PER (Relación de Proteína Total del Producto) comparándole con el valor asignado para la caseína que es de 2.5 según el método de la FAO.

La temperatura de gelación es importante determinar porque está relacionada con la concentración, de igual manera se controlará el tiempo de gelación.

Se hizo un estudio de la suspensibilidad de los polvos en las fases dispersantes con el objeto de estudiar su comportamiento para tomarlo en cuenta frente a la preformulación.

### Métodos de análisis

#### Métodos Físicos.

- HUMEDAD: utilizando la balanza Brabender método AOAC 10102(b)
- TEXTURA: método del gelómetro Rd. London EC1V TLD
- SÓLIDOS TOTALES: según Norma INEN 014
- SUSPENSIBILIDAD: según el método de la OMS y FAO
- DENSIDAD: utilizando el picnómetro
- VISCOSIDAD: utilizando el viscosímetro de Oswald

#### Métodos Químicos.

- GRASA: método Goldfish 14.067(7.056) AOAC
- FIBRA: método 14.065(7.065) AOAC
- PROTEÍNA: método del microkjeldal 14.068 AOAC
- CENIZAS: según método de R. LEES, incineración en mufla

Métodos Microbiológicos.

- RECUESTO TOTAL: Agar PCA (Plate Count Agar)
- RECUESTO DE ESPORULADOS: Agar-Glucosa-Triptona
- HONGOS Y LEVADURAS: Agar PDA (Potato Dextrose Agar)
- COLIFORMES TOTALES: Agar (Desoxycholate)

**DISCUSION Y CONCLUSIONES**

La leche-quinua gelificada obtenida con el 3% de harina precocida de quinua, 0,8% de gelatina y leche en polvo presentó la siguiente composición química: humedad 76,77%, grasa 2,68%, proteínas 3,10%, cenizas 0,80%, fibra 0,30% y carbohidratos 16,35% en base húmeda.

Para el balance de masa de componentes de leche-quinua-gelificada obtenida con el 3% de harina precocida de quinua, 0,8% de gelatina y leche en polvo no se consideró el aporte de proteína de la gelatina por ser una proteína totalmente incompleta ya que carece del aminoácido esencial triptófano, que según Robinson (1983) no es capaz de reemplazar o construir nuevos tejidos y por tanto no puede conservar la vida ni remover el crecimiento.

En la Tabla 1 se reportan los resultados obtenidos del balance de masa de componentes de leche-quinua-gelificada en base al mejor tratamiento (3% de harina de quinua, 0,8% de gelatina y leche en polvo), siendo: humedad 75,89%, grasa 2,88%, proteínas 2,97%, cenizas 0,69%, fibra 0,22% y carbohidratos 17,35% en base húmeda. Estos valores son semejantes a los obtenidos experimentalmente y serán utilizados para determinar teóricamente el valor biológico y energético de este producto.

Se encontró que el total de nutrientes digeribles (T.N.D.) de la leche-quinua-gelificada es del 85,10% (Tabla 4), determinado mediante procedimiento A. SHIMADA.

La leche-quinua-gelificada proporcionará 1449,37 cal/día; niños de 2 a 3 años necesitan 1310,86 cal/día y niños de 4 a 6 años necesitan 1700 cal/día, según Corihne Robinson (1976). Si estos niños se alimentaran con el producto elaborado cubrirían en gran parte los requerimientos diarios de energía.

La leche-quinua gelificada obtenida con el tratamiento A3B2C3 presentó la siguiente composición química: humedad 76,77%, grasa 2,68%, proteína 3,10%, cenizas 0,80%, fibra 0,30% y carbohidratos 16,35% en base húmeda (Tabla 3).

Teóricamente se determinó que la leche-quinua gelificada tiene un PER de 2,1 que es un poco inferior a la caseína que es de 2,5. Además proporcionará 1449,37 cal/día. Mediante el procedimiento de A. SHIMADA se determinó un contenido total de nutrientes digeribles del 85.10% (Tabla 2).

**RECOMENDACIONES**

Para elaborar leche-quinua gelificada se recomienda utilizar 3% de harina de quinua, 0,8% de gelatina pura y leche en polvo; al final el producto elaborado se almacenará en un ambiente refrigerado a 5°C.

Es necesario que el grano de quinua que va a servir para la producción de alimentos humanos tenga un contenido muy bajo de saponinas, ya que el sabor amargo ha sido quizá el factor más importante que ha frenado el desarrollo agroindustrial y consumo de la quinua.

López de Romaña (1980), al realizar estudios de digestibilidad de la quinua con infantes recomienda que la quinua que se usa en la preparación de alimentos infantiles debe tener bajo contenido de saponinas, debe ser molida y

que se usa en la preparación de alimentos infantiles debe tener bajo contenido de saponinas, debe ser molida y precocida con el fin de mejorar los índices de digestibilidad de sus proteínas, grasas y carbohidratos. En base a este criterio se utilizó harina de quinua precocida para la elaboración de leche-quinua gelificada.

Se recomienda desarrollar nuevas tecnologías para la producción de alimentos infantiles utilizando quinua procesada que permita un alto porcentaje de absorción de los nutrientes de alta calidad que contiene dicho grano.

E. Forsun y L. Nambreaus (1972), señalan que la proteína con bajos niveles de fenilalanina + tirosina (aminoácidos aromáticos) es una fuente conveniente para los niños que carecen de fenilcetonuria. Por lo cual nuestro producto es recomendable en estos casos.

## REFERENCIAS

- CORINE, H. Fundamentos de Nutrición Normal. Editorial Continental, México. 1976. pp 96-98.
- GLICKSMAN, M. Technology in Food Industry. Edited Academic, 1970. pp 359-397.
- HORROBIN, D. Lo Esencial de la Bioquímica, Encodrinología y Nutrición. Editorial El Manual Moderno, México, 1976. pp 152-157.
- LESS, R. Análisis de los Alimentos. Métodos Analíticos y Control de Calidad. Editrial Acribia, Zaragoza-España, 1982. pp 80-85.
- ROUSSELOT, K. Tecnología de Alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza-España, 1971. pp 70-76.
- SHIMADA, A. Principios de Nutrición Animal. Editorial Continental, México. 1975. pp 950-952.
- WARNER, M. Principios de Tecnología Láctea. Editorial AGT, 1975. pp 16-17.

TABLA 1. RESULTADOS OBTENIDOS DEL BALANCE DE MASA DE COMPONENTES EN LECHE-QUINUA-GELIFICADA EN BASE AL MEJOR TRATAMIENTO A3B2C3\*

	R1 (%)	R2 (%)	PROMEDIO (%)
Humedad	75,85	75,92	75,89
Grasa	2,86	2,89	2,88
Proteína	2,95	2,98	2,97
Cenizas	0,68	0,69	0,69
Fibra	0,23	0,21	0,22
Carbohidratos	17,35	17,35	17,35
Sólidos totales	24,15	24,08	24,11

\* Base húmeda

TABLA 2. VALOR CALORICO Y ENERGETICO DE LECHE-QUINUA GELIFICADA-SABORIZADA (en calorías)

	VALOR FISIOLOGICO DE COMBUSTION (calorías/g)	PESO DE LOS COMPONENTES DEL PRODUCTO (g)	VALOR CALORICO DE LECHE-QUINUA GELIFICADA-SABO RIZADA (cal.)
Proteína	4,1	41,73	171,09
Grasa	9,0	36,72	330,48
Carbohidratos	4,1	231,17	947,80
Calorías	-	-	1449,37

La leche-quinua gelificada-saborizada proporcionará 1449,37 calorías

TABLA 3. ANALISIS PROXIMALES DE LECHE-QUINUA-GELIFICADA EN BASE AL MEJOR TRATAMIENTO A3B2C3\*

	R1 (%)	R2 (%)	PROMEDIO (%)
Humedad	76,58	76,96	76,77
Grasa	2,65	2,71	2,68
Proteína	3,20	3,00	3,10
Cenizas	0,70	0,90	0,80
Fibra	0,29	0,32	0,30
Carbohidratos	16,30	16,40	16,35
Sólidos totales	23,42	23,04	23,23

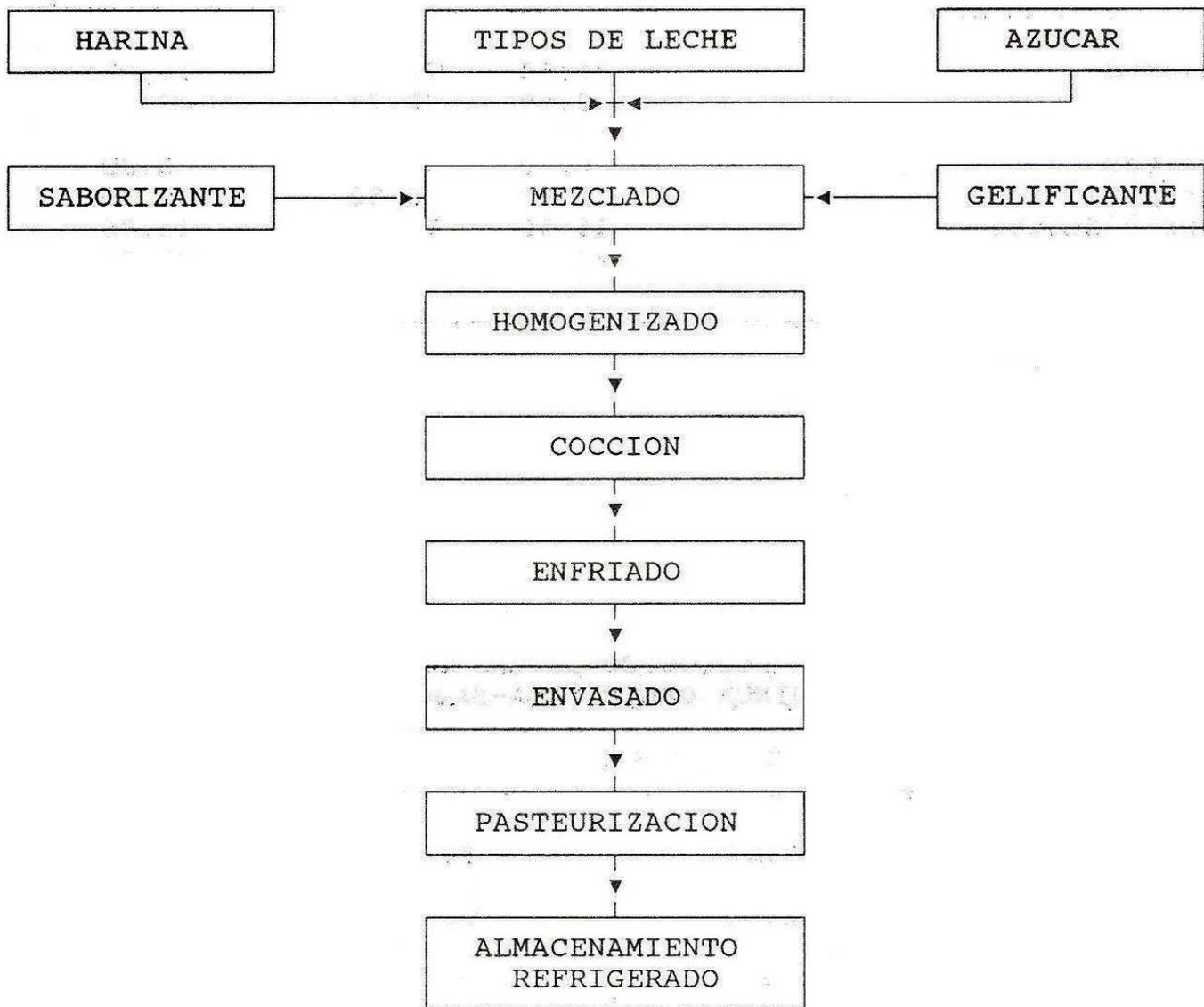
\* Base húmeda

TABLA 4. VALOR BIOLÓGICO DE LAS PROTEÍNAS DE LA LECHE-QUINUA GELIFICADA-SABORIZADA

	%	% DIGESTIBILIDAD*	% TND
Proteína	13.00	80	10.40
Grasa	11.00	90	9.90
Carbohidratos	72.00	90	64.80
TND	-	-	85.10%

\*Tomado de Principios de Nutrición Animal. A. Shimada 1975.

FIGURA 1. DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACION DE LECHE-QUINUA GELIFICADA-SABORIZADA



# SUSTITUCION DE CALABAZA (*Curcubita maxima*) EN LA ELABORACION DE MERMELADA DE GUAYABA (*Psidium guajaba*) Y MORA (*Rubus glaucus*)



Milton Masaquiza\*  
Guillermo Poveda\*\*

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó con la finalidad de comparar la sustitución de calabaza, pH, pectina y relación de trabajo, considerando tres condiciones, en la elaboración de dos tipos de mermelada.

Las respuestas experimentales evaluadas al final de los ensayos en la elaboración de mermeladas de Guayaba-Calabaza y Mora-Calabaza fueron: Acidez, °Brix, Consistencia, Humedad, Sólidos Totales, pH, Hongos, Levaduras, Defectos, Aroma, Aceptabilidad, Color, Sabor, y Sabor Extraño.

Desde el punto de vista económico, los tratamientos A0 B2 C0 en Guayaba-Calabaza (sustitución de pulpa de Calabaza 20%, pH=3.2, adición de pectina 0.5%), y A0 B1 C0 en Mora-Calabaza (sustitución de pulpa de Calabaza 20%, pH=3.0, adición de pectina 0.5%), son los más aconsejables.

