

ALIMENTOS

CIENCIA E INGENIERIA



Abril- 2002

N° 11(1)

EDITORIAL

LA DIMENSION DE LA INNOVACION

El concepto de innovación ha ido evolucionando a lo largo de los últimos cincuenta años hasta entenderse en la actualidad como un proceso social que involucra a múltiples actores.

La innovación no solo depende del conocimiento científico o tecnológico, sino de la estructura productiva y de las condiciones del contexto económico, social y político. La innovación entendida como cambio en los bienes y servicios, en la organización y en las pautas y comportamientos sociales implica la elaboración de estrategias, el diseño de instrumentos de fomento y la positiva percepción de los agentes sociales y de los ciudadanos.

La evolución en la forma de entender la innovación se ha acompañado de la progresiva concreción del concepto de los sistemas nacionales de innovación. Los sistemas nacionales o regionales de innovación constituyen los espacios políticos, legales, financieros e idiosincráticos en los que se desenvuelven las interacciones entre universidades, organizaciones, empresas y agentes sociales para propiciar la canalización de ofertas y demandas, así como los procesos y flujos de producción, difusión, transferencia, e incorporación de nuevos conocimientos científicos o tecnológicos.

Los sistemas de innovación son las incubadoras en las que se facilitan los procesos de innovación. La explicitación de las innovaciones tiene siempre una dimensión local en la medida en lo que lo "nuevo" es relativo y dependiente de las circunstancias dominantes en cada lugar. Sin embargo la rápida difusión de las innovaciones propiciada por la transnacionalización de la producción, la apertura comercial y la mundialización de la información y comunicación han concedido a numerosas innovaciones una dimensión global.

La dialéctica local/global en los procesos de innovación requiere una consideración especial en los países de menor desarrollo científico y tecnológico, en los que la mayoría de las innovaciones son originadas en el exterior, si bien se expresan como tales a nivel local, regional o nacional.

Esta situación, si bien propicia una dinamización productiva y social del país, no necesariamente da respuesta a los cambios necesarios para la mejora de las condiciones locales relacionadas con la calidad de vida de la mayoría de la población e incluso de la misma gobernabilidad. La capacidad de un país para dar respuesta a sus problemas y demandas depende, además de las políticas explícitas y de la consiguiente priorización de objetivos y recursos, de la existencia de un sistema que garantice la producción propia de conocimiento y la asimilación adecuada del conocimiento y la asimilación adecuada del conocimiento externo.

Las capacidades nacionales para la innovación son fundamentales para mejorar los sistemas productivos y satisfacer las demandas sociales de los ciudadanos. Esta afirmación debe actualmente complementarse con otra, que se centra en la necesidad de internacionalizar las capacidades nacionales. La cooperación como instrumento para la complementación de las capacidades nacionales constituye una estrategia generalizada. Los procesos de generación del conocimiento están crecientemente internacionalizados.

La dimensión internacional está cada vez más presente en los procesos de innovación, tanto en el origen y difusión de las innovaciones como en sus procesos de implementación a nivel local y nacional. Las instituciones y las empresas deben contemplar este escenario y permitir que la cultura de la cooperación sea la dominante, tanto a nivel nacional como internacional

Ing. ROMMEL RIVERA C

DECANO FCIAL

ELABORACION DE PISCO A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE UVA (*Vitis Vinífera*): MISSION Y ROSADA MOSCATEL DE CURTIDURIA.

Miguel A. Paucar F. *

Tomas R. Soria C. *

Eduardo Sánchez**

RESUMEN

Tres son las clases de sustancias que pueden servir para la fabricación del aguardiente:

- Líquidos que contienen ya alcohol y que sólo deben someterse a la destilación, como son los vinos de uvas y de otras frutas.
- Sustancias que contienen azúcar, como son las frutas azucaradas (ciruelas, melocotón, peras, cerezas, etc.), remolachas, melaza de azúcar de caña. En este caso la masa azucarada, o bien el jugo que se ha extraído de la misma, debe ser sometida primeramente a una fermentación.
- Todas aquellas sustancias que contienen cuerpos que pueden transformarse en glucosa, figurando en primera línea los tubérculos feculentos de las patatas y los granos ricos en almidón de cereales. (40).

La elaboración propiamente de los aguardientes, del pisco y del coñac, es la misma; sólo difieren en la cepa que los produce y en su manipulación de más tarde; por consiguiente se tiene que:

Para aguardiente

La uva común y la francesa.

Para Coñac

La uva loca blanca.

Para Pisco

La uva moscatel y misión.

JUSTIFICACIÓN

La importancia de este trabajo está direccionada al desarrollo industrial y social del país, teniendo como ejemplo el inmenso desarrollo que ha tomado en Chile el cultivo de la vid, el cual data desde hace cien años. La viticultura durante este siglo ha seguido su marcha ascendente hasta alcanzar un nivel de preeminencia entre los demás cultivos arbóreos de todo el mundo. Al observar que Europa ofrece para el cultivo de la vid siete millones de hectáreas de superficie sobre un total mundial de diez millones. En el campo europeo van a la cabeza Italia, España y Francia. Comparado con Ecuador que destina tan solo noventa y dos hectareas. (Fuente INEC. 1999).

Nuestro país es afortunado en poseer una gran variedad de frutas, las cuales en su mayoría no son aprovechadas a nivel industrial debido a su poca promoción, cultivo o escasa tecnología disponible.

Al aplicar tecnologías adecuadas en el procesamiento y perfeccionamiento, se obtendrían productos elaborados de mejor calidad, incentivando a las industrias licoreras optar por la producción de aguardientes, lo cual generaría una cadena de dependientes desde el agricultor que tendrá la oportunidad de cultivar sus tierras con plantaciones de vid con la seguridad y garantía de que su fruto tendrá una rápida comercialización.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.

- Obtener Pisco de dos variedades de Uva (*Vitis vinífera*): Misión y Rosada moscatel de curtiduría.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Estudiar la cinética de la fermentación del orujo de uva.
- Realizar los análisis de la materia prima (uva).
- Seleccionar la variedad de uva apropiada para la obtención de mejores resultados en la fermentación y destilación del orujo.

* Egresado de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

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

- Estudiar la influencia de las levaduras utilizadas para el proceso de fermentación del orujo.
- Estudiar la influencia de la concentración de nutrientes en el proceso de fermentación para de esta manera obtener un máximo rendimiento.
- Efectuar análisis físicos, químicos y sensorial en el pisco de uva obtenido con el mejor tratamiento.
- Realizar el balance de materiales en el mejor tratamiento.
- Efectuar el estudio económico en el mejor tratamiento.

Uvas, descripción

La uva es el fruto o baya de la vid; más o menos redondo y jugoso, que nace apiñado con otros formando racimos.

Rosada moscatel de curtiduría. Variedad de uva, blanca o morada, de grano redondo y muy liso y gusto sumamente dulce.

Planta arbustiva dicotiledónea, sarmentosa, trepadora, con hojas grandes, pecioladas, con estípulas, flores pequeñas agrupadas en racimos compuestos, con zarcillos, y frutos en bayas globosas, verduscas o negras, que contienen de una a cuatro semillas leñosas. Se utiliza en alimentación, y en la industria vinícola, vinagrera y farmacéutica.

Mission. Los misioneros Jesuitas plantaron la primera variedad de *Vitis vinifera* en California en la Misión San Diego, en la última parte del siglo dieciocho. Es valiosa como una uva de vino de postre. Siempre ha estado asociada con la fabricación de vinos blancos dulces. Es baja en acidez y muy deficiente en color para ser utilizada sola, en la elaboración de vinos rojos.

Los racimos son grandes cónicos, pero de brazos muy pesados, rígidamente sueltos y los tallos son tan rígidos que causan que las uvas individuales permanezcan aparte. Las uvas son de tamaño mediano, chatas, de color púrpura-rojizo a negras, madurando al final de la mitad de la estación. La pulpa es firme, pero jugosa. Las vides son muy vigorosas y ocasionalmente las vides siempre llegan al tamaño normal. Con espacio amplio para desarrollarse, la Mission se da en cosechas muy abundantes y si se poda muy corto o se deja un desarrollo irrestricto, las cosechas tienden a ser irregulares.

MATERIALES Y METODO

Materiales

La materia prima en este caso son las uvas (*Vitis vinífera*) : Misión y Rosada moscatel de curtiduría. Obtenidas de la viña Colina Revelde ubicado en la parroquia la matriz del cantón Patate provincia del Tungurahua, las que tuvieron un manejo integrado desde la viña hasta el producto final, manteniendo siempre el criterio de buenas prácticas de elaboración.

Reactivos

- Fosfato de Amonio.
- Indicador Fenolftaleína.
- Solución de Bisulfito de Sodio.
- Solución de Hidróxido de Sodio 0,1 N.
- Solución de Hipoclorito de Sodio.

Equipos

- Cromatógrafo de Gases HEWLETT PACKARD HP 67850 serie GC.
- Equipo de Destilación (Alambique de Cobre. 20 lt. de capacidad).
- Equipo de Rectificación (Alambique con Lente Rectificador).
- Equipo de Fermentación (Microfermentadores Batch).
- Molino de Ejes Concéntricos Polipress.

Instrumentos

- Balanza Analítica Metler HK 160.
- Refractómetro manual, (Carl Zeiss-Opton-Werke). de 0 a 80%.
- pH-metro Digital HNCHKR-1 (Checker). de 0 a 14 pH.
- Termómetro de Mercurio de -20 a 150°C.
- Alcoholímetro de 0 a 100°A.

Materiales

- Cocineta.
- Gabetas plásticas.
- Litrero de 1lt.
- 10 Metros de Manguera de 1,5 cm. de diámetro.
- Olla inoxidable 40 lt.
- Materiales de vidrio:
- Vasos de precipitación
- Erlenmeyers
- Pipetas
- Probetas
- Buretas

METODOLOGIA

Recepción de la materia prima.

La materia prima se recibió en canastas plásticas, las uvas fueron cosechadas en un día con el clima benigno, es decir no lluvioso ni polvoriento, para que la fruta no sufra los efectos de dichos factores perjudiciales.

Selección.

Una vez receptada la materia prima (uva) en recipientes de mayor tamaño se procedió en primera instancia a una selección de aquellos frutos no magullados ni atacados por plagas o enfermedades, procediendo de esta manera a clasificarlas de acuerdo a su especie.

Lavado.

La fruta se lava primeramente con abundante agua corriente, luego se la sumerge en una solución de bisulfito de sodio con una concentración del 1%, por al rededor de cinco minutos. Finalmente se procede a enjuagarlas para de esta manera dejarlas libres de toda impureza natural y química.

Estrujado.

Una vez lavada la fruta se procedió a estrujarlas en un molino de ejes concéntricos marca Polipress de fabricación americana, el cual tiene la propiedad de presionar o estrujar a la uva sin que sus semillas sufran daño alguno y no tenga incidencia en el producto elaborado.

Corrección.

Para una buena fermentación se debe ajustar el mosto que será una de las principales niveles de estudio. El mosto fue corregido de la siguiente manera:

El jugo y el orujo fueron pesados exactamente en la cantidad estipulada para el experimento (10 lb), al cual se lo agrega un volumen de agua equivalente a un litro de agua por cada libra de orujo.

Se ajustó a 15°Brix con sacarosa las 12 muestras todas con sus respectivas replicaciones, teniendo muy en cuenta los grados Brix propios de la materia prima los cuales se encuentran al rededor de los 19°Brix a 21°Brix.

En cuanto al pH se determinó con el pH-metro digital HNCHKR-1 (Checker). y este valor fue de 4.0.

Se adicionó como nutriente fosfato de amonio, en tres diferentes concentraciones, como son: 150 - 200 y 250 ppm. de acuerdo al modelo experimental planteado en un inicio.

Con esto se observó la influencia que ejerce la adición de nutrientes durante la fermentación.

Sulfitado.

Esta operación se lo realiza con el propósito de desinfectar el orujo de microorganismos extraños los cuales pueden provocar efectos secundarios en el proceso de fermentación. La cantidad que se agregó fue de 100 ppm. de bisulfito de sodio.

Reposo.

Una vez realizado el sulfitado del orujo, se dio un tiempo de reposo por el lapso de una hora aproximadamente, para que el bisulfito de sodio tenga el tiempo necesario y cumpla su función.

Inoculación.

Antes de proceder con la inoculación de las levaduras en los mostos preparados, estas levaduras (*Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces ellipsoideus*), deben ser activadas previamente en una pequeña cantidad de mosto a una temperatura de 38°C y por un tiempo de 5 minutos aproximadamente, esto con el fin de comprobar que la actividad de la levadura es buena y evitar problemas posteriores de no fermentación adecuada, la cantidad de levadura utilizada es de 1.5 gramos por cada litro de mosto, se inoculó en el 50% de las muestras con la levadura *Saccharomyces ellipsoideus* y el 50% de muestras restantes con *Saccharomyces cerevisiae*.

Fermentación.

Luego de haber realizado todos y cada uno de los pasos anteriores se trasladó el mosto, listo para iniciar el proceso de fermentación a sistemas batch de fermentación los cuales consistían en envases plásticos con capacidad de 20 lt., cada uno de los cuales contenían 15,90 Kg. de mosto; dejando siempre un espacio de cabeza en todos los recipientes, debido a que una vez activada la levadura en el mosto, se produce una fermentación con un significativo desprendimiento de CO₂.

Durante el transcurso de esta fermentación se dieron las condiciones adecuadas de temperatura, en el rango de 28 a 32°C.

Destilación.

Una vez finalizada la fermentación, se procedió a destilar las muestras en un alambique de cobre con capacidad de 20 lt. el cual consta de una caldera de cobre, platos de destilación y un serpentín de enfriamiento o condensador.

Rectificación.

Considerandose el caso en que sea necesario eliminar sustancias volátiles tóxicas y a la vez aumentar la concentración de un alcohol etílico, luego de la destilación se realiza la rectificación.

Para obtener productos con un rango estrecho de composiciones, como un buen aguardiente. Se usa un alambique rectificador. Los componentes de esta unidad son la olla, una columna rectificadora, un condensador, un medio para dividir una porción del destilado como reflujo. La temperatura del destilado se controla para hacer regresar el reflujo cerca de la temperatura de la columna, con el fin de permitir una indicación verdadera de la cantidad de reflujo y mejorar el funcionamiento de la columna.

Envasado.

El producto terminado (Pisco), previamente hidratado se envasó en botellas de vidrio con una capacidad de 750 ml. las que previamente habían sido lavadas y desinfectadas con una solución de 60 ppm. de hipoclorito de sodio, las botellas fueron tapadas con corchos que también fueron sometidos a desinfección. En este proceso de envasado se dejó un espacio de cabeza de 2.5 cm. quedando de esta manera listas para su almacenamiento y comercialización final.

MÉTODOS DE ANÁLISIS

ANÁLISIS EN LA MATERIA PRIMA.

Acidez titulable.

Según la norma INEN 381, se titula la acidez con una solución estandarizada de hidróxido de sodio, usando fenolftaleína como indicador.

pH.

Se determinó según R. Lees. Utilizando un pH-metro digital HNCHKR-1 (Checker), con resolución de 0.01 pH y una precisión de ± 0.2 pH. Rango de 0.00 a 14.00 pH. Procedimiento P6.

Concentración de sólidos solubles (°Brix).

