

ALIMENTOS

CIENCIA E INGENIERIA



N° 9(1)
Abril del 2000

EDITORIAL

CÓDIGO DE BARRAS.

La identificación, captura y transferencia de información en forma rápida, eficiente y en tiempo real es la base de la evolución de las empresas hacia la competitividad moderna.

Desde siempre las compañías han invertido grandes cantidades de recursos financieros para modernizar tanto los procesos de producción como los de distribución ; pero no han dedicado mucha atención a la mejora del flujo de información intra e interorganización.

Lo anterior exige la utilización de herramientas tecnológicas compatibles con el procesamiento electrónico, tales como los sistemas automáticos de identificación.

Algunos de estos sistemas son: La visión electrónica de identificación realizada por cámaras de video, el reconocimiento magnético de caracteres, el reconocimiento óptico de caracteres (OCR), el reconocimiento de voz humana, dispositivos de radio frecuencia y de radiación infrarroja que son sistemas de transmisión e identificación simultánea, el Código de barras que sin duda alguna es el sistema más difundido y utilizado mundialmente, sobre todo en la industria, donde la comodidad, facilidad y fiabilidad que brinda el código de barras para ligar los flujos físicos a los flujos informáticos es incomparable.

Entonces el incremento acelerado de la utilización del código de barras obliga a prepararnos para asimilar de mejor manera esta tecnología.

Para ello es necesario proveer una cierta cultura sobre el código de barras, en particular a individuos que laboran en empresas productoras de alimentos, sobre todos aquéllos que se encuentran vinculados a las actividades de diseño de envases, control de calidad, producción, distribución, etc.

El código de barras (CB) es una tecnología líder en el campo de la identificación automática. hizo su aparición masiva a principios de los años sesenta en los supermercados de E.U. las patentes originales datan de los años treinta. el CB actualmente es una tecnología probada, eficiente, económica, de utilización universal; y, de vida limitada al estar expuesta a la intemperie, sin embargo cuando se utilizan etiquetas de poliéster con adhesivos especiales impresos con proceso fotográfico tienen gran durabilidad.

De otro lado para que la captura automática de información pueda ser hecha por cualquier usuario, es fundamental el uso de un lenguaje común. Este lenguaje se refiere al uso de estándares de identificación de productos (números) y de las simbologías de Código de Barras (transportadores de números).

Se hizo entonces necesario definir la utilización del código estándar más apropiado en cada ocasión . Existen cuatro códigos estándar definidos para todo el mundo, EAN-13, EAN-8, UPC-A, UPC-E. Todos ellos tienen en común que son de longitud fija y representan caracteres numéricos.

El aspecto más novedoso de la codificación por barras consiste en la relación que existe entre este tipo de codificación y lo que se ha dado en llamar el Intercambio Electrónico de Documentos (EDI), que puede ser considerado como una “transacción sin papeleo”, un intercambio de documentos o datos a través de medios electrónicos y con un mínimo de intervención humana .

La actual tendencia indica que en países líderes en comercio internacional, está tomando fuerte impulso el concepto de Respuesta Eficiente al Consumidor (ECR). Este concepto esta conformado por una serie de técnicas, las que a su vez están compuestas por las mejores prácticas administrativas, logísticas y estratégicas que generan la Respuesta Eficiente. Los pilares del ECR son

el sistema EAN/UPC de codificación de productos y servicios, y el Intercambio Electrónico de Datos (EDI)

El CB ha sufrido a lo largo de su historia la competencia de otras tecnologías que parecían más avanzadas por ejemplo el sistema CODABAR, código de barras más avanzado de su época y el OCR una tecnología que pese a los grandes avances en informática es hoy una tecnología marginal.

Que futuro tiene el código de barras? el futuro está en los códigos 2D (bidimensionales). Hasta ahora el CB permitía acceder a la información sobre el producto contenida en el ordenador, en la actualidad los CB ya son portadores intrínsecos de información ; sin embargo, los códigos lineales tienen una capacidad de información reducida y tienen limitaciones en el marcaje de productos pequeños.

Los códigos 2D vienen a solucionar estos problemas. Son muy pequeños, contienen centenares o miles de caracteres de información. Sin embargo los códigos 2D no han tenido aún un gran éxito de mercado en E.U. por que no existen estándares de uso público y la calidad de los lectores era baja. Problemas que en los últimos tres años se han solucionado plenamente.

Finalmente vale manifestar que la aplicación del CB es insoslayable para el desarrollo de los procesos de exportación en los que se deberán involucrar con mayor intensidad las empresas del Sector Industrial del país

MARIO MANJARREZ
Profesor Fcial

INCIDENCIA DE LA TORREFACCION EN EL VALOR NUTRICIONAL DE LAS HARINAS COMPLEMENTADAS GERMINADAS Y NO GERMINADAS

Martha Chávez P.*
Santiago Acurio A.*
Ing. Mario Paredes**

RESUMEN

Este estudio está orientado a determinar lo que ocurre con el valor nutricional de la cebada y lenteja a diferentes estados fisiológicos durante el proceso de torrefacción (tostado). Obteniéndose un producto complementado de estos dos granos y utilizando al maíz dulce (chulpi) como edulcorante natural.

Se trabajó con un horno eléctrico doméstico marca Indurama al que se le adecuó un cilindro de acero inoxidable para contener los granos y un motor Parvalux 1M/14 modelo 643 de velocidad regulable. Con este equipo se tostaron los granos; se determinaron las temperaturas y tiempos óptimos de torrefacción por ensayo y error, trabajando con procesos térmicos que situaban a los granos en un estado de semicrudo hasta quemado; en cada uno de ellos se realizó un análisis proximal y análisis sensorial para determinar así al mejor tratamiento de tostado para la cebada y lenteja.

Con las harinas tostadas adecuadamente se procede a complementar, elaborando 5 mezclas con diferentes porcentajes de harina de cebada (*Hordeum vulgare*) variedad grande, harina de lenteja (*Lens culinaris*) variedad lentejón y maíz dulce (*Zea mays*) este último como constante. Para cada mezcla se realizaron análisis de porcentaje de digestibilidad in vitro, aminoácidos totales, computo químico y prueba sensorial evaluada a nivel de población infantil y adulta donde los resultados indicaron un alto grado de aceptabilidad para la mezcla 1 (80 % de cebada, 15 % de lenteja, 5 % de maíz dulce).

Para el mejor tratamiento se determinó el análisis microbiológico de mohos y levaduras; proximal y un estudio de costos indicando un precio a público de 10.536 sucres por 500 gramos de producto.

INTRODUCCION

La desnutrición adulta e infantil es un serio problema de salud pública que afecta a la mayor parte de la población ecuatoriana. Los cereales y leguminosas son los alimentos de donde ésta población obtiene las calorías y proteínas necesarias. Al ingerir estos alimentos en forma individual, presentan limitaciones en sus fuentes de proteínas, ya que poseen patrones aminoacídicos deficientes. (Espín, 1994)

Sin embargo Muller y Tobin (1989) manifiestan que al mezclar proteínas nutritivamente pobres cuyos aminoáci-

* Egresados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

** Director de Tesis

dos limitantes son diferentes se obtiene una mezcla de proteínas de buena calidad debido a que los aminoácidos limitantes de una y otra se suplementan corrigiéndose así la deficiencia.

De entre los cereales, la cebada (*Hordeum vulgare*) es uno de los más conocidos, su principal aplicación mundial es en la elaboración de malta, en la industria cervecera (Darrigol, 1981).

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (1984) indicó que en la zona central de nuestro país también se destina a la cebada para la elaboración de harina, o la tradicional “máchica”.

Según Kay (1979) la lenteja, (*Lens culinaris*) es una leguminosa que se emplea como ingrediente en las sopas. En forma de harina se la utiliza para elaborar pasteles en la preparación de alimentos para niños e inválidos. Las leguminosas tienen un elevado contenido proteico, la lenteja (*Lens culinaris*) tiene una calidad proteica de 17 – 30% aproximadamente, y puede ser considerada como un suplemento natural de los cereales. En el caso de la cebada (*Hordeum vulgare*) tiene una calidad proteica de 12,5 – 17% aproximadamente, y, que además contiene cantidades suficientes de metionina y cistina, pero son deficitarios en lisina. Por el contrario la lenteja contiene cantidades adecuadas de lisina pero es deficitaria en metionina y cistina. Por lo tanto cuando se mezcla cada una suplementa la deficiencia de la otra, llegando a lo que se llama suplementación mutua que bien podrían ser fundamentales en el campo de la nutrición tanto de infantes como de personas adultas.

Para mejorar su aceptabilidad, se ha creído conveniente complementar esta mezcla utilizando harina de maíz (*Zea mays*) variedad dulce (popularmente conocido como maíz chulpi) como edulcorante.

MATERIALES Y MÉTODO

Materia Prima Utilizada

Se utilizó cebada (*Hordeum vulgare*) variedad grande, lenteja (*Lens culinaris*) variedad lentejón y maíz dulce (*Zea mays*) variedad chulpi.

Método

Recepción y Selección .- Se receptaron los granos de cebada, lenteja y maíz dulce, a los que se les realizó una limpieza para eliminar sus impurezas (clavos, piedras, cáscaras, granos partidos, verdes, etc.).

Se procedió a caracterizar las materias primas sometiéndolas a análisis de composición proximal, referido a:

- Humedad, según el Método A.O.A.C. 24003, (1980).
- Proteína, según el Método A.O.A.C. 14.068 para Microkjendahl (1980).
- Fibra, según el Método Vandekamer y Van Juikel para digestor de fibra Labconco.
- Extracto etéreo, según el Método A.O.A.C. 24005 para extractor Goldfish Labconco, (1980).
- Ceniza, por el método de incineración en mufla A.O.A.C. 15.016, (1980)
- Carbohidratos, por diferencia.
- Ureasa en lenteja, Vásconez (1993).

Dependiendo del tipo de harina que se quiera obtener, se puede realizar o no la germinación; para el caso de harinas tipo germinado, se tomó los granos limpios y sin impurezas.

Remojo .- El tiempo de remojo para la cebada es de 12 horas y para la lenteja de 8 horas, la temperatura del agua de remojo deberá encontrarse en un intervalo de 15°C - 20°C para las dos semillas hasta llegar a una humedad del grano cerca del 40%.

Germinación .- Se adecuó una cámara de germinación en donde se colocaron las semillas de cebada y lenteja a una temperatura de 20 °C (+/- 5 °C). La cámara contiene una bandeja con agua que permitió mantener una humedad relativa superior al 85% (+/- 5%) medida con higrómetro Tek Supply Digital Modelo CA 1042, esto permitió que el grano tenga una humedad más o menos constante (alrededor del 40 %); se insufló aire empleando un ventilador propio de la cámara. Se removieron los granos de cebada y de lenteja durante la germinación para evitar que se entremezclen las raicillas y plúmulas.

Secado .- Luego de la germinación se secó el producto en una estufa marca Memmert, de escala 0 °C – 250 °C tipo U40, iniciando con una temperatura de 25 °C que luego se incrementó 10 °C cada 30 minutos hasta alcanzar los 55 °C. Se dejó esta temperatura por un tiempo necesario hasta que el producto alcance una humedad de 5 - 7 %. El objetivo principal del secado es parar la germinación y el desarrollo botánico de la cariósipide para obtener un producto estable (Othon, 1996). En pruebas preliminares se observó que al someter al proceso de torrefacción a los granos de cebada y de lenteja sin un previo secado, estos presentaron su parte interna cruda, mientras que la parte externa quemada.

Seguidamente se eliminaron las raíces y tallitos producidos durante la germinación, mediante fricción manual, quedando listos para torrefactar y moler. Previamente se tomó una muestra representativa para caracterizar la materia prima para realizar un análisis proximal.

Torrefacción .- Los granos germinados y secos se procedieron a torrefactar; para esto se utilizó un horno tostador eléctrico marca Indurama de tres resistencias, al que se le acondicionó un motor Parvalux 1M/14 modelo 643 con control de velocidades, que permitió el movimiento del cilindro-contenedor, de acero inoxidable, y, un mecanismo adecuado para determinar la temperatura.

Dependiendo de los granos que se quieran tostar, se colocaron las muestras de semillas ya sea de cebada o lenteja en un peso de 200 gramos, pesados con una balanza marca Scientech (modelo SA210 REV-B, 210x0.0001 g), dentro del cilindro-contenedor que se encuentra en el horno al que previamente se le ajustó las condiciones de temperatura (195 °C y 200 °C) y tiempo (3 y 5 min) para la cebada; y, temperatura (190 °C y 195 °C) y tiempo (3 y 4 min) para la lenteja, y se procede a tostar. Se controló la temperatura utilizando un registrador de temperatura marca Mettler modelo TM15 con una termocupla marca Mettler modelo TM 107, se tomó el tiempo utilizando un cronómetro Casio – Quartz (modelo HS-20). En esta acción se determinó el índice de pardeamiento. Para el caso del maíz variedad dulce (chulpi), se tostó en forma casera, ya que a este se lo utilizará como edulcorante natural.

Enfriamiento .- Se colocó el grano tostado en una fuente de gran diámetro, de poca profundidad y de base agujereada, haciendo circular aire con un ventilador marca KDK, de abajo hacia arriba, y se permitió así bajar la temperatura del grano tostado.

Obtención de Harina : Molienda .- Se procedió a moler los granos tanto de cebada como de lenteja utilizando un molino de martillo tipo laboratorio W/V 55.408.

Tamizado .- Luego de la molienda se realizó el tamizado de la harina utilizando un tamiz USA Standard Testing (FISHER SCIENTIFIC COMPANY) serie # 60 mesh con base y tapa, facilitado por la empresa cereales “La Pradera”. Se realizó un análisis proximal del producto torrefactado y molido, determinando humedad, fibra, ceniza, grasa, proteína; y para la lenteja se determinó el índice de ureasa.

Complementación de Harinas : Mezclas .- Las mezclas se realizaron utilizando las mejores harinas torrefactadas de cebada y lenteja, junto con la harina de maíz variedad dulce (chulpi) en una cantidad constante. Muller y Tobin (1989), indica que una mezcla de cereales y leguminosas en un 60 % y 40 % respectivamente, ofrece una aceptable alternativa nutricional. Se trabajó con 5 mezclas, pesadas en la balanza marca Scientech (modelo SA210), y son:

MEZCLA No.	HARINA DE CEBADA (%)	HARINA DE LENTEJA (%)	HARINA MAIZ CHULPI (%)
1	80	15	5
2	75	20	5
3	70	25	5
4	65	30	5
5	60	35	5

Nótese que el maíz variedad dulce (chulpi) tiene un porcentaje constante, ya que su única función es como edulcorante.

Obtenidas las mezclas se realizaron análisis de:

- Aminoácidos totales, por Cromatografía Líquida de Alta Presión
- Digestibilidad in vitro, Método de Sjollem y Wedemeyer (citado por Heldmann, 1973).
- Análisis sensorial para determinar el mejor tratamiento de las cinco muestras (Almeida, 1992)
- Computo químico (Muller, Tobin, 1989).

Para caracterizar el mejor tratamiento se determinó:

- Análisis Proximal (especificado anteriormente).
- Análisis microbiológico:
- Recuento de Microorganismos Totales (A.O.A.C 46.015, 1980).
- Recuento de Mohos y Levaduras (Cruz, 1985).

Para el caso de las harinas tipo no germinadas se consideraron los pasos Recepción y Selección, Torrefacción, Enfriamiento y Obtención de harina respectivamente. El estudio se realizó tomando en cuenta el siguiente plan operativo: Hipótesis del Trabajo.- La torrefacción no incide significativamente en el valor nutritivo de las harinas complementadas?

Diseño Experimental .- En este estudio se necesitó: el diseño AxBxC con 3 factores y 2 niveles en cada factor para la torrefacción de la cebada y la lenteja por separado obteniéndose 32 respuestas experimentales y un diseño factorial completamente aleatorizado (DFCA) de 5 tratamientos con 5 observaciones por tratamiento para las mezclas de las harinas en donde se desplegaron 25 respuestas experimentales. En total 57 respuestas experimentales.

RESULTADOS

En la Tabla 1, se presenta la composición química de la materia prima cruda, germinada y no germinada.

Tabla 1. Composición Química de la Materia Prima Cruda, Germinada y no Germinada (%).

DETERMINACION	CEBADA NO GERMINADA	CEBADA GERMINADA	LENTEJA NO GERMINADA	LENTEJA GERMINADA	MAIZ DULCE (CHULPI)
HUMEDAD	12,60	13,79	12,82	14,10	12,20
PROTEINA	10,06	10,52	25,60	26,54	7,89
GRASA	2,01	2,00	1,10	1,12	6,53
FIBRA	6,21	6,24	5,58	5,62	3,75
CENIZA	1,91	1,93	1,84	1,85	1,64
H. CARBONO *	73,42	71,77	58,64	56,40	71,74

* Por diferencia.

Tabla 2. Composición Química del Mejor Tratamiento de Cebada y Lenteja Tostada (%).

DETERMINACION	CEBADA TOSTADA (A ₁ B ₁ C ₂)	LENTEJA TOSTADA (A ₁ B ₁ C ₂)
HUMEDAD	10,23	10,25
PROTEINA	10,48	26,53
GRASA	1,99	1,08
FIBRA	6,23	5,60
CENIZA	1,93	1,84
H. CARBONO *	75,38	60,30

* Por diferencia

Tabla 3. Indice de Actividad Ureásica en Lenteja Germinada y no Germinada cruda y en el Mejor Tratamiento de Lenteja Tostada

PRODUCTO	pH BLANCO (fosfato)	pH MUESTRA (urea)	INDICE DE ACTIVIDAD UREASICA
Lenteja Germinada Cruda	7,0	8,7	1,7
Lenteja no Germinada Cruda	7,0	8,8	1,8
A ₁ B ₁ C ₂	7,0	6,75	0,25

Tabla 4. Digestibilidad in Vitro en la Materia Prima germinada y no germinada, y en el Mejor Tratamiento de Torrefacción.

GRANO DE	(%)
Cebada Germinada Cruda	91,61
Cebada no Germinada Cruda	84,29
Lenteja Germinada Cruda	85,10
Lenteja no Germinada Cruda	79,51
Cebada Tostada (A ₁ B ₁ C ₂)	90,40
Lenteja Tostada (A ₁ B ₁ C ₂)	84,07

Tabla 6. Aminoácidos Totales y Computo Químico en la Mejor Mezcla de Harinas (Mezcla 1)**

AMINOÁCIDOS	mg/g proteína	COMPUTO 1	COMPUTO 2	COMPUTO 3
Alanina	50,20			
Arginina	60,49			
Ac. Aspártico	79,59			
Ac. Glutámico	224,39			
Glicina	48,24			
Histidina*	20,12	-	105,9	125,8
Isoleucina*	40,74	101,9	145,5	313,4
Leucina*	75,30	107,7	171,7	396,3
Lisina*	44,85	□81,6	101,9	280,3
Prolina	91,11			
Cerina	49,37			
Treonina*	40,56	101,4	144,9	450,7
Triptofano*	11,60	115,9	128,9	232,0
Valina*	52,08	104,2	208,3	400,6
Met. + Cis.*	30,18	□□86,2	137,2	177,5
Fen. + Tir.*	85,47	142,5	188,5	449,9

* Aminoácidos Esenciales

** 80 % cebada, 15% lenteja, 5% maíz

Cómputo 1. Cálculos realizados con los requerimientos Patrón FAO/WHO (1973)

Cómputo 2. Cálculos realizados con los requerimientos Patrón FAO/WHO/ONU (1985) para escolares de 10 – 12 años

Cómputo 3. Cálculos realizados con los requerimientos Patrón FAO/WHO/ONU (1985) para adultos.

□□ Primer aminoácido limitante

□□□ Segundo aminoácido limitante

DISCUSION

Composición Proximal de la Materia Prima

En la Tabla 1 se presenta la composición proximal de la Materia Prima Cruda, Germinada y no Germinada. Estos resultados tienen relación con los datos bibliográficos.

Análisis Proximal

En la Tabla 2 se presenta Composición Química del Mejor Tratamiento de Cebada y Lenteja Tostada, en comparación con la Tabla 1 los valores disminuyen en pequeña cantidad, esto no quiere decir que existe pérdida ya que los valores de proteína no deben variar por el proceso de tostado y es por esta razón que este descenso se lo atribuye a errores de experimentación como ejemplo: exactitud del método ya que admite error hasta de un 0,10 % los equipos y materiales que se disponen no garantizan el 100 % de precisión, además que la muestra es muy susceptible de adquirir humedad en la experimentación.

De igual manera la diferencia de porcentaje de proteína de la cebada con relación a la de la lenteja es alta.

Nótese que el valor de porcentaje de proteína aumenta en los granos germinados, esto es por que en la germinación las proteasas o enzimas proteolíticas hidrolizan las proteínas que están conjugadas con las amilasas, ocasionando que aproximadamente 30% de las proteínas se solubilizan (Muller y Tobin, 1989). Estos valores son factores importantes, puesto que la lenteja se considera fuente proteica y los valores experimentales reportados reflejan que el porcentaje de proteína en lenteja es más del doble que el de la cebada. Harper, J. (1992) afirmó que las mezclas de cereales con leguminosas proporcionan proteína digerible de alta calidad.

Índice de actividad ureásica en la lenteja no germinada y germinada; cruda.

En la Tabla 3 se exhiben los datos experimentales de pH además de índice de actividad ureásica. Se puede observar que la lenteja no germinada cruda presenta un pH de 8,80 correspondiéndole un índice de actividad ureásica de 1,80; en tanto que el pH arrojado por la lenteja germinada cruda es de 8,70 y su índice de actividad ureásica es de 1,70. El índice de actividad ureásica de la lenteja no germinada tiene poca diferencia con el de la lenteja germinada, estos valores confirman que las dos muestras se encuentran en un rango de incremento de pH mayor que 0,80 determinando un grado de cocimiento crudo. Estos valores naturales corroboran con la tecnología aplicada ya que la lenteja no germinada y germinada no han tenido ningún tratamiento térmico.

Digestibilidad

Los datos experimentales de digestibilidad in vitro en la materia prima y de los mejores tratamientos de torrefacción para la lenteja y cebada se encuentran en la Tabla 4, es así como los granos germinados presentan un mayor porcentaje de digestibilidad que los que no lo son, esto ratifica lo expuesto anteriormente, o sea que los procesos enzimáticos que se dan en la germinación solubilizan las proteínas lo que conlleva a que se digieran en un nivel más elevado, también se puede observar que la cebada es mas digerible que la lenteja, esto se debe a que las proteínas de las leguminosas son, frecuentemente, más bajas pero muy dispares entre 60 % - 85 %. La razón es por que en las leguminosas hay la presencia de polisacáridos y algunos oligosacáridos que son factores de menor digestibilidad (Cheftel, 1977).

Entre uno de los factores para que se produzcan cambios en las propiedades fisicoquímicas de las proteínas se presenta la exposición al calor. Este es un proceso de importancia primordial en la tecnología de alimentos ya que en la lenteja es necesario desnaturalizar la proteína hasta un nivel que inactive térmicamente las enzimas y los factores antinutricionales. En el caso de la cebada la desnaturalización de las proteínas contribuye marcadamente en el sabor y en la digestibilidad. Braverman (1980) indica que estos cambios en las propiedades fisicoquímicas de las proteínas se lo denomina *desnaturalización de las proteínas*, ya que es una modificación de la conformación de la proteína y no necesariamente una destrucción de la misma.

Análisis Sensorial de las Mezclas de Harinas

Para el análisis sensorial se trabajó con cinco mezclas de harinas, a la mezcla 1 le corresponde 80 % de harina de cebada tostada + 15 % de harina de lenteja tostada + 5 % de harina de maíz dulce tostado; a la mezcla 2 le corresponde 75 % de harina de cebada tostada + 20 % de harina de lenteja tostada + 5 % de harina de maíz dulce tostado, a la mezcla 3 le corresponde 70 % de harina de cebada tostada + 25 % de harina de lenteja tostada + 5 % de harina de maíz dulce tostado, a la mezcla 4 le corresponde 65 % de harina de cebada tostada + 30 % de harina de lenteja tostada + 5 % de harina de maíz dulce tostado, a la mezcla 5 le corresponde 60 % de harina de cebada tostada + 35 % de harina de lenteja tostada + 5 % de harina de maíz dulce tostado.

Los paneles tanto infantil y de adultos escogieron como mejor tratamiento a la mezcla 1.

Aminoácidos Totales

Los aminoácidos de la mezcla 1 cubren todos los requerimientos del patrón FAO/WHO/ONU de 1985, no así con la lisina y la metionina + cistina en donde el patrón FAO/WHO de 1973 es más alto pero en poca cantidad. Se realizaron tres niveles de cálculos, el primero tomando como referencia el patrón de aminoácidos FAO/WHO (1973), en donde se puede observar claramente que el aminoácido limitante es la lisina reportando un valor mínimo de 81,6 %; el segundo aminoácido limitante es metionina + cistina presentando un valor 86,2 %, el resto de aminoácidos esenciales presenta valores más elevados. El segundo cálculo se lo realizó tomando como referencia el patrón de aminoácidos FAO/WHO/ONU (1985) para escolares de 10 – 12 años, los resultados fueron muy alentadores ya que ningún aminoácido se presenta como limitante. Para el tercer cálculo se tomó en cuenta el patrón de aminoácidos FAO/WHO/ONU (1985) para adultos, el resultado fue similar al anterior pues no hubo ningún aminoácido que se presente como limitante. Como se expuso anteriormente estos valores son confortantes pues superan y cubren los requerimientos designados por el patrón aminoacídico más actual proporcionado por FAO/WHO/ONU (1985).