## INTRODUCCION

Los países del mundo, permanentemente están buscando producir alimentos que la población necesita, aplicando políticas que propendan al desarrollo agroindustrial.

La sustitución de Calabaza en la elaboración de mermeladas de Guayaba y Mora es importante, con el objeto de mejorar el aspecto nutritivo e incentivar al agricultor a cultivar los productos nativos que se encuentran en vías de extinción.

## REVISION BIBLIOGRAFICA

### La Calabaza

Es una planta herbácea, familia curcubitáceas. Se utiliza en la alimentación humana y animal, tienen un alto grado de conservación, es un alimento básico, posee el 53% en sales alcalinas, el alto contenido de caroteno se transforma en el hígado en vitamina A; son de color variable y carne anaranjada, poseen gran cantidad de carbohidratos, tienen diferentes nombres de acuerdo al lugar de producción.

Variedades Botánicas y Cultivares.- Mamut amarilla, Barrauca o turbante, Marina de Chiaggia, variedad típica, Hubbard Boston Marrow, variedad turbaniformis, etc.

Clima y Suelo.- Se adapta a climas templado-cálidos y a cualquier tipo de suelo, con pH de 5.5 a 7 y temperaturas entre 18 y 24°C.

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

\*\* Ing. Al., Profesor de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

**Recolección.**- Se cosechan inmaduros o maduros, de cada planta se obtienen de uno a cuatro frutos, y pueden pesar más de 15 kg.

**Usos Generales.**- Se utiliza en confitería y alimentación en general.

**Composición.**- Ver Tabla 1.

### **La Guayaba**

Las principales variedades son: Guayaba Brasileira, con pulpa de color rojo, succulenta y muy perfumada; Guayaba Blanca, es algo más grande, con pulpa blanca y un aroma a fresa. Los frutos son globosos, globosos-ovoides o piriformes, son de color amarillo verdoso o amarillo claro, averrugados o lisos, brillantes, fragantes, de 5 a 12 cm de largo y de 5 a 7 cm de ancho. La pulpa es jugosa, de color blanco-amarillento, rosado o rojo subido, con sabor dulce almizclado y aromático.

**Clasificación Botánica.**- Su nombre científico es *Psidium Guajaba* familia mirtáceas, con más de 150 especies. Son fuentes de ácido ascórbico y en menor escala de vitamina A, fósforo, ácido pantoténico, riboflavina, tiamina y niacina.

**Clima, Suelo, Humedad.**- Se desarrolla en gran variedad de suelos, con pH de 4.5 a 8.2, saturados de humedad, sobrevive a inundaciones y son muy sensibles a bajas temperaturas.

**Cultivo.**- Se cultiva en altitudes menores a 1.000 m, con precipitaciones anuales de 1.000 a 3.800 mm. Se propagan por semilla, estaca etc. Requiere de podas ligeras.

**Recolección.**- Se los recolecta a mano, los frutos altos con escalera y se los reúne en cestos o cajones. La recolección se realiza dos o tres veces por semana en períodos de ocho a diez semanas.

**Usos.**- Se los utiliza para jaleas, puré, compota, en polvo para reconstituir, néctar, jugo clarificado. Su valor comercial radica en ser alimento para niños, conservas, base para bebidas, jarabes, vinos y otros elaborados. Los frutos se usan como aditivos para otros jugos y purés para fortificar su contenido en vitaminas, vinagre, cascots en almíbar, bocadillos, cremas.

Proporciona 50 calorías/100 g y su alta riqueza en vitamina C, tiene propiedades excitantes y antiespasmódicas por el tanino muy astringente y se usa contra la diarrea, la desintería y como cicatrizante.

**Composición.**- Ver Tabla 2.

### **La Mora**

Crece en cualquier sitio, el fruto es muy apetecido por su atractiva apariencia y su exquisito sabor y aroma, es una planta guiadora, erguida, trepadora, los frutos forman racimos de variados tamaños, colores y sabores.

**Variedades.**- Se encuentran en todo el mundo, las moras ecuatorianas son: *R. Floribundus*, *R. Adenotrichas*, *R. Macrocorpus Benth*, *R. Gigantus*, etc.

**Rubus Glaucus Benth o Mora de Castilla.**- Tiene interés comercial por su calidad superior, el fruto es grande, morado, y es considerado como la reina de las zarzas.

**Clima, Suelo, Humedad.**- Es de clima frío o frío-moderado, con temperaturas medias de 10 a 14°C y de 1200 a 2500 msnm, la humedad está relacionada con el tipo de suelo y altura.

**Cultivo.**- Su reproducción es asexual, por estaca o acodo.

**Recolección.**- Es delicada, laboriosa, permanente, tecnificado produciría entre 60 y 120 quintales / hectárea / año.

**Usos.**- Se puede consumir madura, se utiliza en mermeladas, bocadillos, jaleas, vinos, vinagre, sirope.

**Composición.**- Ver Tabla 3.

### **Elaboración de Mermeladas**

Una mermelada se debe conservar sin alterar, transparente brillante, gelificar bien y tener el sabor de la fruta.

**Ingredientes Básicos.**- Son: agua, pectina, azúcar y ácido.

**Pectina.**- Son ácidos pectínicos (sales de Ca), solubles en agua, con estéres metílicos que constituyen geles con azúcar y ácidos en condiciones adecuadas.

**Formación de Geles Pectínicos.**- Se forman a partir de macro-moléculas, fibrosas y filiformes, entrelazadas entre sí, conteniendo agua en la parte intersticial, aumentando su viscosidad. Las moléculas de agua están unidas por enlaces hidrógeno a grupos hidróxilos de la cadena polimetilgalacturónica. Las moléculas pectínicas llevan cargas eléctricas (negativas) que las hace estirarse y aumentar la viscosidad a la vez rechazarse una a otra, cuando se reducen las cargas e hidratación, los filamentos de la pectina tienden a precipitar, se aproximan unos a otros enlazándose entre sí, y formando una red tridimensional amorfa, sólida, reteniendo la fase líquida y la adición de azúcar tiene influencia en el equilibrio entre pectina y agua.

Con la ebullición en presencia del ácido, el azúcar sufre un cambio químico convirtiéndose en glucosa y fructuosa, llamado azúcar invertido que está influenciado por el pH, temperatura y tiempo de ebullición.

La pectina es el agente gelificante que une el azúcar y el ácido, ocasiona la transformación física; el agua es el solvente en el que están disueltos, cuando no están en cantidades correctas cualquiera de los cuatro, el sistema no forma gel.

## **OBJETIVOS**

Determinar el mejor método de sustitución y rendimiento en la elaboración de mermeladas de Guayaba-Calabaza y Mora-Calabaza.

Estudiar y determinar las características físicas, químicas, organolépticas y bacteriológicas del producto final.

Estimar costos de producción.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Materia Prima**

Calabazas (*Curcubita maxima*), Guayaba (*Psidium guajaba*), Mora (*Rubus glaucus benth*), Azúcar, Acido tartárico, Pectina, Agua.

### **Reactivos**

Agar potato dextrosa (PDA), agar (PCA), agua destilada, NaOH.

**Equipos**

Balanza Pelonze-Evanston capacidad 60 lb., Balanza analítica Ortling capacidad 160 g., licuadora semi-industrial, olla con camisa de vapor Hamilton kettes, caldero de vapor Kewane Boiler Corporation serie 42097, juego de refractómetros ATAGO modelo 10430, escala 0-30 y 58-90, potenciómetro digital modelo Ha-meter, termómetro, penetrómetro manual Mc CORMICK FRUIT TESTER, Balanza METTLEL LP 15-PE 160, penetrómetro RID GELIMETER GELEC-TOPPA 120 ECUADOR, Vitrina frigorífica, estufa incubadora bacteriológica BLUE-C4009 Q.

**METODOLOGIA**

El procedimiento tecnológico para la elaboración de mermeladas se ve en el Anexo 1, y los resultados de acidez, Brix, consistencia, humedad, sólidos totales, pH, se reportan en la Tabla 4.

**Recepción**

Se transporta hasta la U.T.A

**Selección**

Según el grado de maduración

**Lavado**

Se retiran cáscara y pedúnculo y se lava en chorros de agua y enjuagues sucesivos.

**Pesado**

Libre de impurezas, se seca para rendimientos finales.

**Descorazonado**

Se retira manualmente fibra y semillas de la calabaza.

**Troceado**

Calabaza, eliminando cáscara, péndulos, fibra y semilla, se corta en cubos de cuatro centímetros aproximadamente.

**Precocción**

La calabaza troceada se coloca en la olla con camisa de vapor, se añade un volumen medida de agua, se calienta de 10 a 20 minutos, a 1.5 kg/cm<sup>2</sup>; la guayaba entera recibió el mismo tratamiento y de la mora se extrae el jugo en la licuadora.

**Pulpatado**

Separa el material grueso, semilla, fibra de calabaza, guayaba, mora.

**Refinado**

Se pasa por tamices finos

**Regulación de pH**

Se mezcla cantidades pesadas de Guayaba-Calabaza y Mora-Calabaza, se determina el pH y se añade ácido tartárico para ajustar al pH establecido.

**Dosificación**

En base a cálculos se establecen las porciones pulpa-azúcar, pectina, sorbato.

**Calentamiento**

La pulpa que se calentó a ebullición, se añade mezclado la pectina-azúcar y se agita, se lleva a ebullición y se interrumpe cuando se llega a los sólidos requeridos, se añade el conservante y se deja reposar.

**Envasado**

Se hace en caliente a 80 grados centígrados aproximadamente en forma manual, y se tapa.

**Enfriado-Etiquetado**

Se deja enfriar y se etiqueta con autoadhesivas.

**Almacenado**

Se realiza a temperatura ambiente para la cuarentena y posterior análisis.

**METODOS DE ANALISIS****Análisis Físicos**

Brix.- Norma INEN 380

pH.- Norma INEN 389

Humedad.- Norma INEN 1235

Cenizas.- Método AOAC 15. 016

**Análisis Químicos**

Acidez titulable Norma.- INEN 381

Sólidos totales.- Método AOAC 22.013

**Análisis Microbiológicos**

Hongos y Levaduras.- Norma INEN 386.

**ANALISIS ESTADISTICO****Diseño Experimental**

Se plantea un factorial 3x3x3x3 con 2 replicaciones con los factores siguientes:

Factor A: (Sustitución de pulpa de calabaza) en tres niveles: A0 (20%) A1 (35%). A2 (50%)

Factor B: (Regulación de pH) en tres niveles: B (2.8), B1 (3.0), B2 (3.2)

Factor C: (Adición de pectina) en tres niveles C0 (0.5%), C1 (1.0%), C2 (1.5%)

Factor D: (relación de trabajo) en tres niveles: D0 (50-50), D1 (45-55), D2 (35-65).

Se calcula el ADEVA (Análisis de Varianza). Para el análisis funcional se aplicó la prueba de Tukey al 5%.

Datos.- Se registró en las mermeladas las variables siguientes: Acidez, Brix, Consistencia, Humedad, Sólidos totales, pH, Hongos-levaduras, Defectos, Aroma, Aceptabilidad, Color, Sabor, Sabor extraño.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Características Físicas

Forma.- La guayaba tiene forma globosa, globosa-ovoide o piriforme. La mora tiene forma cónica ovalada con punta redonda. La calabaza es redonda y achatada en los polos.

Color.- La guayaba es de color amarillo-verdoso o amarillo-café-claro, la mora es roja púrpura o morado negro-brillante, su jugo negro-morado, semillas de color blanco-amarillo. La calabaza es amarillo-rojizo, la pulpa amarillo-anaranjado, semillas café-amarillo.

Sabor.- De la guayaba dulce, la mora es ácida exquisita y la calabaza agradable.

Tamaño.- Es variable, el promedio para calabaza es de 1.1 m de diámetro y de 0.33 m. de altura, para guayaba es de 4.72 cm de diámetro y 5.02 cm de largo, para mora 2.61 cm de largo y 1.53 cm. de diámetro.

Peso.- Varía de acuerdo al tamaño, el promedio para calabaza es 12.07 kg, para guayaba 8 g. y mora 3.27 g.

Porcentaje de pulpa.- En calabaza es la diferencia entre el peso original y la cáscara, y es 72.02%, en la guayaba 70.39% y en mora es de 80.34%

Porcentaje de desecho.- Es la relación entre el peso original y el peso de la cáscara y semilla con la fibra en calabaza, el promedio es de 27.85%, en guayaba 29.61% y en mora 19.65%.

Acidez.- En mermelada de Guayaba-Calabaza y Mora-Calabaza, se reporta como porcentaje de ácido tartárico; en Guayaba-Calabaza, el pH y la pectina inciden directamente en la acidez. En Mora-Calabaza, la pectina y la relación de trabajo ejercen influencia directa sobre la acidez.

- En Guayaba-Calabaza en el factor A (sustitución de pulpa de calabaza) A0 (20%), presenta 0.229. A1 (35%) presenta 0.233% y A2 (50%) presenta 0.224% de ácido tartárico. En B (regulación de pH) el valor más alto es 0.2-5%. En C (Pectina) se tiene 0.23% para la media 1 y 0.24% para la media 1.

- En Mora-Calabaza el factor C (Pectina) la media 1 tiene el valor más alto con 0.25. El factor D (relación) la media 2 tiene el valor 0.24%.