Según R. Lees. La concentración de sólidos solubles en el jugo de uva puede determinarse de manera rápida utilizando el Refractómetro manual (Carl Zeiss-Opton-Werke), para azúcar de 0 a 80%. El cual es un instrumento de fácil manejo utilizando una sola gota del zumo de uva. (Procedimiento S6b).

Índice de madurez.

Siguiendo el método de Primo Yufera (1981), El cual sugiere que para el cálculo del índice de madurez (I.M.), se divide la concentración de sólidos solubles (°Brix), para la acidez valorable, y se expresa el resultado como ácido cítrico anhidro; así, pues:

$$IM = \frac{\text{Concentración de sólidos solubles (°Brix)}^1}{\text{Acidez valorable}^2}$$

¹ Corregidos o sin corregir.

² Valorada con NaOH y expresada como gramos de ácido cítrico anhidro / 100 ml.

ANÁLISIS DURANTE EL PROCESO.**Concentración de sólidos solubles (°Brix).**

Según R. Lees. La concentración de sólidos solubles (°Brix) del mosto puede determinarse de manera rápida utilizando el Refractómetro manual (Carl Zeiss-Opton-Werke), para azúcar de 0 a 80%. El cual es un instrumento de fácil manejo, utilizando una sola gota del mosto de uva. (Procedimiento S6b).

ANÁLISIS EN EL PRODUCTO TERMINADO: PISCO.**Grado alcohólico.**

Según norma INEN 340. Grado alcohólico a 15°C. en °GL. en el cual se usa un alcoholímetro de 0 a 100 °A.

Rendimiento.

Al final de cada proceso se evaluó el rendimiento de pisco obtenido, expresado en porcentaje de Pisco.

$$R = (\text{Pisco Obtenido (Kg)} / \text{Peso de Mosto (Kg)}) * 100.$$

**ANÁLISIS EN EL PRODUCTO TERMINADO:
MEJOR TRATAMIENTO.****Grado alcohólico.**

Según norma INEN 340. Grado alcohólico a 15°C. en °GL. con la ayuda de un alcoholímetro de 0 a 100 °A.

Cromatografía de Gases.

Con la ayuda de un cromatógrafo HEWLETT PACKARD HP 67850 serie GC sistem por el método de calibración y programación externa.

Condiciones del Equipo:

Temperatura de Inyección _____ 200°C.

Temperatura de la Columna _____ 90°C.

Temperatura del Lector _____ 165°C.

Gas Portador Nitrógeno _____ 28 - 35 PSI.

Aire _____ 12 - 18 PSI.

Hidrógeno _____ 0.7 a 1.5 UI.

Estándares: Metanol, Etanol y Alcoholes Superiores.

Análisis sensorial.

Esta prueba se utilizó para la evaluación de las propiedades organolépticas, como son: Bouquet (aroma), Fortaleza (grado alcohólico), Sabor y Aceptabilidad.

Se aplicaron escalas hedónicas de calidad y aceptabilidad, y complementada por la norma española UNE 87-020-93. Se emplearon veinte catadores voluntarios para apreciar cada uno de los atributos de la bebida. Distribuidos de la siguiente manera: (cinco profesores, cinco egresados, cinco alumnos de quinto año, y cinco familiares y amigos). Los cuales fueron previamente capacitados.

Estudio económico.

Luego de haber determinado el mejor tratamiento en el presente trabajo, se procedió a realizar un estudio

económico, en el cual se determinan los principales indicadores económicos necesarios para tener una rápida apreciación y su consecuente evaluación y clasificación.

Los costos de producción se evaluaron, considerando cosecha disponible y el costo de la utilización de los materiales y equipos, como pequeña industria, en relación al tiempo de uso de los mismos por año.

MÉTODOS DE CÁLCULOS.

Método Integral.

Labuza y Riboh, (1982), sugieren que una forma conveniente de representar la expresión general de la velocidad de reacción para degradaciones cinéticas de concentración de un solo reactivo y de orden $[n]$ a una temperatura constante, puede ser escrito como sigue.

$$d[C] / dt = K[C]^n \quad (1)$$

donde: $[C]$ es el valor cuantificado de la concentración del reactante de la reacción de degradación, $[K]$ es el valor de la constante de la velocidad de la reacción, $[t]$ es el tiempo, y $[n]$ es el orden de la reacción. El signo negativo indica que la concentración del reactante decrece al transcurrir el tiempo.

Reordenando e integrando entre los límites: $[Co]$ que es el valor de la concentración inicial de la sustancia al tiempo cero ($t = 0$) y $[C]$ es el valor de la concentración luego de la reacción al tiempo $[t]$ se obtiene:

$$\int_{Co}^C [C]^{-n} d[C] = K \int_0^t dt \quad (2)$$

$$(1/n-1) ([C]^{1-n} - [Co]^{1-n}) = Kt \quad (3)$$

Si se admite que $[n = 0]$, llamado esquema de reacción de cero orden, por reemplazo en la ecuación (3), puede ser escrita como la expresión siguiente:

$$[C] = [Co] - Kt \quad (4)$$

Según la ecuación (4), un gráfico del tiempo contra la concentración del componente deberá ser una línea recta. El valor de la pendiente corresponde a la constante de velocidad de reacción.

Considerando $[n = 0.5]$, por reemplazo en la ecuación (3), se obtiene:

$$[C]^{0.5} = [Co]^{0.5} - 0.5 Kt \quad (5)$$

Ecuación que como el caso anterior, permite establecer la constante de velocidad de reacción a partir de la pendiente.

La forma integral para una reacción de primer orden es obtenida por integración de la ecuación (1) para $[n = 1]$ y puede ser escrita como la expresión siguiente:

$$\ln [C] = \ln [Co] - Kt \quad (6)$$

En muchos casos, el valor de $[n]$ es diferente de cero; puede ser un valor entero o fraccionado entre cero y dos. En el caso de ser $[n=1.2]$, matemáticamente se expresa por:

$$1/[C]^{0.2} = 1/[Co]^{0.2} + 0.2 Kt \quad (7)$$

Para una irreversible reacción de orden y medio $[n = 1.5]$. La expresión es:

$$1/[C]^{0.5} = 1/[Co]^{0.5} + 0.5 Kt \quad (8)$$

Para las ecuaciones anteriores se considera que la temperatura es constante, en el caso de reacción de un solo compuesto y de orden $[n]$. La parte dependiente de la temperatura en las ecuaciones es la constante de velocidad $[K]$.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se aplicó un diseño experimental del tipo A*B*C (2*2*3), con una réplicación. Los factores con sus respectivos niveles son:

FACTORES		NIVELES	
A.	VARIEDAD DE UVA	A0:	Rosada Moscatel de curtiduría.
		A1:	Missión.
B.	CEPA DE LEVADURA	B0:	Saccharomyces cerevisiae.
		B1:	Saccharomyces ellipsoideus.
C.	NUTRIENTE	C0:	150 ppm.
		C1:	200 ppm.
		C2:	250 ppm.

Se utilizó la siguiente simbología en los tratamientos.

TRATAMIENTO		DESCRIPCION	
A0B0C0	Rosada moscatel	Saccharomices cerevisiae	150 ppm.
A0B0C1	Rosada moscatel	Saccharomyces cerevisiae	200 ppm.
A0B0C2	Rosada moscatel	Saccharomyces cerevisiae	250 ppm.
A0B1C0	Rosada moscatel	Saccharomyces ellipsoideus	150 ppm.
A0B1C1	Rosada moscatel	Saccharomyces ellipsoideus	200 ppm.
A0B1C2	Rosada moscatel	Saccharomyces ellipsoideus	250 ppm.
A1B0C0	Missión	Saccaromyces cerevisiae	150 ppm.
A1B0C1	Missión	Saccharomyces cerevisiae	200 ppm.
A1B0C2	Missión	Saccharomyces cerevisiae	250 ppm.
A1B1C0	Missión	Saccharomyces ellipsoideus	150 ppm.
A1B1C1	Missión	Saccharomyces ellipsoideus	200 ppm.
A1B1C2	Missión	Saccharomyces ellipsoideus	250 ppm.

Existen 12 tratamientos con una réplica. La respuesta experimental de este diseño es el grado alcohólico, obtenido mediante la utilización de la norma INEN 340, y el rendimiento en la obtención del Pisco de Uva.

RESULTADOS Y DISCUSION

MATERIA PRIMA

Se trabajó con dos variedades de uva (*Vitis vinífera*): Missión y Rosada Moscatel de Curtiduría que se producen en la viña colina rebelde de el cantón Patate.

En la Tabla A.1. se presentan las propiedades físico-químicas de la fruta, acidez (0.975 % de ácido tartárico), y (0.832 % de ácido cítrico), sólidos solubles (21 °Brix), pH (4.2), Los que comparados con los datos reportados en la Tabla de Composición de los Alimentos Ecuatorianos, 1965 son similares.

Acidez

Se toman 10ml. de muestra y se lleva a 100ml. de agua destilada. Se titula con NaOH 0,1 Normal utilizando fenolftaleína como indicador. Los mililitros gastados en la titulación multiplicados por el factor 0.075 nos da el porcentaje de acidez como ácido tartárico y multiplicado por el factor 0.064 el resultado es en porcentaje de ácido cítrico.

Se reporta como porcentaje de ácido tartárico para el caso de uvas.

V, ml de hidróxido de sodio utilizados en la valoración

F, factor para ácido tartárico

A, acidez de la uva.

$$A = V * F$$

$$A = 13 \text{ ml} * 0.075$$

$$A = 0.975 \% \text{ac. tartárico}$$

$$A = 13 \text{ ml} * 0.064$$

$$A = 0.832 \% \text{ac. cítrico.}$$

Sólidos Solubles

El contenido de sólidos solubles, expresado como grados Brix, se midió en un refractómetro S6b. según R. Lees. 1982, presentes en la materia prima, el cual indica un contenido de 21 °Brix, que es comparable con los datos reportados por Alvarado 1996, que es aproximadamente de 14,4. Esta diferencia se debe tal vez a la altitud del terreno, características climáticas de la zona y al grado de madurez.

pH

Se determinó según R. Lees. Utilizando un pHmetro digital P6. obteniéndose un valor de 4.2, el cual está entro del rango 3.7 ± 1 reportado por A. Albert.

Índice de Madurez

Resulta de la división de los grados Brix, para la acidez expresada en porcentaje de ácido cítrico.

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

$$\text{I.M.} = 21 / 0.832$$

$$\text{I.M.} = 25.24$$

El índice de madurez es muy importante en la caracterización de las frutas.

PROCESO

De la Tabla A.3 a la A.14. se presentan los resultados obtenidos del descenso del contenido de sólidos solubles expresados como (°Brix), se puede observar que parten en todos los casos de 15 grados Brix hasta llegar a un valor más bajo que es de 0,6 grados Brix en un tiempo de 246 horas. Observándose que en los tratamientos que fermentan con la levadura (*Saccharomyces ellipsoideus*) y con una concentración de nutriente de 150 a 200 PPM el descenso de estos sólidos solubles es más rápido, que cuando esta levadura trabaja con una concentración de 250 PPM. En las muestras en las que se utiliza levadura *Saccharomyces cerevisiae*) con una concentración de 150 PPM el descenso es lento, no así cuando trabaja con concentraciones de 200 a 250 PPM.

PRODUCTO TERMINADO

Una vez realizado la rectificación y para saber si la bebida es aceptable se procedió a realizar los siguientes análisis:

Grado Alcohólico

En la Tabla A.27. se presentan los valores del grado alcohólico obtenidos según norma INEN 340 a 15°C, en la cual se utilizó un alcoholímetro Gay-Lussac observandose que el valor más alto pertenece al tratamiento A0B1C0 (*Saccharomyces ellipsoideus*, Rosada Moscatel de Curtiduría, 150 PPM de Nutriente Fosfato de Amonio) con una media de 51 °GL y el valor más bajo el tratamiento A1B0C1 (*Saccharomyces cerevisiae*, Misión, 150 PPM de Nutriente Fosfato de Amonio) con una media de 32,5 °GL.

Rendimiento

En la Tabla A.28. en la cual se reporta los valores del rendimiento expresado en porcentaje, por ejemplo para el cálculo del rendimiento del tratamiento A0B1C0.

$$\text{Rendimiento} = \text{Kg. de Pisco} * 100 / \text{Kg. de Mosto}$$

$$\text{Rendimiento} = 1,06515 \text{ Kg} * 100 / 15,90 \text{ Kg.}$$

$$\text{Rendimiento} = 6,69 \% \text{ de Pisco.}$$

De la misma manera se calcula para el resto de tratamientos.

Se tiene que el rendimiento más alto es de 6,69 % de Pisco cuando se trabaja con la levadura (*Saccharomyces ellipsoideus*, Rosada Moscatel de Curtiduría) con las tres concentraciones de nutriente, y un rendimiento medio de mínimo de 6,57 para el tratamiento A1B0C1 (*Saccharomyces cerevisiae*, Rosada Moscatel de Curtiduría, 150 PPM de Nutriente Fosfato de Amonio).

MEJOR TRATAMIENTO

Se determina como mejor tratamiento a A0B1C0 (*Saccharomyces ellipsoideus*, Rosada Moscatel de Curtiduría, 150 PPM de Nutriente Fosfato de Amonio), el cual produjo un grado alcohólico de (51°GL. promedio de dos réplicas) , reportado en la Tabla A.27.y un rendimiento de (6.69 %), que se encuentra en la tabla A.28. los cuales son los más altos comparados con los demás valores registrados para todos los tratamientos.

Grado Alcohólico

El rango de grado alcohólico obtenido en la experimentación va desde (30°GL. hasta 52°GL.), los cuales comparados con el rango de la norma INEN 340, que es de (39°GL. a 54°GL.), observamos en la Tabla A.27 que los tratamientos (A1B0C1) y (A1B0C2) con grados de (30 - 35°GL) y (35 - 37°GL.), respectivamente no cumplen con las especificaciones mínimas del Pisco. Todos los demás tratamientos cumplen con este requisito.

Análisis Cromatográfico

Para saber si el Pisco de Uva es apta para el consumo humano se procedió a realizar los siguientes análisis en sus tres etapas de destilación: (puntas, cuerpo y colas).

Puntas

En la primera etapa de la destilación Tabla A.29. se observa que el grado alcohólico (54 °GL) es igual al reportado como máximo en la norma INEN 368; la acidéz volátil (0.25), ésteres (0.22) se encuentran sobre esta; los aldehídos (0.018), alcoholes superiores (0.27) y metanol (0.019) caen dentro de de esta norma.

Los valores obtenidos en el análisis de las puntas se deben a que en este se hallan los componentes más volátiles y tóxicos considerados como no aptos para el consumo humano.

Cuerpo

En la Tabla A.30. se tiene que el grado alcohólico (52 °GL), acidéz volátil (0.08), ésteres (0.09), aldehídos (0.01), alcoholes superiores (0.09) y metanol (0.01), se encuentran dentro de los parámetros permitidos por la norma INEN 368, razón por la cual esta parte de la destilación, conocida propiamente como Pisco es considerado apto para ser consumido, luego de haber sido sometido al proceso de rectificación.

Colas

Considerada como la etapa final de la destilación en la Tabla A.31 se obtienen los siguientes resultados: grado alcohólico (7 °GL), acidéz volátil (0.012), ésteres (0.018), aldehídos (0.011), alcoholes superiores (0.013) y metanol (0.08), valores sumamente bajos debido a que ya no existe la presencia de componentes volátiles o se encuentran en cantidades mínimas.