Con los resultados expuestos en la Tabla 6 se puede indicar que el nivel de aminoácidos se ha elevado considerablemente a causa de la complementación, y que el tratamiento térmico que se ofreció no causa pérdidas considerables en el valor nutritivo, de esta forma se presenta un producto complementado con mejores

condiciones alimenticias no solo para adultos en donde la lisina ya no es el aminoácido limitante, sino también para niños; pudiendo aplacar en cierta forma la malnutrición y desnutrición de la población del país.

Análisis Proximal

La Tabla 7 presenta los valores experimentales de análisis proximal en el mejor tratamiento de las mezclas (mezcla 1 que corresponde 80 % de cebada, 15 % de lenteja y 5 % de maíz dulce), indicando una humedad de 10,28 % – 10,30 %, un contenido de proteína de 13,05 % - 13,10 %, grasa de 2,09 % - 2,10 %, fibra de 6,10 % - 6,12 %, ceniza de 1,90 % - 1,91 % e hidratos de carbono (por diferencia) de 72,63 % - 72,64 %.

Obsérvese que el contenido de proteína es mayor al reportado en la Tabla 1, y a los valores reportados en bibliografía, debido a la complementación, ofreciendo de esta manera un producto de alta calidad nutritiva. También se realizó una evaluación microbiológica de la mejor mezcla, se la efectuó partiendo de un recuento total obteniéndose 0 ufc/g en la dilución 10^0 , y un análisis de mohos y levaduras arrojando valores de 2 ufc/g en la dilución 10^0 . Estos valores son lógicos ya que el tratamiento térmico que se da es efectivo y la asepsia con la que se trabajó fue muy cuidadosa.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Al término de este trabajo de investigación, se puede afirmar que se ha cumplido con el objetivo general determinando la incidencia que tiene la torrefacción en el valor nutricional de las harinas germinadas y no germinadas complementadas, siendo el factor preponderante el estado de germinación del grano conseguido bajo control, puesto que en esta etapa se alcanza el más alto contenido de proteína. Gracias a esto se ha logrado una perspectiva para el futuro, ya que se aporta con una nueva fuente de proteína conjuntamente con el avance de la nueva tecnología, incentivando así el aprovechamiento de la cebada, la lenteja y el maíz dulce permitiendo así rescatar un cultivo tradicional que por mucho tiempo ha estado destinado a la alimentación humana, sin la suficiente sustentación para procesarlo tecnológicamente.

Se adecuó un horno tostador eléctrico de 3 resistencias, indicando que su manejo debió tener mucho cuidado por el riesgo de sufrir alguna quemadura, en cuanto a su funcionamiento se obtuvieron resultados aceptables lo que quiere decir que para estas investigaciones el equipo es aconsejable.

Se sometió a las semillas de cebada (*Hordeum vulgare*) variedad grande y lenteja (*Lens culinaris*) variedad lentejón al proceso de germinación, exponiéndolas a factores favorables como son la presencia de agua, la disponibilidad de oxígeno y temperatura llevando al grano a una humedad de alrededor del 40 % lo cual propicia la síntesis de hormonas y la generación de enzimas degradando gradualmente a la proteína del grano, haciendolo de esta manera más asimilable.

Se expuso a los granos germinados y no germinados a diferentes tratamientos térmicos, indicando que para la cebada el tratamiento $A_1B_1C_2$ (cebada germinada, 195°C, 5 minutos) demuestra un mayor porcentaje de proteína y muy buenas características organolépticas, resultando ser el mejor tratamiento; de igual manera sucede con la lenteja considerándose al tratamiento $A_1B_1C_2$ (lenteja germinada, 190°C, 4 minutos) como el mejor.

Se realizó la molienda de los granos sometidos a diferentes tratamientos térmicos utilizando un molino de martillos tipo laboratorio, lo cual permitió obtener una mejor visualización del color de las harinas reflejando para el tratamiento $A_1B_2C_2$ y $A_2B_2C_2$ una coloración muy oscura dando una apariencia sobrecocida.

Tomando en cuenta que los cereales son suplementados por moderadas cantidades de proteína ricas en lisina como leguminosas se utilizaron 5 mezclas en diferentes porcentajes de harina de lenteja y maíz dulce para elevar la calidad nutricional de la harina de cebada.

Se analizó el efecto que tienen los porcentajes de complemento en las 5 mezclas, indicando que la mezcla 1 tiene mejor sabor y aceptabilidad que las demás mezclas a pesar de que su contenido aminoacídico sea el más bajo, esto es por que el porcentaje de complemento de la lenteja es el más bajo por lo tanto el sabor de la cebada predomina; caso contrario sucedió con las 4 muestras restantes que no tuvieron características organolépticas aceptables a pesar de que su contenido aminoacídico es elevado, ya que la lenteja en estos casos tiene un porcentaje de complementación más elevado y el sabor de la cebada se pierde.

Se realizó el balance de materiales indicando que para 500 g de harina complementada germinada le corresponde 12,75 % de proteína, 2,07 % de grasa, 6,01 % de fibra, lo cual demuestra que se trata de un alimento de elevada calidad nutritiva, sin embargo el análisis de costos refleja un valor de 10.536 sucres, este resultado aunque es un tanto elevado no está muy lejos de los precios de otras harinas del mercado que sobrepasan los diez mil sucres.

Recomendaciones

Debido a la falta de alimento se deben buscar continuamente fuentes alternativas de proteína, destinada especialmente a los países en vías de desarrollo en los que la malnutrición representa un problema. Por esta razón se recomienda estudiar la elaboración de alimentos alternos, más aceptables y apetecibles como el caso de harinas complementadas germinadas.

Se recomienda un estricto control en el proceso de germinación, ésta semilla requiere temperatura, humedad y aireación adecuada.

La complementación de cereales con leguminosas originan productos de un adecuado valor nutricional, pero cuando la suplementación por aminoácidos es excesiva demuestra ser más nefasta que beneficiosa por eso se recomienda respetar la regla de simultaneidad del aporte en cantidades ponderalmente equilibradas de aminoácidos evitando desequilibrios y al mismo tiempo considerando eventuales fenómenos de antagonismo.

Se recomienda ensayar diferentes formulaciones de la harina complementada germinada con el uso de saborizantes, edulcorantes o esencias naturales (vainilla, banano, frutilla, etc.) para poder obtener otra variedad de alimento que sea de gran aceptación por parte del consumidor.

Si se realizan estudios futuros sobre el tema sería recomendable investigar el tiempo de vida útil del producto, el tipo de embalaje más óptimo o aprovechar el residuo en la elaboración de un surtido de alimentos para consumo humano y de pronto animal, también se aconseja realizar pruebas biológicas y análisis de lisina disponible para tener una mejor evaluación del impacto que sufren las proteínas a causa del calor.

Se sugiere como una alternativa para obtener una torrefacción más uniforme de los granos se lo podría hacer utilizando sal, ya que ésta rodea al grano ofreciendo así un mejor contacto permitiendo acortar el tiempo de proceso y por ende el correspondiente consumo de energía

Además se recomienda que las autoridades y los empresarios estimulen la investigación de proyectos a nivel semi – industrial o industrial de este producto para de esta forma abaratar el costo de fabricación que a nivel de laboratorio es un tanto elevado, puesto que se utilizan equipos que consumen una elevada cantidad de energía como es el horno eléctrico.

Si se industrializa el producto se sugiere asociarse u obtener el auspicio de entidades de ayuda como el Ministerio de Salud Pública, Organización Mundial de la Salud (OMS), ONU, etc., para que se encarguen de la difusión y propaganda del producto, consiguiendo así abaratar los costos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALMEIDA, T. y HOUGH, G. (1999) *“Avancos em Análisis Sensorial”*. Livraria Varela. Sao Paulo – Brasil. p. 286.
- ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICIÓN. (Marzo – 1991). Vol. XLI. No. 1. pp: 42 - 43
- ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICIÓN. (Junio – 1991). Vol. XLI. No. 2. pp: 229 – 234.
- ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICIÓN. (Septiembre - 1991). Vol. XLI. No. 3. pp: 415 – 419.
- ASOCIACIÓN AMERICANA DE SOYA. (1987). *“Soya Noticias”*. No. 195. Mexico D.F. – Mexico.
- A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemist. (1980). *“Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemist”*. Washington – Estados Unidos. pp: 129, 625 – 664, 719.
- BELITZ, H. y GROSCH, W. (1985). *“Química de los Alimentos”*. Acribia. Zaragoza – España. pp : 589 – 591.
- BIANCHINI, F. (1974). *“Frutos de la Tierra”*. Aedos. Barcelona – España. p. 21.
- BOBBIO, F. y BOBBIO, P. (1995). *“Manual de Laboratorio de Química de los Alimentos”*. Sao Paulo – Brasil. p. 40.
- BRAVERMAN, J. (1980) *“Introducción a la Bioquímica de los Alimentos”*. Acribia. Zaragoza – España. pp: 166-169 y 186-189.
- CHARLEY, H. (1991). *“Tecnología de los Alimentos”*. Procesos Químicos y Físicos en la preparación de Alimentos. Limusa. Mexico. pp: 623 – 627.
- CHEFTEL, H. (1977). *“Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos”*. Vol. II. Acribia. Zaragoza – España. pp: 126 – 134, 291.
- CIMMYT, P. (1977). *“Maíz de Alta Calidad Proteica”*. Limusa. Mexico. p. 29.
- COSTE, R. (1975). *“El Café”*. Blume. Barcelona – España. p. 205.
- CRUZ, A. (1985). *“Microbiología de los Alimentos”*. Pueblo y Educación. La Habana – Cuba. p. 68.
- DARRIGOL, J. (1981) *“Los Cereales para tu Salud”*. Cedel. Barcelona - España. pp: 36 – 41.
- ESPIN, N. (1994). *“Estudio de las Condiciones de Tostado y Estrusión de una Mezcla Nutritiva en base a Cebada y Haba”*. Separata de la Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniera Química. Vol. XIX. No. 3. Politécnica Nacional. Quito – Ecuador. p. 219.
- FDA / BAM. (1984). *“Bacteriological Analytical Manual”*. Division of Microbiology Center for Food Safety and Applied Nutrition U.S. Food and Drug Administration. Published Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia – USA. Capítulo IV. p. 4.01.

- FIGUEROA, J. (1985). *“Métodos para Evaluar la Calidad Maltera en Cebada”*. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Mexico Distrito Federal – Mexico. p. 7.
- GUEVARA, M. (1996). *“Desarrollo y Caracterización de Alimentos Expandidos a base de Maíz (Zea mays) y Soya (Glycine max)”*. Tesis de Ingeniería en Alimentos. FCIAL – UTA. Ambato – Ecuador. pp: 60 – 62.
- HELMANN, S. (1973). *“Ciencia y Tecnología en Alimentos”*. Facultad de Ciencias Químicas de la Facultad de Chile. pp: 20 – 21.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS (INEC). (1988). *“Encuesta Nacional de Superficie y producción Agropecuarias por Muestreo de Areas”*. pp: 56, 65 – 68.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS (INEC). (1989). *“Encuesta Nacional de Superficie y producción Agropecuarias por Muestreo de Areas”*. pp: 56, 65 – 68.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS (INEC). (1990). *“Encuesta Nacional de Superficie y producción Agropecuarias por Muestreo de Areas”*. pp: 56, 65 – 68.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS (INEC). (1991). *“Encuesta Nacional de Superficie y producción Agropecuarias por Muestreo de Areas”*. pp: 56, 65 – 67.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS (INEC). (1992). *“Encuesta Nacional de Superficie y producción Agropecuarias por Muestreo de Areas”*. pp: 52, 61 – 63.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS (INEC). (1994). *“Encuesta Nacional de Superficie y producción Agropecuarias por Muestreo de Areas”*. pp: 25, 43 – 49.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS (INEC). (1995). *“Encuesta Nacional de Superficie y producción Agropecuarias por Muestreo de Areas”*. pp: 23, 41 – 47.
- KAY, D. (1979). *“Legumbres Alimenticias”*. Acibia. Zaragoza – España. pp: 9 – 10 y 223 – 224.
- KENT, N. (1971). *“Tecnología de los Cereales”*. Acibia. Zaragoza – España. pp: 9, 204.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA (MAG). (1984). *“Dirección Técnica de Cereales”*. Programa Operativo. Quito – Ecuador. p. 10
- MULLER, H. y Tobin, G. *“Nutrición y Ciencia de los Alimentos”*. Acibia. Zaragoza – España. pp: 4 – 17, 87 – 98 y 130 – 143.
- NUÑEZ, R y VASCONEZ, V. (1993). *“Estudio del Malteado en la Cebada”*. Tesis Ingeniero en Alimentos. UTA - FCIAL . Ambato – Ecuador. pp: 26 – 30.
- OTHON, S. (1996). *“Química, Almacenamiento e Industrialización de los Cereales”*. A.G.T. Mexico Distrito Federal – Mexico. pp: 48 – 52, 60 – 74 y 312 – 313.
- SALTOS, H. (1993). *“Diseño Experimental”*. Editorial Pio XII. Ambato – Ecuador. p. 62.
- SÁNCHEZ, R. y ROBLES, R. (1994). *“Producción de Granos y Forrajes”*. Noriega. Mexico. p. 276.
- SCADE, J. (1981). *“Cereales”*. Acibia. Zaragoza – España. pp: 62 – 63.

SOUCI, S. , FACHMAN, W. y KRAUT, H. (1989). “*Food Composition and Nutrition Tables*”. Deutsche Forschungsanstalt fur Lebensmittelchemie, Garching Munchen. pp: 444 – 449, 459 – 464 y 696 – 697.

VALLEJO, L. (1965). “*Tabla de Composición de los Alimentos Ecuatorianos*”. Instituto Nacional de Nutrición. Quito – Ecuador. pp: 10 – 18.

VÁSCONEZ, C. (1993). “*Manual de Práctica de Laboratorio de Química de los Alimentos*”. UTA – FCIAL Ambato – Ecuador. p. 64.

**ESTUDIO DE LA VIDA UTIL DE LA PULPA DE CHIRIMOYA (*Annona cherimola*)
MINIMAMENTE PROCESADA****Nelly Cholota***
Carmen Quito*
César Vásconez****RESUMEN**

El presente trabajo se desarrolló con la principal finalidad de estudiar la estabilidad fisicoquímica, sensorial y microbiología de la pulpa de chirimoya (*Annona cherimola*) almacenada mediante el empleo de métodos combinados (temperatura, envoltura y agentes químicos).

Partiendo de chirimoya (*Annona cherimola*) (variedad con verruga) procedente de la zona de Guayllabamba, provincia de Pichincha, se realizó la selección, pesado, lavado, cortado y despielado del fruto hasta obtener rodajas de pulpa, la pulpa obtenida se sometió a los siguientes tratamientos: almacenamiento a las temperaturas de refrigeración de 2, 4 y 8°C; tratamiento antioxidante: sin antioxidante, inmersión en solución antioxidante de 4-hexilresorcinol (0.05%), ácido ascórbico (0.5%), sorbato de potasio (0.05%) y sacarosa (0.5%); y absorbedor de etileno presente en la cámara de almacenamiento y tratamiento de envasado: sin envoltura, con polietileno de baja densidad y polietileno combinado con poliéster.

Las respuestas experimentales de estos tratamientos aplicados fueron: absorbancia, pérdida de peso, °Brix, pH, análisis microbiológicos y análisis sensorial. Adicionalmente se determinó la tasa de respiración de la chirimoya utilizando para éste fin un respirómetro de construcción casera.

Los análisis físicos, fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales realizados en la pulpa indican que el mayor tiempo experimental de vida útil corresponde a 8 días para el mejor tratamiento A1B3C2 correspondiente a la siguiente combinación: muestra inmersa en solución antioxidante, envuelta en lámina plástica de polietileno combinado con poliéster, y almacenado a 2°C de temperatura.

* Egresada de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

** Director de Tesis

INTRODUCCION

Justificación

Originaria de los Andes del Ecuador y considerada como una fruta exótica, la chirimoya (*Annona cherimola*) ha sido conocida como la “Perla de los Andes” y la “Reina de las frutas subtropicales”.

Mark Twain (1990), declaró que ésta era la “exquisitez misma”, su demanda mundial es cada vez mas fuerte. En Norte América y el Japón la gente paga mucho más por una chirimoya que por cualquier otra fruta en los centros de expendio, siendo vendidas a 20 dólares el kilogramo en los Estados Unidos, y más de 40 dólares en el Japón, a pesar de estos precios exorbitantes su demanda cada vez se incrementa más.

Uno de los principales problemas en la comercialización de éste delicado y suave fruto es la maduración rápida y el pardeamiento que se da a los pocos días de almacenamiento, haciéndose necesario un estudio profundo de la combinación de métodos que ayuden a mantener una estabilidad en el tiempo de las características de calidad de ese fruto y sus subproductos.

Uno de los principales problemas en la comercialización de éste delicado y suave fruto es la maduración rápida y el pardeamiento que se da a los pocos días de almacenamiento, haciéndose necesario un estudio profundo de la combinación de métodos que ayuden a mantener una estabilidad en el tiempo de las características de calidad de ese fruto y sus subproductos.

Según Carvajal (1990) indicó que su cultivo esta muy extendido principalmente en California, México, Chile, España y Portugal, siendo su cultivo intensivo en las zonas bajas y cálidas de estos países. Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería la producción de chirimoya a nivel Nacional para los años 1990 a 1998 se incrementó de 1338.7 a 2993.7 toneladas métricas.

Objetivos

Objetivos Generales

- Realizar un estudio de vida útil de la pulpa de chirimoya (variedad con verruga) minimamente procesada.

Objetivos Específicos

- Estudiar el efecto de la variación de las temperaturas de almacenamiento en la vida útil de la pulpa de chirimoya (variedad con verruga) mínimamente procesada.
- Determinar la influencia de las envolturas en el tiempo de conservación de la pulpa de la fruta.
- Estudiar las condiciones más apropiadas que disminuyan significativamente el pardeamiento enzimático de la pulpa de chirimoya (variedad con verruga).
- Establecer la tasa de respiración del fruto de chirimoya (variedad con verruga).

Chirimoya, descripción

El árbol de chirimoya es pequeño, erecto, o algunas veces torcido, raramente alcanza alturas mayores a los 8 metros. A veces se divide en algunas ramas principales. Las flores perfectas, de color verde claro, y de tres pétalos son de aproximadamente de un tamaño de 2.5 cm. Las frutas son agregados, compuestos de varias capas fusionadas. Dependiendo del grado de polinización las frutas son de forma corazonada, ovalada, redondeada, cónica o irregular. Su peso normalmente oscila alrededor de los 0.5 Kg. aunque algunas llegan a pesar más de 3 Kg. La mayoría son de color verde, poseen una cáscara delgada, su superficie puede ser uniforme aunque en ciertas ocasiones presentan ciertas cavernas o protuberancias prominentes.

MATERIALES Y METODOS

Materiales

Materia Prima

Chirimoyas (*Annona cherimola*) (variedad con verruga) procedente de la zona de Guayllabamba, provincia de Pichincha.

Reactivos

- 4 – Hexilresorcinol SIGMA CHEMICAL
- Acido Ascórbico BDH CHEMICAL
- Sorbato de Potasio BDH CHEMICAL
- Sacarosa
- Hidróxido de Sodio J.T. BAKER ANALITICAL
- Acido Clorhídrico SIGMA CHEMICAL
- Peptona MERCK
- Agar PDA BECTON DICKINSON BBL
- Permanganato de Potasio BDH CHEMICAL
- Agua Destilada

Equipos Utilizados

- Brixómetro OPTICAL CIENTIFIC
- Balanza METTLER PM 80 DELTA RANGE
- pHmetro HANNA
- Cámaras de refrigeración ECUAFREN
- Espectrofotómetro MILTON ROY COMPANY SPECTRON
- Respirómetros de construcción nacional
- Equipos de titulación
- Cuenta colonias DARKFIELD QUEBEC
- Mortero
- Agitador
- Materiales de vidrio
- Espátula
- Utensillos
- Envolturas plásticas de polietileno y polietileno combinado con poliéster

Metodología

Recepción

Se transportó las chirimoyas en cartones hasta la UTA.

Selección

Según el estado físico de las mismas y el grado de madurez.

Pesado

Para establecer un balance de material.

Lavado

Con agua fría clorada con el fin de retener impurezas y disminuir la carga microbiana.

Cortado

Se realizó primero un corte vertical para dividir el fruto en dos mitades, posteriormente se hicieron cortes en forma de gajos en cada una de las mitades.

Despielado

A los gajos obtenidos se procedió a retirar la corteza y semillas obteniendo así la pulpa del fruto.

Tratamiento Antioxidante

Se sometió a los distintos tratamientos antioxidantes para lo cuál la pulpa se sumergió durante dos minutos en la solución antioxidante.

Envoltura

Luego se envasa la pulpa en los diferentes tipos de envolturas (sin envolturas, polietileno y polietileno combinado con poliéster).

Refrigerado

Finalmente se almacena en las cámaras de refrigeración correspondientes (2, 4 y 8°C).

Métodos de Análisis

Métodos Físicos

- Pérdida de peso, con el uso de una balanza analítica, método de Pearson 2-3 (1976)

Métodos Físicoquímicos

- Absorbancia, utilizando un espectrofotómetro, método Alvarado (1996)
- Sólidos Solubles, utilizando un brixómetro OPTICAL CIENTIFIC, método Hart y Fischer 11-16 (1989)
- pH, con el uso de un pHmetro digital, método de Pearson 2-11 (1976)

Métodos Microbiológicos

- Recuento total para mohos y levaduras, utilizando Agar PDA (Potato Dextrosa Agar), método INEN 386 (1978)

Métodos Sensoriales

- Pruebas sensoriales, calificando atributos color, olor, sabor, textura y aceptabilidad

Análisis Estadístico Matemático

- Diseño experimental, utilizando el programa MSTATC, método Saltos (1993)

Se aplicó un diseño experimental A* B (3*3) para cada temperatura de estudio (3) con dos réplicas cada nivel.

FACTORES	NIVELES	REPLICACIONES
A : Temperatura de Almacenamiento	2,4 y 8°C	R1 y R2
B : Tipos de Envolturas	sen, pol, pol+poli	
C : Antioxidantes	sant,canti, abso	

Explicación

sen = sin envoltura
pol = polietileno
pol+poli = polietileno combinado con poliéster
sant = sin antioxidante
canti = con antioxidante
abso = con absorbedor de etileno

RESULTADOS, DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

Resultados

El procedimiento tecnológico para la elaboración de pulpa de chirimoya se ve en el Anexo 1 y los resultados de absorbancia, pérdida de peso, °Brix, pH, recuento microbiológico graficados en relación al tiempo para el mejor tratamiento A1B3C2 se reporta en el Anexo 2.

Discusión

Como resultado a través de un análisis de varianza y pruebas de Tukey con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$ se obtuvo que el mejor tratamiento es el A1B3C2 (2°C, envoltura de polietileno combinado con poliéster, inmersión en solución antioxidante) y el tratamiento menos indicado es el A2B3C1 (4°C, polietileno combinado con poliéster y sin solución antioxidante).

Los resultados obtenidos de absorbancia al tiempo cero de almacenamiento presentaron valores del orden de 0.018 a 0.270. Conforme transcurrió el tiempo de almacenamiento se produjo un incremento de la densidad óptica debido al pardeamiento enzimático de la superficie cortada de la pulpa.

Se comprobó que los sólidos solubles (°Brix), sufrieron variaciones en los tratamientos sin envoltura debido a la deshidratación durante el almacenamiento, notándose que el incremento de °Brix por pérdida de humedad en la pulpa produjo concentración de los azúcares de la fruta.

Los resultados experimentales de pH para la pulpa presentaron valores del orden de 4.0 – 5.0 para el tiempo cero y los valores finales de 6.0 – 7.15, se comprobó que este ascenso se debe a la oxidación de los sustratos fenólicos propios del pardeamiento enzimático según Cheftel y Cheftel (1976).

La pérdida de peso al tiempo cero, corresponde al peso total de la pulpa sin decremento más transcurrido el tiempo de almacenamiento el peso disminuye en un 40% para los tratamientos sin envoltura, provocando un endurecimiento en la superficie de la pulpa, según Cheftel y Cheftel (1976) ésta deshidratación es causada por la baja humedad relativa de las cámaras de almacenamiento (70 – 75% H.R). El resto de tratamientos no presentaron pérdidas significativas.

En cuanto al análisis microbiológico, según Lopez (1996) el límite para el recuento de mohos y levaduras para productos hortifrutícolas mínimamente procesados es de 10^3 ufc/g, observándose que la pulpa tratada está dentro de los límites especificados, llegando hasta un valor de $21 \cdot 10^2$ ufc/g.

Del análisis estadístico efectuado a un nivel de significancia $\alpha = 0.05$ resulta que para las variables color, textura y aceptabilidad existen efectos significativos en los tratamientos, y que cada una de ellas interviene en la apreciación positiva de la pulpa. Para las variables olor y sabor no existe diferencia significativa.

Conclusiones

El desarrollo del presente estudio cumplió en su totalidad con el objeto general planteado, que es la conservación de la pulpa de chirimoya (variedad con verruga) mínimamente procesada utilizando un método combinado de temperatura de refrigeración, tipo de envolturas y agentes químicos antioxidantes.

Se verificó que la refrigeración prolonga la conservación de la pulpa en estado fresco, retarda y modera el pardeamiento enzimático por la enzima fenolasa.

La influencia de las envolturas incide mayormente en la respuesta experimental pérdida de peso, sin embargo la película plástica de polietileno combinada con poliéster constituye la más apropiada para la conservación de la pulpa.

La adición de compuestos reductores ácido ascórbico y 4-hexilresorcinol permitieron retardar el pardeamiento enzimático, mientras que la sacarosa y el sorbato de potasio dieron el efecto de barrera contra el crecimiento microbiano, permitiendo mantener el producto estable durante la vida de anaquel.