Brix.- En mermelada Guayaba-Calabaza el factor A (sustitución) la media 1 tiene 68.56% y en Mora-Calabaza el factor A (sustitución) la media 1 tiene 67.80%, para el factor B (pH) la media 1 es de 68.57%, para el factor C (Pectina) la media 1 es de 68.06%.

Consistencia.- Para el factor A (sustitución) el valor de 69.69 corresponde a la media 1 y 47.33 en la media 1 para el factor D (relación) en Guayaba-Calabaza y 112.20 para la media 1 en el factor A (sustitución) y para D (relación) la media 1 con un valor de 77.87.

**Humedad.**- En Guayaba-Calabaza el factor A (sustitución) la media 1 tiene un valor de 27.78% y en Mora-Calabaza el factor A (sustitución), el valor 26.11% para la media 1.

**Sólidos totales.**- En Guayaba-Calabaza el factor A (sustitución), el valor más alto corresponde a la media 1 con 72.20%, en el factor C (Pectina) la media 1 tiene un valor de 71.71%. En Mora-Calabaza para D (pH) la media 3 tiene único valor de 77.24% para el factor C (Pectina) la media 3 tiene 74.54% y para D (relación) la media 3 tiene un valor alto de 75.65%.

**pH.**- En mermelada Guayaba-Calabaza es de 3.15 para media 1 para el factor A (sustitución), en B (pH) la media 3 tiene el valor más alto con 3.27, en C (Pectina) la media 3 tiene el valor más alto con 3.31. En Mora-Calabaza, en el factor A (sustitución) la media 3 tiene un valor de 3.15, para B (pH) la media 1 tiene un valor de 3.21.

#### **Análisis Microbiológicos**

En mermelada Guayaba-Calabaza y Mora-Calabaza para todos los tratamientos se obtuvo valores menores de 10 UFC/g o no se detecta la presencia de microorganismos.

#### **Análisis Organolépticos**

Se aplica la prueba de Tukey a P (0.05).

#### **Mermelada Guayaba-Calabaza**

**Defectos.**- El valor correspondiente al promedio es de 3.15 y 3.3 para el tratamiento A0 B2 C0.

**Aroma.**- Con valores de 3.64 y 3.9 para (7) A0 B2 C0.

**Aceptabilidad.**- El valor de la media es 2.88 y la más alta a A0 B2 C0 con 3.5.

**Color.**- El valor para la media es de 3.519 y para (7) A0 B2 C0 3.6.

**Sabor.**- Con la media de 3.2 y para (7) A0 B2 C0 de 3.2.

**Sabor extraño.**- Con media de 4.4 y para (7) A0 B2 C0 de 4.10 (apenas perceptible).

#### **Mermelada Mora-Calabaza**

**Defectos.**- Con un valor promedio de 3.18 y para (4) A0 B1 C0 3.3.

**Aroma.**- Con media de 4.2 y para (4) A0 B1 C0 3.6.

**Aceptabilidad.**- Tiene una media de 3.7 y para (4) A0 B1 C0 de 3.7.

**Color.**- Con una media de 4.4 y para (4) A0 B1 C0 con un valor de 3.2.

**Sabor.**- Tiene una media de 3.5 y para (4) A0 B1 C0 un valor de 3.4.

**Sabor Extraño.**- Tiene una media de 4.7 y para (4) A0 B1 C0 4.3 de puntaje.

### **ANALISIS DE COSTOS**

Con la finalidad de evaluar el estudio económico del proceso con el porcentaje de sustitución de calabaza.

De los resultados se desprende que para mermelada de Guayaba-Calabaza el tratamiento (7) A0 B2 C0 (20% de sustitución de calabaza, pH=3.2, pectina 0.5%) y para (4) A0 B1 C0 (20% sustitución de calabaza, pH = 3.0 y pectina 0.5%) determinándose que mayor rendimiento y ganancia se obtiene en Mora-Calabaza por la mayor demanda, siendo la rentabilidad de 72.05% anual.

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Los costos de producción son relativamente bajos, y permiten obtener alrededor del 70% de rentabilidad. Del

análisis de las características físico-químicas de la materia prima, el porcentaje de pulpa que se obtiene es de 72.02% en Calabaza, de 70.39% en Guayaba y 80.34% en Mora, con un residuo de 27.85% en Calabaza, 29.61% en Guayaba y 19.65% en Mora.

La conservación de las mermeladas, se basa en el alto contenido de sólidos solubles, tratamiento térmico y baja acidez (pH 3.0 a 3.5).

El factor sustitución, no incide en la acidez de las mermeladas; el pH, pectina y la cantidad de azúcar ejercen influencia sobre las mermeladas.

En la consistencia de Guayaba-Calabaza, la sustitución ejerce influencia sobre pH, pectina, relación de trabajo.

Las calabazas se deben procesar cuando estén completamente maduras, pues tienen un alto contenido de azúcares y por tanto se obtiene un producto de buena calidad.

Se debe eliminar las células pétreas de la guayaba pues, así se mejora la textura y color de la mermelada.

### REFERENCIAS

1. MAROTO, J. V. Horticultura Herbácea Especial. Edit. Mundi Prensa. España 1983. pp. 431-437.
2. FERSINI, Antonio. Horticultura Práctica. Edit. Diana. México 1979. pp. 233-234.
3. OCHSE, J. J. Cultivo de Plantas Tropicales y Subtropicales.
4. SARLI, Antonio E. Tratado de Horticultura. Edit. Hemisferio Sur. Argentina 1980. pp. 367-377.
5. GOLA, G. Tratado de Botánica. Edit. Labor S.A. Barcelona 1965. pp. 1004-1006.
6. MORTENSEN, E. Horticultura Tropical y Subtropical. Edit. PAX México. México 1975. pp. 35-36.
7. PANTASTICO, ER. B. Fisiología de Post-Recolección, Manejo y Utilización de las Frutas y Hortalizas Tropicales y Subtropicales. Edit. Continental. México 1979. pp. 77-284.
8. BARRERA B, Heriberto. Perspectivas sobre el Procesamiento de Frutas, Incluyendo las Frutas Tropicales. Colombia 1985. p. 165.
9. JAMEISON, Michael. Elaboración Industrial de Jaleas, Mermeladas y Compotas. Edit. CFN. Quito 1970. pp. 2-62.
10. BRUCHMANN, Ernest-Erich. Bioquímica Técnica. Edit. Acribia. España 1980. p. 90.
11. SUNKIST, G. Fundamentos de las Industrias de las Conservas. California. U.S.A. s/año. pp 2-62.
12. SOLER, Marcia. Industrialización de Frutas. Sao Paulo Brasil. pp. 153-156.

TABLA No. 1 : Composición de la  
Calabaza por 100 g.

Principios inmediatos :		
Agua .....	93	g.
Celulosa .....	0.9	g.
Hidratos de Carbono...	4.8	g.
Grasas .....	0.1	g.
Proteínas .....	0.8	g.
Cenizas .....	0.4	g.

Minerales :		
Potasio .....	0.243	
Sodio .....	0.026	
Calcio .....	0.022	
Magnesio .....	0.010	
Hierro .....	0.003	
Fósforo .....	0.060	
Azufre .....	0.009	
Cloro .....	0.029	
Cobre .....	0.0001	

Vitaminas :		
Vitamina A .....	1740	U.
Vitamina C .....	15	mg.
Vitamina B1 .....	0.053	mg.
Vitamina B2 .....	0.077	mg.
Vitamina PP .....	0.540	mg.

Fuente : Edit. CEDEL, 1983 (4).

TABLA N°. 2 : Composición de la Guayaba.

Elemento	%
Agua	74.8
Proteína	3.7
Grasas	0.4
Glucosa	8.6
Otros Hidratos de Carbono	2.8
Acido tánico	0.9
Celulosa	7.9
Minerales	0.9
Vitamina C	0.4
Por cada 100 g. contiene:	
Vitamina A	200 U.
Vitamina B3 (ácido pantoténico).	40 U.

Fuente: Edit. CEDEL, 1983 (4).

TABLA N°. 3 : Composición de la Mora.

Elemento	%
Agua	93.0
Proteína	0.6
Grasas	0.1
Carbohidratos	5.6
Fibra	0.0
Cenizas	0.4
Por cada 100 g. contiene:	
Calcio (mg/100 g)	18
Fósforo (mg/100 g)	14
Hierro (mg/100 g)	1.2
Vitamina C (mg/100 g)	14
Sólidos Solubles (°B)	6 - 8
pH	3.0 - 3.2
Acidez (Cítrico) %	1.9 - 2.3

Fuente: Tabla de composición de los alimentos Colombiana. 1985 (17).

TABLA N°. 4 : Valores de acidez, °Brix, consistencia, Humedad, Sólidos totales, pH, en mermelada de Mora-Calabaza (varios tratamientos), relación 50:50.

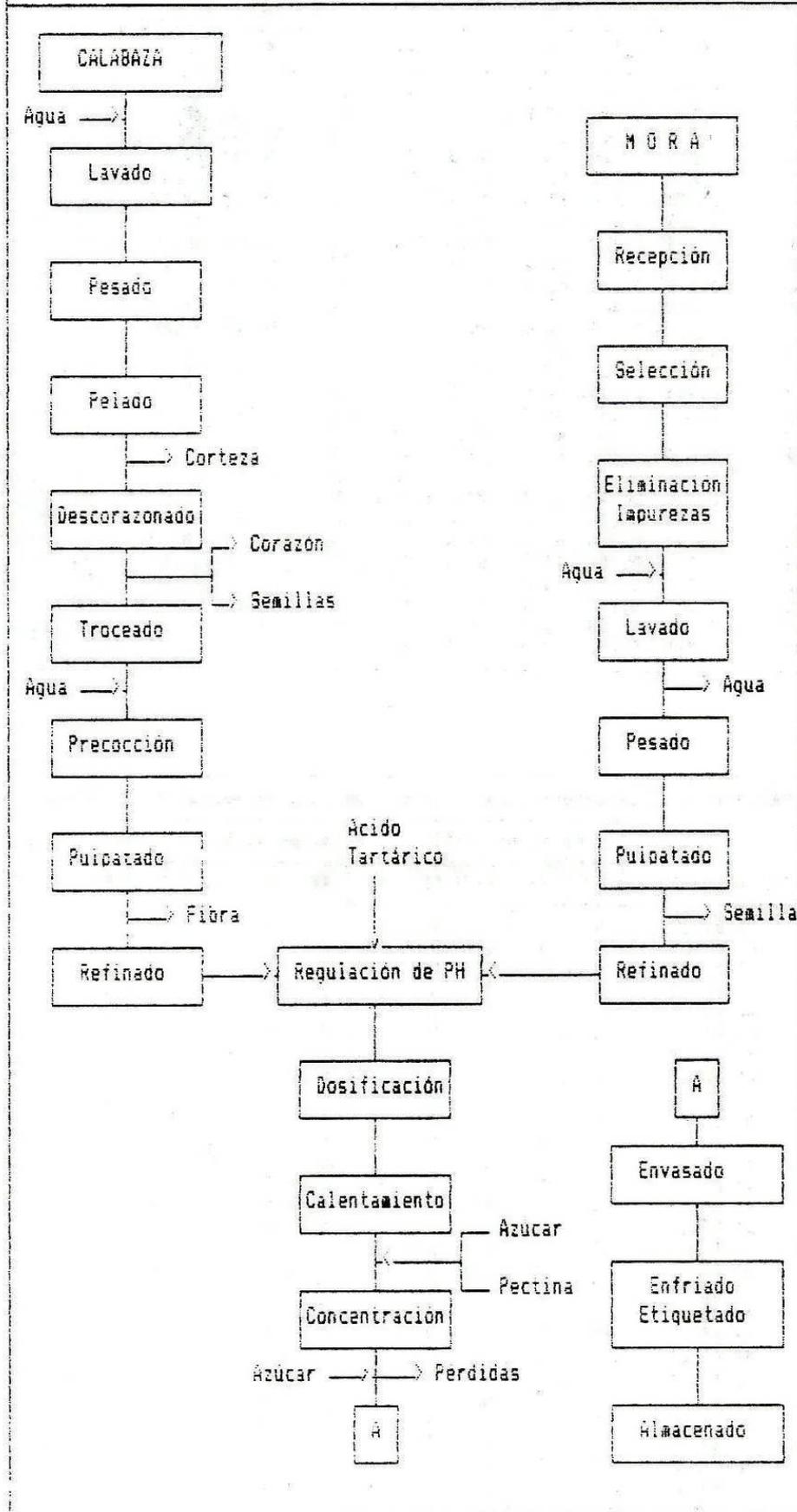
TRATAMIENTOS	Acidez g./l.		°Brix %		Consist. mm		Humedad %		Sól. tot. %		pH	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
A0 B0 C0	0.270	0.263	70.0	70.2	97	100	30.52	31.00	69.48	69.00	2.95	2.8
A0 B0 C1	0.270	0.225	63.4	64.0	73	60	24.76	29.07	75.24	70.93	3.0	3.0
A0 B0 C2	0.263	0.225	67.4	67.0	122	123	30.99	29.16	69.01	70.84	3.5	3.5
A0 B1 C0	0.270	0.225	63.4	64.0	106	107	24.76	29.07	75.24	70.93	3.0	3.0
A0 B1 C1	0.225	0.270	67.0	66.0	90	92	29.11	30.95	70.89	69.05	3.3	3.2
A0 B1 C2	0.188	0.218	67.0	67.4	103	98	28.82	27.27	71.18	72.73	3.0	2.9
A0 B2 C0	0.308	0.240	69.0	68.8	65	65	22.76	24.52	77.24	75.48	3.0	3.0
A0 B2 C1	0.113	0.203	64.4	64.4	101	100	25.83	26.05	74.17	73.95	3.15	3.1
A0 B2 C2	0.285	0.158	67.4	67.4	75	81	19.58	22.16	80.42	77.84	3.0	3.1
A1 B0 C0	0.240	0.233	68.8	69.0	88	95	31.02	29.06	68.98	70.94	2.9	2.9
A1 B0 C1	0.210	0.240	65.4	66.0	73	80	25.48	28.68	74.52	71.32	3.3	3.4
A1 B0 C2	0.178	0.253	68.0	68.0	89	110	29.86	31.68	70.14	68.32	3.2	3.2
A1 B1 C0	0.210	0.240	66.0	65.4	70	71	25.48	28.68	74.52	71.32	3.3	3.4
A1 B1 C1	0.135	0.150	67.0	67.6	56	57	29.47	28.00	70.53	72.00	3.2	3.2
A1 B1 C2	0.143	0.150	67.6	68.0	40	48	25.83	25.01	74.17	74.99	2.9	3.0
A1 B2 C0	0.240	0.278	68.2	68.4	115	123	23.47	25.74	76.53	74.26	2.9	2.9
A1 B2 C1	0.135	0.203	64.0	63.0	75	45	27.24	28.02	72.76	71.98	2.9	2.9
A1 B2 C2	0.240	0.158	68.0	68.0	40	48	21.62	23.32	78.38	76.68	3.1	3.1
A2 B0 C0	0.225	0.218	72.0	72.0	68	67	27.88	27.77	72.12	72.23	2.9	2.9
A2 B0 C1	0.270	0.240	67.8	67.4	56	74	24.16	28.72	75.84	71.28	3.4	3.4
A2 B0 C2	0.195	0.210	69.0	69.0	65	79	27.37	28.10	72.63	71.90	3.4	3.4
A2 B1 C0	0.270	0.240	67.8	67.4	67	70	24.16	28.72	75.84	71.28	3.4	3.4
A2 B1 C1	0.210	0.188	65.0	64.0	70	71	33.11	31.55	66.89	68.49	3.2	3.1
A2 B1 C2	0.158	0.173	68.8	68.8	40	47	27.41	28.97	71.59	71.03	2.8	2.9
A2 B2 C0	0.285	0.240	65.4	65.6	66	60	28.02	29.51	71.98	70.49	2.85	2.85
A2 B2 C1	0.165	0.195	68.8	68.8	81	90	22.26	23.23	77.74	76.77	2.95	2.95
A2 B2 C2	0.165	0.210	67.0	67.0	80	73	22.90	22.44	71.10	77.56	3.0	3.0