Análisis Sensorial

Se reporta tres Tablas: La primera contiene los resultados de las pruebas sensoriales de la muestra número uno (Pisco de uva San Francisco), Tabla A.32, la segunda Tabla A.33, los resultados de las pruebas sensoriales de la muestra número dos (Pisco de uva Sello de Oro de la Industria Licorera del Valle), y la tercera Tabla A.34, contiene los resultados de las pruebas sensoriales de la muestra número tres (Pisco de uva Mejor Tratamiento).

El análisis sensorial se realizó con la ayuda de veinte catadores, los cuales utilizaron un rango de valores del uno al nueve para calificar cinco características importantes en el Pisco de uva como son el aroma, sabor, grado alcohólico y aceptabilidad.

Aroma

Se reporta en la Tabla B.1, de análisis de varianza $P = 0.05$, se observa los siguientes resultados: Existe diferencia significativa entre las tres muestras que se analizaron, los valores promedios obtenidos al analizar Tukey se tiene que el Pisco de uva mejor tratamiento tiene un promedio de 7.150 está entre “característico” y “muy característico”, Pisco San Francisco 6.450 “normal característico” y “característico” y Pisco Sello de Oro 4.950 “ligeramente perceptible” y “perceptible”.

Sabor

Se reporta en la Tabla B.2, de análisis de varianza $P = 0.05$, se observa los siguientes resultados: Existe

diferencia significativa entre las tres muestras que se analizaron, los valores promedios obtenidos al analizar Tukey se tiene que el Pisco de uva mejor tratamiento tiene un promedio de 5.25 que está entre “ni agradable, ni desagradable” y “ligeramente agradable”, Pisco San Francisco 5.850 “ni agradable, ni desagradable” y “ligeramente agradable” y Pisco Sello de Oro 6.650 “ligeramente agradable” y “agradable”.

Espíritu o Fortaleza del Alcohol

Se reporta en la Tabla B.3, de análisis de varianza $P = 0.05$, se observa los siguientes resultados: Existe diferencia significativa entre las tres muestras que se analizaron, los valores promedios obtenidos al analizar Tukey se tiene que el Pisco de uva mejor tratamiento tiene un promedio de 8.150 que está entre “muy fuerte” y “extremadamente fuerte”, Pisco San Francisco 6.750 “ligeramente fuerte” y “fuerte” y Pisco Sello de Oro 5.550 “ni fuerte, ni suave” y “ligeramente fuerte”.

Aceptabilidad

Se reporta en la Tabla B.4, de análisis de varianza $P = 0.05$, se observa los siguientes resultados: Existe diferencia significativa entre las tres muestras que se analizaron, los valores promedios obtenidos al analizar tukey se tiene que el Pisco de uva mejor tratamiento tiene un promedio de 5.150 que está entre “ni gusta, ni disgusta” y “gusta moderadamente”, Pisco San Francisco 6.0 “gusta moderadamente” y Pisco Sello de Oro 6.650 “gusta moderadamente” y “gusta”.

Análisis Estadístico

El análisis estadístico de los parámetros es necesario para saber a ciencia cierta si hay diferencias significativas entre las diferentes variables establecidas. Las mismas que determinan cual de los tratamientos tubo mejores resultados.

En un estudio de un proceso fermentativo del mosto de uva se considera como factores de interés las variedades de uva: *Misión* y *Rosada Moscatel de Curtiduría*; la levadura: *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces ellipsoideus* ; y el nutriente Fosfato de Amonio: 150 PPM, 200 PPM y 250 PPM.

Grado Alcohólico

Se reporta en la Tabla B.5, de análisis de varianza $P = 0.05$, se observa los siguientes resultados: Existe diferencia significativa entre los tres factores y sus respectivas interacciones, los valores promedios obtenidos al analizar tukey para la interacción ABC se comprueba que el Pisco de uva mejor tratamiento A0B1C0 tiene la graduación alcohólica más alta promedio de dos réplicas (51 °GL). y la graduación alcohólica más baja para el tratamiento A1B0C1 (32 °GL).

Rendimiento

Se reporta en la Tabla B.6, de análisis de varianza $P = 0.05$, se observa los siguientes resultados: Existe diferencia significativa entre el factor A (*Rosada Moscatel de Curtiduría* y *Misión*), B (*Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces ellipsoideus*), y su respectiva interacción, influyen de manera significativa para lo cual analizaremos cada uno de ellos.

En cuanto a los factores A y B, presentando un valor más alto para la combinación A0B1 (*Rosada Moscatel de Curtiduría* y *Saccharomyces ellipsoideus*).

MODELIZACION MATEMATICA

Cinética de la Fermentación:

Como ejemplo para el cálculo del mejor tratamiento A0B1C0, en el cual se determina el contenido de sólidos solubles expresados como grados Brix durante un tiempo de 246 horas con un intervalo de 6 horas Tablas (A.3 - A.14) en las cuales se reportan valores de dos réplicas. Se realizó estas mediciones previo a la aplicación del método de Modelos Cinéticos de Orden Empírico [n] .

CONCLUSIONES:

- El desarrollo del presente trabajo permitió cumplir con el objetivo general planteado, la obtención del Pisco de dos variedades de Uva (*Vitis vinífera*): *Misión* y *Rosada Moscatel de Curtiduría* empleando dos cepas de levaduras: *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces ellipsoideus*, con un alto rendimiento y calidad del producto final.
- El proceso de fermentación tiende a ordenes de reacción de 0.0 a 0.5 por poseer los coeficiente de correlación más altos que van de 0.99 a 1.00, siendo estos los términos de las ecuaciones cinéticas de

Orden Empírico [n], los más adecuados.

- Se determinaron las características físicas y químicas en la materia prima, en la cual se obtiene: °Brix 21, pH 4.2, Acidez 0.832 (% de ácido cítrico) y 0.975 (% de ácido tartárico), Índice de madurez 25.24, valores similares a los reportados en bibliografía, cumpliéndose así el segundo objetivo específico.
- Para seleccionar la variedad de uva más eficiente y adecuada se basó en el porcentaje de etanol y el rendimiento, observándose que se obtuvo muy buenos resultados con la variedad Rosada Moscatel de Curtiduría, la cual permitió obtener un mejor resultado en la fermentación y destilación.
- Para seleccionar la cepa de levadura más adecuada que permitió obtener mejores resultados durante el proceso de fermentación se basó en el porcentaje de etanol y el rendimiento, obteniéndose mejores resultados con la levadura *Saccharomyces ellipsoideus*.
- En cuanto a la influencia que ejerce la adición de nutrientes en los microorganismos para la fermentación, esta es necesaria ya que se observó que se da una excelente fermentación con la adición de 150 PPM de nutriente fosfato de amonio, cantidad suficiente para obtener un buen resultado.
- Los análisis cromatográficos en el producto terminado mejor tratamiento A0B1C0 (*Saccharomyces ellipsoideus*, Rosada Moscatel de Curtiduría, 150 PPM de nutriente), en el cual se tiene: Grado Alcohólico 52°G, Acidez Volátil 0.08, Esteres 0.09, Aldehídos 0.01, Alcoholes Superiores 0.09, y Metanol 0.01. Siendo considerado apto para el consumo humano.
- Con el propósito de caracterizar el Pisco de Uva obtenido se realizaron análisis sensoriales, cuyos valores se reportan en Tablas y se discuten en el capítulo cinco, se concluye que el producto tiene buen aroma; una alta graduación alcohólica, la cual distorsiona el sabor y por ende la aceptabilidad.
- Luego de encontrarse el mejor tratamiento para la elaboración del Pisco de Uva se realiza un balance de materiales en el cual se calcula para 5000 Kg. de materia prima y se detalla las pérdidas en cada una de las fases del proceso llegando a obtener 2250 Kg. de Pisco valor considerado como alto y aceptable, tomando en cuenta las pérdidas que se tendrían si se trabajaran con cepas, variedades y nutrientes inadecuados.
- Según el análisis económico realizado demuestra que para producir una bebida alcohólica de mosto de uva es más económico producir con los niveles (*Saccharomyces ellipsoideus*, Rosada Moscatel de Curtiduría, 150 PPM de Nutriente). Una botella de 750 cm³, con un grado alcohólico comercial de 40°GL. cuesta 6.77 U.S.D. el cual no es comparable ya que solo representa los gastos de fabricación, y el producto extranjero paga una serie de impuestos y por esta razón tiene este valor comercial de 7.10 U.S.D.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Alvarado, Juan de Dios. 1996. Principios de Ingeniería Aplicados a los Alimentos. Radio Comunicaciones. División de Artes Gráficas. Quito-Ecuador.
2. Anderson, Ansel. 1842. Enzymes and Their Role in Wheat Technologi Interscinze. NY.
3. Aquarone, Eugenne, de Almeida Lima. 1983. Alimentos y Bebidas Producidas por Fermentación. Vol. V. Editorial Edgar Blucher. Sao Paulo-Brazil.
4. Berdelle-Hilge, Philipp. 1993. Aseptic Processing of Foods. Technomic Publishing Company, Inc. Pennsylvania. U. S. A. 25-27 pp.
5. Bhatia, Bohen. 1983. Transfer Operation in Process Industries Desing and Equipment. Wesport Editorial Techmanic. Volúmen 5. 373p.
6. Bianchini, Francesco. Corbetta, Francesco. 1974. Frutos de la Tierra. Atlas de las Plantas Alimenticias. Editorial AEDOS. Barcelona-España. 160-162 pp.
7. Birch, G. G. and Lindley, M. G. 1985. Alcoholic Beverages, London. Elsavier Applied Science Publishers. 283 pp.
8. Braverman, J. B. S. 1963. Introduction to the Biochemistry of Foods. Elsavier. Amsterdam, HO. 336 pp.
9. Bunlock, John. 1991. Biotecnología Básica; Editorial ACRIBIA. España. 557 pp.
10. Carbonell, M. 1970. Tratado de Viticultura. Editorial AEDOS, Barcelona-España.
11. Carbonell Rasquin, Mateo. 1965. Aguardientes Licores y Aperitivos. Editorial Sintes, Barcelona-España. 664 pp.
12. Carbo, José. 1963. Elaboración de Champaña. Barcelona-España. 216 pp.
13. Duran Masso, Luis. Fabricación de Licores, Infusiones, Extractos y Fórmulas. Barcelona-España. 380 pp.
14. Dobislaw, Ernest. 1959. Formulario del Licorista, Métodos Industriales para la Fabricación de Bebidas Alcohólicas. Reverte. Barcelona-España. 264 pp.
15. Emile, Raymaud. 1977. Enología Práctica. Editorial Mundi-Prensa. Madrid-España. 414 pp.
16. Ferrarese, Mirko. 1983. Destilación Práctica Moderna. Editorial Edagricole. Bodognia-Italia. 293 pp.
17. Herbert, George. 1986. Elaboración Artesanal de Licores. Editorial ACRIBIA. S. A. Zaragoza-España.
18. Hiscox, G. D. ;Hopkins, A. A. 1988. Gran Enciclopedia Práctica de Recetas Industriales y Fórmulas Domésticas. Tomo 2: Gustavo Gili. México. M. X. 2de. 514 pp.
19. Lichine, Alexis. 1987. Enciclopedia de Vinos y Alcoholes de Todos los Paises. Barcelona-España.
20. Morrison, Robert. Thorton. 1992. Química Orgánica. Problemas Resueltos. Addison-Wesley. Iberoamericana. Wilmington. US. 5ed. 884 pp.
21. Perry, John. H. 1966. Manual del Ingeniero Químico. Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana. México. 863 pp.
22. Quiñoa, Emilio. Riguera, Ricardo. 1994. Cationes y Ejercicios de Química Orgánica. McGraw-Hill.

- Madrid-España. 261 pp.
23. Reventos, Pablo. 1971. El Licorista en Casa. Editorial Sintet. Barcelona-España. 112 pp.
 24. Reventos, Pablo. 1969. Destilación de Alcoholes. Segunda Edición. Editorial Sintet. Barcelona-España. 141 pp.
 25. Reventos, Pablo. 1986. Alcoholes de Melaza Destilación. Tercera Edición. Editorial Sintet. Barcelona-España.
 26. Riberau, Gayon. Jean, Peynaud, Emile.; Riberau, Gayon, Pascal, Sudraud, Pierre. 1980. Tratado de Enología Ciencias y Técnicas del Vino. Tomo I. Buenos Aires-Argentina. 617 pp.
 27. Ranken, M. 1996. Manual de Industrias de los Alimentos. Editorial ACRIBIA. S. A. España.
 28. Saltos, Anibal. 1993. Diseño Experimental. Ambato-Ecuador.
 29. Webb, F. C. 1966. Ingeniería Bioquímica. Editorial ACRIBIA. Zaragoza-España. 163-195 pp.
 30. Winkler, A. J. 1962. Viticultura. Compañía Editorial Continental, S. A. México, D. F.
 31. Wingrove, Alan, S. Caret, Robert, L. 1991. Química Orgánica. Harla. México. MX.
 32. Inen. Norma Ecuatoriana. Bebidas Alcohólicas Pisco. N°. 368.
 33. Inen. Norma Ecuatoriana. Grado Alcohólico a 15°C. N°. 340.
 34. Norma Española. 1993. Sensory Analysis Methodology. Evaluation of Food Products by Methods Using Scales. Secretaría del CTN. AENOR.Equivalente a : ISO 4121:1987. UNE. 87-020-93. DepósitoLegal: M 11 390-93.

"EFECTO DE LA UTILIZACION DE CONDENSADOS DE EVAPORACION EN LA EXTRACCION Y CALIDAD DE GELATINA PURA A PARTIR DE PIELES DE GANADO VACUNO"

Valencia T. Jorge*
Villafuerte T. Carlos*
Rommel Rivera**

RESUMEN

Este trabajo tiene por objeto principal determinar el efecto que tiene la utilización de los condensados de evaporación en la extracción y calidad de gelatina pura a partir de pieles de ganado vacuno.

Se tiene el estudio de mejoramiento continuo sobre la optimización del uso de agua y condensados del evaporador para ahorros de combustible en la planta Gelec S.A., con la finalidad de soportar técnicamente cual es el efecto sobre el rendimiento y la calidad del producto hemos trabajado sobre cinco tipos de materia prima, con procesos de encalado y acidulado normal. Realizamos cambios en el proceso de extracción; variando temperaturas del primer efecto del evaporador, y tipo de tratamiento, primero utilizamos como run-on (realimentación de agua caliente en la extracción de gelatina por la parte superior de los extractores) y luego cambiando por el uso de condensados ácidos.

Se logro alcanzar incrementos de rendimiento en todos los tipos de materia prima, también incrementos de calidad del producto final.

Lo expuesto anteriormente demuestra que si se puede usar los condensados ácidos en la fabricación de gelatina pura, mejorando el rendimiento, la calidad y con ahorros de combustible, y bactericidas.

INTRODUCCION

El Ecuador por situación geográfica cuenta con grandes recursos los cuales al ser explotados razonablemente le permitirán cubrir con holgura la necesidad de alimentos de buen valor nutricional para su población en todas las épocas del año, una de ellas es la utilización de los recursos ganaderos, en especial uno de sus derivados que son los recortes de las pieles del ganado vacuno.

Estas pieles se utilizan en la industria de curtiembre, la parte externa se aprovecha como cueros y sus derivados para la fabricación industrial de calzado y otros; y la parte interna, carnaza fresca rica en colágeno era desechada, hoy se utiliza en la industria alimenticia para la elaboración de gelatina.