Se concluye que la cinética de reacción de pardeamiento enzimático de pulpa de chirimoya mínimamente procesada es de primer orden, cuya constante de velocidad mínima es de 0.08 para el mejor tratamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALVARADO, J.D. 1996. Principios de Ingeniería Aplicados a Alimentos. Ambato – Ecuador. Artes Gráficas de Radio-comunicaciones. pp. 180-230.
- CARVAJAL, Iván. 1990. Chirimoya. Patate – Ecuador. Colegio Benjamín Araujo. pp. 10-15.
- CHEFTEL y CHEFTEL. 1996. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos. Trad. LOPEZ, F. Zaragoza – España. Ed. Acribia. Vol. I. pp. 141-149, 290-317.
- DOWES. 1992. Lost Crops of the Incas. Citado por M. Vietmayer. Ed. Academic Press. pp. 229-239.
- HART y FISHER. 1989. Análisis Moderno de los Alimentos. Zaragoza- España. Ed. Acribia. pp. 270-293.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION INEN. 1978. Conservas Vegetales- Ensayos Microbiológicos. Quito- Ecuador. pp. 1.
- PEARSON, D. 1976. Técnicas de Laboratorio para Análisis de Alimentos. Trad. ROMERO. Zaragoza- España. Ed. Acribia. pp. 83-92.
- SALTOS, Anibal. 1993. Diseño Experimental. Ambato- Ecuador. UTA—FCIAL. pp. 36-37, 43-55, 60-70.
- Sistema Estadístico Agropecuario Nacional - Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria por Muestreo de Areas. 1990-1998. Ecuador. Ed. Talleres Gráficas INEC. pp. 43,113,117,160,161,166,167.

EXTRACCIÓN Y CLARIFICACIÓN DE ZUMO DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*) CON LA APLICACIÓN DE ENZIMAS PECTOLÍTICAS.

Giovanny Santamaría*
Angélica Villacís*
Angel Jadán**

RESUMEN

Este estudio se ha realizado con el propósito de encontrar una alternativa para la extracción y clarificación del zumo de maracuyá (como fruta representativa del género *passiflora*), se trabajó con las enzimas PECTINEX 3XL y CITROZYM L, son líquidas y biodegradables las cuales no afectan de ninguna manera al medio ambiente.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se determinó que la enzima PECTINEX 3XL, a una concentración de 0.2 ml/kg. y a 50 C, es la mejor en la extracción, llegando a un rendimiento del 76%, con un incremento del 30% más en rendimiento en relación al tratamiento sin enzima. Para la clarificación del zumo, se determinó que la enzima CITROZYM L, a una concentración 0.08 ml/lit y a 30 C como el mejor tratamiento, se llegó a obtener un zumo ligeramente traslúcido con una diferencia entre los valores inicial y final de transmitancia del 39%,

Luego se almacenó a temperatura ambiente (19 C), por tres semanas en frascos plásticos de 200 ml. Al inicio como al final del almacenamiento se realizó un análisis microbiano, sensorial, de viscosidad, pH, acidez, °Brix, índice de color, índice de turbidez, sin mostrarse alteraciones en esta etapa.

INTRODUCCIÓN

Aprovechar la materia prima existente en nuestro país mediante la aplicación de métodos y técnicas enzimáticas, con el propósito de obtener zumos y concentrados de alta calidad.

Las enzimas pectolíticas y amilolíticas forman parte íntegra de la tecnología moderna de los zumos de fruta. Aceleran el proceso y mejoran el rendimiento y la calidad del producto final.

El maracuyá (*Passiflora edulis*) es de la Amazonía del Brasil, de donde fue llevada a casi todos los países con climas tropicales como el Ecuador, se adapta fácilmente a las zonas tropicales y del Premontano, en la actualidad se vienen cultivando en volúmenes comerciales con fines de exportación de fruta fresca y sobretodo procesada en forma de concentrados. Las provincias donde se cultiva son Los Ríos, Guayas, y El Oro. (CORPORACIÓN ANDINA DE FOMENTO)

*Egresados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

** Director de Tesis

En la fabricación de zumos de frutas, el uso de enzimas “ filtrantes y clarificantes” a base de pectinoestearasas, permiten filtraciones más rápidas con disminución de la viscosidad y aumento del sedimento del jugo, al degradar la pectina. Se las obtienen de hongos (*Aspergillus niger* y *Penicillium*) y de zumos de algunos vegetales. (NOVO NORDISK)

OBJETIVOS

GENERAL

- Extraer y clarificar el zumo del maracuyá (*Passiflora edulis*), mediante la aplicación de enzimas Pectolíticas.

ESPECÍFICOS

- Realizar los análisis de la materia prima (maracuyá)
- Seleccionar la enzima apropiada para la obtención de mejores resultados en la extracción y clarificación del zumo.
- Estudiar la influencia de la concentración enzimática en los procesos de extracción y clarificación del zumo.
- Determinar la temperatura óptima para trabajar con enzimas y obtener máximo rendimiento, en los procesos a estudiarse.
- Efectuar análisis físicos, químicos, microbiológicos y sensorial en el zumo obtenido con el mejor tratamiento.
- Almacenar por 3 semanas a temperatura ambiente +2°C el zumo obtenido con el mejor tratamiento y realizar análisis físicos, químicos, microbiológicos y sensorial.
- Realizar el balance de materiales en el mejor tratamiento,
- Efectuar el estudio económico en el mejor tratamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIALES

MATERIA PRIMA

Para esta investigación se utilizó maracuyá (*Passiflora edulis*), variedad flavicarpa degener, la cual fue adquirida en los mercados de la ciudad de Ambato.

EQUIPOS Y REACTIVOS

- Balanza Mettler
- Shaker
- Baño maría
- pH-metro digital Fisher 107
- Estufa Brabender
- Centrífuga
- Espectrofotómetro Varian
- Refractómetro Abbe
- Viscosímetro de Ostwald
- Termómetro
- Cronómetro
- Equipo de filtración al vacío
- Enzima Pectinex 3XL

- Enzima Citrozym
- Solución de Hidróxido de Sodio 0.1 N
- Solución de Yodo
- Alcohol etílico
- Hipoclorito de sodio

METODOLOGÍA.

RECEPCIÓN.- La fruta es adquirida en sacos en el mercado mayorista de la ciudad y trasladada al laboratorio para su procesamiento.

SELECCIÓN.- La fruta es revisada rigurosamente, aquí se eliminan aquellas magulladas, golpeadas y las que han sido atacadas por plagas o enfermedades.

LAVADO.- La fruta se lava primeramente en agua corriente, luego se la sumerge en una solución de Hipoclorito de sodio al 1%, se deja unos minutos al ambiente antes de seguir con el proceso.

PELADO O DESCASCARADO.- Se pesa la fruta, para calcular el rendimiento. El pelado se realiza con cuchillos lavados y desinfectados.

EXTRACCIÓN DE LA PULPA.- Se separa la pulpa de la cáscara, en nuestro estudio la pulpa es el conjunto zumo-pepas, se realizan análisis de acidez, sólidos solubles, pH, el método de yodo, se calcula el índice de madurez. Según las normas consultadas.

BLANQUEO DE LA PULPA.- La pulpa colocada en un matraz erlenmeyer se blanquea utilizando un baño maría a 80 C, por 1 minuto (según Amerine, 1982).

ENFRIAMIENTO DE LA PULPA.- Luego del blanqueo la pulpa es enfriada, hasta alcanzar la temperatura de 50 C, a la cual se extrae el zumo.

ADICIÓN DE LA ENZIMA.- En la pulpa a 50 C, se añade la enzima Pectinex 3XL a concentraciones de 0.20 ml/kg., manteniendo el pH de la fruta, se agita (Shaker) a 100 rpm, por un tiempo de 90 minutos.

TAMIZADO.- Se separa las pepas del zumo con una coladera de malla gruesa, luego con un lienzo con la finalidad de separar la mayor cantidad de sustancias pécticas, se pesa las pepas y se mide el volumen de zumo obtenido para calcular rendimientos.

CALENTAMIENTO DEL ZUMO.- Se calienta el zumo hasta la temperatura de 30 C, a la cual se realiza la clarificación.

CLARIFICACIÓN DEL ZUMO.- Se añade la enzima Citrozym L, a la concentración de 0.08 ml/lt. Cada 15 minutos se mide la absorbancia, transmitancia y tiempo en el viscosímetro de Ostwald durante 2 horas, previamente las muestras deben ser centrifugadas (5000 rpm durante 5 minutos), con estos valores se calcula la cinética de reacción, índice de turbidez, color y viscosidad.

CENTRIFUGACIÓN.- Luego de transcurrido 2 horas el jugo es centrifugado a (5000 rpm, durante 5 minutos), con la finalidad de precipitar todas las sustancias pécticas.

PASTEURIZACIÓN.- Se realiza con la finalidad de inactivar la enzima residual presente en el zumo y garantizar el almacenamiento, se realiza a 70 C, por 2 minutos (según Novo), inmediatamente se baja la temperatura del zumo a temperatura ambiente y de refrigeración.

ENVASADO Y ALMACENAMIENTO.- Se realiza en frascos plásticos de 200 ml., los cuales son almacenados a temperaturas ambiente y de refrigeración

MÉTODOS DE ANÁLISIS

EN LA MATERIA PRIMA

- Acidez titulable, INEN 381
- Sólidos solubles, Refractometría S6b
- pH, Lees PH-metro P6
- Índice de Madurez, Primo Yufera

DESPUÉS DE LA EXTRACCIÓN DEL ZUMO

- Rendimiento.- Luego de la extracción se evaluará el rendimiento de zumo obtenido, expresado en porcentaje de zumo.

$$R = \text{g. zumo} * 100 / \text{g. muestra}$$

EN LA CLARIFICACIÓN DEL ZUMO

- Viscosidad, con viscosímetro Ostwald
- Absorbancia y transmitancia, Espectrofotómetro
- Índice de color, Según Primo Yufera
- Índice de turbidez, Primo Yufera
- Cinética de reacción de las enzimas, Tiempo de vida media

DURANTE EL ALMACENAMIENTO

Estos análisis se realizan en el mejor tratamiento encontrado en el estudio.

- Análisis microbiano
- Acidez titulable
- Sólidos solubles
- pH
- Análisis sensorial

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Materia Prima

Acidez: Se reporta en gramos de ácido cítrico por 100 ml de zumo:

V1, ml de hidróxido de sodio utilizados en la valoración del zumo

N1, normalidad a la cual se preparó el NaOH

M, peso molecular del ácido cítrico

V2, volumen de zumo utilizado en la valoración

A, acidez del zumo.

$$A = (V1 * N1 * M) * 10 / V2$$

$$A = (22.3 * 0.1 * 192.12) * 10 / 30$$

$$A = 142.81 \text{ g.} / 1000 \text{ cm}^3$$

$$A = 14.28 \text{ g.} / 100 \text{ cm}^3$$

La acidez para la fruta verde es alta (14.2809), pero a medida que esta va madurando disminuye (10.6306).

Índice de Madurez

Resulta de la división de los grados Brix, para la acidez expresada en gramos de ácido cítrico anhidro/100 ml.

$$I.M. = \text{Grados Brix} / \text{Acidez valorable}$$

$$I.M. = 16.2 / 14.28$$

$$I.M. = 1.1344$$

El índice de madurez en el maracuyá está entre: 1.1344-1.6744, para la fruta verde y madura respectivamente

Extracción del zumo de maracuyá

Rendimiento:

Se determinó que (a1b2c2) (pectinex 3XL, 0.2 ml/kg., 50 C) es el mejor tratamiento aplicado en la extracción del zumo de maracuyá no clarificado.

Cálculo del rendimiento:

$$\text{Rendimiento} = \text{g. de zumo} * 100 / \text{g. de muestra}$$

$$\text{Rendimiento} = 76.31 \text{ g.} * 100 / 100.30 \text{ g.}$$

$$\text{Rendimiento} = 76 \% \text{ de zumo}$$

Clarificación del zumo de maracuyá

Cinética de reacción:

Enzima Citrozym L.

Se parte del mejor tratamiento encontrado para la extracción en el cual se determinó absorbancia y transmitancia durante un tiempo de dos horas con un intervalo de quince minutos en las cuales se reporta valores de dos réplicas.

A continuación se ilustra el cálculo de la cinética de reacción en el tratamiento: Citrozym, 0.08 ml/lit, 30 C. (aob1co), en la réplica 1.

Se partió de la ecuación de primer orden:

$$\ln C = -k_1 t + \ln C_0 \quad (1)$$

Donde: C = D.O.(absorbancia)

k_1 = velocidad de reacción

Para continuar con el cálculo se realiza una regresión entre los valores de tiempo en segundos los cuales van en el eje "x", y el logaritmo natural de la absorbancia (Tabla 3) que va en el eje "y" (Gráfico 2). La ecuación obtenida de la regresión lineal en este caso es:

$$\ln C = -(-1.5044 \text{ E-}4)t - 0.4371$$

$$r = -0.9817$$

$$k_1 = 1.5044 \text{ E-}4 \text{ (velocidad de reacción)}$$

Se emplea la ecuación (2) para la determinación del orden de reacción:

$$\ln T = \alpha + \beta t \quad (2)$$

Donde: T = Transmitancia

α y β = constantes determinadas mediante la regresión lineal
t = tiempo

$$\ln T = 3.1744 + (1.3944E-4) t$$

$$r = 0.9716$$

A la ecuación anterior se la multiplica por (-1) con el fin de obtener valores positivos para el cálculo del tiempo mediante el método de vidas medias.

$$- \ln T = -3.1744 - (1.3944E-4) t \quad (3)$$

Método de Vidas Medias:

Transmitancia inicial = 23.2

Primer valor medio = $23.2 / 2 = 11.6$

$$t_1 = 0 \text{ s.}$$

$$(A_1) = \log (11.6)$$

$$(A_1) = 1.0643$$

Se reemplaza en la ecuación (3)

$$t_2 = 5187.86 \text{ s.}$$

Para obtener el segundo valor medio se procede de la misma manera que para el primer valor medio.

Segundo valor medio = $11.6 / 2 = 5.8$

$$(A_2) = \log 5.8$$

$$(A_2) = 0.7634$$

Se reemplaza en la ecuación (3):

$$t_3 = 10158.79$$

Ecuación de la cinética general, para el caso de un solo reactivo y de orden n

$$(1 / (n-1)) (\{A\}^{1-n} - \{A_0\}^{1-n}) = kt$$

Ecuación deducida de la general:

$$n = [((\log (t_3 - t_2) - \log (t_2 - t_1)) / (\log [A_1] - \log [A_2]))] + 1 \quad (4)$$

Los valores calculados de los tiempos medios 1, 2 y 3 se reemplazan en la ecuación (4), donde se obtiene n:

$$n = [((\log (10158.79 - 5187.86) - \log(5187.86 - 0)) / (1.0645 - 0.7634))] + 1$$

$$n = 0.9384$$

Se establece que el orden de reacción del proceso de clarificación del zumo de maracuyá utilizando el tratamiento aob1co (Citrozym, 0.08 ml/lt, 30 C) es de orden 1.

Cálculo de la Viscosidad

Se realizó las lecturas del tiempo en un viscosímetro tipo Ostwald.

Se tienen los siguientes valores:

Grados Brix = 13.8

Temperatura de extracción = 30 C

Tiempo = 376.2 s.

Cálculo de la **densidad** del zumo de acuerdo a la ecuación reportada por Alvarado (1996).

$$(DJ) = 1008 + 4.15 (BR) - 0.60 (T)$$

$$(DJ) = 1008 + 4.15 (13.8) - 0.60 (30)$$

$$(DJ) = 1047.27 \text{ Kg/m}^3$$

Cálculo de la constante (k*) del viscosímetro:

V_A , viscosidad del agua a 20 C

D_A , densidad del agua a 20 C

t = tiempo en segundos, que demora el zumo en recorrer de un menisco a otro

tiempos obtenidos para el agua a 20 C:

$$t_1 = 3.03 \text{ min.}$$

$$t_{1''} = 3.12 \text{ min.}$$

$$t_1' = 3.03 \text{ min.}$$

tiempo promedio $t = 3.06 \text{ min} = 183.6 \text{ s.}$

$$k^* = V_A / D_A * t$$

$$k^* = 993.41 \text{ kg} \cdot \text{m}^3 / \text{m.s.} * 998.2 \text{ kg} * 183.6 \text{ s}$$

$$k^* = 5.4205 \text{ E-3 m}^2 / \text{s}^2$$

Cálculo de la viscosidad (VJ):

$$(VJ) = k^* (DJ) t$$

$$(VJ) = 5.4205 \text{ E-3 m}^2/\text{s}^2 * 1047.27 \text{ kg./m}^3 * 376.2 \text{ s}$$

$$(VJ) = 2135.58 \text{ Pa.s}$$

En el gráfico Viscosidad vs. Tiempo, se observa claramente que a medida que aumenta el tiempo de acción de la enzima sobre el zumo disminuye la viscosidad. La gráfica (3) responde a una ecuación de segundo grado con un $r = 0.9518$.

Cálculo de la pérdida de color

Se realizaron dos medidas de densidad óptica (absorbancia) a 420 nm. y a 520nm. que corresponden al mínimo y al máximo de absorción, respectivamente, durante dos horas y cada quince minutos, para los zumos.

El cálculo que se muestra a continuación corresponde a la réplica 1 y al tiempo cero del tratamiento anterior.

D.O. = Densidad óptica

$$\text{Coeficiente de degradación} = D.O. 520 / D.O. 420$$

$$\text{Coeficiente de degradación} = 0.638 / 0.380$$

$$\text{Coeficiente de degradación} = 0.596$$

Índice de Turbidez

Se calculó según Primo Yufera, como el inverso de la Transmitancia a 420 nm, como se ilustra para la réplica uno del tratamiento (aob1co):

$$TR = 23.2$$

$$\text{Índice de Turbidez} = 1/ TR$$

$$\text{Índice de Turbidez} = 0.0431$$

Este índice se calcula cada quince minutos y durante las dos horas que dura la clarificación

Análisis Estadístico.

En nuestro estudio se realiza un primer análisis estadístico del rendimiento en la extracción del zumo de maracuyá en el cual se encontró un mejor tratamiento para la primera fase, siendo a1b2c2 (pectinex, 0.8 ml/kg, 50 C).

Un segundo diseño experimental, se realiza un primer análisis de varianza con la transmitancia a 420 nm valor que es el promedio de las dos réplicas de la diferencia entre el valor inicial del zumo y el final luego de la clarificación, también se reporta un segundo análisis de varianza pero con valores de absorbancia a 420 nm.

Almacenamiento del zumo

Análisis Sensorial

El análisis sensorial se realiza por duplicado con la ayuda de 10 catadores 5 hombres y 5 mujeres, los cuales utilizaron un rango de valores de 1 a 5 para calificar cinco características importantes en el zumo de maracuyá como son el olor, color, claridad, sabor y aceptabilidad.

Luego del análisis sensorial se establece que existen diferencias pequeñas entre el zumo natural con el zumo tratado enzimáticamente y el almacenado, de este análisis se puede concluir que el producto si tiene aceptabilidad entre los panelistas y por ende entre los consumidores.

Análisis microbiológico

Se realizó al inicio del almacenamiento: recuento total de mohos, levaduras y hongos PCA 1 u.f.c y recuento de mohos y levaduras PDA 1.5 u.f.c. Al final del almacenamiento, presenta 36.5 con el PCA y 49 al realizarse PDA.

Todos los recuentos resultaron menores a los mínimos reportados en la norma INEN 386.

Análisis físico - químico final

Luego de 3 semanas de almacenamiento se realizó nuevamente el análisis físico-químico, obteniéndose valores que al comparar con los del zumo recién tratado se puede concluir que la variación es mínima y aceptable como se demostró en el análisis sensorial.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El desarrollo del presente trabajo permitió cumplir con el objetivo general planteado, la extracción y clarificación de zumo de maracuyá utilizando dos tipos de enzimas pectolíticas, de las cuales se obtuvieron mejores resultados con PECTINEX 3XL para la extracción y CITROCYM L para la clarificación.
- Se determinó las características físicas y químicas para el maracuyá comprado en el mercado de la ciudad, en las cuales se tiene un promedio de: °Brix 16.5, pH 2.94, Acidez 12.7, Índice de refracción 1.3580, Índice de madurez 1.311, valores similares a los reportados en bibliografía, cumpliéndose así el primer objetivo específico.
- De los tratamientos planteados para la extracción de zumo del maracuyá se tiene que al emplear la enzima PECTINEX 3XL se obtuvo un valor promedio de rendimiento del 76 %, y con la enzima CITROZYM L un rendimiento del 71%, valores superiores al obtenido al trabajar sin enzima con lo cual se obtuvo solo un 48% de rendimiento, esto en los mejores tratamientos los cuales se llevan a cabo por 90 minutos.
- En los procesos de extracción y clarificación del zumo de maracuyá se puede determinar que la concentración de la enzima es directamente proporcional al rendimiento en el primer proceso y a la claridad medida por el valor de la transmitancia en el segundo proceso, se determinó el 0.2 ml/Kg de concentración enzimática para la extracción y el 0.08 ml/ Lt de concentración para la clarificación.
- Se aplicaron diferentes temperaturas en el proceso de extracción: 30, 40 y 50 C determinándose que la enzima PECTINEX 3XL designada como la mejor en el proceso de extracción actúa mejor a 50 C. De la misma manera para el proceso de clarificación se trabajó a temperaturas de 30 y 50 C determinándose que la enzima CITROZYM L tiene su mayor acción de clarificación a 30 C.
- Como resumen de los objetivos tres, cuatro y cinco se puede concluir que el mejor tratamiento encontrado para la extracción es a1b2c2 (PECTINEX 3XL, 0.2 ml/Kg, 50 C) con un incremento del 30% en el rendimiento y para el proceso de clarificación el tratamiento aob1co (CITROZYM L, 0.08 ml/Lt, 30 C).
- El zumo obtenido se almacenó por tres semanas a temperatura ambiente que está alrededor de 19 C, luego de los cuales se realizaron análisis físicos, químico, microbiológicos y sensoriales con la finalidad de saber si el producto presenta cambios, de los resultados que se reportan en tablas y se discute en el capítulo cinco se concluye que el producto está de acuerdo a normas establecidas y continúa siendo apto para el consumo humano.
- Es importante mencionar que el análisis sensorial realizado al inicio y al final del almacenamiento del zumo nos muestra que el sabor, color, olor, claridad y aceptabilidad son semejantes o no hay diferencia entre ellos, notándose décimas de diferencia entre los promedios de los valores iniciales y finales. También se puede decir que el tipo de envase utilizado en el almacenamiento puede ser considerado como el apropiado para el zumo de maracuyá.
- El análisis microbiológico es muy importante en todo alimento destinado al consumo humano, por tal motivo se realizó al inicio y al final del almacenamiento. Los recuentos de mohos, levaduras y hongos fueron menores a los establecidos en normas.
- Luego de encontrarse el mejor tratamiento para la extracción del zumo de maracuyá se realiza un balance de materiales en el cual se calcula para 25 Kg. de materia prima y se detalla las pérdidas en cada una de las fases del proceso llegando a obtener 5.82 Kg. de zumo de maracuyá puro, valor considerado como alto y aceptable, tomando en cuenta las pérdidas que se tendrían si no se utilizara enzimas.

- En base a lo analizado anteriormente se realizó un estudio económico para el mejor tratamiento de la extracción y clarificación del zumo de maracuyá, determinándose que el costo de 200 ml de zumo es de 6500 sucres, valor moderado si se considera que es un concentrado que al diluirse puede llegar a rendir fácilmente 5 litros de jugo.
- Se recomienda la utilización de enzimas en la extracción de la pulpa de frutas que tienen pepas, es decir del género Passiflora ya que como se demuestra en este estudio se obtiene un rendimiento del 76%, superior en un 30% al obtenido sin enzima (48%), evitándose la utilización de métodos físicos que necesitan de equipos complejos y con el riesgo de que las pepas se rompan y alteren las características naturales del zumo.
- La utilización de enzimas en la clarificación también es importante ya que según el mercado al cual está destinado el zumo debe cumplir parámetros de calidad establecidos para la claridad, considerando que en la extracción se utilizó enzimas el color del zumo es muy intenso y necesariamente se clarificó utilizando otra enzima hasta una transmitancia final del 76 %, llegando a obtener una diferencia de transmitancia del 39%.
- También se recomienda que al trabajar con enzimas por su alto costo en el mercado, es mejor menorar al mínimo necesario la concentración y aumentar el tiempo de contacto zumo-enzima al máximo recomendable, al aumentar este tiempo también puede trabajarse con temperaturas mínimas para obtenerse resultados similares a los obtenidos con los tratamientos aplicados en este estudio.
- Se recomienda incentivar el cultivo de frutas del género passiflora como maracuyá, granadilla, taxo, frutas exóticas, etc. ya que por sus características físicas y químicas únicas, serían aceptadas como una alternativa para no solo abastecer el mercado de producto fresco, sino de pulpas y zumo concentrado a un precio módico y durante todo el año, teniendo como objetivo el mercado internacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALVARADO, J. "Principios de Ingeniería Aplicados a los Alimentos". Radio Comunicación. Quito-Ecuador. 1996. 63-85 pp.
- BRAVERMAN, J. "Bioquímica de los alimentos". Berk edición. Manual moderno. México. 1986. 30-55, 157-159, 288-291 pp.
- Corporación Andina de Fomento. Manual técnico del cultivo del maracuyá. Asistencia agroempresarial. Agribusiness cia ltda. 1992. 3-28 pp.
- DUCKWORTH, R. "Frutas y Verduras". Acribia s.a. Zaragoza-España. 1968. 1-13, 42-45, 176-181 pp.
- Enciclopedia Agropecuaria Terranova. Producción agrícola 1. Terranova editores. 1985. 217-219 pp.
- FAO. Comisión de Codex Alimentarias. Italia. Primera edición. Vol. X. 1984.
- FENNEMA, R. "Introducción a la ciencia de los alimentos". Reverte s.a. Barcelona-España. 1982. 378-385 pp.
- GUTFREUND, H. "Introducción al estudio de las enzimas". Omega s.a. Barcelona-España. 1968. 3-14 pp.
- INEN. Norma ecuatoriana "Conservas Vegetales" N. 379, "Determinación de alcohol etílico" 1978, N. 380, "Determinación de Sólidos Solubles. Método Refractométrico" 1985, N. 381, "Determinación de acidez titulable. Método potenciométrico de referencia" 1985, N. 386, "Ensayos microbiológicos" 1985, N. 389, "Determinación de la concentración de ion hidrógeno (pH)" 1985, N. 391 "Jugos de frutas, determinación de la densidad relativa", 1985.
- KIRK, R. SAWYER, P. Egan, J. "Composición y análisis de Pearson". Continental. México. Segunda edición. 1996. 267-290 pp.
- LEÓN, J. "Botánica de los cultivos tropicales". Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura. San José-Costa Rica. Primera edición. 1987. 402-408 pp.
- NOVO NORDISK. Bioindustrial group. Wine and Juice División. Alemania.
- OCHSE. SOULE. DIJKMAN. WEHLBURG. "Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales". Limusa-Wiley s.a. México. Primera edición. 1972. 776-781 pp.
- OEA. Seminario sobre procesamiento de frutas tropicales. México. 1976.
- PROEXANT, Promoción de exportaciones agrícolas no tradicionales, Quito – Ecuador. 1985.
- RANKEN, M. "Manual de industrias de los alimentos". Acribia s.a. Zaragoza-España. 1996. 281-319 pp.
- SALTOS, A. Diseño experimental. Ambato-Ecuador. 1993. 60,70 pp.
- TAMARO, O. CABALLERO, A. "Fruticultura". Gustavo Gili. Barcelona-España. 1974. 309-313 pp.
- YUFERA, P. "Productos para el campo y propiedades de los alimentos". Tecnología química Agroindustrial. Alhambra. Valencia-España. 1981. Vol III/A. 330-387 pp.
- VÁSQUEZ, H. El cultivo del maracuyá. Federación nacional de cafeteros de Colombia. 1993. 3-26 pp.