TABLA N° 5 : Características microbiológicas. Mermelada Mora - Calabaza

TRATAMIENTOS	Relación 50:50				Relación 45:55				Relación 35:65			
	Hongos		Levadura		Hongos		Levadura		Hongos		Levadura	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
A0 B0 C0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A0 B0 C1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A0 B0 C2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A0 B1 C0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A0 B1 C1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A0 B1 C2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A0 B2 C0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A0 B2 C1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A0 B2 C2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1 B0 C0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1 B0 C1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1 B0 C2	0	0	0	0	0	0	0	0	<10	<10	<10	<10
A1 B1 C0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1 B1 C1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1 B1 C2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1 B2 C0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1 B2 C1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1 B2 C2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2 B0 C0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2 B0 C1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2 B0 C2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2 B1 C0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2 B1 C1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2 B1 C2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2 B2 C0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2 B2 C1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2 B2 C2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0 = No Detectable.

ANEXO 1 : Diagrama de Flujo para el Procesamiento de Mermelada de Mora - Calabaza.



# CUANTIFICACION DE LAS PERDIDAS DE SOLIDOS SOLUBLES EN LA LEGUMINOSA "SARANDAJA" (*Lablab purpureus*) DURANTE EL REMOJO A DIFERENTES TEMPERATURAS Y EN EL COCIMIENTO

Mónica Silva\*  
Marco Moscoso\*  
Angel Jadán\*\*



## RESUMEN

Acorde con el título en este trabajo se realizó una cuantificación de las pérdidas de sólidos solubles (proteínas y azúcares totales) en la leguminosa Sarandaja (*Lablab purpureus*) durante el remojo en tres solventes, cinco temperaturas, y en el cocimiento, para establecer el tratamiento en el que se produce menor pérdida de sólidos solubles.

Las respuestas experimentales en el remojo fueron: Proteínas, Azúcares Totales como sacarosas. Sólidos totales, pH. Tiempo de remojo. Los análisis que se realiza después del cocimiento son: Proteínas, Azúcares Totales como el mejor tratamiento (A2B2) se realizó análisis de Acido Fítico al inicio y después del remojo y análisis de digestibilidad in vitro.

El tratamiento A2B2 (0.5%  $\text{NaHCO}_3$  -  $35^\circ\text{C}$ ) resultó satisfactorio porque se demostró que es posible reducir los tiempos de cocción a los valores normales mediante el uso de  $\text{NaHCO}_3$  antes del cocimiento con lo que se produce menor pérdida de sólidos que con los otros solventes, y una mejor calidad de la proteína.

## INTRODUCCION

En América Latina el fréjol ha sido considerado como un alimento de gran valor para el mejoramiento de dietas elaboradas a base de cereales ya que entre estos últimos y las leguminosas existe complementación nutricional.

La leguminosa *Lablab purpureus* comúnmente conocido con el nombre de Sarandaja se cultiva en la Provincia de Loja y constituye una de las variedades existentes en el Ecuador de mayor importancia por su valor proteínico alrededor de (24.58%).

Tradicionalmente los fréjoles secos se someten a remojo total.

Es una creencia común que el proceso reduce el tiempo de cocimiento y mejora la textura del producto. Sin embargo, no siempre es clara la mejor en el valor nutricional del fréjol debido a que se pierde nutrientes en el agua de remojo de los mismos.

El presente trabajo fue llevado a cabo para investigar las condiciones de hidratación total de los fréjoles de la variedad *Lablab purpureus*, las pérdidas de sólidos solubles durante el remojo, cocimiento, el efecto del bicarbonato de sodio sobre el ablandamiento de los granos de Sarandaja.

\* Egresada(o) de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

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

## OBJETIVO

### OBJETIVO GENERAL

Cuantificar las pérdidas de sólidos solubles en el fréjol Lablab purpureus y establecer las condiciones óptimas del remojo.

## REVISION BIBLIOGRAFICA

### REMOJO

El proceso de remojo es un fenómeno osmótico que produce la hidratación de los alimentos. A través de una membrana semipermeable, el alimento es puesto en comunicación con una solución hipotónica, la diferencia de presión osmótica provoca una migración de moléculas de agua del sistema más diluido (solvente) a aquel más concentrado (alimento) hasta establecer un equilibrio. La testa o cubierta es la primera barrera a la penetración del agua en los fréjoles. Con la hidratación osmótica se logra que la leguminosa gane agua, y que la actividad del agua del alimento aumente con lo que facilita un menor tiempo de cocimiento; además se produce pérdida de sólidos solubles.

Molina y col. (1979) indicaron que el tratamiento de remojo en solución salina era capaz de minimizar el desarrollo de dureza del grano cocido.

### PROTEINA

A nivel de las proteínas durante el remojo de los fréjoles se produce una interacción originando la salida de proteínas simples como las albúminas, histonas y protaminas (solubles en agua), globulinas (solubles en soluciones salinas diluidas), glutelinas (solubles en soluciones salinas ácidas o alcalinas) (Haro 1983).

La digestibilidad de las proteínas se consideran como un indicador de su calidad determinada en el balance de aminoácidos esenciales que la proteína contiene (Koziol 1990).

Bressani (1989) menciona que el ácido fítico puede ligar la proteína tornándola no disponible por ello constituye un factor antinutricional.

### AZUCARES

Wang y col. (1979) reportan que el contenido de azúcares en el fréjol son removidos después de ser remojados a 25°C. La pérdida de rafinosa y estaquiosa es favorable debido a que estos son los causantes de flatulencia.

### COCIMIENTO

Moscoso (1982) indica que Kon determinó que el ablandamiento de las leguminosas durante la cocción implica un intercambio de calcio presente en el pectato de calcio insoluble de las leguminosas con el sodio, y el potasio presente en el fitato de sodio y potasio, soluble.

## MATERIALES Y METODOS

### MATERIALES EMPLEADOS

Materia Prima.- Fréjol seco (en pleno estado de madurez) de la variedad Lablab purpureus, procedente de la

Provincia de Loja.

**Equipos.**- Baño María, Estufa VWR 1360, Cocineta, Microscopio, Cronómetro, Balanza analítica, Molino Corona, Mechero, Microespátula, Autoclave, pH-digital, Equipo Soxhlet, Digestor, Equipo Microkjeldahl, Centrifuga, Cromatógrafo líquido de alta presión (HPLC) PE-S3B líquido Chromatograph con detector de IR, Mufla THERMOLYNE 1500 FURMACE, Material de vidrio.

**Reactivos.**- Acido sulfúrico concentrado, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> O > 1N, NaOH 50 %, Sulfato de potasio, Sulfato de cobre. 5H<sub>2</sub>O, Rojo de metilo 1%, Oxido de selenio, Carbonato de sodio, 10 H<sub>2</sub>O, Carrez I K<sub>4</sub> (Fe(CN)<sub>6</sub>). 3H<sub>2</sub>O, Carrez II ZnSO<sub>4</sub>. 7H<sub>2</sub>O, HCL 1,0 N, Azul de bromotimol 0,5 %, Acido nítrico 1 N, Amoníaco 1 N, Eter de petróleo 35-60°C Titriplex III ClOH<sub>14</sub>Na<sub>20</sub>8N<sub>2</sub>. 2H<sub>2</sub>O, EDTA 0.02 M, Murexida 1% Carbonato ácido de sodio 0.5%, Carbonato de sodio 0.5%, Hidróxido de amonio 3 N, Anaranjado de metilo 0.1%, Agua peptonada estéril, PCA, Lauril sulfato de sodio, Enzimas: pepsina (Parke Davis USP), pancreatina 4NF (Parke Davis), Hiflosupergel, Silicagel, Fosfato di ácido de potasio 1/15 M, Fosfato ácido de sodio 1/15 M, Timol, Estandar de fitato de sodio SIGMA CHEMICAL COMPANY (P-756), Resina Dowex 1-X8 (Aniónica), Columna POLY-PREP de BIO-RAD Acetato de sodio 0.005 M, Azida de sodio 0.01%.

## METODOS DE ANALISIS

**Humedad.** Secado en estufa normal a temperatura de 105°C por cuatro horas.

**Ceniza.** Secado en estufa y calcinación en una mufla a 550°C.

**Grasa total.** Secado y extracción en Soxhlet por ocho horas con éter de petróleo.

**Fibra cruda.** Método INEN 5422.

**Azúcares totales.** Método Potterat-Shman.

**Proteína.** Método microkjeldhal N° 14068 de la AOAC del contenido de nitrógeno multiplicado por el factor de 6.25.

**Dureza Total.** Método INEN 974.

**Sólidos Totales.** Método INEN 014.

**Microbiológico.** Recuento total PCA. Según manual DIFCO.

**Digestibilidad in vitro.** Método enzimático. Citado por Milner.

**Fósforo de Acido fítico.** HPLC. Lab. Latinreco.

## ANALISIS ESTADISTICO

**Diseño experimental.** Se aplica un diseño de dos factores (AxB): el factor A con tres niveles; el factor B con cinco niveles, se tiene 15 tratamientos; de cada determinación se realiza dos replicaciones.

Factor A: Solventes utilizados en el remojo

Nivel a1: Agua Potable

Nivel a2: Solución 0.5% de Bicarbonato de sodio

Nivel a3: Solución 0.5% de Bicarbonato de sodio y 0.5% de Carbonato de sodio.

Factor B: Temperatura de remojo

Nivel b1: 20°C

Nivel b2: 35°C

Nivel b3: 50°C

Nivel b4: 65°C

Nivel b5: 80°C

Como respuesta experimental se tiene porcentaje de proteína, porcentaje de azúcares totales como sacarosa, pH, porcentaje de sólidos totales después del remojo, con los cuales se calculó el ADEVA (Análisis de varianza) a un nivel de confianza de 0.05.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### CARACTERIZACION DE LA MATERIA PRIMA

Según lo indicado en la Tabla 1, en el fréjol sarandaja se determinaron análisis físicos químicos que corresponden al promedio de cuatro determinaciones; obteniéndose valores de humedad (11.18%); ceniza (3.42%); grasa (1.01%); fibra cruda (9.72%); proteína (24.58%); azúcares totales expresado como sacarosa (3.66%).

### CARACTERIZACION DE LOS SOLVENTES

En los solventes empleados durante el proceso de hidratación se realizaron análisis de dureza total expresado como mg CaCO<sub>3</sub>/l para el agua potable (167.67 mg CaCO<sub>3</sub>/l); solución 0.5% de NaHCO<sub>3</sub> (11.04 mg CaCO<sub>3</sub>/l); solución 0.5% NaCO<sub>3</sub>/l y 0.5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (8.03 mg CaCO<sub>3</sub>/l).

Estos valores indican que el agua potable tiene mayor dureza que las otras soluciones; básicamente originado por impurezas consistentes en sales minerales.