La materia prima para la producción de gelatina es la carnaza fresca o recorte de los residuos que salen de las curtiembres, las mismas que principalmente se encuentran ubicadas en la provincia de Tungurahua.

También en el proceso de extracción de gelatina pura se utiliza carnaza seca de importación por cuanto los niveles de producción requeridos no abastecen con la materia prima nacional. La procedencia del material importado que llega a la planta(GELEC S.A.) son de Perú en un 35%, Korea 15%, Brasil 15%, Bolivia 10%, Guatemala 5%, Panamá 5%, Nicaragua 5%, y el 10% de carnaza fresca de procedencia local.

El requerimiento de carnaza fresca y seca para una producción de 1500 toneladas/año son de 3278 toneladas

* Egresado de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

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

de carnaza fresca y 7349 toneladas de carnaza seca convertida a base húmeda. Es decir la carnaza seca requerida por año es de 1934 toneladas.

Para el presente estudio se analizó las más importantes en volúmenes de ingreso de materia prima a planta, como: Vis-Kuljis (Bolivia), American Tradix (Perú), Koreana, Brasileña y Fresca.

La producción de gelatina es la conversión del material que contiene colágeno, la misma que purificada tiene excelentes propiedades físico-químicas tales como: poder de gelificación, carencia de color e insabora.

El proceso productivo de gelatina pura está dividida en 4 subprocesos:

1. ENCALADO.- Tratamiento alcalino con cal, sulfuro de sodio, y enzimas proteolíticas.
2. ACIDULADO.- Hidrólisis ácida con ácido sulfuroso.
3. PROCESO HUMEDO (ZONA HUMEDA).- Disolución del material, en agua caliente (licor liviano), evaporación hasta obtener un licor con una concentración de 23% de sólidos, neutralización del ácido residual, ajuste del pH, filtración y gelificación.
4. PROCESO SECO (ZONA SECA).- Deshidratación (10.5% de humedad) molido, mezclado y envasado.

El presente estudio se localiza en el **PROCESO HUMEDO**: El material acidulado es transportado a los extractores, que son tanques con aislamiento térmico en donde se drena el agua de acarreo, luego se llena con agua caliente, y se inyecta vapor hasta que la carnaza se disuelva, extrayendo licor de gelatina de baja concentración (licor liviano), este licor es concentrado en un evaporador al vacío de triple efecto (licor pesado), el mismo que es neutralizado, ajustado su pH, filtrado y gelificado.

Para conseguir una disolución casi total de la carnaza, es necesario realimentar a los extractores con agua caliente a 75°C, (Run – on).

En esta parte del proceso, proponemos reemplazar el Run-on por condensados ácidos de evaporación, analizaremos el comportamiento que tendrán sobre 5 tipos de materia prima: Vis Kuljis (Boliviana), American Tradix (Peruana), Koreana, Brasileña, y Fresca (Local); a tres diferentes temperaturas del evaporador en el primer efecto (88°C, 90°C y 92°C), sobre los parámetros: Rendimiento (%), Calidad del producto (Bloom, Rating, Viscosidad, SO₂ y Turbidez), Concentración de licor liviano (°Brix).

El agua resultante de condensados del evaporador está cargada de residual de SO₂, y conocedores que este es un magnífico bactericida estamos proponiendo su uso, en lugar de otros que son adquiridos a un alto costo.

Extracción; es la acción y efecto de extraer. Operación consistente en separar de una materia prima productos con ciertas propiedades análogas (iguales). En nuestro caso vamos a extraer de la carnaza acidulada (gelatina en bruto que contiene fibra, grasa) únicamente gelatina, separando el material fibroso y la grasa para luego desecharla.

Extractor: Es un equipo que sirve para extraer. La gelatina se obtiene a partir de la materia prima denominada colágeno y que se obtiene de la piel de ganado vacuno especialmente. El colágeno y la gelatina son proteínas; el colágeno es de alto peso molecular que va de 125000 a 250000, además tiene la propiedad de ser insoluble en el agua, en tanto que la gelatina tiene un peso molecular bajo comprendida entre 15000 a 100000 y tiene la importante propiedad de ser soluble en agua.

Tipos de proteínas:

Proteínas fibrosas. En este grupo se incluyen la fibroína de la seda, el colágeno y la queratina, todos insolubles en agua. La capa principal de la piel del ganado vacuno (corium) se halla formado principalmente por colágeno que es también la proteína principal de las estructuras básicas de los tendones y del tejido conectivo. La queratina se encuentra en el cabello, piel, crines, uñas, garras, pesuñas, cuernos y en la epidermis de la piel. La fibroína y la queratina son resistentes a una hidrólisis con agua o con fermentos. Una degradación con cal, seguida de ebullición con agua, transforma el colágeno en gelatina.

Proteínas globulares. Son de forma esférica y se caracterizan por su solubilidad en agua o en soluciones acuosas de ácidos, bases o sales. Como ejemplos pueden mencionarse la ovoalbúmina, caseína de la leche y las proteínas del plasma. Otras proteínas globulares son las glutelinas de la semilla de los cereales solubles en agua solamente en presencia de ácidos o álcalis diluidos, las prolaminas como por ejemplo la zeína del maíz,

insoluble en agua o en alcohol absoluto, pero soluble en alcohol al 80%. Las protaminas y las histonas se diferencian de otras proteínas globulares en su elevado contenido de aminoácidos básicos, las protaminas se encuentra en el esperma de peces adultos.

Coloide.- Cuerpo que se dispersa en un fluido en partículas (micelas) de tamaño comprendido entre 0,1 y 0,2 micras formando un coloide.

Entre los más importantes figuran la albúmina, la goma arábiga, la **GELATINA**, etc. Las plantas y los animales están constituidos esencialmente por coloides.

Micela.- Es el conglomerado de moléculas que constituye una de las fases coloidales, en el caso de la gelatina sería los conglomerados de moléculas de gelatina dispersos en el agua. Un coloide puede ser sol o gel.

Sol.- Es el estado de las micelas o partículas coloidales en estado disperso, ejemplo: licor de gelatina.

Gel.- Sistema coloidal de dos fases, una sólida y otra líquida, ejemplo: la gelatina.

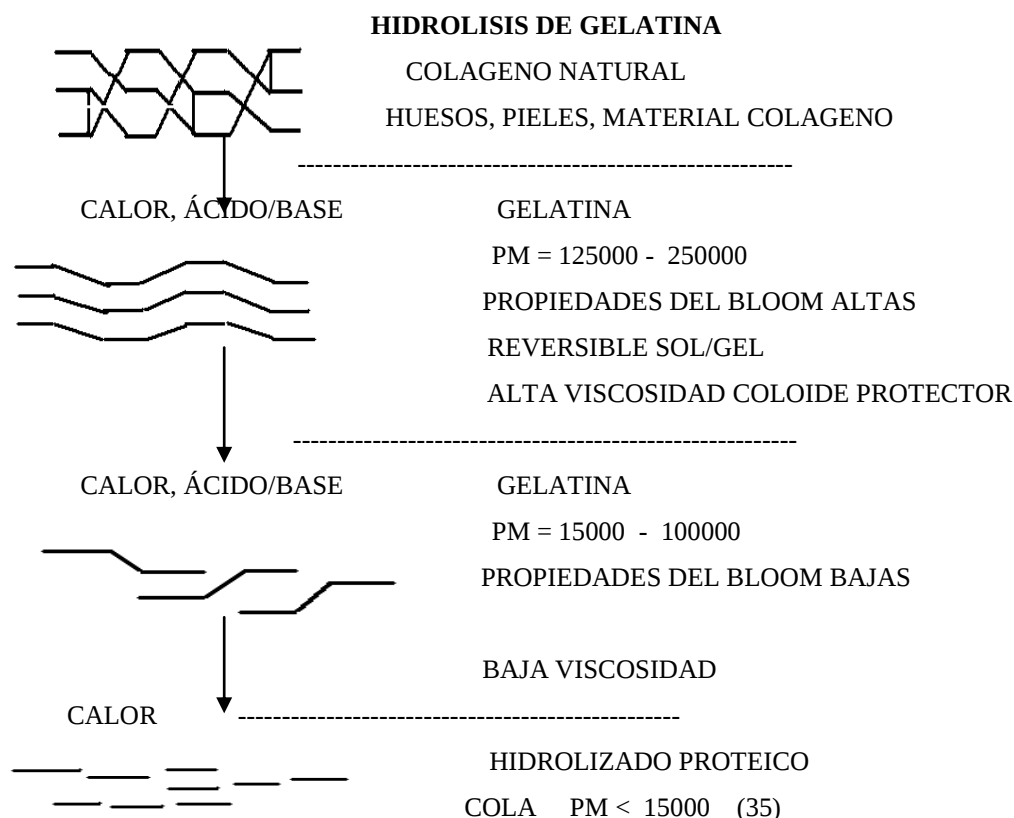
Composición Química de la gelatina

La hidrólisis completa de la gelatina por ácido, álcali, enzimas, etc. contiene 19 de los 20 aminoácidos conocidos y solo la ausencia del triptófano impide la autorización de una definición de la gelatina como alimento proteínico completo. Es necesario señalar la misma particularidad para casi todas las proteínas alimentarias tomadas por separado con carencia de uno o varios aminoácidos. Se diferencia de todas las proteínas por su fuerte contenido en dos aminoácidos cíclicos: prolina (pro) e hidroxiprolina (hipro). La hipro con 14% del peso total de composición, es prácticamente específica del colágeno, ya que sólo figura en otra proteína en un contenido más reducido (elastina 2%). Se atribuye a estos aminoácidos un papel importante en la rigidez de la estructura.

El colágeno de diversos mamíferos tiene en común una repartición casi constante en su composición química de 18 aminoácidos siempre presentes de los 20 identificados para la vida animal.

La gelatina está constituida de los siguientes elementos (22):

C: 50,5% ----H: 6,8%---- N: 17% ----O: 25,2%



OBJETIVO

Mejorar el rendimiento de la extracción y la calidad de gelatina pura, reutilizando condensados del evaporador, con diferentes materias primas y distintas temperaturas.

MATERIALES Y METODOS

Materiales y Equipos en el proceso

- Materia prima (Carnaza seca y fresca)
- Insumos (hidróxido de calcio, sulfuro de sodio, hidróxido de sodio, enzimas proteolíticas, azufre, ácido sulfuroso, ácido sulfúrico, metabisulfito de sodio, tierras filtrantes, peróxido de hidrógeno, hidróxido de amonio, teco, yodospar, ácido fosfórico, agua).
- Cortadoras de carnaza fresca y seca
- Lavadores tipo paletas (primarios y secundarios)
- Tanques de encalado y acidulado (de cemento armado y recubiertos de fibra de vidrio)
- Planta productora de ácido sulfuroso
- Extractores
- Tanques para licor liviano, pesado, ajuste químico, condensados ácidos y licor filtrado
- Evaporador al vacío de triple efecto
- Materiales usados para la reutilización de condensados (44 férulas SST 1,5"; 08 férulas SST 2"; 22 clanes SST 1.5"; 4 clanes SST 2", 1 tubo SST 1"; 4 tubos SST 1.5"; 6 válvulas SST 0.5"; 2 válvulas SST de 1"; 2 válvulas SST 1.5"; 1 bomba puma de 1.5 HP; 1 contactor de 2.0 AMP, y 1 relee térmico de 4 a 6 AMP)
- Filtros
- Bombas dosificadoras de amoniaco líquido
- Bombas votator
- Compresores de amoniaco
- Cilindros votator
- Secadores
- Crunchadores
- Molinos de martillos
- Tamizadores
- Balanzas

Materiales y Equipos en el Laboratorio:

- Baños maría de 45 y 60 °C
- Baño refrigerante de 10°C
- Penetrómetro
- Analizador de textura
- Viscosímetro
- Potenciómetro
- Balanza analítica
- Analizador de humedad
- Mufla
- Equipo de destilación para determinación de residual de SO₂
- Refractómetro
- Turbidímetro
- Jarras Bloom y Rating
- Agitadores magnéticos
- Termómetros
- Crisoles de porcelana
- Cocineta a gas
- Calderín (generador de vapor)
- Cronómetros
- Temporizadores

- Tamizador
- Autoclave
- Estufas
- Incubadora
- Cajas de petri
- Tubos de ensayo con tapa rosca
- Campanas durhann
- Balones de vidrio
- Mechero bunsen
- Contador de colonias
- Vasos de precipitación de 250 ml, 500 ml, 1000 ml
- Pipetas volumétricas y serológicas
- Balones aforados
- Reactivos para análisis
- Medios de cultivo
- Agua destilada

Proceso de encalado

Recepción de materia prima

Corte

Primer lavado

Encalado

Segundo lavado

Proceso de acidulado

Proceso de extracción (húmedo)

Evaporación

Ajuste Químico

Filtración

Gelificación

Proceso de secado y envasado

Secado

Molido

Tamizado

Mezclado

Envasado

En el diagrama 1 se presenta el proceso de producción de gelatina pura utilizando condensados ácidos efecto de la evaporación

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Resultados

Al ejecutar las acciones planteadas los resultados obtenidos y verificados son los siguientes:

Se trabajó con 5 tipos de materia prima, cuando se trata de carnaza seca se pesan 1985 kilos y en el caso de la carnaza fresca 7000 kilos, para el caso de la carnaza seca se transforma a base húmeda mediante el estudio estadístico del factor 3,8 para el cual se realizó un seguimiento a proveedores de materia prima fresca local tomando muestras y determinamos humedad este valor multiplicamos por el peso inicial recibido en planta; obtenemos el peso por humedad, se calcula el peso final utilizando la siguiente fórmula: $(100 - \%H) * \text{peso inicial} / \text{sólidos totales de carnaza seca}$ que es un valor constante determinado igual a 82.3 % finalmente calculamos el factor 3.8 que es igual a $\text{peso inicial} / \text{peso final}$, para comprobarse se realizó cálculos de promedio ponderado.

Se determinó en el proceso de extracción para cada tipo de materia prima tratada, la concentración de la gelatina ($^{\circ}\text{Brix}$), la cantidad de gelatina obtenida de cada tratamiento.

Con los datos obtenidos de cantidad de gelatina y la cantidad de materia prima se determina el rendimiento porcentual. También se realizó en el laboratorio los análisis para determinar la calidad del producto terminado bloom, rating, viscosidad, residual de SO₂, turbidez, y conteo total de bacterias (UFC), de cada tratamiento en estudio en la tabla #1 se presenta los promedios antes y después del tratamiento.

Discusiones

Para el análisis de los resultados, se focalizan varios aspectos referentes a: rendimiento, calidad bloom y concentración de licor liviano.

Es así como se elaboró gráficos de barras referentes a rendimiento, calidad del producto final bloom y concentración de licor liviano, para los tratamientos según diseño experimental, analizamos estos por ser los parámetros más importantes dentro del proceso de reutilización de los condensados ácidos de evaporación en la extracción y calidad de gelatina, según graficos # 1, 2 y 3.

Se presentan también un resumen general de los promedios de rendimiento, bloom, con el promedio del análisis de varianzas que nos servirá para sacar las conclusiones respectivas según tabla # 2.