TABLA 1
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LA MATERIA PRIMA
(ARACUYÁ)

FRUTA	GRADOS BRIX	PH	NaOH (ml)	ACIDEZ (g/100 ml)	I.M.
Verde	16.2	2.8	22.3	14.2809	1.1344
2	13.8	3.1	18.9	12.1036	1.1402
3	16.8	2.9	22.7	14.5371	1.1557
4	16.1	2.8	20.9	13.3844	1.1954
5	17.1	3.1	22.1	14.1528	1.2012
6	15.6	2.7	19.4	12.4238	1.2557
7	16.6	2.8	17.4	11.1429	1.4897
8	18.1	3.1	18.1	11.5912	1.5529
Madura	17.8	3.2	16.6	10.6306	1.6744
Promedio	16.4556	2.9444	19.8222	12.6941	1.3111

I.R. = Índice de refracción

TABLA 2
VALORES PORCENTUALES EN LA EXTRACCIÓN DEL
ZUMO DE MARACUYÁ

TRATAM.	MUESTRA (%)		DESECHOS (%)		RENDIMIENTO (%)		PROM.
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R
aoboco	100	100	40.16	41.10	59.84	58.90	59.37
aoboc1	100	100	38.93	41.68	61.07	58.32	59.69
aoboc2	100	100	39.13	36.92	60.87	63.08	61.98
aob1co	100	100	36.78	37.97	63.22	62.03	62.63
aob1c1	100	100	33.21	36.23	66.79	63.77	65.28
aob1c2	100	100	30.34	33.59	69.66	66.41	68.04
aob2co	100	100	30.58	32.47	69.42	67.53	68.48
aob2c1	100	100	28.34	30.87	71.66	69.13	70.39
aob2c2	100	100	28.17	28.38	71.83	71.62	71.72
a1boco	100	100	49.45	53.83	50.55	46.17	48.36
a1boc1	100	100	48.90	48.75	51.10	51.25	51.18
a1boc2	100	100	36.30	33.86	63.70	66.14	64.92
a1b1co	100	100	50.33	51.54	49.67	48.46	49.06
a1b1c1	100	100	44.49	38.41	55.51	61.59	58.55
a1b1c2	100	100	29.58	31.28	70.42	68.72	69.57
a1b2co	100	100	37.97	39.66	62.03	60.34	61.19
a1b2c1	100	100	29.35	27.86	70.65	72.14	71.40
a1b2c2	100	100	25.58	21.93	74.42	78.07	76.25
TOTAL	1800	1800	657.57	666.31	1142.43	1133.69	1138.06
PROM.	100	100	36.53	37.02	63.47	62.98	63.23

Factor a = enzima; Factor b = concentración; Factor c = temperatura e
PROM.= promedio

TABLA 3

Tratamiento (citrozym, 0.08 ml/ lt, 30 C)

TRATAMIENTO				
aob1co				
TIEMPO (s.)	Ln (Tr)		Ln (Ao)	
	R1	R2	R1	R2
0	3.1442	3.1697	-0.4494	-0.4652
900	3.1697	3.4012	-0.4748	-0.6501
1800	3.4340	3.4210	-0.6733	-0.6616
2700	3.6636	3.6217	-0.8965	-0.8486
3600	3.7887	3.6376	-1.0385	-0.8675
4500	3.8416	3.8670	-1.1026	-1.1457
5400	3.9551	3.9080	-1.2623	-1.1940
6300	3.9665	4.0570	-1.2910	-1.4439
7200	4.1239	4.1400	-1.5418	-1.5995

GRAFICO 1

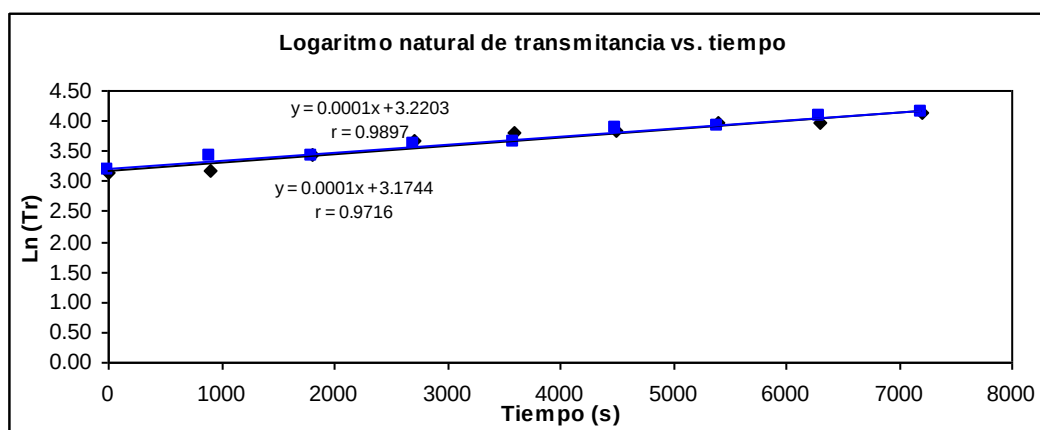


GRAFICO 2

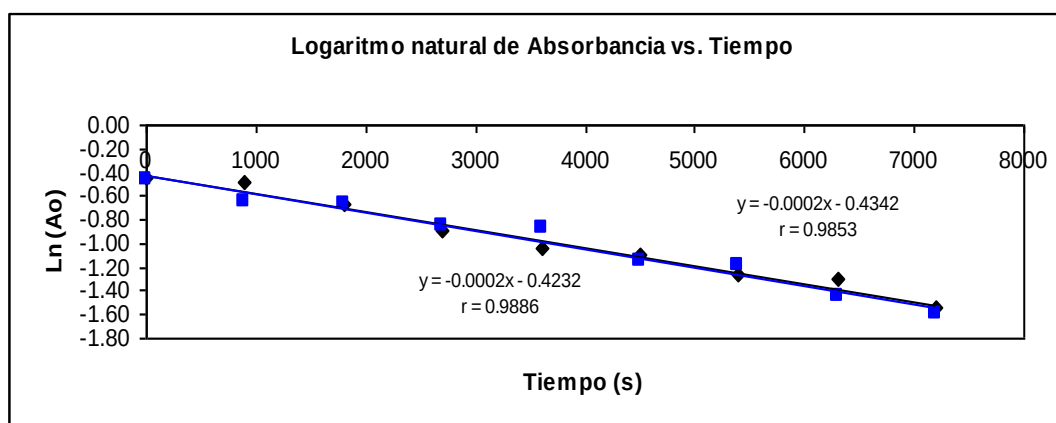
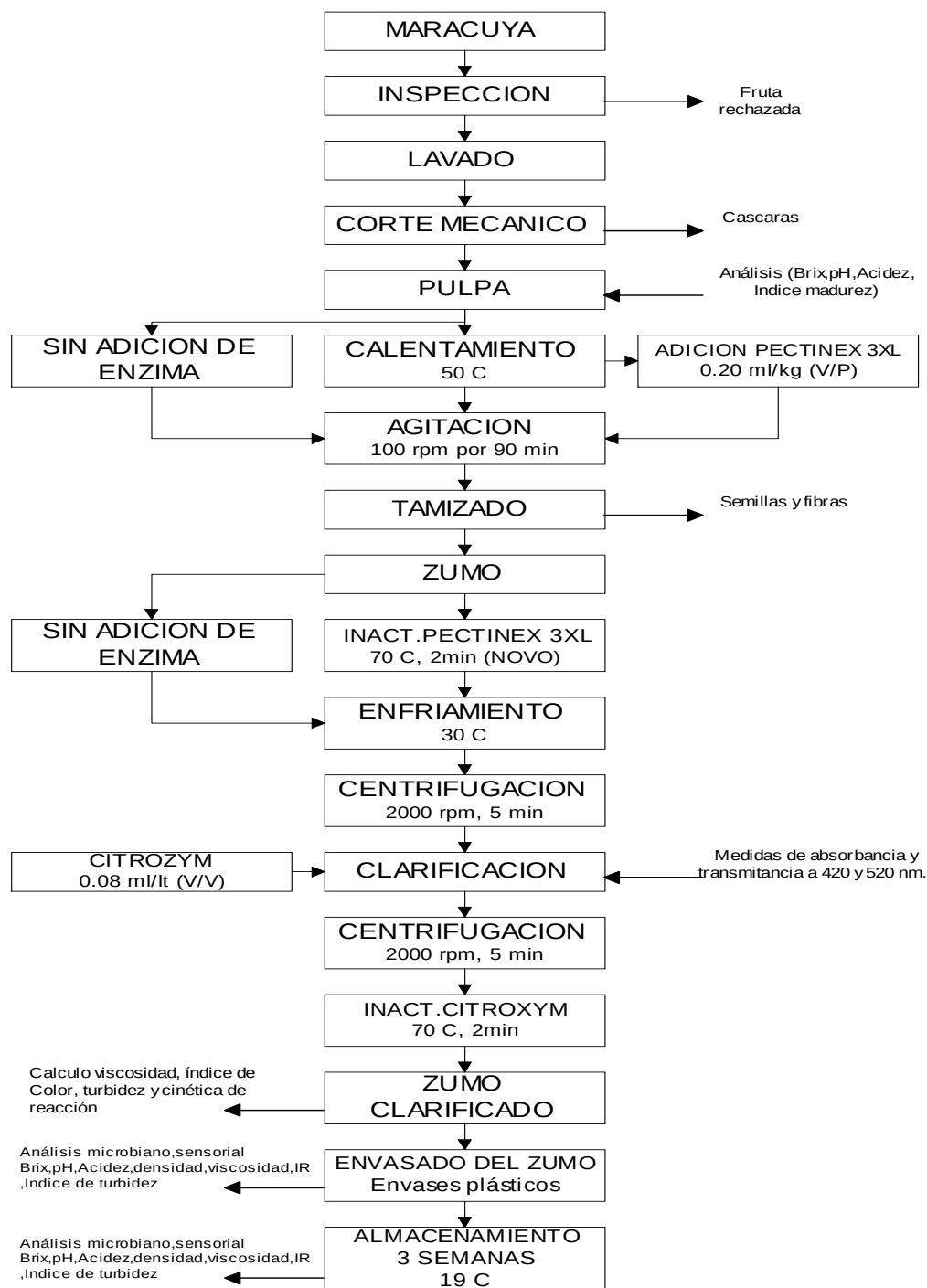


TABLA 4
CÁLCULO DE LA VISCOSIDAD TRATAMIENTO

TRATAM. Tiempo Trat.		Tiempo (s)		Viscosidad (Pa.s) * E 03		VJ * E 03
aob1co	(s)	R1	R2	R1	R2	Prom.
0		376.20	361.80	2.1356	2.0538	2.0947
900		312.60	304.20	1.7745	1.7269	1.7507
1800		275.40	273.00	1.5634	1.5498	1.5566
2700		269.40	267.60	1.5293	1.5191	1.5242
3600		264.60	262.80	1.5021	1.4918	1.4970
4500		259.20	258.00	1.4714	1.4646	1.4680
5400		258.00	256.80	1.4646	1.4578	1.4612
6300		256.20	256.20	1.4544	1.4544	1.4544
7200		253.20	252.00	1.4374	1.4305	1.4339

t= 376.2 s
Brix=13.8
T= 30 C
DJ= 1047.27
Kg/ m³
VJ= 2135.58
Pa.s

DIAGRAMA 1
FLUJOGRAMA DE ELABORACIÓN DEL
ZUMO DE MARACUYA



ESTUDIO DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL PROCESO DE ELABORACION DE LECHE EN POLVO INSTANTANEA (IMP) Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO

Verónica Acosta P.*
Martha Palate A.*
Ing. Darío Velastegui**

RESUMEN

El presente estudio se realizó con la finalidad de mejorar la calidad de la leche en polvo instantánea (IMP) en Nestlé Ecuador S.A. fábrica Cayambe.

El estudio se hizo a nivel de planta de producción evaluando los resultados obtenidos en diferentes condiciones del proceso productivo.

Se eligieron como variables de estudio aquellas que la empresa requiere y considera que inciden principalmente en el proceso de elaboración, estas son las siguientes: contenido de sólidos totales de la leche evaporada (46 y 49%), proceso de pasteurización (con aplicación o prescindiéndolo), temperatura de uperización (105 y 109°C), temperatura de secado en lecho fluidizado (105 y 108°C). Se utilizó un diseño factorial fraccionado 2^{k-p} (2^{4-1}) con dos catadores y cinco replicaciones por cada catador, combinado con un diseño de bloques por tratarse de un análisis sensorial.

Las respuestas experimentales evaluadas en los ensayos fueron: miscibilidad, estado de disolución, partículas blancas, mojabilidad y solubilidad. Se seleccionó el mejor tratamiento con la aplicación de pruebas de Tukey a un nivel de significación $\alpha = 0,05$.

El resultado que más se ajusta a los requerimientos de la empresa es el tratamiento bajo las siguientes condiciones: leche con 49% de sólidos totales, aplicando el proceso de pasteurización, temperatura de uperización 109°C y temperatura de secado en lecho fluidizado 108°C.

Se realizó un balance de materia y energía para cuantificar el rendimiento y la eficiencia térmica del proceso.

Introducción

A través de los siglos la leche ha constituido una fuente de primordial importancia para la alimentación del ser humano y su valor está dado por la clase y cantidad de nutrientes, así como también por otros aspectos que determinan la calidad (25).

Según estadísticas, en el país aproximadamente el 16% del hato ganadero representa vacas en ordeño.

*Egresados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

** Director de Tesis

Observamos que a partir de 1994 el hato ganadero se ha incrementado en un promedio de 2.1% anual lo cual representa un crecimiento anual menor que el crecimiento demográfico.

La mayor producción de leche en el país es en la región Sierra con un 75%, seguido de la Costa con un 19%, Galápagos y la región Amazónica producen el 6% anual.

La demanda de leche y de productos lácteos en el mercado ha contribuido mucho a la industria lechera en el país. Esta demanda ha aumentado a medida que se incrementa la población, la mayor proporción corresponde a leche fluida.

En el Ecuador el consumo de alimentos, especialmente la leche, se da en función del costo, siendo por tanto un mercado de precio y cantidad, mas no de calidad.

En cuanto al destino y distribución de la leche, se deduce que aproximadamente un 3.5% de la leche disponible es procesada para la producción de leche en polvo.

La leche es un producto perecible por lo que ha sido necesario recurrir a métodos para conservarla. La elaboración industrial de leche en polvo se ha desarrollado mediante investigaciones científicas que han permitido la conservación del valor nutritivo de la leche en diversas formas (5).

El beneficio de la leche y la fabricación de sus productos, permiten a la población el disfrute diario de leche fresca y de una variedad de productos lácteos nutritivos.

En el país existen solo dos plantas que producen leche en polvo. Estas empresas están situadas en la ciudad de Cayambe, provincia de Pichincha y son: Nestlé Ecuador S.A. y EMLACMI S.A.

Cuadro 1. Toneladas de producción de leche en polvo en el Ecuador.

AÑO	TOTAL
1996	6850
1997	7050
1998	7250

Fuente: Nestlé Ecuador S.A. y EMLACMI S.A.

El desarrollo de la producción de leche en polvo con tecnología moderna en el Ecuador es liderado por Nestlé Ecuador S.A., a través de la planta procesadora de Cayambe donde se producen 7200 toneladas anuales.

Nestlé Ecuador S.A., ha alcanzado este sitio sobre la base de mantener elevados patrones de calidad en todas las áreas de la empresa, la compañía puso en marcha un Plan de Fomento Agropecuario en diferentes zonas lecheras del Ecuador, donde se han instalado centros de acopio de la leche, hoy la empresa posee 28 estaciones para recoger leche.

El plan de Fomento Agropecuario le permite a la empresa trabajar directamente con el productor rural, ofreciéndole capacitación, dotación de insumos agropecuarios y mejoramiento de raza bovina; lo que garantiza la calidad de la materia prima.

Nestlé está constantemente investigando el desarrollo de nuevos productos. Con este esfuerzo se intenta mejorar las características de leche entera deshidratada para lo cual se estudia el proceso cuya operación fundamental es el secado por "aspersión" (Spray Drier), en esta operación la leche es forzada a través de boquillas y las gotitas formadas son secadas en una corriente de aire caliente en grandes torres de secado (25).

El aporte más significativo en el proceso de producción de leche deshidratada fue la técnica introducida en los años sesenta para solucionar el problema de la pobre capacidad de dispersión en agua cuando la leche es reconstituída, varios métodos han sido desarrollados para producir el producto conocido como leche en polvo instantánea (IMP) inicialmente en Estados Unidos y luego en Europa (25).

La producción de leche en polvo instantánea se fundamenta en un método de instantaneización, que se da mediante la adición de emulsificantes como lecitina, que pueden dotar al polvo de mejores propiedades de solubilidad y permeabilidad. El método desarrollado por Nestlé Ecuador S.A permite obtener un polvo que se moja fácilmente y que se dispersa con gran rapidez tanto en agua fría como en agua caliente. Este nuevo producto lanzado al mercado ecuatoriano, alcanzó inmediatamente gran éxito y su fabricación se ha extendido.

Materiales

Materia prima.

Leche. - La leche es proveniente de los centros de acopio de Nestlé Ecuador S.A. cumple con las siguientes condiciones:

- Leche entera fresca de buena calidad que no tenga más de 48 horas desde el momento del ordeño.
- Índice de acidez menor a 6.8° SH (15.3° D)
- Contenido de bacterias menor que 10.000 gérmes/ml. transcurridas 6 horas.

Lecitina.- Se emplea lecitina líquida de soya de marca comercial Topcithin®, con una humedad de 65%.

Vitaminas.- Vitaminas A y D₃.

Materiales y Equipos.

La maquinaria y materiales empleados para la producción de leche en polvo instantánea pertenecen a Nestlé Ecuador S.A. Se mencionan a continuación los materiales y equipos de acuerdo a las secciones de proceso:

Condensación

- Clarificadora ALFA LAVAL
- Evaporador de cuatro efectos
- Pasteurizador SCHEFFERS
- Uperizador
- Homogenizador

Deshidratación:

- Secadero por aspersión marca: Egrón
- Sistema de secado por lecho fluidizado

Laboratorio:

Miscibilidad, Estado de disolución, Partículas blancas:

- Balanza de precisión, 1200 g, 0.01 g, Mettler P 1210
- Termómetro, líquido -10 + 100°C.
- Cuchara acero inoxidable, mango en forma de espátula, 150mm.
- Tamiz de 100 mm de diámetro y 0.850 de abertura de malla.
- Vaso de precipitación PYREX de 150 ml.
- Cronómetro de bolsillo
- Porta objetos de vidrio, 76*26 mm, espesor 0.8-1.0 mm.

Mojabilidad:

- Embudo especial con placa metálica móvil.

Solubilidad:

- Centrifugadora GERBER modelo 50-61-B-39 N° Z 1282 + Z 1284^a.
- Alambre, longitud aproximada 140 mm, diámetro 0.5 mm.
- Mezcladora para solubilidad SOLUMIXER, con un recipiente de vidrio, una hélice, circuito impreso suplementario y llave hexagonal.
- Pipetas graduadas, clase B, 5 ml.

Reactivos

- Alcohol (70°)
- Azul de metileno
- Hidróxido de sodio (0.1N)
- Acido sulfúrico
- Alcohol amílico
- Fenolftaleína

Métodos de analisis

Métodos para Análisis de Materia Prima

Leche Entera Fresca .

Índice de acidez (27).

Análisis de grasa .- Determinación de la materia grasa por el método Acido-Butirométrico de Gerber (27).

Prueba de la reductasa (27).

Lecitina.

Índice de Peróxido.- Determinación del índice de peróxido según Wheeler (28).

Leche Concentrada.

Análisis de sólidos totales. Balanza Mettler (27).

Métodos para Análisis de Producto Terminado

En el producto terminado se efectuaron análisis sensoriales, con este propósito se tomaron 10 muestras de leche en polvo instantánea por cada tratamiento de acuerdo al diseño experimental antes mencionado. Se calificó de acuerdo a las siguientes propiedades.

- Miscibilidad
- Estado de disolución
- Partículas blancas
- Mojabilidad
- Solubilidad

Las pruebas de miscibilidad, estado de disolución y partículas blancas se califican en base a escalas predeterminadas de 0 a 5 puntos. Para evaluar estas propiedades se aplicó un método rápido y continuo.

Criterios de Evaluación

Análisis Sensorial de Leche en Polvo Instantánea.

Estas pruebas son evaluadas por las autoras del trabajo, quienes participan como catadores; para obtener resultados satisfactorios se necesitó analizar cinco réplicas por cada catador. Se cuantificó en base a escalas hedónicas propias de la empresa, de seis alternativas, con calificaciones comprendidas entre 0 y 5; entendiéndose como un producto de mejor calidad a las puntuaciones más bajas, a través de las cuales se pretende establecer la evaluación de los catadores sobre la base de categorías de apreciación de las características de calidad.

Discusion de resultados

Análisis Proximal de Leche en Polvo.

"NIDO INSTANTANEO" es el nombre comercial dado por NESTLE S.A. a la leche en polvo instantánea. Este producto es un polvo aglomerado de leche entera que se ha obtenido de tal manera que mejora sustancialmente sus características de reconstitución, gracias al agente activo superficial lecitínico que posee propiedades hidrofílicas e hidrofóbicas que permiten absorber el agua rápidamente, dándole las características de instantaneidad.

En general la propia composición del producto tiene gran influencia sobre su instantaneidad. En el cuadro 9. se reporta el análisis proximal de la leche en polvo instantánea.

Cuadro 2. Análisis proximal de leche en polvo instantánea " NIDO INSTANTANEO " y leche en polvo " LA VAQUITA ".

COMPONENTES	NIDO INSTANTANEO	LA VAQUITA *
Humedad (%máx.)	3.0	3.5
Grasa (%)	26.0	18.0
Proteína (%)	26.4	28.0
Lactosa(%)	38.6	43.6
Minerales(ceniza) %	5.8	6.9
Lecitina de soya (%)	0.2	-----
Vitamina A	1500 UI	730 UI
Vitamina D3	322 UI	120 UI

(*) La Vaquita : Leche semidescremada en polvo, no tiene el atributo de instantaneidad .

Fuente: Laboratorios Nestlé Ecuador S.A.(29)

Evaluación Sensorial.

En las Tablas 1,2,3,4, se reportan las valoraciones de cada atributo de calidad dadas por dos catadores para leche en polvo instantánea.

Las conclusiones que se extraen de la evaluación sensorial son las siguientes:

Miscibilidad.

En la tabla 1 se reportan valoraciones experimentales de la prueba de miscibilidad de leche en polvo instantánea para los diferentes tratamientos.

Las cataciones dadas para miscibilidad en los 8 tratamientos varían desde 2.1 a 3.3, el análisis de varianza, demuestra que existe variación significativa en dichos valores, los mismos que se ven influenciados con los factores: contenido de sólidos totales, pasteurización y no pasteurización de leche fluida, temperatura de uperización de la leche líquida y temperatura de post-secado del polvo.

En la prueba de comparación múltiple Rangos de Tukey, evaluada para los tratamientos se encontró que aquellos que otorgan valores altos de miscibilidad (3.0 a 3.3) son el $A_1B_0C_0(D_1)$, $A_1B_1C_0(D_0)$, mientras que los valores de miscibilidad intermedia (2.7 a 2.8) se los obtiene con los tratamientos $A_0B_0C_0(D_0)$, $A_1B_1C_1(D_1)$. Valores de baja miscibilidad (2.1 a 2.2) se obtienen con los tratamientos $A_0B_1C_1(D_0)$, $A_1B_0C_1(D_0)$, $A_0B_0C_1(D_1)$, $A_0B_1C_0(D_1)$, estos valores son los más próximos a los establecidos por Nestlé (miscibilidad máximo 2) en sus normas NESTEC, por lo que se selecciona a éstos como los tratamientos óptimos.