### TIEMPO DE HIDRATACION TOTAL DE LOS FREJOLES

El tiempo de hidratación total de los fréjoles se determinó en la fase experimental hasta peso constante como se reporta en la Tabla 3.

El cambio de temperatura produce un efecto significativo distinto sobre el tiempo de remojo de los fréjoles, siendo evidente que el aumento de temperatura produce una disminución en los tiempos de hidratación total registrándose el valor más alto (69.33) que corresponde a 20°C y el valor más bajo (13.67) a la temperatura de 80°C.

Los solventes van a causar diferente efecto en las temperaturas. Debido a que las sales presentes en los solventes utilizados permiten un ablandamiento del fréjol originando que se hidraten en menor tiempo.

### PERDIDA DE SOLIDOS TOTALES EN EL AGUA DE REMOJO

Para el factor A (solventes) existe diferencia significativa reportando el mayor (18.53) de pérdida de sólidos totales que corresponde a la solución de 0.5% de NaHCO<sub>3</sub> y 0.5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> y el menor valor de (9.60) cuando se trabaja con agua potable. Esto es debido a que la solución de 0.5% de NaHCO<sub>3</sub> y el 0.5% de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> produce que la testa o cubierta sufra un mayor ablandamiento por lo tanto mayor pérdida de sólidos totales.

El factor B (temperaturas) existe diferencia significativa con las temperaturas de 80°C, 65°C y 50°C, no existe diferencia estadística con las temperaturas de 20°C y 35°C, es decir es indiferente trabajar a la temperatura de 20°C o 35°C durante el remojo sobre la pérdida de sólidos totales; indicando un mayor valor (22.00) para el caso de 80°C y un menor valor (8.02) cuando se trabaja a 35°C. La causa es que la permeabilidad de la testa a bajas temperaturas no sufre un gran cambio, pero a altas temperaturas la testa es afectada y aquí los materiales pueden salir en mayor cantidad.

### pH EN EL AGUA DE REMOJO

Para el caso del factor A (solvente) existe diferencia significativa registrándose el mayor valor (8.62) para el caso 0.5% NaHCO<sub>3</sub> y 0.5% de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> y el menor valor (5.86) para el agua potable. La baja de pH se explica por la liberación de sustancias ácidas en el proceso de remojo. Para el factor B (temperaturas) tiene diferencia significativa reportando el mayor valor (8.27) a la temperatura de 80°C y el menor valor (6.35) a la temperatura de 35°C.

### PERDIDA DE PROTEINA

Existe diferencia significativa en el factor A(solvente), registrándose el mayor valor (8.09) que corresponde a agua

potable y el menor valor (3.69) cuando se trabaja con 0.5% de  $\text{NaHCO}_3$  sobre los valores de pérdida de proteína. La causa es debido a que el tiempo que permanece el fréjol en remojo en el agua potable es menor. Para el caso del factor B(temperaturas) sobre los resultados de pérdida de proteínas se obtuvo el valor más alto (11.42) cuando se trabaja a  $20^\circ\text{C}$  y el menor valor (1.09) y para la temperatura de  $80^\circ\text{C}$ . Esto es debido a que a altas temperaturas la proteína se coagula por lo tanto existe menor pérdida de proteínas que a temperaturas bajas.

### PERDIDA DE AZUCARES

Para el factor A(solvente) se registra el mayor valor (3.00) que corresponde al solvente 0.5% de  $\text{NaHCO}_3$  y el 0.5% de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  y el menor valor (2.41) para el solvente 0.5% de  $\text{NaHCO}_3$ , y los tres solventes guardan diferencia entre sí. Para el factor B(temperatura) existe diferencia significativa para las temperaturas de  $80^\circ\text{C}$ ,  $35^\circ\text{C}$ ,  $20^\circ\text{C}$ ; no existe diferencia significativa para la temperatura de  $65$  y  $50^\circ\text{C}$ . observándose un mayor valor (3.28) que corresponde a  $65^\circ\text{C}$  y el menor valor (1.94) a la temperatura de  $20^\circ\text{C}$ .

### FOSFORO DE ACIDO FITICO

Se realiza un análisis del contenido de ácido fítico en las harinas de fréjoles remojado y no remojado (materia prima) por HPLC, para lo cual se prepara un estándar de fítico a partir de lo cual se realiza inyecciones y de esta manera se obtiene un valor promedio de los tiempos de retención igual que de las áreas.

La cuantificación de fósforo de ácido fítico en las diferentes muestras se hizo en función del área de los picos y posteriormente con el peso molecular del fósforo de ácido fítico se determinó la cantidad que se encuentra presente.

### DIGESTIBILIDAD IN VITRO

Se determinó un valor promedio de digestibilidad (67.16%) con lo que se aplica la baja digestibilidad de la proteína del fréjol y de incrementarse aumentaría su calidad proteínica.

## CONCLUSIONES

Del experimento realizado sobre cuantificación de la pérdida de sólidos solubles (proteína y azúcares totales) en la leguminosa durante el remojo a diferentes temperaturas y en el cocimiento se desprenden las siguientes conclusiones.

Los estudios realizados con la aplicación del fréjol endureciendo resultaron ampliamente satisfactorios. Por un lado se demostró que es posible reducir los tiempos de cocción a los valores normales, mediante el uso de ciertas sales durante el remojo al que se somete el fréjol antes del cocimiento. Destaca el hecho que dicha reducción puede lograrse con la simple adición de bicarbonato de sodio en el agua de remojo, y que el "ablandamiento" podría deberse a un simple desplazamiento de iones.

En el solvente 0.35% de bicarbonato de sodio se produce menor pérdida de sólidos y con los otros solventes registrándose un valor promedio de 3.69 para proteína y 2.41 para azúcares.

La temperatura óptima de remojo encontrada fue de  $35^\circ\text{C}$  debido a que el tiempo de cocimiento es menor (33 min.), por lo tanto se encuentra entre el rango adecuado de tiempo de cocimiento 30-40 min. Valores superiores a este rango producen que la calidad de la proteína desmejore ya que puede ocurrir diversas reacciones a nivel de la lisina.

Se pretende con el presente estudio fomentar el cultivo y la utilización de una importante leguminosa en nuestro país que esta localizado en la Provincia de Loja.

Por otro lado se propone al consumo de fréjol de la variedad Lablab purpureus, en nuestro país.

## REFERENCIAS

- [1] BARONA, M. Y ZAPATA, P. Estudio de la elaboración de Pasas. Tesis; Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 1990, 12-13.
- [2] BRESSANI, R. Revisión sobre la calidad del grano de fréjol. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Vol. 32, (Septiembre, 1989) N° 3; 425, 426, 431, 436.
- [3] BRESSANI, R. Y ELIAS, G. Relación entre la digestibilidad y el valor proteínico del fréjol común (Phaseolus vulgaris). Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Vol. 34 (Marzo 1984) N° 1; 2.
- [4] CRUZ, J. Y MELENDEZ, E. Cambios en los componentes Químicos y Bioquímicos, Microbiológicos y de textura de fréjol común, (Phaseolus vulgaris) durante la germinación y cocción, México, 1978, 1.
- [5] CUBERO, J. Y MORENO, M. Leguminosa de grano, Madrid, 1983, 18.
- [6] DUQUE, A. Handbook of Legumes of World Economic Importance, New York, 1981, 104.
- [7] GRAF, E. Y DINTZIS, F. High Performance Liquid Chromatographic Method for the Determination of Phytate, Analytica. Biochemistry, 1982, 119, 413-417.
- [8] ENRIQUEZ, G. Fréjol alado (Phaseolus tetragonolobus). Una leguminosa de alto valor nutritivo para pequeños productores de los Trópicos Americanos. 1978, anexos 4, 5, 10.
- [9] ELIAS, G. Conocimiento actuales sobre el proceso de endurecimiento del fréjol. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Vol. 32 (Junio 1982) N° 2; 236-240, 251, 252.
- [10] EMPSON, K. LABUZA, TGRAF, E. Phytic Acid as a food Antioxidant, Journal of food Science, Vol. 56 (Marzo - Abril 1991) N° 52, 560.
- [11] GONZALEZ, E. GRAJEDA, P. CELADA, E. VALENCIA, M. Caracterización del potencial nutricional del fréjol tepari (Phaseolus acutifolius) cultivado en México. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Vol. 32 (Junio 1982) N° 2; 266.
- [12] HARO DE A. La calidad nutritiva de las leguminosas-grano y control genético, Madrid, 1983, 215-216.
- [13] HERNANDEZ, M. VEGA, A. SOTELO, A. Determinación de la digestibilidad proteínica in vitro e in vivo en cereales y leguminosas crudos y cocidos. Archivos Latinoamericanos de nutrición. Vol. 34 (Septiembre 1984) N° 3;1.
- [14] KAY, D. Legumbres alimenticias, Tropical Products Instute Crop and product diget, N° 3, 1979, 193-195.
- [15] KON, S. Efecto de la temperatura de remojo en calentamiento calidad nutricional de los fréjoles. Journal of food Science. Vol. 44, 1979. 1329-1334.
- [16] KOZIOL, M. ABC de la nutrición. Latinreco S.A. Centro Nestlé de investigación y desarrollo de alimentos en América Latina, Quito, 1990, 90-91, 105.
- [17] LAGUNA, J. Bioquímica, 2da. Edición, México, 1967, 322, 589, 592.
- [18] LOPEZ, A. MORENO, E. RAMIREZ, J. CARABEZ, A. Endurecimiento del fréjol sus causas, naturaleza, prevención y usos del fréjol endurecido. Universidad Nacional Autónoma de México. Proyecto realizado con financiamiento del CONACYT y del Programa Universitario de Alimentos. 1983, 4, 13, 18.
- [19] LUSE, R. Estudios realizados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) sobre el problema de endurecimiento del fréjol. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Vol. 32 (Junio 1982) N° 407, 413.
- [20] MANUAL SUISSE DES DENREIS ALIMENTARIUS. Edition 1969. Vol. 1 Cap 36, Método 12.
- [21] MERTZ, E. Bioquímica, México, 1971, 79, 152.
- [22] MINISTERIO DE PREVISION SOCIAL Y SANIDAD. Tabla de composición de los alimentos ecuatorianos. Instituto Nacional de Nutrición, Quito, 1965, 9.
- [23] MOLINA, M. RIZO, M. BRESSANI, R. Prevención del endurecimiento del fréjol y aprovechamiento del grano endurecido. Vol. 32 (Junio 1982), N° 2; 343, 370, 378.
- [24] MOSCOSO, W. Efecto del almacenamiento a temperaturas y humedades altas sobre algunas características físicas y químicas del fréjol. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol. 32 (Junio 1982), N° 2; 343, 362, 364.

**TABLA 1. ANALISIS FISICOS QUIMICOS DEL FREJOL *Lablab purpureus***

ANALISIS	g/100 g
Humedad	11.18
Ceniza	3.42
Grasa	1.01
Fibra Cruda	9.72
Proteína	24.58
Azúcares totales	3.66

**TABLA 2. ANALISIS DE SOLVENTES: DUREZA TOTAL mg CaCO<sub>3</sub>/l**

SOLVENTE	DUREZA TOTAL mg / l
Agua potable	167.67
Sol. 0.5 % NaHCO <sub>3</sub>	11.04
Sol. 0.5 % NaHCO <sub>3</sub> y 0.5 % Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	8.03

\* Estos datos son el promedio de cuatro determinaciones.

**TABLA 3. DATOS EXPERIMENTALES DEL TIEMPO DE HIDRATACION TOTAL DE LOS FREJOLES SECOS HASTA PESO CONSTANTE.**

TRAT.	TIEMPO DE HIDRATACION TOTAL					
	HR			MIN		
	R1.	R2.	X	R1.	R2.	X
A1B1	71.0	71.0	71.0	4260.0	4260.0	4260.0
A1B2	41.0	41.0	41.0	2460.0	2460.0	2460.0
A1B3	24.0	24.0	24.0	1440.0	1440.0	1440.0
A1B4	26.0	26.0	26.0	1560.0	1560.0	1560.0
A1B5	15.0	15.0	15.0	900.0	900.0	900.0
A2B1	65.0	66.0	65.5	3900.0	3960.0	3930.0
A2B2	40.0	40.0	40.0	2400.0	2400.0	2400.0
A2B3	19.0	20.0	19.5	1140.0	1200.0	1170.0
A2B4	24.0	24.0	24.0	1440.0	1440.0	1440.0
A2B5	13.0	13.0	13.0	780.0	780.0	780.0
A3B1	71.0	72.0	71.5	4260.0	4320.0	4290.0
A3B2	40.0	40.0	40.0	2400.0	2400.0	2400.0
A3B3	22.0	22.0	22.0	1320.0	1320.0	1320.0
A3B4	26.0	26.0	26.0	1560.0	1560.0	1560.0
A3B5	13.0	13.0	13.0	780.0	780.0	780.0

Solventes: A1 = Agua potable

A2 = Sol. 0.5 % NaHCO<sub>3</sub>

A3 = Sol. 0.5 % NaHCO<sub>3</sub> y 0.5 % Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