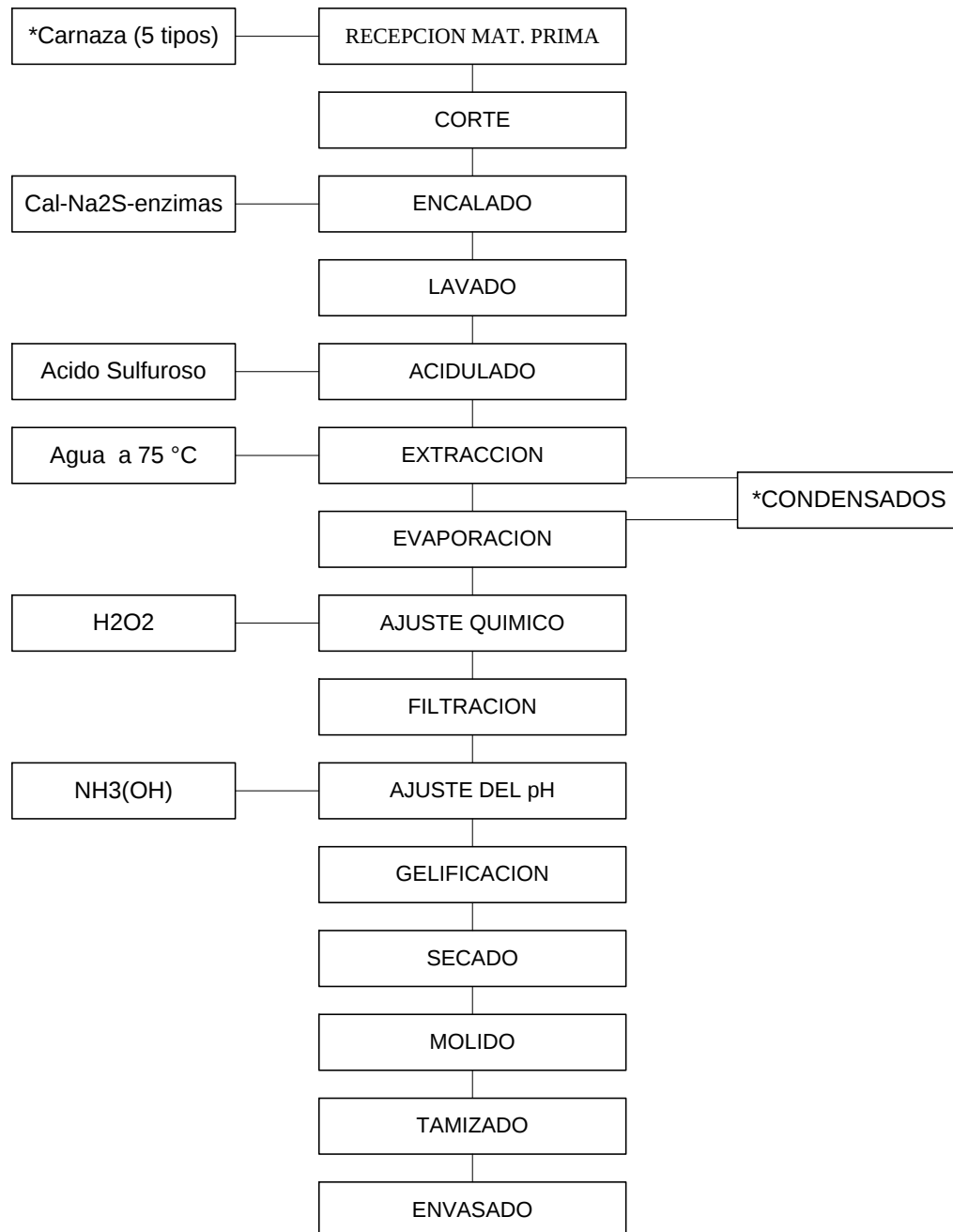
Según las tablas y gráficos se demuestra que al reutilizar los condensados ácidos efecto de la evaporación se mejoró el rendimiento y la calidad de la gelatina.

Podemos decir claramente que se obtuvieron mejoras en todos los tratamientos en estudio, es decir que existe incrementos en todos los parámetros al utilizar los condensados ácidos efecto de la evaporación en la extracción de gelatina pura a partir de pieles de ganado vacuno

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Cuadernos Técnicos y folletos GELEC S.A. 1997.
2. Adeboke, G. y Babalola A. Characteritics of micro-organisms of importance in the fermentation of fufu and ogi-two Nigerian foods. Journal of Applied Bacteriology. 1988. 65:449-453.
3. Akobundu, E. y Hoskopins, F. Protein losses in traditional Agidi paste production. Journal of Food Science. 1982. 47 (5): 1728-1729.
4. Bourgeis, C.M.Lee, Roux, P.. "Proteínas Animales;Extractos concentrados y Aislados en la Alimentación Humana", Trad.Augustin López Mungia, México, Editorial El Manual Moderno, 1986,pp.215 - 243.
5. Bravo, G.A. La técnica del cuero a través del tiempo, Badische Anilin, Sodafabrik A.G. pp. 5.
6. Cobo, J., Investigación y desarrollo de Tecnología de gelatina para postres, Tesis de Grado. F.C.I.AL., 1985, pp. 2 - 28.
7. Hill, McGRAW, Operaciones de Plantas Industriales: Preguntas y Respuestas, Vol. 1, Segunda Ed. Interamericana. 1989.: 28-201-233.
8. Himmelblau, M. David.,Principios y Cálculos Básicos de la Ingenieria, Edt. Continental S.A.1970. 76-82-96-117-266-315-379-420
9. Kirk, R.E., Othmer.D.F. Enciclopedia de Tecnología Química, Fibras y Grasas, Primera Edición en Especial.,Mexico. Unión Tipográfica, Editorial Hispano americana. 1975,pp. 799 - 807.
10. Nippi Gelatin Industries, Ltd, Copyright. Last Updated (Webmaster@ngi.co.jp): 1999 /01/26. 1997 - 1999
11. INDEX 1, 2, 3 -1, 3 - 2, 3 - 3, 3 - 4, 4, 5, 6, 7.
12. Perry, John. H. pHD., Manual del ingeniero Químico, Trad Santiago Alonso, Unión Tipográfica, Ed Hispano América, Mexico, Reimpresión 1966.
13. Roos, Y. and, Kard, M. 1991. Applying state diagrams to food processing an development. Food Technology. 1991. 45(12): 66-71. 107.
14. Treyball, R. Operaciones de Transferencia de Masa. México. 815 pág. Fernández Alberto G. Calidad Total. 1992. 12-98
15. Vallejo, José Francisco, Curtido de Cueros, Ed. HOBBY, Buenos aires Argentina, 1980. pp. 9 - 12 - 13.
16. Ward, A. G. y Courts A., The Science and Technology of Gelatin, Ed. Board, Great Britain, 1977, pp.1-27.
17. Koch, Membranas System Inc. Romicon. Abcor. Folletos Técnicos de Filtración. 1995, pp. 5 - 6.

Diagrama de flujo utilizando condensados de evaporación



DESECACION DE HOJUELAS DE MANZANA VARIEDAD EMILIA

Marco Chamorro*
César Vásconez**

RESUMEN

El efecto de antioxidantes combinados fue investigado en una operación de secado de manzana variedad emilia. Comprende condiciones de secado tales como temperatura de secado, espesor de rodaja y tipos de antioxidantes, solución antioxidante 1 (ácido ascórbico 0.5% y ácido cítrico 0.5%), solución antioxidante 2 (ácido cítrico 0.5% y metabisulfito de sodio 0.25%) y tratamiento control respectivamente.

Como parámetros de control se analizan °brix, azúcares reductores; en el caso de las soluciones antioxidantes, se evalúan en base a una cinética enzimática, también se realizan análisis físico-químicos, sensoriales a fin de establecer el mejor tratamiento, incluye un breve estudio económico a fin de establecer la factibilidad del estudio. En este trabajo se propone llegar a una humedad crítica aproximada del 8% al 12% lo cual comunicaría crujencia a la hojuela.

INTRODUCCION

La manzana es una fruta de gran consumo mundial en estado fresco, por su valor alimenticio, cualidades dietéticas y su grato sabor. Dentro de los componentes de esta encontramos en primer término los azúcares en forma de glucosa y levulosa altamente asimilables y que constituyen un elemento energético de primer orden. Sin embargo el producto procesado se consideraba en un inicio como una industria de segundo orden, en la que se utilizaba toda la fruta de descarte, lo que motivo a los consumidores a rechazar el producto.

Pero si la manzana es sometida a la misma prolijidad en el proceso que otras frutas, puede procesarse perfectamente bien. Los principales centros de producción están constituidos por las provincias de Tungurahua, Chimborazo, Cañar, que en superficie cultivada constituye el 11% y en producción de manzana al consumo en fresco. En razón de que la producción es estacionaria correspondiente a los 4 meses del año (Febrero, Marzo, Abril, Mayo) y que para el fin del mes de Junio, estas, están alteradas, se hace necesario procurar los medios adecuados para mantener la fruta apta para el consumo por un tiempo lo más prolongado posible a través de métodos de conservación.

La desecación de manzana a más de ofrecer esta alternativa apoya al sector agrícola a través del valor agregado que ganaría mediante la industrialización. Este es el objetivo que persigue el presente trabajo que a la vez significa un aporte al desarrollo agroindustrial futuro del País.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Cuchillos, rebanadora manual, balanza plato digital mettler capacidad 150+-0.0001gr, cronómetro citizen, termómetro (-10° C a 110°C), higrómetro AcarDc mod 8066, mufla thermolyne type 1500 furnace (0 a 1200 °C), microkjeldahl pyrex, estufa memmert type U40 (25 a 220) °C, refractómetro scientific instruments (0 a 30 °C), túnel de secado.

Reactivos

Acido ascórbico, ácido cítrico, metabisulfito de sodio, agar para recuento total (PCA), reactivos para análisis proximal, hidróxido de sodio, fenolftaleína.

* Egresado de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

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

Método

Se trabajó con manzanas pintonas provenientes del cantón Cevallos cuyos parámetros se establecieron en base a sólidos solubles (9 a 12)°Brix (tomando como referencia Saltos H., 1973), análisis colorimétrico, zonas 50% verde y 50 % amarillo aproximadamente.

Una vez determinada la madurez requerida se procedió a lavar el producto con agua corriente con el fin de eliminar suciedades, restos de fungicidas, etc.

Utilizando cuchillos se eliminó corteza y semillas para el grosor de la hojuela se utilizó un rallador con que se logró graduar el espesor a 1 mm y 2 mm

Inmediatamente fueron sometidos al tratamiento antioxidante por 10 segundos aproximadamente con:

SO1: ácido cítrico (0.5%) – ácido ascórbico (0.5%)

SO2: ácido cítrico (0.5%) – metabisulfito de sodio (0.5%)

SO3: agua destilada (testigo)

Después fueron colocadas sobre bandejas del secador, cuidando de cubrir toda la superficie de aquellas en una sola capa; se incluyen las rodajas control.

Las rodajas ingresaron con un % de humedad del 85%; luego fueron sometidas a la acción del secador de tunel que utiliza resistencias eléctricas a 50°C y 55°C por un tiempo entre 4 a 5 horas hasta llegar a una consistencia crujiente de la hojuela cuyo % de humedad fluctúa entre 8% al 12%

El empaque se realizó en fundas de polimetil celulosa laminado (polietileno tipo celofan)

El almacenamiento se realizó en un lugar fresco y seco a temperatura ambiente.

Análisis Próximo

Se realizaron los siguientes análisis físico-químicos antes del proceso antioxidante y deshidratación.

Porcentaje de humedad.- Se utilizó balanza para humedad marca mettler capacidad 150 +- 0.0001 gr.

Porcentaje de sólidos solubles.-Mediante utilización de refractómetro (0- 30)° a 20 °C.

Azúcares reductores.- Utilizando el método de Lantrona. (David T. Plumer et. Al, London –1986)

Luego de la deshidratación y en cada tratamiento se determinó:

Azúcares reductores.- Utilizando el método de Lantrona. (David T. Plumer et. Al, London –1986)

Humedad.- Utilizando balanza para humedad marca mettler.

° Brix.- Utilizando refractómetro (0 – 30)° Brix.

Pruebas organolépticas.- Las hojuelas obtenidas después de cada tratamiento fueron evaluadas utilizando una escala hedónica de cinco puntos y son : color, sabor, acidez, crujencia y aceptabilidad.

Diseño experimental

Se aplicaron tanto para el secado como para la evaluación del antioxidante un diseño factorial Ax B x C ensayándose 12 tratamientos con dos replicaciones cada uno. Se indica a continuación:

Evaluación Antioxidante

FACTORES

NIVELES

A: Solución Antioxidante	ao : ácido ascórbico (0.5%) + ácido cítrico (0.5%)	(SO1)
	a1 : ácido ascórbico (0.5%) + metabisulfito de sodio (0.25%)	(SO2)
	a2 : agua destilada (testigo)	(SO3)
B: Temperatura	bo : 20 °C (se considera ambiente)	
	b1: 50 °C	

C: Tiempo

b2: 55 °C
co: 0 horas
c1: 0.5 horas
c2: 1.5 horas
c3: 2 horas
c4: 4 horas

Deshidratación de la manzana

FACTORES

NIVELES

A : Espesor de película

ao : 1 mm

a1: 2 mm

B : Solución antioxidante

bo: S01

b1: S02

b2: S03

C: Temperatura de secado

Co: 50°C

C1: 55°C

Estudio economico

En el análisis económico realizado se contempla el uso de equipos importados y de fabricación nacional y permite establecer un punto de equilibrio de 30.40% y una rentabilidad financiera de 121.12%; además establece un período de recuperación de la inversión de 13.63 meses.

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis físico-químicos y microbiológicos

Los resultados de caracterización de la materia prima y producto terminado se encuentran tabulados en la tabla A1 estableciéndose un estándar de madurez en base a °brix (9 – 12) y colorimetría (media madurez) adecuado para el objetivo propuesto: así mismo los datos del análisis físico-químico del producto final y del almacenamiento se reportan en las tablas A2, A3, A4, A5, notándose de ellos que sus propiedades físico-químicas no se ven alteradas sino en la humedad en cuanto a °brix y azúcares reductores su incremento es obvio debido a la eliminación de agua.

Luego en base a la respectiva evaluación estadística se establece un mayor contenido de azúcares reductores en los siguientes tratamientos:

-aoboco (1 mm de espesor de película, usando como antioxidante 0.5% ácido ascórbico y 0.5% ácido cítrico y cítrico y 50 °C de temperatura de secado)

-a1boco (2mm de espesor de película, usando como antioxidantes 0.5% ácido ascórbico y 0.5% ácido cítrico y 50°C de temperatura de secado)

La carga microbiológica fue evaluada en base a conteo total, de ello se detecta incremento de la misma debido entre otras causas a condiciones de trabajo, durante el almacenamiento (1 mes) no se nota mayor incremento debido entre otras causas a que el empaque es tipo polietileno.

Evaluación del antioxidante

Zumo de manzana variedad emilia de producción local fue utilizado para realizar las experiencias inmediatamente y así evitar la acción del aire. Se apreció la actividad de las enzimas; las sustancias naturales que probablemente son las causantes de la reacción, se comprobó la acción del calor y sustancias inhibitoras como el ácido cítrico, ácido ascórbico y metabisulfito de sodio que actúan como controladores eficaces.

Con los datos primeramente se procedió a graficar en escala normal el % de absorvancia contra el tiempo (seg.) para obtener la constante de velocidad que graficadas contra el inverso de la temperatura se obtiene el valor de energía de activación.