Esta variación se debe a un cambio de las condiciones de pasteurización, uperización, disminución del contenido de sólidos totales y temperatura de post-secado. Además, la miscibilidad del producto depende en gran medida de la textura de las partículas de polvo, por lo tanto éste tiene que ser tratado con mayor cuidado después de la salida del secadero por aspersión para preservar su textura.

Estado de Disolución

En la tabla 2 se indican los valores otorgados por los catadores para el caso del estado de disolución que varía desde 1.1 a 2.35, dicha variabilidad se explica a continuación.

La norma Nestlé, establece que el valor máximo para el estado de disolución es de 2, luego de realizar una prueba de comparación múltiple, se encontró que cifras con valores bajos de estado de disolución (1.1 a 1.3) en leche en polvo instantánea se consigue con los tratamientos $A_0B_0C_1(D_1)$, $A_1B_0C_0(D_1)$, $A_0B_1C_1(D_0)$, $A_0B_1C_0(D_1)$,

Partículas Blancas.

Los valores de partículas blancas medidos en leche en polvo instantánea van desde 1.2 a 2.7, datos reportados en la Tabla 3, para los distintos tratamientos. Para analizar la variabilidad se realizó el análisis de varianza, en donde se observa que no existe diferencia significativa para el caso de los ocho tratamientos estudiados. Se deduce que la formación de aglomerados en forma de capa después de la reconstitución, expresada como partículas blancas es menor en el tratamiento $A_1B_1C_1(D_1)$, mientras que los valores más altos se los obtiene con los tratamientos $A_0B_0C_1(D_1)$.

La Norma Nestlé reporta un valor de partículas blancas para leche en polvo instantánea de máximo 3, determinándose como el tratamiento óptimo para este análisis el $A_1B_1C_1(D_1)$

Mediante pruebas de Tukey correspondientes a miscibilidad, estado de disolución y partículas blancas, se puede estructurar el Cuadro 3, donde se ordenan los tratamientos evaluados de acuerdo al promedio de las valoraciones dadas a cada uno de los distintos atributos de calidad.

Cuadro 3. Ordenamiento de los tratamientos experimentales de leche en polvo instantánea diferenciados mediante prueba de Tukey, considerando atributos de calidad.

Tratamiento	Miscibilidad	Estado de Disolución	Partículas Blancas	Promedio
$A_0B_0C_0D_0$	2.8	2.2	1.9	2.3
$A_1B_0C_0D_1$	3.3	1.2	1.6	2.0
$A_0B_1C_0D_1$	2.2	1.3	1.8	1.8
$A_1B_1C_0D_0$	3.0	2.3	1.8	2.4
$A_0B_0C_1D_1$	2.2	1.1	2.7	2.0
$A_1B_0C_1D_0$	2.2	2.4	2.1	2.2
$A_0B_1C_1D_0$	2.1	1.3	1.4	1.6
$A_1B_1C_1D_1$	2.7	1.3	1.2	1.7

Los tratamientos experimentales que presentan las evaluaciones más bajas y que por lo tanto se consideran los mejores tratamientos son **$A_0B_1C_1D_0$** y **$A_1B_1C_1(D_1)$** , que corresponden a la siguiente combinación de factores:

Cuadro 4. Combinación de factores para los mejores tratamientos.

FACTOR	Tratamiento $A_0B_1C_1D_0$	Tratamiento $A_1B_1C_1D_1$
Contenido de sólidos totales	46%	49%
Proceso de pasteurización	CP*	CP*
Temperatura de uperización	109°C	109°C
Temperatura de lecho fluidizado	105°C	108°C

* Aplicación del tratamiento de pasteurización.

Mojabilidad.

Los valores de mojabilidad para las distintas muestras varían desde 12.4 a 83 segundos como se observa en la Tabla 4. En el análisis de varianza ejecutado, se encontró también diferencia significativa para los tratamientos; luego de correrse la prueba de Tukey a un nivel $\alpha = 0.05$.

Índice de Solubilidad.

Como es conocido, el índice de solubilidad se expresa como la parte no disuelta (proteínas desnaturalizadas) en forma de un residuo cuyo volumen no debe rebasar 0.5 ml. del tubo de centrífuga.

Al analizarse los valores obtenidos se observa que los distintos factores de estudio no afectan significativamente a esta propiedad debido a que se obtuvo valores entre 0.1 y 0.15 ml. de sedimento, los mismos que se encuentran dentro de la norma que exige la empresa, 0.5 ml. como máximo.

Evaluación de las Alternativas Tecnológicas Seleccionadas

De todos los tratamientos experimentales se han seleccionado los siguientes:

Para las tres primeras respuestas experimentales se comprobó efecto significativo de una interacción doble ($A_0B_1C_1D_0$) y una cuádruple ($A_1B_1C_1(D_1)$), eligiéndose esta última como el mejor tratamiento ya que en ella se incorpora la interacción doble. Como en el ensayo de mojabilidad se obtuvo una situación experimental similar con el tratamiento 49% de sólidos totales, aplicación del proceso de pasteurización, temperatura de uperización 109°C y temperatura de post-secado del polvo 108°C (tratamiento ($A_1B_1C_1(D_1)$)), se determinó así que éste es el tratamiento de mejor alternativa tecnológica.

Aplicando el tratamiento antes mencionado (el mejor tratamiento en esta investigación), se realizó una comparación del producto antes y después del estudio (cuadro 5), donde se puede observar el mejoramiento de la calidad del producto.

Cuadro 5. Comparación de la calidad de la leche en polvo instantánea antes y después del estudio. (a 40°C)

	Mojabilidad	Miscibilidad	Estado de Disolución	Partículas Blancas	Solubilidad
Valor Aceptado	máximo 40 seg.	Máximo calif. 2	Máximo calif. 2	máximo calif. 3	máximo calf. 0.5ml.
Antes	24.5 seg.	$2.6 \cong 3$	$1.6 \cong 2$	$1.8 \cong 2$	0.1
Después	15.6 seg.	$0.9 \cong 1$	$0.8 \cong 1$	$1.4 \cong 1.5$	0.15

Elaboración: Laboratorios Nestlé-Ecuador S.A. (1999)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las conclusiones están dadas en función de los objetivos planteados y de los resultados obtenidos del presente estudio investigativo; así, respecto al método más adecuado para el mejoramiento de la calidad de la leche en polvo instantánea a partir de leche entera y de acuerdo al análisis de varianza realizado en base a parámetros de calidad para análisis sensorial, se ha podido determinar el tratamiento **A₁B₁C₁(D₁)** el cual tiene una miscibilidad 1.1, estado de disolución 0.8, partículas blancas 1.3, mojabilidad 14.9 segundos lo que corresponde a las siguientes condiciones: factor A 49% (sólidos totales), factor B (aplicando el proceso de pasteurización), factor C (109°C temperatura de uperización), y factor D (108°C de temperatura de lecho fluidizado).

En el tratamiento antes mencionado también se determinó el rendimiento obteniéndose un valor para la cantidad de producto de 1.287,22 Kilogramos de polvo por cada hora, según Nestlé la capacidad teórica de producción es 1600 Kg polvo por cada hora, utilizando leche concentrada de 52-53% de sólidos totales.

- Se determinó que las temperaturas de pasteurización y una temperatura de uperización de 109°C en el proceso de elaboración de leche en polvo instantánea afectan significativamente en la calidad del producto final en especial a la solubilidad del polvo, debido a que estos tratamientos proporcionan mayor estabilidad de las proteínas lácticas, lo cual queda demostrado con los valores obtenidos para solubilidad de 0,1 a 0,15 ml considerados dentro de la Norma.

Con estos tratamientos no excesivamente enérgicos se evita la ruptura de los enlaces que forman las estructuras de las proteínas y su posterior reagrupamiento con formación de otras nuevas.

Por tanto, se recomienda la aplicación de la pasteurización y la uperización de 109°C, ya que la combinación de estas operaciones permite conseguir un producto de mejor calidad.

- En cuanto al grado de concentración de la leche, se demuestra que incide en la granulación y homogeneidad de los gránulos de polvo. El grado de concentración óptimo es de 49% de sólidos totales, con lo que es posible obtener un polvo más liviano que se moja más fácilmente y se dispersa mejor, teniendo así valores de miscibilidad alrededor de 1.

Cabe mencionar que el factor: contenido de sólidos totales, influye también en el rendimiento de la producción.

Se recomienda no exagerar la concentración de la leche más de lo indicado. Ya que se corre el riesgo de fabricar polvos demasiado inestables por cuanto puede alterar la solubilidad principalmente y producir impregnaciones en el equipo (obstrucciones).

- Para el tamaño de partícula se recomienda trabajar con una boquilla del aspersor de mayor orificio de salida, debido a que al trabajar en estas condiciones se obtendrá un peso específico bajo, condición importante para el envasado del producto.
- La influencia de la temperatura de post - secado afecta significativamente en el tamaño de las partículas, obteniéndose a 108°C una mejor instantaneización.

Se debe evitar tiempos de residencia largos del producto dentro de la cámara de post-secado ya que si no se trabaja a la temperatura indicada se va alterar la humedad, por tanto en el peso específico, solubilidad y miscibilidad del producto.

- Del balance de materia y energía se determina que con el mejor tratamiento se obtiene 1287,22 Kilogramos de polvo por cada hora de trabajo. Para lo cual se requiere un flujo de aire de 17381.02 Kilogramos de aire por cada hora.

De acuerdo al balance de energía las pérdidas de calor en la torre y en el ducto de aire caliente equivalen a $11.53 \cdot 10^4$ Kcal/h y en el post-secador y post-enfriador alcanzan a 2.596 Kcal/h por lo que se recomienda trabajar con puertas y cortinas totalmente cerradas, esto dará un mejor rendimiento y mejorará la economía térmica del proceso, ya que de las $1.03 \cdot 10^6$ Kcal/h que ingresan en el proceso se están perdiendo $11.79 \cdot 10^4$ Kcal/h, lo que corresponde a un porcentaje del 11.40% .

En base a las experiencias adquiridas es necesario reubicar la bomba de alimentación de lecitina a la torre del secadero por aspersión, por cuanto en ocasiones se ha detectado fallas en el caudal de incorporación de lecitina por no existir un control adecuado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALVARADO, Juan de Dios (1996). *Principio de Ingenieria Aplicados a Alimentos*. Secretaría General de la organización de los Estados Americanos (OEA). Programa de Desarrollo Científico y tecnológico. Proyecto Multinacional de Biotecnología y Tecnología de Alimentos. Impreso por Radio comunicaciones. Ambato, Ecuador. P: 524
- BOCKIAN,A.H., STEWART, G.F. AND TAPPEL, A.L. (1957). *Factors affecting the dispersibility of "instantly dissolving" dry milks*. Food Res. pp. 22. 69-75 .
- BRENNAN, J.G. (1970). *Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos*. Ed. Acribia. Zaragoza, España. pp 256-258.
- BRAVERMAN, J.P.S. *Introducción a la Bioquímica de los Alimentos*. Ed. El Manual Moderno .México D.F. pp 202,203
- CARIC,M. (1990). *Technology of Concentrated and Dried Dairy Products*. Tercera Edición. Naucna Knjiga. Beograd, Yugoslavia. 97, pp 104-115
- CLUNIE HARVEY, W.M. AND HILL,Harry. (1948). *Milk Products*. Segunda Edición. HK Lewis Co-Ltd. Londres, Inglaterra. pp 284 -303 .
- FARRALL, Arthur. (1963). *Engieneering for Dairy and Foods Products*. Segunda Edición. Robert Kriegen Publishing Company . New York, Estados Unidos. 418-419 pp.
- GERMAN, Cesar. (1987). *Composición y Propiedades de la Leche*. En Curso Internacional CAL / COTECU en Especialización para Queseras Rurales. FCIAL. Ambato, Ecuador, pp 1, 13.
- HODGSON, R.E. y REED, O.E. (1972). *La Industria Lechera en América*. Quinta Edición. Editorial PAX-MEXICO. México, D.F. pp 6.
- HALL, Carl y otros. (1986). *Enciclopedia de of Food Engieneering*. Segunda Edición. AVI Publishing Company. INC Westport, Connecticut. pp 5-11
- HARPER, M.K. HOLSINGER,V., FOX, K.K. AND PALLANSCH, M.J. (1963). *Factor Influencing the Instant Solubility of Milk Powders*. J. Dairy Science 46. pp 1192-1195
- INEC. (1996). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria*. Instituto ecuatoriano de estadísticas y censos. Quito, Ecuador.
- INEN. (1978). *Normas Ecuatorianas para Leche cruda*. Requisitos. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Quito, Ecuador. INEN 009
- INEN. (1978). *Normas Ecuatorianas para Leche cruda*. Requisitos. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Quito, Ecuador. INEN 010
- INEN. (1978). *Normas Ecuatorianas para Leche en polvo*. Requisitos. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Quito, Ecuador. INEN 298
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES PARA LA INDUSTRIA ALIMENTICIA. (1989). *Evaluación Sensorial*. Centro de información y documentación científico técnica. La Habana , Cuba. pp 38,39.

- JENSEN, J.D. 1975. *Agglomerating, Instantizing and Spray Drying*. Food Technology 6. 63-67 pp.
- JUDKINS, H Y KEENER, H. (1989). *La Leche*. CECSA. México. pp 37-38.
- KNEULE, Friedrich. (1966). *El Secado*. Ed. URMO. Esportero, Bilbao-España.
- LEE, Frank A. (1975). *Basic Food Chemistry*. Segunda edición. The AVI Publishing Company INC. Westport, Connecticut. pp 2-3.
- LEWIS, M.J. (1993). *Propiedades Físicas de los Alimentos y los Sistemas de Proceso*. Ed. Acribia SA. Zaragoza, España. pp 305-310.
- LUQUET, F.M. (1991). *Leche y Productos Lácteos*. Editorial Acribia S.A. Zaragoza- España. pp 5-6.
- MADRID, Antonio. (1996). *Curso de Industrias Lácteas*. Primera Edición. AMV Ediciones. Madrid, España. pp 180-182.
- MASTERS, K. (1988). *Spray Drying Handbook*. Cuarta Edición. Longhman Scientific & Technical. New York, EU. pp 239,588,590.
- MAUCHER, Helmut. (1994). Nestlé S.A. Vevey, Switzerland.
- MUÑOZ, José A. (1978). *La Leche y sus Derivados*. Ed. Casa de la Cultura Ecuatoriana. Quito, Ecuador. pp 284-305.
- NESTEC. *Métodos de Análisis para leche fresca*. NESTLE-ECUADOR S.A.
- NESTEC. *Métodos de Análisis para Lecitina Líquida Comercial*. NESTLE-ECUADOR S.A.
- NESTEC. *Métodos de Análisis para Leche en polvo instantánea (IMP)*. NESTLE-ECUADOR S.A.
- NIEUWENHUYZEN, Van. (1976). *Oil Chemists' Soc*. Volumen 53. pp 425-427.
- NIRO ATOMIZER A/S. (1978). *Métodos de Análisis para Productos Lácteos en Polvo*. Grupo para investigación de Productos Lácteos. Cuarta Edición. Copenhague, Dinamarca. Ed. De Forenede Trykkeriei A/S.
- PARAREDA, Néstor. (1971). *Elaboración de leche en Polvo y Productos Dietéticos*. FAO. Argentina. pp 15,16,35, 53
- PORTER, J.W.G. (1981). *Leche y Productos Lácteos*. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 28, 29 pp.
- PRIMO, Yúfera E. Y CARRASCO DORRIEN, J.M. (1981). *Producto para el Campo y Propiedades de los Alimentos*. Volumen 2. Tomo III. Editorial Alhambra S.A. Madrid, España.
- REVILLA, Aurelio. (1985). *Tecnología de la Leche*. Herrero Hnos. Sucs. S.A. México D.F.
- SANZ, Rufo. (1949) *Lechería y Mantequería Moderna*. Segunda Edición. Ed. Sintet. Barcelona, España.
- SALTOS, Anibal. (1985). *Deshidratación*. Traducción autorizada del Capitulo Octavo del Libro Fundamentos de Ingeniería en Alimentos del Dr. Romeo Toledo. Cuadernos Técnicos (Tecnología de Alimentos). FCIAL. Volumen III. Ambato, Ecuador. pp 28,29.

- SANCHEZ, Rolando y SILVA, Washington. (1997). *Producción de Leche en Polvo a Base de Soya (Glycine max), y Trigo (Triticum sp.) Mediante Atomización*. Tesis de Grado. Universidad Técnica de Ambato. FCIAL. Ambato, Ecuador. pp 27.
- SNYDER, H. y Kwon, T. (1987). *Soybean Utilization*. An AVI Book. New York, USA. pp 307,308.
- SOROA Y PINEDA, José M^a. (1974). *Industrias Lácteas*. Quinta Edición. Ed. Aedos. Barcelona, España. pp 128,129.
- SPICER, Arnold. (1974). *Advances in Preconcentration and Dehydration of Foods*. Applied Science Publishers. London, England. pp 332-339,340 .
- SPREER, Edgar. (1976). *Lactología Industrial*. Segunda Edición. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- TRENDS IN FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY. May (1995). Volumen I (A-D). Elsevier Science Ltda. pp 572,573,574.
- TRENDS IN FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY. May (1995). Volumen II (E-H). Elsevier Science Ltda. pp 640,646-648
- VEISSEIRE, Roger. (1980). *Lactología Técnica*. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 257-276 pp.
- WARMER, James. (1979). *Principios de la Tecnología de Lácteos*. AGT Editor S.A. México D.F. pp 190-193.

Tabla 1. VALORES EXPERIMENTALES DE CATACION SOBRE LA MISCIBILIDAD DE
LECHE EN POLVO INSTANTANEA

CATADORES	Réplicas	TRATAMIENTOS							
		1	a (D)	b (D)	a b	c (D)	a c	b c	a b c (D)
1	1	2	4	2	3	2	1	2	2
	2	2	3	3	2	3	3	1,5	3
	3	3	3	2	3	2	2	2	2
	4	2	3	2	3	3	2	2	4
	5	4	3	2	3	1	1	3	4
2	1	4	4	2	4	2	2	2	2
	2	3	3	2	3	3	3	2	2
	3	3	3	2	3	2	3	2	3
	4	3	3	2	3	2	3	1,5	2
	5	2	4	3	3	2	2	3	3
Promedio		2,8	3,3	2,2	3,0	2,2	2,2	2,1	2,7

Tabla 2. VALORES EXPERIMENTALES DE CATACION SOBRE ESTADO
DE DISOLUCION DE LECHE EN POLVO INSTANTANEA

CATADORES	Réplicas	TRATAMIENTOS							
		1	a (D)	b (D)	a b	c (D)	a c	b c	abc (D)
1	1	1	1	1	3	2	2	1	2
	2	2	1	1	3	1	3	1	1
	3	2	0	0	2	1	2	2	1
	4	2	1	1	1	1	1	1	1
	5	2	2	2	3	1	1	2	2
2	1	3	1	1	3	2	4	1	2
	2	3	2	1	3	1	3	1	1
	3	3	1	1	2	1	3	0	1
	4	2	2	3	1	1	2	2	1
	5	2	1	2	2	0	2,5	2	1
Promedio		2,2	1,2	1,3	2,3	1,1	2,35	1,3	1,3

**Tabla 3. VALORES EXPERIMENTALES DE CATACION SOBRE PARTICULAS
BLANCAS DE LECHE EN POLVO INSTANTANEA**

CATADORES	Réplicas	TRATAMIENTOS							
		1	a (D)	b (D)	a b	c (D)	a c	b c	a b c (D)
1	1	1	0	3	3	3	3	2	1
	2	2	2	2	2	3	2	1	1
	3	2	1	1	2	2	3	2	0
	4	1	2	1	1	2	2	1	1
	5	1	2	2	1	2	2	2	2
2	1	1	3	3	2	3	2	1	1
	2	3	1	2	2	3	3	0	2
	3	3	2	2	1	3	2	1	1
	4	3	2	1	2	3	1	2	2
	5	2	1	1	2	3	1	2	1
Promedio		1,9	1,6	1,8	1,8	2,7	2,1	1,4	1,2

**Tabla 4. VALORES EXPERIMENTALES DE EVALUACION SENSORIAL
SOBRE MOJABILIDAD DE LECHE EN POLVO INSTANTANEA**

CATADORES	Réplicas	TRATAMIENTOS							
		1	a (D)	b (D)	a b	c (D)	a c	b c	a b c (D)
1	1	75	20	16	19	18	15	17	11
	2	73	21	15	17	19	15	17	11
	3	77	19	17	17	17	16	16	12
	4	75	19	16	19	17	15	17	10
	5	75	20	14	16	17	16	16	10
2	1	91	17	17	14	15	16	16	14
	2	92	19	16	17	16	15	17	14
	3	88	19	16	17	15	16	16	13
	4	93	20	17	16	16	15	16	15
	5	91	17	17	18	15	16	16	14
Promedio		83	19,1	16,1	17	16,5	15,5	16,4	12,4

OBTENCION DE UN CONCENTRADO PROTEINICO A PARTIR DE SALVADO DE TRIGO USANDO AGUA Y SUERO DULCE DE QUESO COMO SOLVENTE**Bassia Peñaherrera T.*****Marcelo Zamora S.*****Dr. César Vásconez******RESUMEN**

El presente trabajo comprende la elaboración de un concentrado proteínico usando como materia prima salvado de trigo y suero dulce de queso, subproductos alimenticios que son desperdiciados en industrias harineras y lecheras en un porcentaje considerable.

Los parámetros de estudio que se emplearon fueron el pH, temperatura y tiempo de centrifugación en la solubilidad y la precipitación de la proteína. Mediante la determinación del porcentaje de proteína en el producto final se logró establecer que las mejores condiciones para la obtención de este concentrado proteico fueron, en la solubilización a un pH de 10, temperatura de 35°C y tiempo de 10 min de centrifugación (a2b1c0); para luego en la precipitación hacerlo a un pH 4,5, temperatura de 35°C y tiempo de 5 min de centrifugación (a1b1c1).

El concentrado obtenido tiene un 40% de proteína y con propiedades funcionales que califican al mismo como apto para ser utilizado como fuente proteica para enriquecer productos alimenticios. El resultado del cómputo químico tiene un valor de 16,87%, el cual refleja una relativa eficiencia nutricional del concentrado proteínico obtenido. El rendimiento basado en la materia prima en el proceso es de 1,37%.

La investigación abarca un breve análisis económico que demuestra la factibilidad de producir el concentrado proteico, no solo con el fin de contribuir a la mejor nutrición de la población, sino además con la posibilidad de obtener un alto rédito económico por su elaboración, lo que se demuestra en el cálculo del punto de equilibrio que es del 25,05%.

INTRODUCCION

Desde hace varios años la investigación en el campo de los alimentos, ha dedicado grandes esfuerzos para dar alternativas de mejoramiento nutricional en productos de consumo generalizado.

Otra de las preocupaciones que ha ocupado la atención de estudiosos en el área, es el aprovechamiento de productos derivados resultantes de la industrialización de alimentos, pues se ha comprobado experimentalmente que en éstos existen aún varios componentes importantes para la dieta humana y animal, lo que hace de estos subproductos, aptos de ser utilizados como parte de otros productos, o en su defecto conseguir métodos que permitan aislar sus componentes más importantes y aprovecharlos para el enriquecimiento de varios productos alimenticios.

Combinando estos dos puntos de vista, el estudio propuesto, con el cual se obtendrá concentrado proteínico a partir del salvado de trigo y suero dulce de queso, pretende dar alternativas ciertas para la utilización de estos

*Egresados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

** Director de Tesis

subproductos que en el Ecuador y principalmente en sus provincias centrales, son abundantes y generalmente constituyen material de desecho.

Además de representar un desperdicio de componentes nutricionales, los desechos de estos subproductos, provocan en menor o mayor grado impacto ambiental que a la larga produce alteraciones en el ecosistema afectando el normal desenvolvimiento de la población.

MATERIALES Y METODOS

Materia Prima

Se emplea como materia prima salvado de trigo de Molinos Miraflores y suero dulce de queso, de Quesería San Francisco.

Metodología

La metodología de obtención de concentrado proteínico comprende la extracción de la proteína, su precipitación y purificación. En la parte experimental se utiliza el agua como testigo.

Extracción de la proteína

a. Solubilización

Se mezcla el salvado de trigo con agua como solvente a temperatura ambiente (20°C) y a 35°C respectivamente, en proporción 1:10 y se determina la solubilidad óptima de la proteína ensayando varios pH (8, 9 y 10) por adición de NaOH (1N) y para el ajuste NaOH (0,1N). Se repite el procedimiento utilizando como solvente el suero dulce de queso.

b. Centrifugación

Las muestras se centrifugan a 3.000 rpm a diferentes tiempos (5, 10 y 15 minutos). De esta centrifugación se obtiene un residuo sólido y un SOBRENADANTE. En el residuo sólido se efectúa sucesivos lavados ajustando el pH y centrifugando hasta recuperar todo el SOBRENADANTE y en el que con posterioridad se determina nitrógeno soluble por método de Micro-Kjeldahl.