Temp. de remojo: B1=20°C; B2=35°C; B3=50°C; B4=65°C; B5=80°C

**TABLA 4. VALORES DE SOLIDOS TOTALES**

TRAT.	SOLIDOS TOTALES		
	g / 100 g.		
	R1.	R2.	X
A1B1	3.3649	3.4448	3.4049
A1B2	5.3102	4.9078	5.1090
A1B3	9.5967	9.5161	9.5564
A1B4	13.3698	13.4127	13.3913
A1B5	16.5188	16.5130	16.5159
A2B1	5.2287	4.9762	5.1025
A2B2	6.3665	6.5559	6.4612
A2B3	10.4480	11.5549	11.0015
A2B4	16.0744	16.0053	16.0399
A2B5	21.0420	21.1071	21.0746
A3B1	15.9440	15.6367	15.7904
A3B2	12.4127	12.5656	12.4892
A3B3	14.5966	14.9338	14.7652
A3B4	21.1617	21.2401	21.2009
A3B5	28.4406	28.3691	28.4049

**TABLA 5. VALORES DE pH EN EL AGUA DE REMOJO**

TRAT.	pH		
	R1	R2	X
A1B1	6.00	6.00	6.00
A1B2	5.50	5.30	5.40
A1B3	5.50	5.50	5.50
A1B4	6.00	6.00	6.00
A1B5	6.50	6.30	6.40
A2B1	7.00	7.00	7.00
A2B2	6.50	6.30	6.40
A2B3	7.00	7.00	7.00
A2B4	7.00	7.00	7.00
A2B5	9.00	9.00	9.00
A3B1	9.00	9.00	9.00
A3B2	7.00	7.50	7.25
A3B3	8.50	8.50	8.50
A3B4	9.00	8.90	8.95
A3B5	9.50	9.30	9.40

Solventes: A1 = agua potable

A2 = Sol. 0.5 % NaHCO<sub>3</sub>

A3 = Sol. 0.5 % NaHCO<sub>3</sub> y 0.5 % Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

Temp. de remojo: B1=20°C; B2=35°C; B3=50°C; B4=65°C; B5=80°C

**TABLA 6. PERDIDA DE SOLIDOS SOLUBLES DESPUES DEL REMOJO**

TRAT.	PROTEINA (N X 6.25) g / 100 g			AZUCARES TOTALES COMO SACAROSA g / 100 g		
	R1.	R2.	X	R1.	R2.	X
A1B1	14.3322	13.7024	14.0173	1.4756	1.1550	1.3153
A1B2	10.9791	10.7737	10.8764	1.8802	2.2712	2.0757
A1B3	11.0763	10.5203	10.7983	3.2700	3.2622	3.2661
A1B4	4.1468	4.1358	4.1408	3.1891	3.1015	3.1454
A1B5	0.5331	0.6547	0.5939	3.1511	3.0800	3.1156
A2B1	6.4619	5.6790	6.0705	1.5706	1.2317	1.4012
A2B2	8.4378	7.1594	7.7986	1.3906	1.2230	1.3068
A2B3	0.4967	0.3069	0.4018	3.0910	3.1254	3.1082
A2B4	3.9821	3.1695	3.5793	3.3440	3.3372	3.3406
A2B5	0.4824	0.6929	0.5877	2.8745	2.8742	2.8744
A3B1	14.5928	13.7683	14.1806	3.0779	3.0970	3.0875
A3B2	7.7611	7.7379	7.7495	2.4184	2.4478	2.4331
A3B3	1.6202	1.3265	1.4734	3.3810	3.2724	3.3267
A3B4	1.8379	1.5598	1.6989	3.4059	3.3124	3.3592
A3B5	2.1311	2.0458	2.0882	2.8769	2.6756	2.7763

Solvente: A1 = agua potable

A2 = Sol. 0.5 % NaHCO<sub>3</sub>;

A3 = Sol. 0.5 % NaHCO<sub>3</sub> y 0.5 % Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

Temp. de remojo: B1=20°C; B2=35°C; B3=50°C; B4=65°C; B5=80°C

**TABLA 7. TIEMPOS DE COCIMIENTO DE LOS FREJOLES SOMETIDOS A DIFERENTES TEMPERATURAS**

TRATAMIENTO	TIEMPO DE COCIMIENTO (MIN)		
	R1.	R2.	X
A1B1	90.0	90.0	90.0
A1B2	80.0	80.0	80.0
A1B3	480.0	480.0	480.0
A1B4	330.0	330.0	330.0
A1B5	130.0	130.0	130.0
A2B1	45.0	45.0	45.0
A2B2	33.0	33.0	33.0
A2B3	50.0	50.0	50.0
A2B4	10.0	10.0	10.0
A2B5	8.0	8.0	8.0
A3B1	27.0	27.0	27.0
A3B2	25.0	25.0	25.0
A3B3	36.0	36.0	36.0
A3B4	8.0	8.0	8.0
A3B5	8.0	8.0	8.0

\* Después que los fréjoles fueron sometidos a diferentes tratamientos de remojo fueron cocidos a la temp. de 92°C en agua destilada.

**TABLA 8. VALORES DE SOLIDOS TOTALES EN EL AGUA DE COCIMIENTO**

TRATAMIENTO	SOLIDOS TOTALES (g / 100 g)		
	R1.	R2.	X
A1B1	5.2682	5.1347	5.2015
A1B2	4.3257	4.4468	4.3862
A1B3	3.4605	3.5008	3.4807
A1B4	2.3001	2.2536	2.2769
A1B5	4.4178	4.3074	4.3626
A2B1	5.0608	5.1882	5.1245
A2B2	6.8632	7.3592	7.1112
A2B3	2.7317	2.7209	2.7263
A2B4	6.2024	5.8080	6.0052
A2B5	6.8150	6.9680	6.8915
A3B1	4.0635	4.0716	4.0675
A3B2	3.9780	3.8965	3.9373
A3B3	3.9335	3.8075	3.8705
A3B4	7.8480	7.6522	7.7501
A3B5	1.7900	1.9740	1.8820

**TABLA 9. PERDIDA DE SOLIDOS SOLUBLES DESPUES DEL COCIMIENTO**

TRAT.	PROTEINA (N X 6.25) (g / 100 g)			AZUCARES TOTALES COMO SACAROSA (g / 100 g)		
	R1.	R2.	X	R1.	R2.	X
A1B1	0.7537	0.9918	0.8728	1.4226	1.7876	1.6051
A1B2	0.2241	0.8373	0.5307	0.9690	0.7795	0.8743
A1B3	2.7979	2.2385	2.5182	0.0986	0.0403	0.0695
A1B4	0.5202	0.3072	0.4137	0.0464	0.0932	0.0698
A1B5	0.2808	0.7925	0.5367	0.0867	0.0481	0.0674
A2B1	8.6482	9.2192	8.9337	1.1563	1.2021	1.1792
A2B2	1.5814	2.3902	1.9858	1.5234	1.6659	1.5947
A2B3	3.5528	3.0017	3.2773	0.0938	0.0568	0.0753
A2B4	0.4533	0.0954	0.2744	0.0086	0.0016	0.0121
A2B5	1.9578	2.6303	2.2941	0.0128	0.0428	0.0278
A3B1	0.1328	0.1649	0.1489	0.2657	0.2639	0.2648
A3B2	2.0486	1.8051	1.9269	0.7550	0.7421	0.7486
A3B3	2.8847	4.1783	4.5314	0.9600	0.8890	0.9300
A3B4	3.7287	2.2997	3.0142	0.0240	0.0750	0.0500
A3B5	4.4826	3.6969	4.0898	0.4487	0.5331	0.4909

**TABLA 10. ANALISIS DE FOSFORO DE ACIDO FITICO POR H.P.L.C**

MUESTRAS	FOSFORO DE ACIDO FITICO (g / 100 g)		
	R1	R2	X
MATERIA PRIMA	0.1208	0.1093	0.1151
A2B2 *	0.0299	0.0363	0.0331

**TABLA 11. ANALISIS DE DIGESTIBILIDAD DE PROTEINA IN VITRO**

TRATAMIENTO	COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD (g / 100 g)		
	R1.	R2.	X
A2B2 *	67.1633	67.1547	67.1590

\* Corresponde al mejor tratamiento: R2 = Sol. 0.5% NaHCO<sub>3</sub>  
B2 = Temp. 35 °C.

**TABLA 12. ANALISIS MICROBIOLOGICO EN EL FREJOL DESPUES DEL COCIMIENTO.**

TRATAMIENTO	RECUESTO TOTAL ( $\times 10^1$ ufc/ml)		
	R1.	R2.	X
A1B1	51	100	76
A1B2	<20	<20	<20
A1B3	<20	<20	<20
A1B4	53	50	52
A1B5	<10	<10	<10
A2B1	<10	<10	<10
A2B2	<10	<10	<10
A2B3	<10	<10	<10
A2B4	<20	<20	<20
A2B5	<10	<10	<10
A3B1	<10	<10	<10
A3B2	<10	<10	<10
A3B3	<20	<20	<20
A3B4	<10	<10	<10
A3B5	<10	<10	<10

\* Los análisis microbiológicos se realizaron inmediatamente después del cocimiento de los fréjoles a la temperatura de 92°C en agua destilada.

## RESUMEN

La investigación para obtener néctar de guayaba (*Psidium guajaba*) dietético se realizó en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato. Se probaron dos tipos de envase, de vidrio tipo sanitario de ocho onzas y de plástico de ocho onzas, en base a los cuales se diseñaron dos grupos de ensayos paralelos, evaluándose los siguientes factores: 1. Variedades de guayaba (roja A1 y blanca A2); 2. Porcentaje de zumo (25 % B1, 30 % B2 y 35 % B3); y 3. Temperatura de proceso térmico (100 °C por 30' C1 y 110 °C por 20' C2). Para determinar las temperaturas del tratamiento térmico se consideró la presencia de *Clostridium botulinum*. En los grupos se aplicó un diseño de bloques al azar en arreglo factorial 2<sup>2</sup>x3 con dos repeticiones. Para el tratamiento de los datos de almacenamiento (al ambiente y a 38°C ±2), se recurrió a un análisis estadístico basado en un diseño de bloques al azar en arreglo factorial 4\*2 en dos repeticiones, aplicado en las muestras de mayor aceptabilidad y por envase.

Como resultados se encontró que para envases de vidrio, el néctar de guayaba roja presentó mayor acidez titulable después del proceso térmico, con 0.265 %. La acidez porcentual aumentó hasta 0.312 % para el 35 % de zumo; las tendencias observadas en los néctares en envases de plástico fueron similares. Al aplicar 100°C por 30', el porcentaje de acidez alcanzó valores de 0.261 % y 0.257 %, en tanto que éstos llegan solamente a 0.254 % y 0.247 % cuando la temperatura de proceso fue de 110°C por 20', para néctar en envases de vidrio y plástico en su orden. La mayor concentración de zumo presentó 3.281 y 3.394 °Brix, en néctar en envases de vidrio y plástico.

La guayaba blanca mantuvo mayor proporción de vitamina C después del proceso de escaldado, dilución y proceso térmico, con una media de 57.374 y 61.386 mg/100 g de muestra en envases de vidrio y plástico, respectivamente. El contenido de vitamina C llegó a un máximo de 71.404 y 75.462 mg/100 g para el néctar con 35 % de zumo.

Resultó más ventajoso aplicar una temperatura de 110°C por 20 minutos al néctar de guayaba, pues se observa un mayor contenido final de vitamina C (59.261 y 63.056 mg/100 g de muestra) en néctar en los dos tipos de envase.

El néctar con 30 % de zumo mostró buena aceptabilidad, siendo mayor para el néctar en envases de vidrio (9.45). Para néctar en envases de plástico la calificación promedio fue de 9.4. De otro lado se registró una mayor estabilidad de la vitamina C en néctar almacenado a temperatura ambiente (A1), con 44.91 mg de vitamina C por 100 g de muestra para néctar (vidrio) y 48.52 mg de vitamina C por 100 g de muestra en néctar (plástico). Para néctar en envases de vidrio y plástico, el almacenamiento a la temperatura de 38°C (A2) determinó un contenido de 36.86 mg de vitamina C por 100 g de muestra y 40.92 mg de vitamina C por 100 g de muestra respectivamente, por exposición del néctar a condiciones extremas de temperatura y luz.

\* Egresada(o) de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

\*\* Ing. Al., Profesor de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

El tratamiento de néctar de guayaba blanca con 30% de zumo, sometido a 110°C y envasado en recipientes de vidrio, presenta la mayor tasa de retorno marginal (761%), siendo el de mayor rentabilidad.

## INTRODUCCION

### Generalidades y Justificación

El néctar de guayaba es una bebida muy apetecida en nuestro medio y que al ser endulzada con edulcorante artificial se transforma en un producto dietético, que puede ser consumido tanto por personas normales como por aquellas que sufren de diabetes y/o sobrepeso.

Es por tanto de suma importancia conocer las propiedades físicas y químicas del néctar de guayaba dietético después de ser sometido a procesos térmicos con el fin de preservarlo durante un lapso razonable de tiempo. Además se debe ajustar y definir exactamente la intensidad del tratamiento a aplicarse, ya que un proceso perfecto desde el punto de vista culinario, puede no preveer la eliminación de microorganismos productores de alteraciones alimenticias. Debe considerarse también la necesidad de ofrecer otros productos dietéticos en el mercado como alternativas de consumo.

Cabe señalar que desde que fueron conocidas las vitaminas y su importancia biológica en los alimentos, ha sido de preocupación constante evitar su destrucción en los diversos procesos, sobre todo térmicos, a que se someten los alimentos que los contienen.

Por lo anterior, en el presente trabajo se estudia las respuestas del contenido de vitamina C en los néctares de guayaba, frente a las temperaturas, tiempos de proceso y almacenamiento.