Como en cualquier reacción química la velocidad de una reacción catalizada enzimáticamente aumenta con la temperatura. No obstante por encima de la temperatura crítica y esta varía de unas a otras (caso de PPO mayor a 50 °C, Joslyn y Pointing 1948) la velocidad comienza a disminuir, notándose este comportamiento en ensayos a 50°C y 55°C, cuya relación de datos al igual que a 20°C se ajusta a una cinética de primer orden.

Según Joslyn y Pointing (1948) el pH de máxima estabilidad térmica de la PPO en manzana es de 6.2 y la temperatura óptima es de 43°C (109.4°F), el pH de las soluciones utilizadas SO1, SO2, SO3 son 2.6, 3.2, 6.7 respectivamente. De esto los valores de E_a requerida para ambos casos (27.882 kJ / gr mol y 28.064 kJ /gr mol respectivamente) son similares con ligera ventaja para SO2. En el caso del tratamiento control sucede lo contrario (2.574 kJ /gr mol) puesto que existe mayor acción enzimática debido al efecto de la temperatura y el alto valor del pH (cercano al óptimo) y obviamente a la ausencia de inhibidores enzimáticos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se obtuvo hojuelas de manzana mediante la aplicación de tecnología de secado adecuada.
- Se obtuvo mayor contenido de azúcares reductores para los tratamientos aoboc (1mm de espesor de película, 0.5% de ácido ascórbico + 0.5% de ácido cítrico y 50°C de temperatura de secado) y a1boc (2 mm de espesor de película, 0.5% de ácido ascórbico + 0.5% ácido cítrico y 50°C).
- En cuanto a velocidad de secado se obtienen mejores resultados para el tratamiento aob1c1; pero vale la pena mencionar que el factor determinante es el espesor de película, es decir que tanto el tratamiento antioxidante como la temperatura de secado son factores que varían ligeramente con la velocidad de secado de acuerdo al estudio realizado.
- El valor de difusividad en el período decreciente 1 es más alto para los tratamientos a1b2c1 (2 mm de espesor, sin pretratamiento antioxidante y 55°C temperatura de secado) y aob2c1 (1 mm de espesor, sin pretratamiento antioxidante y 55°C), lo que se justifica porque a medida que transcurre el secado, en la hojuela de mayor espesor se forma una costra que impide la difusividad del agua contenida en el centro de la misma, a diferencia de la de menor espesor en donde la costra se forma al final del proceso, cuando el agua ha sido removida casi totalmente.
- De acuerdo a los valores de E_a se establecen valores similares para las dos soluciones antioxidantes pero se preferirá la formada por ácido cítrico + ácido ascórbico ya que a diferencia de la otra puede presentar precursores cancerígenos que se originarían en el metabisulfito de sodio.
- Al evaluar el producto sensorialmente se establece que el que presenta características más aceptables es el tratamiento aoboc1 (1mm, ácido cítrico (0.5%) + ácido ascórbico 0.5%), 55°C) que según el criterio de los catadores se establece como nivel 2 “ ligeramente fuerte”.
- De lo establecido por el estudio económico y determinadas las mejores condiciones tecnológicas la elaboración de hojuelas de manzana puede considerarse una alternativa que permita aprovechar la producción de la zona.
- La solución antioxidante formada por ácido cítrico y ácido ascórbico evita el pardeamiento y restringe el uso de precursores cancerígenos, en este caso, representado por el metabisulfito de sodio.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Alvarado, J., Principios de Ingeniería Aplicados a los Alimentos. Ed. Radio Comunicaciones, División de Artes Gráficas. Quito Ecuador, 1996. Pp. 486 –487-488
2. Brown, G., Operaciones Básicas de Ingeniería Química. Editorial Marin. España. Pp. 592-593-594
3. Caneda, R., Cinética Química, monografía # 18, serie química. Secretaría General de la OEA. Washington D.C. 1978. Pp.35-36
4. Chirife, G., Principios de la Deshidratación de Frutas, serie de cuadernos técnicos. UTA-Ambato 1985. Pp.70-913-932
5. Desroisier, N., Conservación de Alimentos. Compañía Editorial Continental S.A. México. Pp. 59-71
6. Gomez, C. y Garzón, L., Diseño y Construcción de un Secador de Cabina para Frutas y Hortalizas. UTA-Ambato 1986. Pp.14-15-24
7. Kneule, F., El Secado. Editorial Urmo. Bilbao 1966. Pp. 32
8. Lerner, M., Bromatología de los Alimentos. Editorial Reverté. Buenos Aires 1982. Pp. 145
9. Longdon, t., Preventing of Browning in Fresh Prepared Potatoes Without the Use of Sulfiting Agents. J. Food Sci. Mayo 1986. Pp.64-65-66
10. Meyer, M. y Pultrinleri, G., Elaboración de Frutas y Hortalizas. Editorial Trillas. México D.F. 1993. Pp. 25-27-30
11. Ministerio de Previsión Social y Sanidad, Instituto Nacional de Nutrición. Tabla de Composición de los Alimentos Ecuatorianos. Ecuador 1965
12. Monsalve, A., et al, Inhibition of Enzymatic Browning in Apple Products by 4-hexiresorcinol. Food Technology, Abril 1995. Pp. 110-112-113
13. Multon, J., Aditivos y Auxiliares de Fabricación en las Industrias Alimentarias. Editorial Acribia S.A. España 1982. Pp. 142-203-491
14. Ocon, T., Problemas de Ingeniería Química. Editorial Aguilar. Madrid 1980.Pp. 241-479
15. Parra, A y Hernandez, E., Fisiología Postcosecha de Frutas y Hortalizas. Editorial Unidad de Publicaciones, Universidad Nacional de Bogotá, Facultad de Ingeniería 1997. Pp. 12
16. Saltos, A., Estudio Sobre Refrigeración de Manzanas y Anteproyecto Industrial para la Instalación de un Frigorífico en la Provincia de Tungurahua. UTA-FCIAL. Ambato 1973. Pp. 4-5
17. Smith, M., Operaciones Básicas de la Ingeniería Química. Editorial Reverté S.A. Barcelona, 1973. Pp. 991-992
18. Toledo, R., Fundamentos de la Ingeniería de Procesos, Capítulo “Deshidratación”, serie, cuadernos técnicos de tecnología de alimentos. UTA, Ambato 1985. Pp.
19. Vian Ocon A., Elementos de Ingeniería Química. Editorial Aguilar. Madrid España 1979. Pp. 479
20. Saltos, A., Estudio Sobre Refrigeración de Manzanas y Anteproyecto Industrial para la Instalación de un Frigorífico en la Provincia de Tungurahua. UTA-FCIAL. Ambato 1973. Pp. 12
21. Kneule, F., El Secado. Editorial Urmo. Bilbao 1966. Pp. 203
22. Kneule, F., El Secado. Editorial Urmo. Bilbao 1966. Pp. 491

23. Caneda, R., Cinética Química, monografía # 18, serie química. Secretaría General de la OEA. Washington D.C. 1978. Pp 36
24. Brown, G., Operaciones Básicas de Ingeniería Química. Editorial Marin. España. Pp. 593
25. Multon, J., Aditivos y Auxiliares de Fabricación en las Industrias Alimentarias. Editorial Acribia S.A. España 1982. Pp. 594
26. Ocon, T., Problemas de Ingeniería Química. Editorial Aguilar. Madrid 1980 Pp. 484-485
27. Smith, M., Operaciones Básicas de la Ingeniería Química. Editorial Reverté S.A. Barcelona, 1973. Pp. 990
28. Brown, G., Operaciones Básicas de Ingeniería Química. Editorial Marin. España. Pp. 490-491
29. Chirife, G., Principios de la Deshidratación de Frutas, serie de cuadernos técnicos. UTA-Ambato 1985 Pp. 483

TABLA A 1: Composicion fisico-quimica de manzana variedad emilia antes (M1) y después (M2) del secado

	M1	M2
	(%)	(%)
Agua	87,0	10
Cenizas	0,3	0,31
Azucares Reductores	5,3	30,21
Acidez (% acd. malico)	0,68	0,62
Proteina	0,3	1,55
° Brix	10	20
Fibra	1,0	5,19

FUENTE : El autor

TABLA A 2: Evaluación almacenamiento de manzana variedad emilia en base a pH, Acidez y ° Brix

Tiempo	pH	Acidez	° Brix
(Dias)		(%)	
0	3,45	0,70	10
7	3,5	0,70	10
15	3,58	0,68	10
21	3,6	0,65	10
30	3,65	0,64	11

FUENTE : El autor

TABLA A 3 : Analisis microbiológico de hojuelas de manzana después del secado y al cabo de un mes de almacenamiento
(Mejor tratamiento)

RECuento TOTAL	
ufc / g	
M1	M2
1,40E+05	1,90E+05

M1 : Hojuelas de manzana sin almacenar

M2 : Hojuelas de manzana almacenada un mes

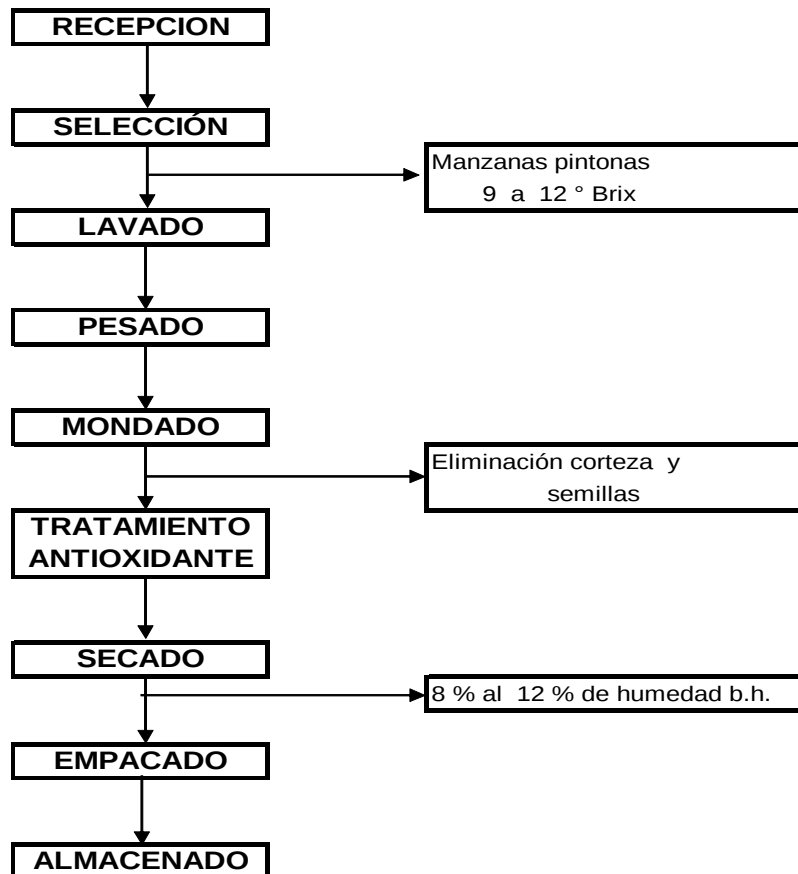
TABLA A 4: Valores experimentales de Humedad, °Brix y Azucares reductores para los diferentes tratamientos **antes** del secado

TRATAMIENTOS	HUMEDAD (%)			° BRIX			AZUCARES REDUCTORES (%)		
	R1	R2	R	R1	R2	R	R1 (%)	R2 (%)	R (%)
AoBoCo	87,4	86,0	86,7	9,0	9,0	9,00	5,1	5,3	5,2
AoBoC1	85,4	86,6	86,0	10,0	10,5	10,25	5,7	5,9	5,8
AoB1Co	85,0	88,8	86,9	9,0	11,0	10,00	5,8	5,8	5,8
AoB1Co	89,0	85,0	87,0	10,5	10,0	10,25	6,3	5,9	6,1
AoB2Co	89,7	84,3	87,0	9,5	9,0	9,25	5,5	5,3	5,4
AoB2C1	85,6	86,0	85,8	9,0	8,5	8,75	5,1	5,2	5,15
A1BoCo	87,5	86,5	87,0	9,0	8,5	8,75	5,2	5,4	5,3
A1BoC1	87,5	87,2	87,4	8,5	10,0	9,25	5,7	5,3	5,5
A1B1Co	87,8	85,5	86,7	10,0	8,0	9,00	5,3	5,5	5,4
A1B1C1	89,6	85,0	87,3	10,0	8,0	9,00	5,4	5,6	5,5
A1B2Co	87,2	87,8	87,5	8,5	9,0	8,75	5,3	5,1	5,2
A1B2C1	88,0	86,0	87,0	9,0	9,5	9,25	5,5	5,7	5,6

TABLA A 5: Valores experimentales de Humedad, °Brix y Azucares reductores para los diferentes tratamientos **despues** del secado

TRATAMIENTOS	HUMEDAD (%)			° BRIX			AZUCARES REDUCTORES (%)		
	R1	R2	R	R1	R2	R	R1	R2	R
AoBoCo	12,0	12,0	12,0	19,5	20,0	19,8	27,5	32,3	29,9
AoBoC1	10,5	10,5	10,5	20,0	20,0	20,0	28,1	24,5	26,3
AoB1Co	11,5	13,5	12,5	18,0	19,0	18,5	31,7	31,5	31,6
AoB1Co	15,5	9,5	12,5	26,0	21,0	23,5	27,5	26,3	26,9
AoB2Co	15,0	10,0	12,5	20,0	21,0	20,5	29,5	31,0	30,3
AoB2C1	12,0	13,0	12,5	20,0	21,0	20,5	29,8	29,1	29,5
A1BoCo	10,0	10,0	10,0	19,0	20,0	19,5	33,1	35,0	34,1
A1BoC1	10,5	10,5	10,5	23,0	28,0	25,5	37,1	38,3	37,7
A1B1Co	11,0	9,0	10,0	19,0	18,5	18,8	29,9	28,7	29,3
A1B1C1	12,0	11,0	11,5	21,0	20,0	20,5	23,4	25,9	24,7
A1B2Co	10,5	10,5	10,5	18,0	17,0	17,5	28,8	30,1	29,5
A1B2C1	10,0	9,0	9,5	16,0	20,0	18,0	25,9	25,9	25,9

DIAGRAMA DE FLUJO



USO DE PROPIEDADES FÍSICAS: GRAVEDAD ESPECÍFICA, VISCOSIDAD E ÍNDICE DE REFRACCIÓN PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE PROTEÍNA Y GRASA EN LECHE CRUDA FRESCA DE VACA, ENTERA Y DESCREMADA, Y CONSTRUCCIÓN DE UN HIDRÓMETRO

Alexandra Almeida C.*

Alfonso Fierro A.*

Juan de Dios Alvarado**

RESUMEN

El estudio de las propiedades físicas (gravedad específica, viscosidad e índice de refracción) para determinar el contenido de proteína y grasa, en leche entera y descremada se lo ha realizado con el fin de:

Presentar una mejor alternativa y facilitar el control de calidad en leche fresca de vaca, entera y descremada; crear bases y proyecciones para futuras investigaciones y presentar al industrial dedicado a quesería un método tendiente a valorar la leche por su contenido proteico y por lo tanto mejorar el rendimiento en quesos.

Se trabajó con muestras de leche entera y descremada de 10 proveedores una vez por mes y por duplicado a 15 y 40°C en las que se determinaron: grasa según Norma INEN 12 (1973), proteína según Norma INEN 16 (1983) y sólidos totales según Norma INEN (1982). Posteriormente a los dos tipos de leche se adiciona porcentajes establecidos de agua (0, 5, 10, 15 y 20%) y de lactosa (0, 1, 2, 3, y 4%) y se procede a determinar gravedad específica mediante un hidrómetro, índice de refracción con el refractómetro Abbe y viscosidad utilizando el método de la pipeta (Milk Industry Foundation, 1959) y el método del viscosímetro de Ostwald.