Precipitación de la proteína

Se realiza la precipitación a valores de pH 4; 4,5 y 5 por adición de HCl (1N) y para el ajuste HCl (0,1N).

a. Centrifugación

Las muestras se centrifugan por segunda ocasión a 3.000 rpm a diferentes tiempos (10 y 15 minutos), obteniéndose de esta manera un precipitado y un sobrenadante (residuo líquido). La proteína precipitada es lavada tantas veces sea necesario hasta recuperar todos los precipitados, para ello se realiza las centrifugaciones respectivas. En el residuo líquido (sobrenadante) se realiza la prueba de nitrógeno soluble y de acuerdo a los resultados del análisis se escogerá como el mejor tratamiento, aquel que presente el menor índice de nitrógeno soluble. El producto obtenido se seca.

Purificación

Se realiza con éter y alcohol de 95 a pH de su Punto Isoeléctrico, por separado en una relación 1:10. El secado posterior se realiza a 30°C y luego es pulverizado manualmente en mortero.

Diseño Experimental

1. Hipótesis a probar:

Si es conveniente utilizar los dos subproductos para encontrar un concentrado proteínico de alto valor nutritivo.

En la investigación se aplica un Diseño Experimental Factorial del tipo A x B x C que se aplica en dos fases de la experimentación, cuyos factores y niveles son:

2. Factores y niveles de estudio

SOLUBILIZACION DE LA PROTEINA

FACTOR A: pH

Nivel a ₀ :	8,0
Nivel a ₁ :	9,0
Nivel a ₂ :	10,0

FACTOR B: Temperatura

Nivel b ₀ :	20°C
Nivel b ₁ :	35°C

FACTOR C: Tiempo

Nivel c ₀ :	10 min
Nivel c ₁ :	15 min

PRECIPITACION DE LA PROTEINA

FACTOR A: pH

Nivel a ₀ :	4,0
Nivel a ₁ :	4,5
Nivel a ₂ :	5,0

FACTOR B: Temperatura

Nivel b ₀ :	20°C
Nivel b ₁ :	35°C

FACTOR C: Tiempo

Nivel c ₀ :	5 min
Nivel c ₁ :	10 min

Según recomendaciones de Saltos, 1993 es importante recordar en un Diseño experimental la Hipótesis nula (H₀) representa la igualdad de tratamientos, mientras la Hipótesis alternativa (H_i) representa la diferencia entre tratamientos.

H₀: T₁ = T₂ = ... = T_n

H_i: T₁ ≠ T₂ ≠ ... ≠ T_n

3. Respuesta experimental:

Obtener un concentrado final con el más alto rendimiento de proteína.

Métodos de Análisis

Análisis químico

- Se determina el porcentaje de proteína según método de Micro-Kjeldahl. (A0AC, 1980).

- Obtenido el concentrado se realiza la prueba de Biuret según método de Bobio y Bobbio (1995).

Análisis sensoriales

Se realiza mediante el empleo de métodos organolépticos con la aplicación de escalas hedónicas para calificar olor, color, sabor y textura; con la colaboración de un panel de catadores. El modelo de la hoja de evaluación está en el Anexo E.

Propiedades funcionales

En el producto obtenido se determinan las siguientes pruebas funcionales:

a. Solubilidad proteínica

Según el método aplicado por Ashraf, H. (1986) en su estudio de las propiedades emulsificantes de la harina de soya. Este método incluye la dispersión de la proteína en agua destilada, ajuste del pH, agitación y centrifugación.

b. Capacidad de espumación

La capacidad de espumación del concentrado proteico se determina según el método de Coffman y García (1977), citados por Jhonson y Brekke (1983), con la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\% C(eps). = \frac{V (\text{después del batido}) - V (\text{antes del batido})}{V (\text{antes del batido})} * 100$$

c. Absorción de agua

Según Smith y Circle (1978) se debe pesar 1 g de la muestra en un tubo 10 ml de la centrífuga y añadir 8 ml de agua destilada desde una bureta. Se agita hasta obtener una mezcla homogénea. Se centrifuga por 5 min a 2000 rpm. El proceso termina con una decantación del sobrenadante. Para el cálculo del porcentaje de agua absorbido se aplica la fórmula que se describe a continuación:

$$\text{ml agua absorbida} = 40 \text{ ml} - \text{ml de líquido decantado}$$

$$\% \text{ absorción de agua} = \frac{\text{ml agua absorbida}}{\text{peso de la muestra}} * 100$$

d. Absorción de aceite

Se aplica el método anterior con la modificación de que en lugar de agua se emplea aceite.

e. Capacidad de emulsificación

Llamada también actividad emulsificante, se determina aplicando el método de Dreher y Padmanaban (1983).

f. Digestibilidad

Shate, S.K. (1982) describe el método para determinar la digestibilidad, mismo que para la investigación fue modificado. La modificación implica utilizar la enzima pepsina. Para esta prueba previamente hay que determinar el N total en la muestra desengrasada.

Análisis cromatográfico del Hidrolizado de Aminoácidos

Para este análisis, que se realiza en el mejor tratamiento, se recurre a un Cromatógrafo Líquido de Alta Resolución previamente rehabilitado, en la Escuela Politécnica Nacional (Quito), cuyo procedimiento

comprende no solamente la operación propiamente del equipo, sino, además, la preparación de la fase móvil y de los estándares.

Balance de materiales

En el mejor tratamiento se realiza un balance de materiales, mismo que permite establecer un rendimiento del proceso y en base al cual se establece un análisis económico elemental de la metodología empleada en la investigación.

RESULTADOS Y DISCUSION

Determinación del Mejor Tratamiento

Luego de analizado estadísticamente los tratamientos de la presente investigación se establece que para la solubilización en suero dulce de queso, las mejores condiciones se dan cuando se trabaja a un pH de 10, temperatura de 35°C y tiempo de 10 min de centrifugación (a2b1c0); para luego en la precipitación hacerlo a un pH 4,5, temperatura de 35°C y tiempo de 5 min de centrifugación (a1b1c1).

En el tratamiento establecido se obtiene un valor de 40% como contenido de proteína, determinado por el método de Micro Kjeldahl, valor inferior al reportado por Dondero y col. (1984) que fue de 50,9%. No se realizaron en el concentrado obtenido con el mejor tratamiento determinaciones de los otros componentes.

Propiedades Funcionales

Las propiedades funcionales determinadas en el mejor tratamiento puede resumirse en el cuadro 1.

En el caso de la solubilidad Dondero y col (1984) reporta como valor mínimo 27,8% a pH 4 y un valor máximo de 99,3% a pH 6. La relación experimental es contraria a la bibliográfica, pues, en la investigación a pH mayor es menor el porcentaje de solubilidad, sin embargo, los valores no varían significativamente.

Cuadro 1 Propiedades funcionales del concentrado proteínico obtenido a partir de salvado de trigo y suero dulce de leche (mixto)

Propiedad funcional	R1 (%)	R2 (%)	Promedio (%)	Valores bibliográficos*
Capacidad de Emulsificación	80,0	70	75	898**
Capacidad de Espumación	13,2	9,4	11,3	3,2
Absorción de Agua	2,9	2,7	2,8	--
Absorción de Aceite	1,4	1,6	1,5	--
Solubilidad				
pH: 4,5	100,00	100,00	100,00	
pH: 6,5	99,841	99,844	99,843	
pH: 9,0	99,190	99,187	99,188	
Digestibilidad	100	100	100	

Elaboración: Los autores

* Fuente Dondero y col. (1984)

** Capacidad de emulsificación (ml de aceite emulsionado /100 g de proteína)

Análisis Cromatográfico*

Con el concentrado proteínico del mejor tratamiento se realizó un análisis cromatográfico.

Antes de la utilización del HPLC fue necesario realizar una limpieza interna y externa del equipo, verificar conexiones e identificar el integrador que estaba conectado.

En una muestra hidrolizada se realiza la **derivatización** de aminoácidos cuyo procedimiento empieza disolviendo el residuo sólido con 2,5 ml de piridina acuosa (1) y se ajustó el pH a 9 con hidróxido de sodio 1N. Se añadió con agitación 0,1 ml de fenilisotiocianata. Durante 30 minutos el pH se mantuvo estrictamente controlado mediante la adición de más álcali. La operación se llevó a cabo a 40°C.

La muestra se extrajo con benceno para eliminar el exceso de reactivo piridina. Se agregó, entonces, un ligero exceso de ácido clorhídrico 1N y se dejó reposar por unos minutos. En este tiempo se produce la precipitación de los PTC-aminoácidos.

A continuación se realizó la ciclación, para lo cual se agregaron al precipitado anterior, separado por centrifugación, 3 ml de ácido clorhídrico 1N y se lo calentó a baño maría durante 2 horas a 40°C.

Partiendo de la información de uso de las columnas Beckman Ultrasphere, para el análisis de aminoácidos se realizaron múltiples modificaciones debido a que no se contaba con la columna específica que recomienda el método.

Dentro de las modificaciones realizadas se varió la composición de la fase móvil de 0,01M Acetato de sodio, pH 4,9 acetonitrilo (62:38) a 0,03M acetato de sodio, pH 4,9 acetonitrilo (70:30). Debido que así se tiene una mejor resolución de los picos.

Las muestras y estándares deben encontrarse disueltos con 95% de 0,03M Acetato de sodio de pH específico dependiendo del grupo y 5% de acetonitrilo. La mayor proporción de acetato de sodio en las soluciones permite una mejor definición de los picos. de igual manera la muestra será disuelta en los buffers de acetato que corresponden a los tres grupos de estándares.

El flujo escogido fue de 2 ml/min lo que permite una buena resolución de los picos sin un excesivo tiempo de corrida del cromatograma. La operación se realizó a temperatura ambiente usando como fase móvil acetato de sodio 0,03M a pH 4,9 y acetonitrilo 70:30 y un detector UV.

Los cromatogramas resultantes se encuentran en anexos.

Caracterización Sensorial

Se realiza la evaluación sensorial en base a una Prueba de Calidad y Aceptación que contiene escalas hedónicas de calificación para el producto. Se realiza la evaluación con la participación de 10 catadores no entrenados sobre un solo tratamiento. Los datos no son sometidos al análisis estadístico, pues con esta evaluación se caracteriza al producto y no se lo compara con otras muestras.

De acuerdo a lo determinado por el panel de catadores el concentrado proteico se califica con un promedio de 3,7 para el atributo sabor, es decir entre “no agrada ni desagrada” y “agradable”. Para el atributo olor se obtuvo

* Los autores agradecen la ayuda prestada por parte del Personal de la Escuela Politécnica Nacional en el Análisis Cromatográfico

un promedio de 3,6 lo que ubica al producto entre “no agrada ni desagrada” y “agradable”. En el atributo de textura (referida a las partículas del concentrado), el valor promedio es de 2,8, los catadores califican al producto entre de textura “gruesa” y “adecuada”. Por último, con referencia al atributo color, el valor promedio es de 2,9, es decir de color “crema”, de acuerdo a la calificación de los catadores.

En general los valores asignados en la caracterización sensorial se encuentran al “medio” de la escala hedónica. Es importante mencionar que este tipo de producto se destina para enriquecer productos terminados, por tanto es una ventaja que los atributos sabor y olor sean “agradable” o en el peor de los casos que “no agrada ni desagrada”, para que así no influyan en el sabor y olor del producto del cual forman parte.

Computo Químico

El cómputo químico sirve de guía para estimar la eficiencia nutricional de la proteína en el concentrado proteínico obtenido. Se realiza el cálculo en base a cada uno de los aminoácidos esenciales en comparación con los de referencia (Patrón FAO). El cálculo de cómputo químico del concentrado proteínico obtenido en el presente investigación se reporta en los siguientes cuadros:

Cuadro 2 Contenido aminoacídico (g/100g de proteína)

Aminoácidos	Salvado	Suero	Concentrado
Histidina	2,1	1,8	--
Isoleucina	4,3	6,3	--
Leucina	6,3	10,4	--
Lisina	3,6	7,7	1,35
Metionina + Cistina	2,4	2,2	15,34
Fenilalanina + Tirosina	4,8	5,4	--
Treonina	3,6	8,4	4,36
Valina	5,5	7,6	--
Triptófano	0,9	1,2	--

Elaboración: Los autores * FAO, 1983

Cuadro 3 Cómputo químico teórico

Aminoácidos	Salvado	Suero	Patrón *
Histidina	1,11	0,95	1,9
Isoleucina	1,54	2,25	2,8
Leucina	0,95	1,58	6,6
Lisina	0,62	1,33	5,8
Metionina + Cistina	0,69	0,63	3,5
Fenilalanina + Tirosina	0,76	0,86	6,3
Treonina	1,06	2,47	3,4
Valina	1,57	2,17	3,5
Triptófano	0,82	1,09	1,1

Elaboración: Los autores * FAO, 1983

Cuadro 4 Cálculo del cómputo químico experimental para el concentrado proteinico obtenido a partir de suero dulce de queso y salvado de trigo

Aminoácidos	Salvado	Suero	Patrón* FAO	Concentrado
Histidina	1,11	0,95	1,9	--
Isoleucina	1,54	2,25	2,8	--

Leucina	0,95	1,58	6,6	--
Lisina	0,62	1,33	5,8	0,23
Metionina + Cistina	0,69	0,63	3,5	4,38
Fenilalanina + Tirosina	0,76	0,86	6,3	--
Treonina	1,06	2,47	3,4	1,28
Valina	1,57	2,17	5,5	--
Triptófano	0,82	1,09	1,1	--

Elaboración: Los autores * FAO, 1983

$$\sum_{FAO} = 34,9 \quad \sum_{CONC.} = 5,89$$

$$C\acute{o}mp.Qu\acute{i}m. = \frac{\sum_{CONC}}{\sum_{FAO}} \times 100$$

$$C\acute{o}mp.Qu\acute{i}m. = \frac{5,89}{34,9} \times 100 = 16,87\%$$

Balance de Materiales

En el balance de materiales se establece un rendimiento de 1,37% de producto terminado (concentrado proteínico) con respecto a la materia prima en la relación 1:10 (salvado de trigo y suero dulce de queso).

Análisis Económico

En base al balance de materiales establecido se realiza una proyección económica para la producción de 2 kg mensuales de concentrado proteínico (24 kg al año), que serán envasados en frascos de 200 g. Con el análisis propuesto se determina un punto de equilibrio de 25,05%.

CONCLUSIONES

- Se cumplió con el objetivo propuesto de obtener un concentrado proteínico a partir de subproductos de origen animal y vegetal (suero dulce de queso y salvado de trigo).
- Las mejores condiciones para la extracción alcalina de la proteína de la mezcla de salvado de trigo y agua en proporción 1:10, en la fase de solubilización son pH 10, temperatura 20°C y un tiempo de 10 minutos (tratamiento A2B0C0).
- Los mejores parámetros de solubilización y precipitación para la obtención del concentrado proteínico en la mezcla salvado de trigo y suero dulce de queso en una proporción 1:10, están dadas por:
 - a) Para la fase de la solubilización: pH = 10, temperatura 35°C y tiempo de 10 minutos;
 - b) En la obtención proteínica (precipitación) a pH 4,5, temperatura de 35°C y tiempo de 5 minutos.
- Al trabajar con suero dulce de queso las condiciones óptimas varían con referencia al trabajo con agua, en cuanto al factor pH fundamentalmente.

- En la precipitación del coagulo proteínico, se debe realizar un lavado con alcohol etílico y éter con la finalidad de eliminar azúcares y grasa, permitiendo así obtener un producto final más puro y de mejor presencia.
- Durante el secado los factores de control son críticos debido a que la temperatura y tiempo son decisivos. Primero se corre el riesgo de quemarse la proteína y segundo que se contamine con hongos. Por lo tanto, el producto debe ser secado en una cámara a 30°C durante dos días, luego de haber lavado con alcohol y éter para evitar las impurezas, además para que la presencia de agua sea mínima y así evitar la presencia de microorganismos en la superficie del coagulo proteínico.
- El concentrado proteínico obtenido por extracción alcalina presenta un porcentaje de proteína de 40%, valor intermedio comparado con otros publicados en bibliografía. Para el caso de la obtención de concentrado de semillas de altramuza es de 33% y en el caso del concentrado de haba es de 58%. (A. Fernández, Quintela, M.T., Macarulla, J.A.A Martínez; 1993).
- El concentrado proteínico obtenido presenta una digestibilidad in vitro del 100%, todo ha sido digerible por la enzima pepsina, lo que garantizaría que al ser añadido a un alimento su asimilación será total y por ende el enriquecimiento nutritivo será el mejor.
- La corrida de aminoácidos esenciales revela la presencia de los aminoácidos limitantes, tanto de la proteína animal como de la proteína vegetal, logrando así complementar la deficiencia de lisina en el cereal (salvado de trigo) y los azufrados en el suero dulce de queso.
Es necesario indicar que no todos los aminoácidos esenciales pudieron ser detectados. Una de las razones para ello, fue porque el equipo no se encontraba en las mejores condiciones, además en la hidrólisis ácida se pierde el triptófano en su totalidad y principalmente la serina y treonina., sin embargo, la hidrólisis es un paso indispensable para el análisis de aminoácidos.
- El resultado del cómputo químico tiene un valor de 16,87%, el cual refleja una relativa eficiencia del concentrado proteínico obtenido. La digestibilidad del mismo es un 100%, lo que indica que será totalmente asimilado por el organismo humano al ingerir un alimento que ha sido enriquecido con este concentrado proteínico.
- El balance de materiales (a nivel de laboratorio) establece un rendimiento de 1,37%, lo que es normal en este tipo de productos. A partir de este balance de materiales y según la proyección económica realizada, se llega a establecer un Punto de Equilibrio del 54,32%, es decir, que en las condiciones óptimas de trabajo establecidas en la investigación, se consigue establecer réditos económicos en la producción del concentrado proteínico, sobre el 54,32% de capacidad de producción.
- Se acepta la hipótesis de la investigación, pues SI es conveniente utilizar los dos subproductos para elaborar un concentrado proteínico.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- ASHRAF, Hea-Ran Lee. "Propiedades Emulsificantes de la Harina de Soja Remojada en Etanol". Artículo de Journal of Food Science. Vol 51, N° 1, 1986.
- AOAC, 1980
- BELITZ, H.D., GROSCH, W. "Química de los Alimentos". Editorial Acribia, S.A.. Zaragoza, España, 1988.
- BOBBIO, T y BOBBIO, F. "Manual de Química de los Alimentos". Librería Varela. Brasil, 1995.
- BOURGEOIS, C.M. y LE ROUX, P. "Proteínas Animales". Trad. por Agustín López Munguía. Ed. El Manual Moderno. México D.F. 1982.
- BRAVERMAN, J.B.S. "Introducción a la Bioquímica de los Alimentos". editorial El Manual Moderno, S.A. México, 1980.
- CORTEZ, Luis. "Obtención del aislado proteínico a partir de semillas de zapallo (*Curcubita maxini*). Tesis de grado. FCIAL-UTA, Ambato-Ecuador, 1995.
- DARRIGOL, Jean. "Los cereales para tu Salud". Colección Salud Natural. Ed. Sertibi. Barcelona, 1981.
- DONDERO, M., CHOUPAY, L., SIERRA M.G. y ROJAS, S. "Concentrados proteicos de harinilla de trigo". Universidad Católica de Valparaíso. Alimentos, V. 9 N° 4, Chile, 1984.
- DREHER, M.L. y PADMANABAN, G. "La Harina de la Cascarilla de Girasol como un Suplemento Fibroso Dietético Potencial". Artículo de Journal of Food Science. Vol. 48. 1983.
- FENNEMA, O.R. "Introducción a la Ciencia de los Alimentos". Editorial Reverté, S.A. España 1985.
- FERNANDEZ, A. QUINTELA, MACARULLA, M.T. Y MARTINEZ, J.A. "Obtención y caracterización de concentrados de proteína a partir de leguminosas" Revista Española de Ciencia y tecnología en Alimentos, 1993.
- FREIRE, Rolando y MOSQUERA, Edgar. "Obtención de concentrado proteínico a partir de torta desengrasada de semilla de zapallo (*Curcubita yero L.*)". Tesis de Grado. UTA-FCIAL. Ambato, Ecuador. 19983
- GOMEZ, R.G. y BERTONI, M.H. "Suplementación de proteínas de harina integral de lino por coprecipitación de proteínas de harina de soja y suero de queserías". Universidad de Buenos Aires, 1982.
- JOHNSON, E.A. y BREKKE, C.J. "Propiedades Funcionales de los Aislados de la Proteína de Arveja Acilada". Artículo de Journal of Food Science. Vol. 48. 1983.
- KENT, N.L. "Tecnología de los Cereales". Ed. Acribia. Zaragoza, España. 1971.
- KOSIKOWSKI, F.N. "Whey utilization and whey products". Artículo de Journal of Food Science. Vol. 62. 1979.
- HORWITZ, Willian. "Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists". Washington, DC., 1980.
- LANTERO, Ma. Isabel y COLOMINAS, Maritza. "Bioquímica de la Carne y la Leche". Universidad de La Habana. La Habana, Cuba. 1990.

- MADRID, V.A. "Curso de Industrias Lácteas" 1ª. ed. AMV Ediciones Mundi Prensa. Madrid, 1996.
- MARCIAL, Mario. "Cuantificación de aminoácidos de la quinua al determinar químicamente su calidad nutritiva". Tesis de Grado. UTA-FCIAL. Ambato, Ecuador. 1986.
- MATHUR, B.N. and SHAHANI, K.M. "Use of total whey constituents for human food" En: Journal of Dairy Science. University of Nebraska. Department of Food Science and Technology. 62(1), 1979.
- PAREDES, Mario y MIRANDA, Zoila. "Obtención de Proteína de la hoja de haba (AL01)" Tesis de Grado. UTA-FCIAL. Ambato, Ecuador. 1977.
- PAZAN, Lola y VITERI, Carmen. "Elaboración de un subproductos lácteo Postre:Flan mediante la sustitución parcial de leche por suero dulce". Tesis de Grado. FCIAL-UTA. Ambato, Ecuador, 1992.
- POZO, Germán y VERA, Mónica. "Fermentación del suero dulce de queso para Alimentación de Cerdos". Tesis de Grado. UTA-FCIAL. Ambato, Ecuador. 1996.
- PRIMO YUFERA, E. DORRIEN CARRASCO, J.M. "Productos para el campo y propiedades de los alimentos". Tomo III. V. I. 3ª. ed. Editorial Alhambra. España, 1981.
- PULIDO, H., TORRICELA, R. y ZAMORA, E. "Evaluación Sensorial". Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia". La Habana, 1989.
- SHATE, S.K., "Propiedades Funcionales de las Proteínas de la Semilla de Lupino o Altramuz o los Concentrados de la Proteínas". Artículo de Journal of Food Science. Vol. 47. 1987.
- SCHMIDT, H. "Ciencia y Tecnología de los Alimentos". Ediciones Chilenas Alfabeta Impresores, Chile 1986.
- SMITH, A.K y CIRCLE, S.J. "Soybeans Chemistry and Technology". Vol. 1 Proteins. The AVI Publishing Company. Inc. Westport Connecticut.. 1978.
- SOUCI, Fachmann. Kraut. Food Composition and Nutrition Tables. 1989-1990.
- SPRER, R. "Lactología industrial" 2ª. ed. Traducido por José Romero Muñoz. Editorial Acribia. Zaragoza España, 1975.
- TREVELEN, G.J. "Food uses for whey components" Research Institute, Canadá 1974. Proccedings Food Company Canadian Operations, 1974.
- WEBB, B.H. "Utilization of whey in foods and feeds" En: "Whey utilization confeonal" University Maryland, USA. 1970.

PROYECTO DE FACTIBILIDAD PARA INSTALAR UNA PLANTA PROCESADORA DE UN ALIMENTO INFANTIL A PARTIR DE LA MEZCLA QUINUA GERMINADA (*Chenopodium quinoa* willd) Y ARROZ (*Oryza sativa*).

Sonia Jácome J.*
Ing. Luis Anda T.**

RESUMEN

El presente proyecto tiene como finalidad de estudio la factibilidad para la instalación de una planta procesadora de alimento infantil a base de quinoa germinada – arroz en la provincia del Tungurahua, para aliviar de alguna manera el déficit alimentario en la niñez de la Zona Central del País y con un futuro prometedor a todo el Ecuador.

El estudio de mercado se lo realizó mediante información bibliográfica y particularmente a través del Departamento de Comercio Exterior del Banco Central del Ecuador, permitiendo de esta manera establecer la capacidad de la planta de acuerdo al porcentaje de población de la Zona Central.

Del estudio de materia prima se determinó que el proyecto puede ser abastecido de quinoa y arroz en la provincia de Tungurahua, como a nivel nacional.

En el estudio de Tecnología e Ingeniería se realizó el estudio de secado de la mezcla quinoa germinada – arroz; además se incluye cálculo de suministros, requerimiento de mano de obra, diseño y distribución de la planta.

En el estudio de Impacto ambiental se utilizó la metodología de la matriz de Leopold para su evaluación.

El estudio económico se realizó mediante cotizaciones actuales de las construcciones, fabricantes de equipo y suministros, realizando su evaluación para tres años, año que se considera el normal de operaciones, considerando valores congelados.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio está enfocado a demostrar la factibilidad de instalar una planta procesadora de un alimento infantil en la provincia del Tungurahua, a partir de la mezcla arroz – quinoa germinada, dirigida específicamente a niños de escasos recursos económicos.

Importancia del proyecto

La importancia se fundamenta en la factibilidad de elaboración de un producto infantil de alto valor nutricional y bajo costo (AVNBC), el mismo que sea rentable y sostenible en el tiempo.

*Egresada de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

** Director de Tesis

Actividad Industrial en General

Se han desarrollado y fabricado en diversos países especialmente en varios de América Latina (Chile, México, Guatemala) productos de origen vegetal, como fuente alternativa de bajo costo para proporcionar los nutrientes necesarios en la dieta alimenticia del infante. El ejemplo de la Incaparina en Guatemala es el más importante éxito de los alimentos AVNBC.