### Objetivos

- A. Determinar cual de las dos variedades de guayaba se adaptan mejor al proceso de elaboración;
- B. Desarrollar tres formulaciones para elaborar néctar de guayaba dietético y su evaluación en base a pruebas de aceptabilidad;
- C. Determinar la temperatura de proceso óptima que permita obtener un néctar dietético que cumpla con los estándares microbiológicos, organolépticos y nutritivos correspondientes;
- D. Evaluar el tipo de envase; y,
- E. Determinar la influencia de la temperatura de almacenamiento en los mejores tratamientos controlando especialmente vitamina C y edulcorante.

## MATERIALES Y METODOS

### MATERIALES

#### Materiales experimentales

Frutos de guayaba (*Psidium guajaba*), variedades blanca y roja. El análisis previo de la pulpa de guayaba mostró la siguiente composición:

## ANALISIS QUIMICOS DE LA PULPA DE GUAYABA EN ESTADO NATURAL

Propiedades	Guayaba blanca	Guayaba roja
Acidez %	1.03	1.04
pH	4.07	4.11
°Brix	9.04	8.92
Azúcares totales %	6.88	6.53
Vitamina C*	233.68	192.78

\* mg/100 ml de muestra

Sacarina. Se emplearon comprimidos de sacarina Hermesetas, fabricado por la Hermes Edulcorantes S.A. Zurich, Suiza. Cada comprimido contiene 12.5 mg de sacarina purísima de disolución instantánea, con una potencia de 243.9 con respecto a la sacarosa comercial.

Envases sanitarios de vidrio y plástico. Fueron de 8 onzas con un volumen ocupable de 220 ml, tanto para los de vidrio como los de plástico. Estos últimos fueron de material plástico endurecido, del grupo de los poliésteres y del polímero de los policarbonados. Las tapas empleadas fueron plásticas, con rosca y con un recubrimiento interior de cartón encerado.

#### Reactivos

- Hidróxido de sodio 0.1 N.
- Indicador fenolftaleína
- Diclorofenol indofenol
- Acido oxálico - tiourea
- Acido sulfúrico 85 %
- 2-4 dinitrofenil hidrazina
- Acido ascórbico grado reactivo

#### Equipos e insumos

- Registrador automático de temperatura ELLAB tipo Z9CTFD, equipado con termocuplas tipo aguja con adaptadores tipo rosca ELLAB para envases de vidrio.
- Pulpador Machtronic, 1.5 Hp con tamiz de 0.045 pulgadas.
- Balanza Mettler, capacidad 1200 gr.
- Balanza Pelauze, Evanston, capacidad 60 lbs.
- pH-metro digital, portátil, Fisher 107
- Refractómetro manual, American Optical T/C escala 0 - 30°brix
- Cuenta colonias Quebec ADC No. 3325.
- Incubadora, marca Plue M 200 A
- Materiales de vidrio (vasos de precipitación, pipetas, buretas, erlenmeyers, cajas petri, probetas, termómetros de 0 - 200°C, tubos de ensayo).
- Aceite comestible
- Calibrador Vernier

#### DISEÑO EXPERIMENTAL

Se probaron envases de vidrio tipo sanitario y envases sanitarios de plástico, ambos de 8 onzas, en base a los que se diseñaron dos ensayos paralelos. El diseño experimental para los dos ensayos de bloques completamente al azar en arreglo factorial  $2^2 \times 3$  con dos repeticiones. Para la evaluación sensorial se implementaron 5 repeticiones.

Factores en estudio

## Variedades de guayaba

Frutos de guayaba roja	A1
Frutos de guayaba blanca	A2

## Porcentaje de zumo

25 % de zumo	B1
30 % de zumo	B2
35 % de zumo	B3

## Temperatura de proceso térmico

100°C por 30 minutos <sup>1</sup>	C1
110 °C por 20 minutos <sup>1</sup>	C2

La combinación de los factores totalizó 12 tratamientos.

Análisis estadístico

Con la finalidad de establecer las diferencias entre tratamientos se aplicó el análisis de varianza (ADEVA) y la prueba de rango múltiple de Duncan al 5%, para los ensayos en envases de vidrio y plástico individualmente.

Análisis económico

Para determinar los costos del proceso, se aplicó el análisis económico de Perrín *et. al* (1979), el mismo que determina la tasa de retorno marginal en base a costos variables y beneficios netos.

**METODOS**Selección de panelistas

Para determinar el dulzor de la sacarina y evaluar las características organolépticas del néctar procesado se seleccionó personal de entre estudiantes de la FCIAL con una adecuada sensibilidad para diferenciar soluciones de sacarosa 0.032 molar, 0.048 molar y 0.064 molar; como patrón se utilizó agua destilada.

Determinación del grado de dulzor de la sacarina

Se pidió a los catadores equiparar la dulzura de una solución al 10% de sacarosa (azúcar), con la de soluciones de sacarina. Se inició con una solución problema de sacarina al 0.033%, y una potencia de 300 (Bakal 1987). Las soluciones de sacarina fueron al 0.035, 0.037, 0.039, 0.041 y 0.043%. Estas cataciones se realizaron 2 veces, con un intervalo de 8 días entre ellas. Una vez conocida la solución de sacarina de igual dulzura que la solución patrón de sacarosa, se calculó su potencia aplicando la fórmula:

<sup>1</sup> Valores establecidos mediante pruebas de penetración de calor.

$$P = \frac{\text{Concentración solución patrón (\%)}}{\text{Concentración solución problema (\%)}}$$

#### Preparación de la materia prima

Se seleccionaron las frutas y se procedió al lavado con agua potable fría. Seguidamente se realizó el escaldado, sumergiendo los frutos enteros en agua hirviendo por 5'. El pulpatado se efectuó con en un pulpatador piloto Machtronic, obteniéndose el zumo puro.

#### Dosificación de sacarina para el néctar

Se consideró el aporte de sólidos solubles de la fruta, efectuándose también pruebas sensoriales para determinar la dosis más aceptable. Se encontró alta aceptabilidad a la concentración de 0.037% de sacarina en los néctares de guayaba con los tres porcentajes de zumo, empleándose dicha concentración de sacarina.

#### Preparación de las unidades experimentales para tratamiento térmico

Los envases de vidrio y plástico fueron esterilizados con vapor de agua. Posteriormente se procedió al llenado con el néctar de guayaba, el cual fue previamente calentado hasta aproximadamente 60°C, dejando un espacio de 1.5 cm entre la superficie del producto y el borde interior del envase. El sellado se realizó manualmente.

Para obtener las temperaturas requeridas, se calentaron 2 litros de aceite vegetal en un recipiente con capacidad de 8 litros. Se controló la temperatura con una termocupla. Los envases se sumergieron en el aceite caliente, hasta una altura de 2 cm bajo el cuello. Se aplicaron las temperaturas y tiempos de acuerdo a los tratamientos. Una vez concluido el tratamiento, los envases se enfriaron con agua corriente hasta los 37 °C en el punto frío.

#### Evaluación de los procesos térmicos

Para determinar la efectividad de los tratamientos térmicos se registraron las temperaturas en el interior de los envases de vidrio y plástico con sus contenidos con un termopar introducido en un tubo de vidrio de 5 mm de diámetro, con el fin de que se mantenga rígido y a una altura entre el centro geométrico y el cuarto inferior del envase, en donde se halla el punto frío del recipiente. El termopar estuvo conectado al registrador automático de temperatura. Con los tiempos de proceso, en segundos y las razones de letalidad se calcularon las áreas de esterilización correspondientes a cada tratamiento, aplicando la fórmula de Simpson:

$$\text{Area} = \frac{b-a}{6m} \{y_0 + \sum_{i=1}^m (4y_{2i-1} + 2y_{2i}) + y_{2m}\}$$

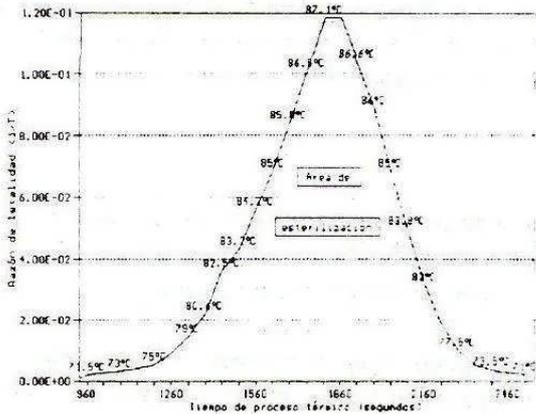
En donde:

- a = Valor del primer intervalo X
- b = Valor del último intervalo X
- 2m = Número de intervalos Y (siempre par)
- y<sub>0</sub> = Valor del primer intervalo Y

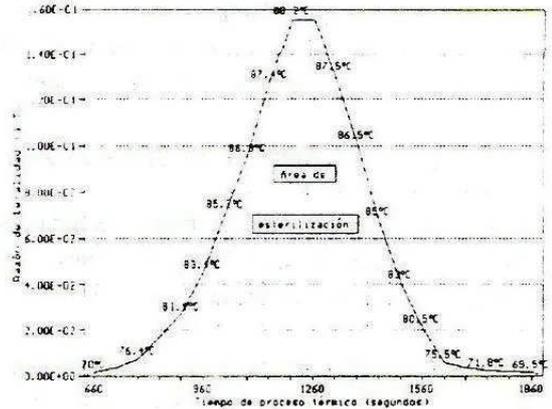
Las áreas de esterilización calculadas cubren los requerimientos para inactivar esporas de *C botulinum*, por lo que se considera seguro el producto terminado para consumo, como se muestra a continuación.

Análisis físicos, químicos y microbiológicos del nectar procesado

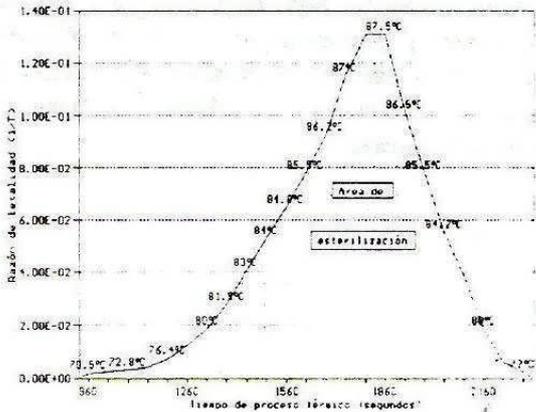
- pH, procedimiento de la norma INEN #389 (INEN 1978).
- Sólidos solubles (°Brix), según la norma INEN #380.
- Acidez titulable, se aplicó el principio de neutralización de un ácido débil con una base fuerte.
- Contenido de Vitamina C, se determinó con 2-4-dinitrofenilhidrazina ANHALAR, según el método de Rolf Strohecker-Heinz M. Heming.
- Análisis microbiológico, se los realizó siguiendo la norma INEN #386.



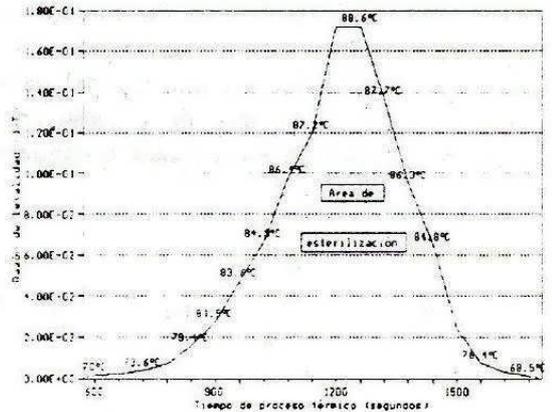
Tiempo, temperatura y razón de letalidad a 100°C por 30' (área = 64.03) (envases de vidrio)



Tiempo, temperatura y razón de letalidad a 110°C por 20' (área = 64.91) (envases de vidrio)



Tiempo, temperatura y razón de letalidad a 100°C por 30' (área = 65.01) (envases de plástico)



Tiempo, temperatura y razón de letalidad a 110°C por 20' (área = 63.25) (envases de plástico)

Evaluación sensorial

- Color, se evaluó la impresión visual general del producto. Como defectos se anotan decoloración, color muy intenso, presencia de partículas extrañas y suciedades y separación de fases.

- Olor y sabor, deben ser característicos, similares a del jugo fresco de guayaba. Se consideran defectos el sabor a cocido, sin sabor, demasiado ácido, amargo, oxidado, metálico u otro sabor u olor extraño.
- Textura, se evaluó la viscosidad y homogeneidad. Un néctar muy fluido, muy denso, granuloso, grumoso o con separación de fases es defectuoso.
- Aceptabilidad, se evaluó la preferencia de los catadores como un compendio de las características previas.