Algunas de las ecuaciones desarrolladas sirven para determinar el porcentaje de proteína y grasa en leche entera y descremada con las propiedades físicas antes mencionadas.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la composición de la leche tiene importancia en la fabricación de productos derivados, debido a su fuerte influencia en el rendimiento que de estos se obtengan. (CENDES, 1981). Por ejemplo la selección de leche para quesería debe realizarse con interés para cuyo efecto deben considerarse los siguiente factores:

- Naturaleza físico química normal
- Alto contenido de proteína coagulable
- Escaso contenido germinal
- No contener sustancias inhibitoras (German, 1987)

Conocer el comportamiento físico de los alimentos mediante el estudio de sus propiedades físicas, no solo presenta un interés intrínseco, puramente teórico, sino que en él aparecen también una componente aplicada práctica, derivada del hecho de que son estas propiedades las que, en definitiva, van a gobernar de una u otra forma los procesos tecnológicos a los que se someten los alimentos para su acondicionamiento o transformación. Estas propiedades sirven como índices de control de calidad y en muchos casos orientan criterios con relación a la composición química y a los rendimientos que se esperarán, al conocer las propiedades físicas de la materia prima. (Fernández, 1982).

* Egresado de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

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

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Materia prima

Leche

Material de laboratorio

Probetas, vasos de precipitación, agitadores, pipetas, pipeta volumétrica de 100 ml, piceta, cápsulas, termómetros, matraces, bureta, papel filtro, embudos.

Reactivos

Ácido sulfúrico concentrado, alcohol amílico, agua destilada, hidróxido de sodio, tiosulfato de sodio, sulfato de potasio, sulfato cúprico, óxido mercúrico, rojo de metilo, lactosa.

Equipo

Equipo de laboratorio

- Balanza analítica, sensible al 0,1 mg
- Viscosímetro de Ostwald
- Butirómetro Gerber, para leche entera y descremada.
- Centrífuga, con velocidad de 1100 +/- 100 r/min.
- Aparato de Kjeldahl, para digestión y destilación
- Estufa, con regulación de temperatura, ajustada a 103° +/- 2°C.
- Desecador, con cloruro de calcio anhidro u otro deshidratador adecuado.
- Mufla, con regulador de temperatura ajustado a 530° +/- 20°C
- Cronómetro, Micronta Cat. No. 63 – 5012, LCD electronic stopwatch.
- Baño María
- Refractómetro Abbe
- Hidrómetro CFS, hecho en Alemania

Cálculo y diseño del hidrómetro

Cálculo para la construcción de un hidrómetro con precisión de una décima

Para construir un lactodensímetro que mida la gravedad específica de leche, se dispone de un cilindro cuyo volumen es 252,9 cm³ al cual va adaptado un capilar delgado de 0,6 cm de diámetro para ubicar la escala. Todo el conjunto pesa 140,5 g.

* Cálculo del tamaño de la escala.

a). Si se sumerge el hidrómetro en agua.

$$W_{\text{perd}} + W_{\text{Hid}} = PE_a + V_a \quad (1)$$

b). Si se sumerge el hidrómetro en otro líquido cuya gravedad específica sea 1,0001, o sea mayor en 0,0001 que la del agua.

$$W_{\text{perd}} + W_{\text{Hid}} = PE_{\text{liq}} + V_{\text{liq}} \quad (2)$$

Si dividimos la ecuación (2) en la (1)

$$1 = GE_{\text{liq}} (V_{\text{liq}} / V_a) \\ GE_{\text{liq}} = (V_a / V_{\text{liq}}) = (V_{\text{cil}} + \pi R^2 L) / (V_{\text{cil}} + \pi R^2 (L - x)) \quad (3)$$

Siendo x la altura por debajo de L hasta donde se sumerge el lactodensímetro en el líquido.

Si despejamos x de la ecuación (3) tenemos:

$$x = ((V_{\text{cil}} + \pi R^2 L) / (\pi R^2)) (1 - (1 / GE_{\text{liq}})) \\ x = (252,9 \text{ cm}^3 + \pi (0,3 \text{ cm})^2 L) / (\pi (0,3 \text{ cm})^2) (1 - (1 / 1,0001)) \\ x = 0,0895 \text{ cm}$$

$$x = 0,9 \text{ mm}$$

Para medir gravedad específica entre 1,010 y 1,047 con 10 divisiones cada uno serían necesarios 33,3 cm de largo del capilar.

Peso = Empuje

$$\begin{aligned} W &= F' \\ W_{\text{perd}} + W_{\text{Hid}} &= PE_a + V_a = PE_a (V_{\text{cil}} + V_{\text{cap}}) \\ V_{\text{cap}} &= \pi R^2 L \\ W_{\text{perd}} &= PE_a (V_{\text{cil}} + \pi R^2 L) - W_{\text{Hid}} \end{aligned}$$

Suponemos que el hidrómetro se hunde de manera de que todo el cilindro y 33,3 cm del capilar quedan sumergidos en agua. Entonces asumimos un $L = 33,3 \text{ cm}$ que me permitirá medir gravedades específicas de 1,010 a 1,047.

$$\begin{aligned} W_{\text{perd}} &= 9800 \text{ N/m}^3 (252,9 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 + (\pi (3 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2 0,333 \text{ m})) - 0,1405 \text{ Kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \\ W_{\text{perd}} &= 1,1924 \text{ N} \\ m_{\text{perd}} &= 1,1924 \text{ N} / 9,81 \text{ m/s}^2 \\ m_{\text{perd}} &= 0,121549 \text{ Kg.} \\ m_{\text{perd}} &= 121,5 \text{ g.} \end{aligned}$$

Método

Los análisis se realizaron con mezclas de leche de 10 proveedores durante 3 meses, una vez por mes y por duplicado.

Preparación de la muestra

Se prepararon muestras de aproximadamente 4 litros de leche cruda de vaca entera y descremada; se determinaron por duplicado el contenido de grasa, de proteína y sólidos totales.

De cada muestra se prepararon submuestras con la adición de 0, 1, 2, 3, y 4% de lactosa y 0, 5, 10, 15 y 20% de agua, en las que se realizaron las determinaciones de gravedad específica, índice de refracción y viscosidad por duplicado; a 15 y 40°C.

Análisis químicos

- Determinación de grasa (Método de Gerber)
Trabajamos según la Norma INEN 12 (1973); que se basa en la separación, mediante acidificación y centrifugación, de la materia grasa contenida en el producto analizado (leche fresca y leche descremada) y se determinó el contenido de grasa mediante lectura directa en el butirómetro estandarizado.
- Determinación de proteína (Método de Kjeldahl)
Trabajamos según la Norma INEN 16 (1983); la cual determina el contenido de nitrógeno total mediante digestión y destilación de la muestra analizada y se multiplicó el resultado por el factor 6.38 para expresarlo como proteína.

Métodos físicos

- Determinación de sólidos totales.
Trabajamos según la Norma INEN 14 (1982); se desecó la muestra en estufa a 103°C por tres horas, previa exposición de la cápsula, por treinta minutos, al vapor de un baño de agua en ebullición y se pesó el residuo que corresponde a los sólidos totales de la leche.
- Determinación de gravedad específica.
Colocamos en probetas una cantidad suficiente de submuestra para utilizar el hidrómetro y sumergirla en un baño termostático. Se calibró el baño a 15 y 40°C y se hicieron las correspondientes lecturas de gravedad específica, permitiendo que se alcance el equilibrio.
- Determinación de viscosidad.
En las mismas submuestras preparadas se determinaron viscosidad por dos métodos; utilizando el

viscosímetro de Ostwald y el de la pipeta.

Se regula el baño termostático a la temperatura de trabajo, se lava el viscosímetro tipo Ostwald con mezcla sulfocrómica, se coloca 10 cm³ de la submuestra y permitimos que se termostatice en el baño, se succiona la muestra y se mide el tiempo de flujo por duplicado. Secamos el viscosímetro con acetona y aire seco para repetir la medida del tiempo de flujo de las otras submuestras ya preparadas.

Trabajamos con agua destilada como referencia para calibrar el viscosímetro de Ostwald para definir las constantes respectivas. Los valores de la densidad y la viscosidad del agua corresponden a los reportados por Heldman y Singh (1981), los valores de densidad de la leche son los experimentales.

- Determinación del índice de refracción.

En las mismas submuestras preparadas se determinó el índice de refracción con el refractómetro Abbe en el suero de la leche, preparado mediante la adición de sulfato cúprico según la Norma INEN 91 (1973)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CONSTRUCCIÓN DEL HIDRÓMETRO

El hidrómetro está hecho de vidrio soplado; será necesario agregar 121,5 g de perdigones de plomo al cilindro. Por cada 0,0001 de gravedad específica el hidrómetro se hundirá 0,9 mm.

La escala luego se calibró con algunas soluciones salinas de diferente concentración, mediante lecturas con un hidrómetro CFS hecho en Alemania.

PROPIEDADES FÍSICAS

A todas las ecuaciones se les aplica una prueba de hipótesis al coeficiente de correlación, aceptándose la hipótesis alternativa H₁: $r \neq 0$, porque el t calculado es mayor que el t de tablas ($t_{n-2} = 3,18$), demostrándose que el r es significativamente diferente de 0 y por lo tanto la ecuación es lineal, con una variación de los datos alrededor de la línea de regresión ajustada pequeña, lo que se ve reflejado en el valor S calculado; la variación entre las variables es baja, para todos los casos.

En la tabla No.1 se reporta el promedio de tres pruebas de validación que se realizaron para todas las ecuaciones obtenidas, aceptándose la ecuación que presenta un porcentaje de variación bajo entre el valor calculado y el obtenido analíticamente.

GRAVEDAD ESPECÍFICA

La ecuación que se obtiene con los datos de leche entera con adición de lactosa a 15°C, Fig. 1, sirve para calcular grasa a partir de la división de los grados lactodensimétricos para la gravedad específica. Al comparar los valores, se establece que el valor de la pendiente es inferior en 8% al de la ecuación de Fleischman y 15% al de la ecuación derivada. La ecuación es:

$$S = 0,244 (L/G) + 5,264$$

Para obtener el valor de grasa (3,5%) experimental, se separa el intercepto en términos del contenido de grasa y la ecuación que se presenta es:

$$S = 0,244 (L/G) + 1,504 (F)$$

La ecuación que se obtiene con los datos de leche entera con adición de lactosa a 40°C, Fig. 2 sirve para calcular grasa a partir de la división de los grados lactodensimétricos para la gravedad específica. Al comparar los valores, se establece que el valor de la pendiente es inferior en 12% al de la ecuación derivada; la ecuación es:

$$S = 0,255 (L/G) + 6,7488$$

Para obtener el valor de grasa (3,5%) experimental, se separa el intercepto en términos del contenido de grasa y la ecuación que se presenta es:

$$S = 0,255 (L/G) + 1,9282 (F)$$

La ecuación que se obtiene los datos de leche entera con adición de agua a 15 y 40°C no sirve para calcular grasa a partir de la división de los grados lactodensimétricos para la gravedad específica, debido a que no se encuentra similitud entre la ecuación derivada y la ecuación que se obtiene a partir de los datos experimentales.

VISCOSIDAD.

Las ecuaciones encontradas para grasa y proteína a 15 y 40 °C, con adición de agua y lactosa, que se relacionan con la viscosidad por el método de la pipeta no son válidas debido a que los valores de viscosidad encontrados son muy bajos (1,26) en relación con los valores promedios reportados (1,60 – 2,15).

La ecuación que se obtiene con los datos de leche entera con adición de agua a 15°C, Fig. 3, permite calcular el contenido de proteína conociendo el respectivo dato de viscosidad. La ecuación encontrada representa un modelo lineal, con una asociación muy estrecha entre las variables proteína y viscosidad ($r = 0,9934$) cuyo valor ha sido aceptado bajo la hipótesis $H_1: r \neq 0$; porque el valor de t calculado ($t = 25,9393$) es mayor al t de tablas ($t_{n-2} = 3,18$), la ecuación es apropiada para predecir valores de grasa, por su alto coeficiente de determinación ($r^2 = 0,9868$), la variación de los datos con respecto a la línea ajustada es muy bajo ($S = 0,0349$).

La ecuación que se obtiene con los datos de leche entera con adición de agua a 40°C, Fig. 4, permite calcular el contenido de proteína conociendo el respectivo dato de viscosidad. La ecuación encontrada representa un modelo lineal, con una asociación muy estrecha entre las variables proteína y viscosidad ($r = 0,9988$) cuyo valor ha sido aceptado bajo la hipótesis $H_1: r \neq 0$; porque el valor de t calculado ($t = 35,3129$) es mayor al t de tablas ($t_{n-2} = 3,18$), la ecuación es apropiada para predecir valores de grasa, por su alto coeficiente de determinación ($r^2 = 0,9976$), la variación de los datos con respecto a la línea ajustada es muy bajo ($S = 0,0148$).

La ecuación que se obtiene con los datos de leche descremada con adición de lactosa a 40°C, Fig. 5, permite calcular el contenido de proteína conociendo el respectivo dato de viscosidad. La ecuación encontrada representa un modelo lineal, con una asociación muy estrecha entre las variables proteína y viscosidad ($r = 0,9984$) cuyo valor ha sido aceptado bajo la hipótesis $H_1: r \neq 0$; porque el valor de t calculado ($t = 31,0588$) es mayor al t de tablas ($t_{n-2} = 3,18$), la ecuación es apropiada para predecir valores de grasa, por su alto coeficiente de determinación ($r^2 = 0,9969$), la variación de los datos con respecto a la línea ajustada es muy bajo ($S = 0,0158$).

ÍNDICE DE REFRACCIÓN.

Las lecturas del índice de refracción en suero cúprico a 15 y 40°C no presentan diferencia en su valor, es decir no se observa una influencia directa de la temperatura en la lectura.

La ecuación que se obtiene con los datos de leche entera con adición de agua a 15 y 40 °C, Fig. 6, permite calcular el contenido de grasa conociendo el respectivo dato del índice de refracción. La ecuación encontrada representa un modelo lineal, con una asociación muy estrecha entre las variables grasa y viscosidad ($r = 0,9988$) cuyo valor ha sido aceptado bajo la hipótesis $H_1: r \neq 0$; porque el valor de t calculado ($t = 35,3129$) es mayor al t de tablas ($t_{n-2} = 3,18$), la ecuación es apropiada para predecir valores de grasa, por su alto coeficiente de determinación ($r^2 = 0,9976$), la variación de los datos con respecto a la línea ajustada es muy bajo ($S = 0,0155$).

La ecuación que se obtiene con los datos de leche entera con adición de lactosa a 15 y 40 °C, Fig. 7, permite calcular el contenido de grasa conociendo el respectivo dato del índice de refracción. La ecuación encontrada representa un modelo lineal, con una asociación muy estrecha entre las variables grasa y viscosidad ($r = 0,9982$) cuyo valor ha sido aceptado bajo la hipótesis $H_1: r \neq 0$; porque el valor de t calculado ($t = 29,2243$) es mayor al t de tablas ($t_{n-2} = 3,18$), la ecuación es apropiada para predecir valores de grasa, por su alto coeficiente de determinación ($r^2 = 0,9965$), la variación de los datos con respecto a la línea ajustada es muy bajo ($S = 0,0185$).