Actividad Industrial en el País

Existen programas alimenticios a nivel del país como es la colación escolar desarrollado por entidades gubernamentales, que de una u otra manera ayudan a mejorar las condiciones nutritivas graves en los niños.

Ubicación del Proyecto en la Economía Nacional

El desarrollo de pequeñas industrias en el Ecuador, es uno de los más grandes avances en la economía del País, generando producción y empleo. Dentro del aspecto social los beneficiados constituyen la población infantil, sin embargo el proyecto permitirá un beneficio a los agricultores mediante el cultivo de la quinua y a los inversionistas ya que constituyen una alternativa industrial.

ESTUDIO DE MERCADO

Consideraciones Generales

En el Ecuador existen empresas que elaboran productos de origen vegetal para la alimentación infantil, pero son productos de alto costo y van dirigidos a personas de recursos económicos elevados, mientras que los más pobres no se benefician de estos productos, por tal motivo ha sido necesario proponer nuevas alternativas de investigación para disminuir el porcentaje de mortalidad y desnutrición infantil.

Especificación de los bienes a producirse

La quinua es un seudocereal con un porcentaje elevado de proteína 13,8%, esto evidencia que el producto a elaborarse presenta un valor proteico excelente según la norma Codex Alimentarius. Los procedimientos de elaboración y de desecación se llevarán a cabo de forma que las pérdidas en el valor nutritivo del producto sean mínimas, específicamente en la calidad de sus proteínas.

Demanda Actual de los Alimentos Infantiles

En el Ecuador la demanda de productos infantiles es significativa, por el elevado consumo a nivel nacional se ha tenido que recurrir a la importación, aproximadamente el 61% constituyen producto elaborado en el País y el 39% producto importado de los Estados Unidos y Colombia principalmente.

Demanda Futura de los Alimentos Infantiles

La visión futura de los alimentos infantiles en nuestro país es muy alentadora, es así que la demanda de productos infantiles se incrementará en los próximos años proporcionalmente.

Capacidad a instalarse en el Proyecto

Se ha considerado que la población de la Zona Central frente a la población del País es aproximadamente del 12%, que multiplicado este factor por la demanda de productos infantiles en toneladas para el año 2000, la cual será de 1196,20 y considerando que por lo menos tres empresas pueden ser ubicadas dentro de la Zona, la capacidad a instalarse será de 48 TM al año.

Forma de Comercialización y Precio de Venta

El producto se comercializará en fundas de polietileno polipropileno con 100 gramos de producto, se distribuirá en paquetes de 50 unidades agrupadas en fundas de polietileno transparente. Diariamente se empacarán 1920 fundas de 100 gramos distribuidas a un precio de 2000 sucres, precio que está más bajo que la competencia.

Programa de Producción

Para la instalación de este proyecto se tomaron en cuenta 3 años, con un porcentaje de 80% en el primer año de, 90% en el segundo año y 100% en el año normal de producción.

ESTUDIO DE MATERIA PRIMA

Quinua

Los estudios de la calidad de la proteína de la quinua han demostrado la presencia de una buena combinación de aminoácidos esenciales, especialmente la concentración de lisina lo cual hace de la quinua un producto de gran valor alimenticio, y presentar buenas cantidades de minerales. Además la quinua presenta en su cubierta una sustancia amarga denominada saponina que debe ser removida y el método tradicional consiste en sucesivas lavadas del grano con agua friccionando manualmente en una piedra. La quinua es utilizada para muchos fines como en la alimentación, en la medicina y otros.

Demanda actual y futura de la quinua

La producción de la quinua ha ido decreciendo durante los últimos años, es así que cada vez el campesino deja de cultivarla por falta ya sea de incentivo a la siembra y precio o falta de información sobre su calidad nutricional. Es evidente que la demanda futura de la quinua de igual manera va decreciendo, cada vez se sembrará menos quinua en el Ecuador.

La quinua se obtendrá de proveedores de la provincia de Tungurahua, Cotopaxi y Chimborazo.

Arroz

El arroz es el cereal más extendido en el mundo y constituye el alimento principal de la mitad de los hombres, el arroz provee el 23 de energía por persona y el 16% de proteína por persona. Además el arroz posee aminoácidos como la arginina y leucina en porcentajes mayores al de la quinua.

Demanda actual y futura del arroz

El arroz es y será el cereal de mayor consumo en nuestro país, de la misma manera sus subproductos como es el arroz quebrado, el mismo que se obtiene el 15% del pilado del arroz con características nutricionales aceptables para el consumo. Esto conlleva a que día a día se vaya incrementando su producción.

Saborizantes

Se utiliza la vainillina que tiene gran aceptabilidad en el mercado y en especial en la población infantil, en una proporción de 7mg de vainillina por 100 gramos de producto y además se añade azúcar en un 18% en peso.

ESTUDIO DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA

Proceso de Fabricación

Recepción de materia prima. La quinua y el arroz ingresan a la planta en un porcentaje del 70% y 30% respectivamente, las mismas que se pesan en una balanza con una capacidad de 0 – 100kg.

Limpieza y Selección. Para la limpieza y selección de la quinua y arroz quebrado se utiliza tanques plásticos y una mesa de madera.

Escarificado. Se emplea el método por vía húmeda, se lava al grano en un tanque de cemento donde se fricciona al grano en forma manual.

Germinación. La germinación se lo realiza por el lapso de 24 horas en un gabinete de madera con bandejas y su respectiva iluminación para obtener la temperatura de 26°C.

Precocción. Se lo realiza en ollas de acero inoxidable con sus respectivos quemadores industriales, tanto para la precocción del arroz como para la mezcla del producto y se lo somete a una temperatura de 90°C durante 5 minutos.

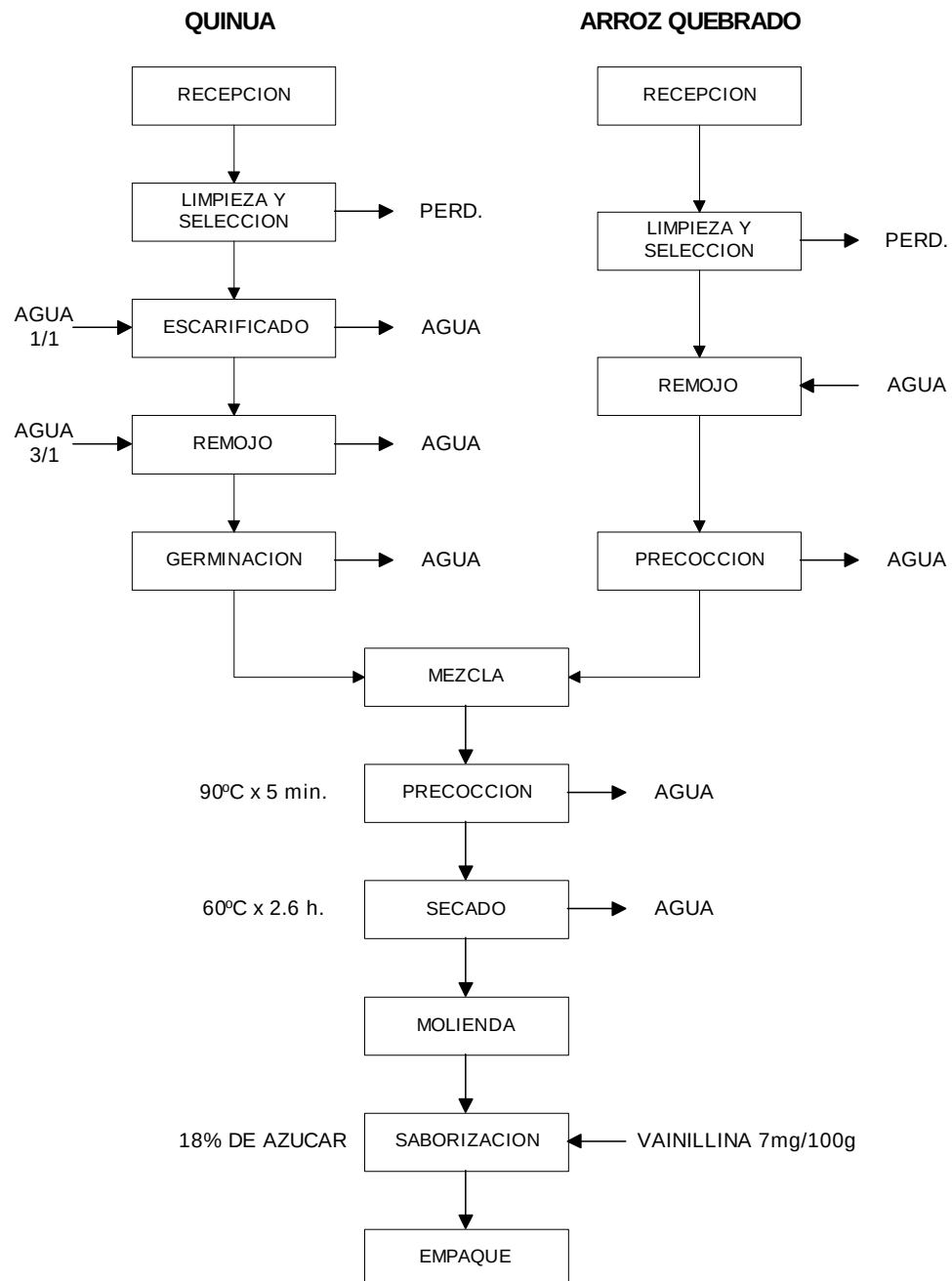
Secado. Se utiliza para el secado de la mezcla arroz - quinua un secador de bandejas, las bandejas tienen la capacidad para dos paradas.

Molienda. La molienda se realiza en un molino de martillos equipado con 5 tamices de diferente finura.

Saborización. Se utiliza un recolector aséptico donde se añade azúcar en polvo en un 18% y vainillina 7 mg por 100 gramos de producto.

Envasado y Sellado. Se utiliza una máquina envasadora de sólidos pulverizados, el producto es justo depositado en la funda preformada la misma que luego es sellada y cortada automáticamente.

DIAGRAMA DE BLOQUES



Cálculo de la cantidad de suministros

Se realiza el cálculo de la cantidad de agua necesaria para los procesos de: escarificado, remojo de quinua y remojo de arroz; limpieza de equipos, de la planta y del personal. Además se realiza el cálculo para la cantidad de energía utilizada por los equipos: molino, gabinete de madera para la germinación, envasadora, el cálculo de la energía utilizada en la iluminación de la planta, además se calcula la cantidad de combustible requerida para el funcionamiento de los equipos.

Requerimiento de mano de obra

Se determinó el requerimiento de mano de obra el mismo que es de 3 obreros, 1 Supervisor de Control de Calidad y Producción y 1 Contador-Vendedor.

Ubicación Geográfica de la planta

La planta será ubicada en el parque Industrial Ambato en la provincia del Tungurahua; tendrá una dimensión de 170m² y el lote corresponde al 122A estará ubicado en el sector de productos alimenticios. La importancia de ubicar la planta en PIA presenta un gran beneficios económico – social y ecológico significativo.

Distribución de Equipos y Diseño de la planta

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

El espacio físico de la planta está comprendido así:

Area de recepción y pesaje	10,00
Area de Proceso	85,00
Area de envasado y empaquetado	12,00
Bodega de producto terminado	10,00
Laboratorio	8,00
Oficinas	12,00
Vestidores y Baños	9,00
Area de circulación	24,00
Total	170,00

Seguridad Industrial

Es uno de los parámetros más importante ya que para evitar hechos no deseados se produzcan es necesario tomar en cuenta dos aspectos importantes dentro del procesamiento de alimentos: Protección del personal y cuidados para la planta física.

Prueba Experimental

Se realizó una prueba experimental del estudio de secado tiempo – temperatura de la mezcla quinua germinada – arroz con una humedad del producto final determinada, es decir 8%, utilizando un secador de bandejas, a tres diferentes temperaturas, esto se efectuó en el Laboratorio de Ingeniería de Procesos de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. El cálculo del tiempo de secado se realizó a tres temperaturas y con una humedad del 8%. Se reportan estos resultados.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Situación del medio ambiente en el mundo

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

Situación del medio ambiente en el País

Los problemas ambientales que afectan al Ecuador se originan principalmente en los procesos de gestión productiva que cumple el ser humano, así como la planificación nacional del desarrollo nacional y su ejecución. Entre otros factores que producen un deterioro importante en el medio ambiente se puede mencionar la falta de educación ambiental, y la carencia de normas legales.

Evaluación del Impacto ambiental

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

Plan Ambiental

Consiste en aplicar medidas de mitigación, en caso de que el proyecto genere un mínimo impacto ambiental o por lo contrario un problema mayor. En este proyecto la acción de mayor incidencia negativa al ambiente es la descarga de agua contaminada, ya que durante el proceso es necesario extraer las saponinas su medida de mitigación es llevando a cabo una reacción de neutralización utilizando ácido, cuando el efluente a descargar es básico y viceversa pudiendo reutilizarse durante el proceso productivo.

ESTUDIO ECONÓMICO

Generalidades

El estudio económico se convierte en la parte medular de todo el proyecto, ya que tiene la finalidad de demostrar si el proyecto es factible o no de ser instalada. El estudio permite obtener una serie de información acerca de costos, precios de equipos, materiales, mano de obra, etc, para lo cual se establecerá una relación entre ingresos y las ventas, y por lo tanto el beneficios que podría traer consigo la instalación del proyecto.

Dentro de este estudio económico se realiza una evaluación económica para así poder determinar una serie de parámetros como: la rentabilidad del proyecto es decir la utilidad o beneficio que rinde anualmente el proyecto, rentabilidad sobre la inversión ROI, rentabilidad financiera sobre los capitales propios RF y el período de recuperación de la inversión PRI, además se evalúa el VAN y el TIR.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La producción de este producto infantil de alto valor nutricional contribuirá a evitar la desnutrición infantil en nuestro medio, principalmente en la Zona Central del País donde se va a ubicar la planta.

La demanda de productos infantiles tiende a ser mayor con el paso de los años, motivando la instalación de unidades de producción y una sana competencia entre las mismas, ofreciendo al consumidor varias alternativas de compra fundamentalmente para el sector de bajos recursos.

El Ecuador es un país en donde el mayor porcentaje de población tienen limitados recursos, la desnutrición es aún más crítica en la niñez por lo que ha sido necesario actuar de inmediato, es así que con la contribución de este y muchos proyectos se aliviará de alguna manera el déficit nutricional especialmente en los niños.

El producto se elaborará a partir de quinua y arroz; la quinua es un seudocereal propio de la región Sierra, esto permitirá inculcar al campesino que regrese al cultivo de la quinua; de tal forma que incursionen en ésta y muchas otras actividades que generen ingresos al País.

Experimentalmente se obtuvo el producto a base de quinua germinada y arroz, siendo el parámetro de temperatura y tiempo a 60°C y 2,6 horas respectivamente, el mejor tratamiento en el cual presentaba una textura adecuada y aceptable, sin embargo no se descarta temperaturas mayores a ésta, siempre y cuando el rendimiento del equipo de secado sea alto.

El estudio realizado de impacto ambiental del proyecto se consideró benéfico, ya que no genera relativamente efectos secundarios al medio, la contaminación que se presenta en el agua por la presencia de saponinas es controlada de tal manera que el agua que se desaloja es neutra.

La evaluación económica en el primer año de operaciones reporta una rentabilidad inferior a la que ofrecen los bancos lo que se resolvería aumentando la capacidad programada. En el año normal de operaciones se reporta una rentabilidad del proyecto con respecto a la inversión total del 57,7% porcentaje aceptable con relación a la rentabilidad que ofrecen los bancos del País, Período de Retorno de la Inversión de 1,7 años tiempo para que las ganancias se igualen a la inversión inicial y un punto de equilibrio del 34,83%, se concluye que el proyecto es rentable.

El Ecuador es un país rico en recursos que necesitan ser transformados, la ejecución de proyectos, es una puerta abierta para la creación de pequeñas y medianas empresas, generando de ésta manera fuentes de trabajo, beneficio social y personal.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- WAHLI, CH. 1990. "Quinua hacia su Cultivo Comercial". Latinreco Ed. Imprenta Mariscal. Quito. P. 205.
- DERPIC, E. 1988. "Sistema Combinado para Desaponificación de Quinua. Proyecto Planta Piloto: Depurificación de Quinua". VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. Memorias INIAP. Quito. P. 15
- BEDON, C. y JIMBO, N. 1996. "Papilla a Base de Arroz (*Oryza sativa*) y Arveja (*Pisum sativum*) Fermentados". Tesis de Ingeniería en Alimentos Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ambato. P. 200
- CIID - INIAP - UTA. 1991 "Procesamiento de Quinua en el Ecuador". P. 36
- INEC. 1995. "Encuesta Nacional de Superficie y Producción Agropecuaria".
- ARAYE, H. 1991. "Valores Recomendables de densidad energética en Preparaciones de Consistencia Tipo Sopa o Crema Espesa, Destinadas a la Alimentación del Preescolar". Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol. XLI. Chile.
- HIDALGO, R. y ZAPORTA, J. 1988. "Quinua: Elemento Básico en la Alimentación Humana". INIAP. Quito.
- FAO. 1998. "Perspectivas Alimentarias de Cosecha de Cereales para 1997". Webmaster@fao.org. Ambato.
- HANSEN, M. y Colaboradores. 1989. "Weaning Food with Improved Energy and Nutrient Density Prepared from Germinated Cereals". The United Nations University, Food and Nutrition Bulletin. Vol. 11.
- LUH, B. 1980. "Rice : Production and Utilization". AVI Publishing Company. INC. Westport, Conneticut . P. 925
- PARSON, D. 1993. "Manuale s para Educación Agropecuaria. Arroz". Ed. Trillos. Vol. IV. México. P. 60
- INTERNET. cortega@uio.telconet.net
- Departamento de Comercio Exterior del Banco Central del Ecuador. 1998. Comunicación personal. Arancel 21.06. Estrella, E. 1998. "El Pan de América". FUNDACYT. Quito - Ecuador. P. 257.
- Linn, O. y Bacigalupo, A. 1983. "Alimento Complementario de Alto valor nutritivo y Relativo bajo Costo". FAO. Santiago de Chile. P. 191.
- Maclean, J. 1997. "Rice Almanac". CIAT. Segunda Edición. P. 181.
- Vetter, J. 1982. "Adding Nutrients to Food". Ed. The American Association of Cereal Chemists. Minnesota – USA. P. 84.
- Somogyi, J. and Muller, H. 1989 . "Impact of Food Nutritional Processing". Ed. Karger. Switzerland. P. 260.
- Fast, R. and Caldwell, E. 1990. "Breakfast Cereal s and How they are made". Ed. American Association of Cereal Chemists. Minnesota – USA. P.150.

- Tascón, E y García, E. 1985. "Arroz: Investigación y Producción". CIAT. P.696.
- Paredes, I. 1986. "Folklore Nutricional Ecuatoriano". Ed. Artes Gráficas. Quito. P.200.
- Lewis, M. 1989. "Nutrition, Additive & Flavor Standards". Ed. AVI. U.S.A.P. 125.
- Furia, T. E. 1990. "Handbook of Food Additives". Ed. CRC PRESS. Vol. 1. Florida U.S.A. P. 996.
- Mercurio. 1989. "CEREALES: Trigo, Arroz, Maíz, Cebada. Ed. Mercurio Lima - Perú. P. 216.
- COMISIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. 1994. "Alimentos para regímenes especiales (incluidos los alimentos para lactantes y niños)". Publicado por la Secretaría del Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias, FAO. Vol. 4. Roma. P. 41.
- Wilbraham / Matta. 1989. "Introducción a la Química Orgánica y Biológica" Ed. C. V. México. P. 360
- Alvarado, J. 1996. "Principios de Ingeniería Aplicados a Alimentos". Ambato – Ecuador. P.524.
- Brennan, J.G. 1970. "Las operaciones de la Ingeniería de los Alimentos". Ed. Acribia. Zaragoza – España. P. 422
- Perry, R. H. 1985. "Manual del Ingeniero Químico" Ed. Mc. Graw-Hill. Vol. III. México. P. 492.
- Gómez, C. y Garzón, L. 1986. "Diseño y Construcción de un secadero de Cabina para frutas y hortalizas". Tesis de Ingeniería en alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos Ambato. P. 152.
- Acuña, O y Fierro, G. 1994. "Desarrollo de un alimento para niños a partir de la mezcla de quinua germinada – arroz. Instituto de Investigaciones Tecnológicas. Escuela Politécnica Nacional. Quito – Ecuador . P. 106
- Palacios, D. y Jarrín, M. 1990. "Construcción de un Secadero y Operación en la Elaboración de harina de banano a utilizarse para galletas". Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ambato. P. 195.
- Harper, E. 1981. "Manual de Instalaciones Eléctricas Residenciales e Industriales". Ed. Limusa. México. P. 315.
- Grimaldi, Simonds. 1991. "La Seguridad Industrial su administración". Ed. Alfaomega. México. P. 450.
- Enkerlin, E., Cano, G., Garza, R., Vogel, E. 1997. "Ciencia Ambiente y Desarrollo sostenible" Ed. International Thomson. México. P. 350.
- IDEM 35.
- IDEM 35.
- IDEM 35
- Bouma, S. 1996. "Proyecto de Factibilidad para la Instalación de una Planta Procesadora de "Snacks" enriquecidos proteínicamente con quinua (*Chenopodium quinoa*)". Tesis de Ingeniería en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ambato. P.146.
- Carbajal, F. y Peñaherrera, V. 1994. "Adaptación de la Tecnología de Secado Osmótico y Proyecto de Factibilidad para la Instalación de una Planta Deshidratadora de Frutas en la Provincia de Tungurahua".

Tesis de Ingeniería en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ambato-Ecuador.

CORPORACIÓN FINANCIERA NACIONAL. 1994. “Manual de Evaluación Ambiental para Proyectos de Inversión. Quito – Ecuador. P. 340

IDEM 40

Swisscontac y Bureau Veritas. 1999. Conferencia del Proceso de Implementación y Mantenimiento de Sistemas de Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y Gestión Ambiental usando Normas BS 8800 e ISO 14001. Ambato – Ecuador.

EVALUACION DE METODOS COMBINADOS EN GELATINA HIDRATADA AUTOESTABLE Y SELECCIÓN DE CRITERIOS DE CONTROL

Kleber Castro L.*
Ivan Ortiz F.*
Ing. Danilo Morales**

RESUMEN

Esta investigación se dividió en dos fases:

FASE I, denominada (Concentración de Gelatina) con diseño AxB cuyos factores fueron la concentración de gelatina pura comestible con 2,0%; 2,3% y 2,6%; y, temperatura de fusión de 40°C y 60°C.

FASE II, denominada (Métodos Combinados) con diseño AxBxC cuyos factores de preservación son la concentración de azúcar 19,0% y 22,0%; ácido cítrico en concentraciones de 0,2%; 0,3% y 0,4%; y, ácido sórbico en concentraciones de 500 ppm y 700 ppm. Se efectuaron análisis fisicoquímicos cada cinco días por espacio de treinta días. Los análisis microbiológicos se efectuaron al tiempo inicial y luego de treinta días de almacenamiento. El análisis sensorial cuyos atributos fueron: olor, color, sabor, textura y aceptabilidad general, se efectuó a los treinta días de almacenamiento.

Mediante análisis estadístico y pruebas de comparación se encontró el mejor tratamiento:

En la FASE I, se tiene la asignación A1B0, osea 2,3% gelatina pura y 40°C la temperatura de fusión.

En la FASE II corresponde a la asignación A1B2C1 cuya especificación es 22,0% azúcar, 0,4% ácido cítrico y 700 ppm ácido sórbico.

Con la Selección de Criterios de Control aplicado al mejor tratamiento usando el sistema A.R.I.C.P.C., se garantiza la calidad del producto final.

INTRODUCCION

La utilización de gelatina pura comestible para su uso en postres alimenticios hidratados es un proceso que ha sido incorporado a la Industria Ecuatoriana frente a la necesidad de satisfacer al consumidor con alimentos dispuestos para el consumo, con calidad similar a productos acreditados.

En nuestro país la pequeña industria e incluso la artesanal dedicada a la elaboración de gelatina hidratada, debido al crítico desarrollo técnico y económico no cuentan con asesoría y asistencia técnica oficial para la implementación del Sistema de Evaluación de Factores de Riesgo e Identificación de Puntos Críticos de Control, lo cual les impide competir con las grandes industrias que tienen un desarrollo técnico y económico elevado e incluso cuentan con los recursos profesionales ya sea propios o contratados, por tal razón se ha creído necesario considerar lo referente a la Selección de Criterios de Control con apoyo del Sistema de Análisis de Riesgos e Identificación y Control de Puntos Críticos (A.R.I.C.P.C.) usado actualmente según la Normativa Europea permitiéndonos disminuir costos por fallos de elaboración y manipulación garantizando la calidad deseada, necesaria en cualquier empresa de alimentación, permitiendo que dicha empresa sea competitiva.

*Egresados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

** Director de Tesis

La estabilidad sin empleo de la refrigeración es un avance importante en países en desarrollo, donde no siempre se dispone de la adecuada cadena de frío y en países industrializados donde éste método supone un considerable ahorro de energía durante el almacenamiento y la distribución.

En el presente trabajo se evaluarán los factores combinados o Tecnología de Obstáculos en gelatina hidratada para obtener un producto autoestable, manteniendo la idea que la estabilidad microbiológica de los alimentos puede conseguirse mediante la combinación de varios factores de preservación que actúan como obstáculos que en conjunto no pueden ser superados por la actividad microbiológica, siendo este concepto útil para el desarrollo de procesos como el diseño de nuevos productos.

En definitiva, este trabajo pretende aportar en las áreas de investigación de alimentos sugeridas por el FUNDACYT en lo que respecta a Métodos Combinados y Selección de Criterios de Control.