### Almacenamiento

Luego del enfriamiento, se almacenó el néctar de los tratamientos con mayor aceptabilidad (4), de los envases de vidrio y plástico, al ambiente y a  $38^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , empleando estufas para calefacción de 40 vatios, para simular condiciones extremas. La distribución se hizo en base a la procedencia de la muestra como primer factor y al tipo de almacenamiento como segundo factor, para los cual se aleatorizaron los tratamientos resultantes en un diseño experimental 2x4 con 2 repeticiones. Se evaluó el almacenamiento para envases de vidrio y plástico en forma separada.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Una vez realizados los análisis de varianza y establecidas las diferencias estadísticas por medio de las pruebas funcionales, se determinó que para envases de vidrio, el néctar de guayaba roja presentó un mayor porcentaje de acidez titulable después de ser sometido al proceso térmico, con 0.265%. La acidez porcentual presente se mantuvo alta, hasta 0.312% para el 35% de zumo; los valores y tendencias observadas en los envases de plástico fueron similares. Al aplicar  $100^{\circ}\text{C}$  de calor por 30 minutos el porcentaje de acidez titulable registró 0.261% y 0.257%, para envases de vidrio y plástico, respectivamente. Tomando en cuenta que el mayor porcentaje de acidez titulable registrado para un producto alimenticio determina su resistencia al crecimiento de microorganismos patógenos, especialmente *Clostridium botulinum*, la variedad, porcentaje de zumo y proceso térmico que permiten mantener niveles altos de acidez titulable siendo la variedad de guayaba roja, 35% de zumo y el proceso térmico a  $100^{\circ}\text{C}$  por 30 minutos, los que presentaron una mayor acidez. De igual manera, aunque las lecturas de pH no presentaron diferencias significativas entre ellas, los valores se encuentran entre 3.7 y 4.1, acidez titulable que, de acuerdo a Tranner y Twigg, citados por Hersom (1980), limita el crecimiento del referido patógeno, aunque permite el desarrollo de algunas levaduras y hongos acidorresistentes. Sin embargo, la presencia de una mayor acidez titulable puede alterar el sabor. Se observó la comparación entre las lecturas de acidez titulable para el material experimental en envases de vidrio y de plástico, siendo los porcentajes de los envases de vidrio ligeramente superiores a los registrados en los envases de plástico en la mayoría de los tratamientos.

La mayor concentración de zumo presentó 3.281 y 3.394 °Brix, en envases de vidrio y plástico respectivamente. Esto es un indicio de que el néctar cumple con su propiedad dietética al presentar un bajo aporte de calorías, conservando aún su sabor dulce gracias a la adición de la sacarina, comportamiento registrado solamente en los envases de vidrio.

El alto contenido inicial de vitamina C en la guayaba de variedad blanca determinó que ésta se mantenga en mayor proporción después del proceso de escaldado, dilución y proceso térmico, con una media de 57.374 y 61.386 mg/100 g de muestra. Antes que la temperatura usada, se observa que el tiempo de aplicación de ésta es de mayor importancia para evitar la destrucción de la vitamina, lo que concuerda con Hoyem y Kvale (1977), quienes afirman que la variación del contenido de vitamina C en el producto es altamente dependiente del tiempo de cocción y del tipo de vegetal o frutos empleados.

El contenido de vitamina C fue directamente proporcional al porcentaje de zumo empleado, con un máximo de 71.404 y 75.462 mg/100 g para el néctar con 35% de zumo.

Resultó más ventajoso aplicar 110°C por 20 minutos como tratamiento térmico al néctar de guayaba, observándose un mayor contenido final de vitamina C (59.261 y 63.056 mg/100 g de muestra) en los dos tipos de envase. Al comparar el efecto independiente de los envases empleados en el presente experimento se aprecia diferencias en el contenido de vitamina C, siendo el envase de vidrio el de menor concentración, probablemente debido a la mayor degradación de la vitamina como consecuencia de una mayor concentración de calor por más tiempo debido principalmente a que la curva de enfriamiento fue más prolongada. En tanto que en los envases de plástico la pérdida de calor después del proceso térmico fue más rápida dadas las características del envases, como paredes más delgadas y una estructura molecular más difusa que la del vidrio (Heiss 1970).

La aceptabilidad fue mayor para el néctar con 30% de zumo, toda vez que éste registró el mejor sabor y textura, siendo mayor para envases de vidrio (9.45), posiblemente por haber perdido menos cantidad de los aromas al ser su estructura totalmente impermeable. Para envases de plástico la calificación promedio fue de 9.4.

Se observó una mayor estabilidad de la vitamina C en condiciones ambientales (A1), ya que en el lugar de almacenaje no se dieron condiciones extremas de temperatura o humedad, con 44.91 mg de vitamina C por 100 g de muestra para envase de vidrio y 48.52 mg de vitamina C por 100 g de muestra envases de plástico. La aceptabilidad fue mayor para el néctar con 30% de zumo, toda vez que éste registró el mejor sabor y textura, con su calificación promedio en el primer rango de significación siendo la mayor la registrada para envases de vidrio, posiblemente por haber perdido menos cantidad de los aromas al ser su estructura totalmente impermeable. Los néctares con 25 y 35% de zumo no fueron aceptados claramente por los catadores, debido a su consistencia y sabor muy diluido o concentrado o con un sabor insípido o penetrante según el caso.

Para envases vidrio y plástico, el almacenamiento a la temperatura de 38°C (A2) determinó un contenido de 36.86 mg de vitamina C por 100 g de muestra y 40.92 mg de vitamina C por 100 g de muestra respectivamente debido a la prolongada exposición del néctar a condiciones extremas de temperatura y luz, provocó una oxidación y la consiguiente degradación de la vitamina C contenida inicialmente. La prolongada exposición del néctar a condiciones extremas de temperatura y luz, provocó una oxidación y la consiguiente degradación de la vitamina C contenida inicialmente, debido principalmente a que esta vitamina es destruida por el efecto del calor constante, en éste caso durante un período de 30 días.

Con el fin de dar un aproximación al impacto económico de los tratamientos sobre el costo y valor de venta del producto envasado, se aplicó la metodología de presupuesto parcial descrita por Perrín *et al* (1979), con el fin de calcular la tasa de retorno marginal en base a los costos variables e ingresos netos provenientes de la aplicación de los factores estudiados sobre el material experimental como producto terminado. El tratamiento conformado por néctar de guayaba blanca con 30% de zumo, sometido a 110°C y envasado en recipientes de vidrio, presentó la mayor tasa de retorno marginal (761%), siendo el de mayor rendimiento, principalmente debido al reciclaje del envase de vidrio.

Una vez concluido el período de almacenamiento por 30 días, se tomaron muestras de producto al azar (seis), de envases de vidrio y plástico, con las que se realizaron los respectivos cultivos en APD (Agar papa dextrosa deshidratada), colocados en cajas Petri. Con las muestras se realizaron diluciones de  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ , para sembrar en forma aséptica colocando 0.1 ml de muestra por caja petri en forma difusa. Este procedimiento se aplicó con el fin de determinar la presencia de mohos y levaduras principalmente. Las cajas Petri se incubaron a 37°C por 72 horas en una estufa. Transcurrido el tiempo de incubación se procedió al conteo de colonias, no pudiendo detectarse la existencia de las mismas en ninguna de las cajas Petri, los que se adujo a que el proceso térmico aplicado fue superior al necesario para eliminar este tipo de microorganismos.

También una vez terminado el período de almacenamiento se procedió a evaluar las condiciones físicas del material experimental, para lo cual se realizaron observaciones directas por parte de los autores del presente experimento. En los tratamientos sometidos a almacenamiento a 38°C se detectó la presencia de un precipitado de color ocre formando grumos, lo cual se atribuye principalmente a que a ésta temperatura ocurre probablemente la gelificación de partículas de pectina, alrededor de las cuales se agrupan otras; éste fenómeno se acentuó conforme a la concentración del néctar. También se percibió en estos tratamientos un olor metálico, como producto de la oxidación de las sustancias orgánicas contenidas en el néctar. No se apreció mayor diferencia de acuerdo al tipo de envase empleado, aunque en el de plástico el olor fue más penetrante como consecuencia de la permeabilidad del mismo a los gases.

## CONCLUSIONES

Para envases de vidrio, el néctar de guayaba roja presentó un mayor porcentaje de acidez titulable después de ser sometido al proceso térmico, con 0.265%. La acidez porcentual presente se mantuvo alta, hasta 0.312% para el 35% de zumo; los valores y tendencias observadas en los envases de plástico fueron similares. Al aplicar 100°C de calor por 30 minutos el porcentaje de acidez titulable registró 0.261% y 0.257%, para envases de vidrio y plástico, respectivamente. La mayor concentración de zumo presentó 3.281 y 3.394 °Brix, en envases de vidrio y plástico respectivamente.

Para la guayaba variedad blanca, la vitamina C se mantuvo en mayor proporción después del proceso de escaldado, dilución y proceso térmico, con una media de 57.374 y 61.386 mg/100 g de muestra, dado su alto contenido inicial.

El contenido de vitamina C fue directamente proporcional al porcentaje de zumo empleado, con un máximo de 71.404 y 75.462 mg/100 g para el néctar con 35% de zumo.

El tratamiento térmico a 110°C por 20 minutos para el néctar de guayaba fue más ventajoso, observándose un mayor contenido final de vitamina C (59.261 y 63.056 mg/100 g de muestra) en los dos tipos de envase.

La aceptabilidad fue mayor para el néctar con 30% de zumo, toda vez que éste registró el mejor sabor y textura, siendo mayor para envases de vidrio (9.45), posiblemente por haber perdido menos cantidad de los aromas al ser su estructura totalmente impermeable. Para envases de plástico la calificación promedio fue de 9.4.

Se observó una mayor estabilidad de la vitamina C en condiciones ambientales (A1), ya que en el lugar de almacenaje no se dieron condiciones extremas de temperatura o humedad, con 44.91 mg de vitamina C por 100 g de muestra para envase de vidrio y 48.52 mg de vitamina C por 100 g de muestra envases de plástico.

Para envases vidrio y plástico, el almacenamiento a la temperatura de 38°C (A2) determinó un contenido de 36.86 mg de vitamina C por 100 g de muestra y 40.92 mg de vitamina C por 100 g de muestra respectivamente debido a la prolongada exposición del néctar a condiciones extremas de temperatura y luz, provocó una oxidación y la consiguiente degradación de la vitamina C contenida inicialmente.

El tratamiento conformado por néctar de guayaba blanca con 30% de zumo, sometido a 110°C y envasado en recipientes de vidrio, presentó la mayor tasa de retorno marginal (761%), siendo el de mayor rendimiento.

## RECOMENDACIONES

La elaboración de néctar de guayaba empleando la variedad de guayaba blanca, en una concentración de 30% de zumo y con un proceso térmico de 110°C por 20 minutos.

Probar otros tipos de procesos térmicos como pasteurización y su efecto en el contenido de vitamina C, además de la presencia de microorganismos potencialmente peligrosos, así como buscar metodologías y técnicas de aplicación de calor para pasteurizar el néctar de guayaba en forma más rápida y eficiente.

Evaluar tipos de envases más manejables y menos costosos como fundas termoprocésables o envases de hojalata, para buscar alternativas en la aplicación del proceso térmico.

Establecer los requerimientos mínimos de vitamina C en el néctar de guayaba para el consumidor con el fin de evaluar la alternativa de enriquecer la bebida con vitamina C sintética.

Determinar mecanismos de dosificación de sacarina en una fase posterior a la pasteurización del néctar, en un ambiente aséptico, con el fin de evitar el calentamiento del edulcorante.

En caso de utilizar envases de vidrio para el néctar de guayaba, debe buscarse como alternativa el empleo de tapas metálicas con un recubrimiento interior apropiado para asegurar un adecuado aislamiento del producto y evitar los riesgos de contaminación.

Se recomienda evaluar la elaboración de néctar de guayaba clarificado, a partir de jugo de guayaba base.

Evaluar el empleo de edulcorantes sintéticos alternativos como Nutrasweet, Aspartame, etc.

## BIBLIOGRAFIA

- BAKAL, A. I. 1987. Saccharin functionality and safety. Food Technology. January. p. 117 - 118.
- HEISS, R. 1970. Principio de Envasado de los Alimentos; Guía Internacional. Trad. del Inglés por Justino Burgués González y Fco. Sala Trepát. Zaragoza, Esp. FAO. 331 p.
- HERSOM, A.; HULLAND, E. D. 1980. Conservas Alimenticias. Trad. de 7 ed. del Inglés por Bernabé Sanz Pérez. Zaragoza, Acribia.
- HOYEM, T; KVALE, O. 1977. Physical, chemical and biological changes in food, caused by thermal processing. London, Applied Science Publishers. 398 p.
- INEN. 1978. Conservas vegetales; determinación de sólidos solubles. Norma Ecuatoriana # 380.
- INEN. 1978. Conservas vegetales; ensayos microbiológicos. Norma Ecuatoriana # 386.
- INEN. 1978. Conservas vegetales; determinación de concentración del ión hidrógeno, pH. Norma Ecuatoriana # 389.
- PERRIN, R.; WINKELMANN, D.; MOSCARDI, E.; ANDERSON, J. 1979. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. México, D.F., Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 53 p.

### **ALIMENTOS CIENCIA E INGENIERIA N° 1 (1)**

Diseño y construcción de un prototipo de lavadora de quinua (*Chenopodium quinoa W.*) y estudio de eficiencia frente a otros métodos de lavado.

Estudio de la fermentación y secado de tres variedades de cacao cultivadas en el Ecuador.

Proyecto de factibilidad para la instalación de un camal frigorífico en el Cantón Sucre.

Obtención de aislados proteicos a partir de semillas de fréjol y arveja y determinación de su calidad nutritiva.

### **ALIMENTOS CIENCIA E INGENIERIA N° 2 (1)**

Almacenamiento de manzanas en cámara ambiental.

Determinación del contenido de fruta en mermeladas estándar.

Estudio del secado de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*)

Elaboración de un subproducto lácteo "postre" flan mediante la sustitución de leche por suero dulce.

Los ácidos grasos en mantequilla de la provincia de Bolívar.



**Universidad Técnica de Ambato**  
**Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos**  
**Teléfonos: 826272 - 824405**  
**Casilla Postal 18-01-0334**  
**Fax 593-2-829030**  
**Ambato - Ecuador**

**Se acepta canje y donación de publicaciones**