MATERIALES Y METODOS

Materia Prima

Gelatina pura comestible (GELEC S.A.)
Azúcar refinado (Valdez)
Acido Cítrico (J.T. Baker)
Acido Sórbico (J.T. Baker)
Colorante Sintético Rojo 40 (Gram Color S.A.)
Saborizante Sintético Fresa (Borden S.A.)

Análisis fisicoquímicos

Humedad.- Se determina por duplicado el contenido de humedad de acuerdo a la norma 14.003 de la A.O.A.C. en el azúcar; mientras que en la gelatina pura comestible y el postre de gelatina (mejor tratamiento), se aplica las normas INEN 1953 y 1517 respectivamente.

Cenizas.- Se determina por duplicado las cenizas de acuerdo a la norma 15.016 de la A.O.A.C. en el azúcar y la norma INEN 1954 para el caso de gelatina pura comestible.

Proteínas.- Este análisis se realizó por duplicado en la gelatina pura comestible utilizando el aparato de digestión y destilación Microkjeldahl siguiendo la norma INEN 781, usando el factor (N x 5,55).

Sólidos Solubles.- El contenido de sólidos solubles se determinó por duplicado en el azúcar refinado y en el producto final (mejor tratamiento) utilizando un refractómetro de acuerdo a la norma 22024 de la A.O.A.C. y el método S6-b (R. Lees).

Viscosidad y Parámetros Reológicos.- Para su determinación se utilizó el reómetro programable Brookfield, modelo DV-III; se trabajó con el adaptador para muestras pequeñas y el rotor UL, termostalizando las muestras con ayuda del baño maría Brookfield TC 500, a las temperaturas de trabajo.

Dureza del gel.- Se determinó la dureza del gel en el producto elaborado utilizando un penetrómetro Ridgelimeter GELEC-TOPPA 120, siguiendo la norma INEN 1518.

Índice de pH.- Se determinó la concentración del ión hidrógeno (pH) en el producto elaborado con el uso del pH-metro digital Pocket pH-meter ad 110 pH, siguiendo la norma INEN 1519.

Acidez Total.- Su determinación se hizo por titulación siguiendo el procedimiento que detalla la norma 22060 de la A.O.A.C. para jugos, expresada como ácido cítrico en el producto elaborado.

Tiempo de Gelificación.- Se determinó el tiempo de gelificación de la gelatina en el mejor tratamiento siguiendo la norma INEN 1520.

Actividad Acuosa.- Su determinación se hizo por duplicado usando el equipo aw-West-Messer, Durotherm Luft, aplicando el método descrito por dicha casa comercial para equipos tipo reloj.

Análisis Microbiológico

Recuento total en placa (RTP).- Mediante el uso de placas Petrifilm 3M para recuento aeróbico, se realizaron recuentos cuantitativos de gérmenes totales, en el testigo (sin conservante) y en el producto final (con conservante) en el momento de su elaboración ($t=0$), inoculados en diluciones 10^0 y 10^{-1} . Y luego de treinta días ($t_1 = 30$ días) en el testigo y producto final inoculados en concentraciones de 10^{-2} , 10^{-3} y 10^{-4} para el testigo, mientras que las diluciones 10^0 y 10^{-1} para el producto final. Todas estas diluciones incubadas a 35°C por 48 horas según método de la A.O.A.C. Para el conteo se utilizó un cuenta colonias Darkfield Quebec.

Análisis Sensorial

Las pruebas sensoriales constituyeron: Olor, color, sabor, textura y aceptabilidad, usando una escala hedónica de 1 a 5; utilizando el sabor de fresa según una encuesta previa. El producto final y el mejor tratamiento se evaluaron mediante un panel de catadores, cuyo número fue de 10 personas.

Análisis estadístico matemático

Se siguieron las recomendaciones de Saltos (1993) y el programa MSTATC para la respuesta experimental y en el estudio organoléptico.

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis Físicoquímicos

Viscosidad y Parámetros Reológicos.- El comportamiento newtoniano se comprobó realizando medidas a diferentes velocidades de rotación. En los gráficos 1-3, se observa que al graficar los valores del esfuerzo de cizalla expresado en (Pa), contra la velocidad de cizalla expresada en (1/s) se define el comportamiento reológico del fluido.

Considerando al fluido como no newtoniano y siguiendo el modelo de la ley de la potencia, se determinaron los valores del Índice de Consistencia (k) expresado en (mPa.s) y los valores de Índice de Comportamiento al flujo (n); los mismos que se aprecian en la tabla 1.

Los valores de dureza de gel de las diferentes concentraciones de gelatina pura comestible y una muestra testigo comercial, mantenidas a 10°C durante 90 minutos se detallan en la tabla 4, encontrándose que la concentración 2,3% de gelatina pura comestible del factor A con un nivel "1", es muy similar al valor de la muestra testigo comercial.

Mediante la comparación de las viscosidades promedios de las muestras de gelatina pura comestible con una muestra comercial a 40°C , se comprobó que la concentración 2,3% de gelatina pura comestible es similar a la muestra testigo.

Estas medidas nos permitieron relacionar la consistencia o textura por medios físicos.

pH y Acidez.- El factor de control microbiano ejercido por la adición de ácido cítrico en concentraciones de 0,2%; 0,3% y 0,4% provocó una disminución de pH y aumento de acidez que actuó como inhibidor del desarrollo de microorganismos sobrevivientes y ayudó al sabor propio del producto en las cantidades que se añadieron.

El descenso de pH y aumento de acidez fue notorio en las muestras sin conservante, pues en el jarabe-gelatina, el pH es de 5,3 y la acidez de 0,0481% de ácido cítrico. Con la adición del ácido en 0,4% los valores de pH se encuentran en un intervalo de 3,9 a 4,0 y una acidez de 0,931% ácido cítrico. En las primeras determinaciones fueron variando solamente en décimas de diferencia y con el transcurso del tiempo se fueron contaminando con levaduras, mohos y demás aerobios que fueron creando productos fermentecibles que bajaron el pH del producto a un nivel de 3,05 y consecuentemente el aumento de la acidez alcanzando el valor de 1,055% ácido cítrico.

En el caso de tratamientos con conservante, con su insignificante descenso de pH y aumento de acidez, se verificó solamente la eficacia del conservante utilizado. Por lo tanto pH y acidez fueron las respuestas experimentales idóneas para verificar los cambios fisicoquímicos de los tratamientos con conservante y sin conservante; los cuales se hallan detallados en la tablas 2 y 3.

Sólidos Solubles.- Se comprobó que los sólidos solubles no sufrieron variación importante lo que indica que no hubo pérdida o ganancia de humedad durante el almacenamiento, la ligera disminución de grados brix se debe a los cambios dados por la acidez que el producto ha sufrido, transcurridos treinta días de almacenamiento presentaron en el peor de los casos una disminución de 0,10° Brix en los tratamientos con conservante, esto se debe al deterioro químico propio del producto pues, los microorganismos sobrevivientes son inhibidos por los factores aplicados.

Analizando los resultados obtenidos en los tratamientos sin conservante se puede apreciar una pérdida de 1,35°Brix debido principalmente a la contaminación microbiana y cambios químicos que producen el deterioro del producto en forma nutricional, toxicológica y sensorial.

Los valores de sólidos solubles de los tratamientos sin conservante y con conservante se han detallado en las tablas 2 y 3.

Adición de conservante.- Con respecto a la estabilidad de la gelatina hidratada autoestable, se verificó que la adición de ácido sórbico evita la contaminación microbiana debido a microorganismos sobrevivientes. La manera en que puede actuar el pH y acidez como factor de preservación en nuestro caso fue usando un ácido lipofílico como el ácido sórbico el mismo que permea a través de la membrana celular y actúa como transportador de protones al citoplasma, disminuyendo el pH citoplasmático pero también el anión del ácido no disociado puede tener efectos específicos en el metabolismo que amplifican el efecto del pH.

Análisis microbiológico

Recuento total en placa (RTP).- En el estudio se partió de cargas microbianas nulas, notándose que en todos los tratamientos con conservante, luego de treinta días la contaminación es <10 U.F.C. lo cual confirma la eficacia del conservante y los demás factores aplicados. En cambio los tratamientos sin conservante o testigos fueron totalmente inaceptables antes de los treinta días.

Análisis Sensorial

El sabor preferido por los consumidores se determinó mediante una encuesta de aceptación escogiendo cien personas en forma aleatoria y sobresaliendo el sabor de fresa y la marca Gelatoni como ganadores de dicha encuesta.

Mediante análisis estadístico se determinó la diferenciación entre tratamientos con conservante, denotándose que no existe diferencia significativa en los atributos sabor y textura, mientras que en los demás atributos fue necesario utilizar pruebas de comparación tales como DMS, Tukey y Duncan a un nivel de significancia $\alpha=0,05$, según el número de medias.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El método utilizado, sí permite obtener gelatina hidratada similar a las marcas comerciales existentes actualmente.

Los métodos combinados, sí justifican su plena utilización para la elaboración de gelatina hidratada autoestable, porque se usan procesos leves que producen un mínimo deterioro de los atributos sensoriales y nutritivos, logrando de esta manera un producto microbiológicamente estable a temperatura ambiente, cuyas características afirman la calidad nutritiva, sensorial y microbiológica del producto elaborado.

Se verificó la estabilidad del producto, basado en las interacciones producidas por los factores combinados y en la escasa probabilidad de que un producto envasado, ya estabilizado, se altere por causas microbiológicas definiéndose que la concentración de azúcar utilizada en el presente estudio para la preparación del jarabe disminuye la termoresistencia microbiana y aumenta el efecto destructor del calor que unido a la modificación del pH por presencia del ácido cítrico permite la acción inhibidora eficaz del sorbato de potasio y todos en conjunto provocan una serie de obstáculos que los microorganismos sobrevivientes no pueden vencer y de esta manera se garantiza la estabilidad del producto por más de cuatro meses.

Los valores registrados de los análisis fisicoquímicos tales como sólidos solubles, pH y acidez reflejan la insignificante variación que presentaron los tratamientos con conservante almacenados por un período de treinta días; demostrándose la eficacia de los métodos combinados.

El estudio sensorial revela que existe una amplia aceptabilidad del producto en sus diferentes atributos, con respecto a olor y color; en lo que se refiere a sabor y textura no existe diferenciación entre tratamientos debido a la uniformidad de los mismos.

El análisis estadístico realizado a un nivel de significancia $\alpha=0,05$ presenta diferencia significativa en la mayoría de las variables de estudio e influyen directamente en las respuestas experimentales, lo que demuestra que no existe igualdad de tratamientos y la hipótesis nula se rechaza y se acepta la hipótesis alternativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALVARADO, J. de D., 1996. "Principios de Ingeniería Aplicados a Alimentos", Radio Comunicaciones División de Artes Gráficas, Quito – Ecuador, pp. 201-230.
- ALZAMORA, S.M., 1989. "Fundamentos del Método de Conservación por Factores Combinados", Departamento de Industrias, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires – Argentina, 26 p.
- BANWART, G.J., 1982. "Microbiología Básica de los Alimentos", Ed. Anthropos. Barcelona-España, pp. 346-360.
- BELTRAN, F.E., 1992. "Evaluación de Factores de Riesgo y Determinación de Puntos Críticos de Control en el Procesamiento de Alimentos", Oficina Panamericana de la Salud. Brasilia – Brasil. M: 3132, 18 p.
- BIRCH, G. and PARKER, J., 1979. "Sugar: Science and Technology". Ed. Applied Science Publishing Ltd., pp. 15-37, 39-47, 211-230.
- BOURGEIOS, C.M. and LEES, R., 1986. "Proteínas animales: extracción de concentrados y aislados en la alimentación humana", Trad. Agustín López Mungía. Ed. Manual Moderno, México, D.F. pp. 215-243.
- BRUSHMAN, Ernest, 1980. "Bioquímica Técnica". Trad. Pérez Aurora. Ed. Acribia, Zaragoza-España, pp. 77, 79.
- COBO, J., 1985. "Investigación y Desarrollo de Tecnología de Gelatina para Postres", Tesis de Grado, FCIAL, UTA.
- CHEFTEL, J.C. and CHEFTEL, H., 1997 "Introducción a la Bioquímica y Tecnología de Alimentos". Trad. López Francisco, Ed. Acribia. Zaragoza-España. Vol. II. pp. 202-205.
- CHARLEY, H., 1997. "Tecnología de Alimentos". Trad. González, A. Ed. Limusa, México D.F., pp. 11-42, 557, 615-621.
- CRUZ, Acela, 1995 "Microbiología de los Alimentos". Ed. Pueblo y Educación. La Habana-Cuba, pp. 10-18, 62-66.
- ENKERLIN, E., CANO, G., GARZA, R., VOGEL, E., 1997 "Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible", Ed. International Thomson Editores, México D.F. pp. 371-382, 415-452, 474.
- GOULD, W., 1983. "Food Quality Assurance" Ed. AVI, Publishing Company, Wesport Connecticut, p.
- GRAHAN, H., 1977. "Food Colloids". Ed. AVI, Publishing Company, Wesport Connecticut, pp. 242, 266, 280.
- HAWKER, L., LINTON, A., FOLKEN, B., 1964. "Elementos de Microbiología General", Trad. Fernández D., Ed. Acribia, Zaragoza-España, pp. 291-360.
- HORWITZ, W., 1970. "Method of Analysis of the Association of Analytical Chemistry", Ed. AOAC, 13 ed., Washington D.C., cap. 23.0, pp. 374-375.
- ICMSF, 1980. "Microorganismos" vol I, 2 ed., Trad. Moreno, B y otros, Ed. Acribia, Zaragoza-España. p. 76.
- ICMSF, 1980. "Ecología Microbiana de los Alimentos" vol II, 2 ed., Trad. Péres Fernando, Ed. Acribia, Zaragoza-España. pp. 97-114, 132-141.

- INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1987-1994. "Tecnología de Alimentos: Procesos en la Industria Alimentaria", NTE: 1517-1521, 1952-1954, 1961, Quito-Ecuador.
- JAY, J., 1978. "Microbiología Moderna de Alimentos". Trad. Tarazona, J. Ed. Acribia, Zaragoza-España, pp. 56, 73-81.
- JOHNSON, A. and PETERSON, M., 1974. "Encyclopedia of Food Technology" Ed. AVI, Publishing Company, INC., Wesport-Connecticut, pp. 476-478, 804-806. 867-872.
- KIRK, R., OTHMER, D., 1966 "Enciclopedia de Tecnología Química". Tomo II, Trad. Carrera Oscar y otros, Ed. ETEHA, México D.F., p. 912.
- KIRK, R., SAWYER, R. and EGAN, H., 1996 "Composición y Análisis de Alimentos de Pearson", Trad. Ríos, J., 2 ed., Ed. CECSA, México D.F., pp. 17, 229-230, 570-572.
- KOLLURU, R., BARTELL, S., STRICOFF, S., 1998. "Manual de Evaluación y Administración de Riesgos", Trad. Ortiz Manuel S., Ed. McGraw Hill, México D.F., parte 1, cap. 2; parte 2, cap. 4; parte 7, cap. 17.
- LEISTNER, L., 1992. "Food Preservation by Combined Methods". Food Research International 25, pp. 151-158.
- LEES, R., 1985. "Análisis de los Alimentos", Trad. Fernández, J. Ed. Acribia, Zaragoza-España, pp. 64, 129, 203.
- LEE, Frank, 1983. "Basic Food Chemistry", Ed. AVI, Publishing Company, Inc, Wesport-Connecticut, pp. 19-32.
- LINEBACK, D., 1982. "Food Carbohidrates", Ed. AVI, Publishing Company, Inc., Wesport-Connecticut, pp. 62-73, 277, 334-346.
- LEWIS, M., 1993. "Propiedades Físicas de los Alimentos y de los Sistemas de Procesado". Trad. Torneros, J., Ed. Acribia, Zaragoza-España, pp. 101, 113-122, 129-132.
- MAUPOEY, P., GRAU, A., and CHIRALT, A., 1994 "Aplicación de Factores Combinados en la Conservación de Alimentos", RIBIADIR, CYTED, Ed. SPUPV, Valencia-España, pp. 1-84, 107-132.
- MICHANIE, S. y QUEVEDO, F., 1980. "Aplicación del Sistema de Peligros Potenciales e Identificación y Control de los Puntos Críticos para Mejorar la Calidad e Inocuidad de los Alimentos", Rev. La Alimentación Latinoamericana, pp. 52-56.
- MULLER, H.G., 1977. "Introducción a la Reología de los Alimentos". Trad. Burgos, J., Ed. Acribia, Zaragoza-España, 174p.
- MULTON, J.L., 1988, "Aditivos y Auxiliares de Fabricación en las Industrias Agroalimentarias", Trad. Casarez, R., Ed. Acribia, Zaragoza-España, pp. 4-18, 146, 238-255, 275-298, 384-385.
- PASCUAL, M.R., 1992 "Microbiología Alimentaria", Ed. Díaz de Santos, S.A., Madrid-España, pp. 159.
- PENNA, E.W., 1989. "Evaluación Sensorial", Ed. Pacífico, S.A., Santiago-Chile, pp. 17-30, 83, 86-90.
- RAO, M.A., and RIZVI, S., 1985. "Engineering Properties of Food", Ed. Marcell Dekker, Inc., pp. 133-135.

ROMO, Luis, 1981. "Coloideofísica Coloideoquímica y Fenómenos de Superficie", Ed. Universitaria, Quito-Ecuador, pp. 1-19, 731-768.

SALTOS, H.A., 1993, "Diseño Experimental" FCIAL, UTA, Ambato-Ecuador, pp. 43-49, 57-60.

WHITAKER, J. and TANNERBAUND, S., 1977 "Food Protein" Ed. AVI, Publishing Company, Inc., Westport-Connecticut, pp. 602-605.

YUFERA, E.P. y CARRASCO, J.M., 1985. "Productos para el Campo y Propiedades de los Alimentos", Vol II/1 . Ed. Alambra, Madrid.España, 3 ed., pp. 573-578.

ZUÑIGA,C., FLETES,O., 1995. "Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos HACCP", Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería, pp. 126-131.

Tabla 1. Valores de la viscosidad y parámetros reológicos obtenidos en gelatina hidratada de la Fase I (Concentración de gelatina)*

Tratamiento	Temperatura (°C)	μ^* (mPa.s)	n^*	k mPa.s ⁿ
A0B0	40	1.734	1.030	1.445
A1B0	40	1.825	1.023	1.643
A2B0	40	1.951	1.025	1.687
A0B1	60	1.595	1.184	0.536
A1B1	60	1.620	1.196	0.543
A2B1	60	1.693	1.120	0.819
Testigo	40	1.726	1.031	1.446
Testigo	60	1.719	1.190	0.596

* Valores promedios de tres determinaciones

Tabla 2. Características fisicoquímicas en gelatina de los tratamientos sin conservantes a 19°C*

Tratamiento	Tiempo (días)								
	0			5			10		
	PH	Acidez (% ac. cítrico)	Sólido Sol. (°Brix)	pH	Acidez (% ac. cítrico)	Sólido Sol. (°Brix)	pH	Acidez (% ac. cítrico)	Sólido Sol. (°Brix)
A0B0C	3,90	0,4240	20,60	3,75	0,437	20,65	3,75	0,434	20,55
A0B1C	3,55	0,7840	20,70	3,35	0,869	20,85	3,30	0,911	20,55
A0B2C	3,45	0,9010	20,90	3,35	0,902	20,70	3,30	0,906	20,70
A1B0C	3,70	0,4650	22,75	3,65	0,5435	22,90	3,60	0,600	22,65
A1B1C	3,50	0,7445	22,55	3,45	0,7600	22,60	3,40	0,7755	22,60
A1B2C	3,35	0,9310	23,05	3,25	0,9480	22,90	3,25	0,9845	23,00
A0C	5,10	0,04705	19,65	5,35	0,05425	19,60	4,85	0,09520	19,55
A1C	5,35	0,04815	22,05	5,45	0,05215	22,00	5,25	0,10550	21,85

* Se consideran valores promedios de dos determinaciones en cada análisis C= 0% conservante

Tabla 2. continuación.... *

Tratamiento	Tiempo (días)					
	15			20		
	PH	Acidez (% ac. cítrico)	Sólido Sol. (°Brix)	pH	Acidez (% ac. cítrico)	Sólido Sol. (°Brix)
A0B0C	3,70	0,444	20,15	3,55	0,464	20,10
A0B1C	3,35	0,918	20,50	3,35	1,046	20,65
A0B2C	3,30	0,909	20,45	3,35	0,917	20,20
A1B0C	3,35	0,6305	22,75	3,55	0,6905	22,50
A1B1C	3,45	0,7595	22,55	3,35	0,7840	22,35
A1B2C	3,15	0,9695	22,70	3,25	1,0220	22,60
A0C	4,65	0,2030	19,30	4,30	0,2650	19,20
A1C	4,55	0,2145	21,70	4,15	0,2730	21,40

* Se consideran valores promedios de dos determinaciones en cada análisis C= 0% conservante

Tabla 2. continuación.... *

Tratamiento	Tiempo (días)					
	25			30		
	PH	Acidez (% ac. cítrico)	Sólido Sol. (°Brix)	pH	Acidez (% ac. cítrico)	Sólido Sol. (°Brix)
A0B0C	3,45	0,559	19,85	3,35	0,572	19,70
A0B1C	3,25	1,072	20,35	3,20	1,072	20,35
A0B2C	3,25	0,984	20,05	3,20	0,982	19,90
A1B0C	3,15	0,6545	22,15	3,20	0,6525	21,80
A1B1C	3,20	0,8100	22,30	3,15	0,8135	22,30
A1B2C	3,15	1,0230	22,50	3,05	1,0555	21,70
A0C	4,55	0,3070	19,15	3,15	0,349	18,45
A1C	3,75	0,4335	21,25	3,10	0,5050	21,15

* Se consideran valores promedios de dos determinaciones en cada análisis C= 0% conservante

Tabla 3. Características fisicoquímicas en gelatina hidratada de los tratamientos con Conservante a 19°C

Tratamiento	Tiempo (días)					
	0			30		
	PH	Acidez (% ac. cítrico)	Sólido Sol. (°Brix)	pH	Acidez (% ac. cítrico)	Sólido Sol. (°Brix)
A0B0C0	3,70	0,4200	20,70	3,65	0,4235	20,60
A0B0C1	3,80	0,4220	20,70	3,70	0,4230	20,65
A0B1C0	3,50	0,7880	20,80	3,45	0,7900	20,75
A0B1C1	3,55	0,7920	20,90	3,55	0,7945	20,85
A0B2C0	3,35	0,8970	21,00	3,30	0,9000	20,85
A0B2C1	3,40	0,9025	21,35	3,35	0,9040	21,30
A1B0C0	3,65	0,4625	22,75	3,65	0,4630	22,70
A1B0C1	3,70	0,4660	22,80	3,60	0,4670	22,75
A1B1C0	3,50	0,7405	22,75	3,45	0,7440	22,65
A1B1C1	3,55	0,7515	22,65	3,40	0,7530	22,60
A1B2C0	3,25	0,9295	23,15	3,15	0,9330	23,05
A1B2C1	3,30	0,9345	23,05	3,20	0,9360	23,00

* Se consideran valores promedios de dos determinaciones en cada análisis

Tabla 4. Valores de dureza de gel en gelatina hidratada de la Fase I (Concentración de gelatina)

Concentración de Gelatina (%)	Dureza de gel (Penetrometría)* (mm)**
2.0	165.00
2.3	147.25
2.6	136.25
INEN	21.75
Testigo	150.63

* La penetración es inversamente proporcional a la dureza

** Valores promedios de cuatro determinaciones

Tabla 5. Análisis Proximal en la materia prima y en el tratamiento A1B2C1

Producto	Análisis *				
	Proteína (%)	Humedad (%)	Cenizas (%)	Carbohidratos (%) Sacarosa	Sólidos Solubles (°Brix)
Gelatina	86.88	11.91	1.1706	--	--
Azúcar	--	--	0.1000	99.7	--
Gelatina hidratada	--	75.30	--	--	22

* Valores promedios de dos determinaciones

Tabla 6. Valores de Actividad acuosa (a_w) y tiempo de gelificación para el tratamiento A1B2C1

Tratamiento	Tiempo de Gelación (horas) *	Actividad acuosa (a_w) () **
A1B2C1	1.50	0.980

* Valor promedio de seis determinaciones

** Valor promedio de dos determinaciones

CONTENIDO

Incidencia de la torrefacción en el valor nutricional de las harinas complementadas germinadas y no germinadas Martha Chávez P., Santiago Acurio A., Ing. Mario Paredes.....	1
Estudio de la vida útil de la pulpa de chirimoya (<i>annona cherimola</i>) Minimamente procesada Nelly Cholota, Carmen Quito, César Vásquez.....	13
Extracción y clarificación de zumo de maracuyá (<i>passiflora edulis</i>) con la aplicación de enzimas pectolíticas. Giovanny Santamaría, Angélica Villacís, Angel Jadán.....	20
Estudio de los factores que influyen en el proceso de elaboración de leche en polvo instantánea (imp) y su incidencia en la calidad del producto Verónica Acosta P., Martha Palate A., Ing. Darío Velastegui.....	35
Obtención de un concentrado proteínico a partir de salvado De trigo usando agua y suero dulce de queso como solvente Bassia Peñaherrera T., Marcelo Zamora S., Dr. César Vásquez.....	49
Proyecto de factibilidad para instalar una planta procesadora de un alimento infantil a partir de la mezcla quinua germinada (<i>chenopodium quinoa willd</i>) y arroz (<i>oryza sativa</i>). Sonia Jácome J., Ing. Luis Anda T.....	60
Evaluación de métodos combinados en gelatina hidratada autoestable y selección de criterios de control Kleber Castro L., Ivan Ortiz F., Ing. Danilo Morales.....	71