La ecuación que se obtiene con los datos de leche entera con adición de agua a 15 y 40 °C, Fig. 8, permite calcular el contenido de proteína conociendo el respectivo dato del índice de refracción. La ecuación encontrada representa un modelo lineal, con una asociación muy estrecha entre las variables grasa y

viscosidad ($r = 0,9986$) cuyo valor ha sido aceptado bajo la hipótesis $H_1: r \neq 0$; porque el valor de t calculado ($t = 33,2867$) es mayor al t de tablas ($t_{n-2} = 3,18$), la ecuación es apropiada para predecir valores de grasa, por su alto coeficiente de determinación ($r^2 = 0,9973$), la variación de los datos con respecto a la línea ajustada es muy bajo ($S = 0,0158$).

La ecuación que se obtiene con los datos de leche entera con adición de lactosa a 15 y 40 °C, Fig. 9, permite calcular el contenido de proteína conociendo el respectivo dato del índice de refracción. La ecuación encontrada representa un modelo lineal, con una asociación muy estrecha entre las variables grasa y viscosidad ($r = 0,9983$) cuyo valor ha sido aceptado bajo la hipótesis $H_1: r \neq 0$; porque el valor de t calculado ($t = 29,6539$) es mayor al t de tablas ($t_{n-2} = 3,18$), la ecuación es apropiada para predecir valores de grasa, por su alto coeficiente de determinación ($r^2 = 0,9966$), la variación de los datos con respecto a la línea ajustada es muy bajo ($S = 0,0176$).

La ecuación que se obtiene con los datos de leche descremada con adición de lactosa a 15 y 40 °C, Fig. 10, permite calcular el contenido de proteína conociendo el respectivo dato del índice de refracción. La ecuación encontrada representa un modelo lineal, con una asociación muy estrecha entre las variables grasa y viscosidad ($r = 0,9956$) cuyo valor ha sido aceptado bajo la hipótesis $H_1: r \neq 0$; porque el valor de t calculado ($t = 18,4878$) es mayor al t de tablas ($t_{n-2} = 3,18$), la ecuación es apropiada para predecir valores de grasa, por su alto coeficiente de determinación ($r^2 = 0,9913$), la variación de los datos con respecto a la línea ajustada es muy bajo ($S = 0,0265$).

La ecuación que se obtiene con los datos de leche entera con adición de agua a 15 y 40 °C, Fig. 11, permite calcular el contenido de sólidos totales conociendo el respectivo dato del índice de refracción. La ecuación encontrada representa un modelo lineal, con una asociación muy estrecha entre las variables grasa y viscosidad ($r = 0,9987$) cuyo valor ha sido aceptado bajo la hipótesis $H_1: r \neq 0$; porque el valor de t calculado ($t = 34,5959$) es mayor al t de tablas ($t_{n-2} = 3,18$), la ecuación es apropiada para predecir valores de grasa, por su alto coeficiente de determinación ($r^2 = 0,9975$), la variación de los datos con respecto a la línea ajustada es muy bajo ($S = 0,0579$).

La ecuación que se obtiene con los datos de leche descremada con adición de agua a 15 y 40 °C, Fig. 13, permite calcular el contenido de sólidos totales conociendo el respectivo dato del índice de refracción. La ecuación encontrada representa un modelo lineal, con una asociación muy estrecha entre las variables grasa y viscosidad ($r = 0,9916$) cuyo valor ha sido aceptado bajo la hipótesis $H_1: r \neq 0$; porque el valor de t calculado ($t = 13,2904$) es mayor al t de tablas ($t_{n-2} = 3,18$), la ecuación es apropiada para predecir valores de grasa, por su alto coeficiente de determinación ($r^2 = 0,9833$), la variación de los datos con respecto a la línea ajustada es muy bajo ($S = 0,1084$).

La ecuación que se obtiene con los datos de leche entera con adición de lactosa a 15 y 40 °C, Fig. 12, permite calcular el contenido de sólidos totales conociendo el respectivo dato del índice de refracción. La ecuación encontrada representa un modelo lineal, con una asociación muy estrecha entre las variables grasa y viscosidad ($r = 0,9982$) cuyo valor ha sido aceptado bajo la hipótesis $H_1: r \neq 0$; porque el valor de t calculado ($t = 28,8156$) es mayor al t de tablas ($t_{n-2} = 3,18$), la ecuación es apropiada para predecir valores de grasa, por su alto coeficiente de determinación ($r^2 = 0,9964$), la variación de los datos con respecto a la línea ajustada es muy bajo ($S = 0,0950$).

CONCLUSIONES

Hidrómetro

Se diseñó, calculó y construyó un hidrómetro con precisión de una décima para determinar gravedad específica en leches, lo cual permite obtener una lectura más exacta y una ecuación más específica para la leche en análisis.

Gravedad Específica.

Se desarrollaron ecuaciones para leche entera que relacionan los sólidos totales con los grados lactodensimétricos para determinar el contenido de grasa:

$$S_{15^{\circ}\text{C}} = 0,2447 (\text{L/G}) + 1,504 (\text{F})$$

$$S_{40^{\circ}\text{C}} = 0,255 (\text{L/G}) + 1,9282 (\text{F})$$

Las ecuaciones que relacionan los sólidos totales con los grados lactodensimétricos para determinar el contenido de proteína a 15 y 40°C en leche descremada con adición de lactosa, no presentaron valores aceptables de proteína en la aplicabilidad de las ecuaciones.

Las ecuaciones que relacionan los sólidos totales y los grados lactodensimétricos con adición de agua a 15 y 40°C en leche entera y descremada no presentaron valores coherentes con relación a las ecuaciones científicas calculadas a partir de un promedio de la composición de las leches en análisis.

Viscosidad

Las ecuaciones encontradas para grasa y proteína a 15 y 40°C con adición de agua y lactosa que se relacionan con la viscosidad y que se obtuvieron por el método de la pipeta, no son válidas debido a que los valores de viscosidad encontrados están por debajo del promedio reportado, como consecuencia de los tiempos de residencia muy bajos obtenidos por el tamaño del capilar de la pipeta volumétrica.

Las ecuaciones desarrolladas para determinar grasa en leche entera y descremada con adición de agua y lactosa no son aplicables, porque los valores obtenidos en la validación de las ecuaciones presenta una variación alta con respecto al valor analítico.

Se desarrollaron ecuaciones que relacionan el contenido de proteína con la viscosidad en leche entera con adición de agua:

$$P_{15^{\circ}\text{C}} = 4,6495 (\eta) - 3,8596$$

$$P_{40^{\circ}\text{C}} = 8,5877 (\eta) - 4,2463$$

Se desarrolló una ecuación que relaciona el contenido de proteína con la viscosidad en leche descremada con adición de lactosa:

$$P_{40^{\circ}\text{C}} = -6,8803 (\eta) - 8,8152$$

Índice de refracción

Se desarrollaron ecuaciones que relacionan el contenido de grasa con el índice de refracción en suero cúprico a 15 y 40°C, en leche entera con adición de agua:

$$G = 205,03 (n) - 272,07$$

Para leche entera con adición de lactosa:

$$G = -154,38 (n) + 210,99$$

Las ecuaciones para leche descremada no son aplicables, porque los valores obtenidos en la validación de las ecuaciones son más altos que el valor analítico.

Se desarrollaron ecuaciones que relacionan el contenido de proteína con el índice de refracción en suero cúprico a 15 y 40°C, en leche entera con adición de agua:

$$P = 197,1 (n) - 261,56$$

Para leche entera con adición de lactosa:

$$P = -148,44 (n) + 202,86$$

Se desarrolló una ecuación que relaciona el contenido de proteína con el índice de refracción en leche descremada con adición de lactosa:

$$P = -104,84 (n) + 143,83$$

Se desarrollaron ecuaciones que relacionan el contenido de sólidos totales con el índice de refracción en suero cúprico a 15 y 40°C, siendo las ecuaciones que mejor se ajustan al valor analítico; para leche entera con adición de agua:

$$S = 752,52 (n) - 998,62$$

Para leche entera con adición de lactosa:

$$S = 779,01 (n) - 1034,4$$

Se desarrolló una ecuación que relaciona el contenido de sólidos totales con el índice de refracción en suero cúprico a 15 y 40°C; para leche descremada con adición de agua:

$$S = 479,96 (n) - 635,3$$

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALAIS, Ch. 1971. "Ciencia de la Leche." Ed. Continental S.A. Zaragoza - España. pp: 88 - 98 .
2. ALVARADO, J. 1987. Propiedades físicas de la leche. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos Cuadernos Técnicos de Tecnología e Ingeniería de Alimentos. Ambato Ecuador 4 (1): 2 - 11.
3. ALVARADO, J. 1996. "Principios de Ingeniería Aplicados a Alimentos." Radio-comunicaciones. Ambato - Ecuador. pp: 124 - 147, 183 - 190.
4. ALVARENGA, B. y MAXIMO, A. 1983. "Física General". Editorial Harla S.A. de C.V. México D.F. - México. pp: 254 - 256.
5. BERENSON, M.L. y LEVINE, D.M. 1992. "Estadística Básica de Administración. Conceptos y Aplicación". Prentice - Hall Hispanamericana S.A. México D.F. - México. pp: 601 - 613
6. CHOI, Y. and OKOS, M.R. 1986. Effects of temperature and composition on the thermal properties of foods. In: "Food Engineering and Process Applications". V. 1. Transport Phenomena. La Magues, M. and Jelen, P. (Eds). England. Elsevier Applied Science. Pub. pp: 93 - 101
7. COX, C.P. 1952. Changes with temperature in the viscosity of whole milk. J. Dairy Res. 19: 72 - 82
8. FERNANDEZ, F. 1972. Influence of temperature and composition on some physical properties of milk and milk concentrates. II Viscosity J. Dairy Res. 39: 75 - 82.
9. FERNANDEZ, F. 1982. Las propiedades físicas de los alimentos y la ingeniería de procesos. I. Productos lácteos. Alimentación Equipos y Tecnología. 6: 55 - 63.
10. GABA, K.L. and JAIN, M.K. 1972. Effects of dietary cottonseed oil on the yield and chemical composition of milk fast of shawl cows. Indian J. Dairy Sci., 25,207
11. GODED Y MUR. 1966. "Técnicas Modernas Aplicadas al Análisis de la Leche". Editorial Dossat. Zaragoza - España. pp: 37 - 52.
12. HARPER, W.J. and HALL, C.W. 1976. "Dairy Technology and Engineering". Wetsport, Connecticut. AVI Pub. Co. Inc. 631p
13. HELDMAN, D.R. and SING, P. 1981. "Food Process Engineering". Wetsport Connecticut. AVI Pub. Co. Inc. Pp: 393 - 394
14. INEN. 1973. Determinación del contenido de grasa. Norma Ecuatoriana 12. Quito - Ecuador. 4 p.
15. INEN. 1973. Determinación del índice refractométrico. Norma Ecuatoriana 91. Quito - Ecuador. 4p.
16. INEN. 1982. Determinación de sólidos totales y cenizas. Norma Ecuatoriana 14. Quito - Ecuador. 4 p.
17. INEN. 1983. Leche y productos lácteos. Terminología. Norma Ecuatoriana 3. Quito - Ecuador. 4p.
18. INEN. 1983. Determinaciones de proteínas. Norma Ecuatoriana 16. Quito Ecuador. 4 p.
19. JENNESS, R.; SHIPE, W. F. Jr and SHERBON, J. W. 1983. Physical properties of milk. En: Webb y col. "Fundamentals of dairy chemistry". 2da. Ed. USA. pp: 442 - 473.
20. KAMISHIKIRYO, H.; YUKIE, O.; HITOSHI, T. and TERUYOSHI, M. 1994. Protein content in milk by near-infrared spectroscopy. J. Food Sci. 59, (2): 313 - 315.

21. KONSTANCE, R. and STRANGE, E. 1991 Solubility and viscous properties of casein and caseinates. J. Food. Sci. 56, (2): 556 - 559.
22. LEWIS, M.J. 1993. "Propiedades Físicas de los Alimentos y de los Sistemas de Procesado". Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España. pp: 48 – 56, 101 – 106, 118 – 120.
23. MILK INDUSTRY FOUNDATION. 1959. "Laboratory manual: methods of analysis of Milk and its Products". Tercera edición. USA. pp: 438–439.
24. MORALES, R. y SANTOS, C. 1986 Control de la grasa de leche pasteurizada y deshidratada. Tesis de grado. UTA - FCIAL. Ambato Ecuador. 148 p.
25. PERRY, J.H. 1963. "Chemical Engineers Handbook". 4ta. Ed. Tokyo. Mc Graw Hill Book company. Section 1.
26. PRENTICE, J. H. 1984. Measurements in the rheology of foodstuffs. Elsevier Applied Science. London. 224 p.
27. RAO, M.A. 1977. Rheology of liquid foods. A review J. Texture Studies, (8): 135 – 168.
28. SALTOS, H.A. 1986. "Estadística de Inferencia". Editorial Pio XII. Ambato – Ecuador. pp:111 – 129.
29. TOLEDO, R. T. 1981. "Fundamentals of Food Process Engineering." Westport, Connecticut. AVI Publishing Company. USA. pp: 152 - 163.
30. WALSTRA, P. Y JENNESS, R. 1987. "Química y Física Lactológica". Editorial Acribia, S.A. Zaragoza – España. pp: 1 – 7, 164 – 167.
31. WARNER, J. 1980. "Principios de la Tecnología de Lácteos". AGT Editor S.A. México D. F. – México. pp: 62 – 66
32. WEBB, B.H.; JOHNSON, A.H. and HFORD, J.A., 1974. "Fundamentals of Dairy Chemistry". AVI, Westport, Connecticut. pp: 185

Fig. 1 Valores promedio de grados lactodensimétricos sobre gravedad específica contra porcentaje de sólidos totales en leche entera con adición de lactosa a 15°C.

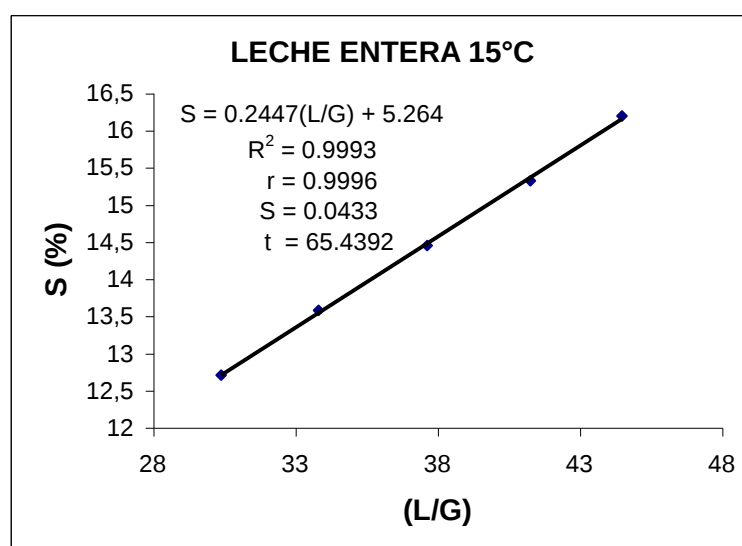


Fig. 2 Valores promedio de grados lactodensimétricos sobre gravedad específica contra porcentaje de sólidos totales en leche entera con adición de lactosa a 40°C.

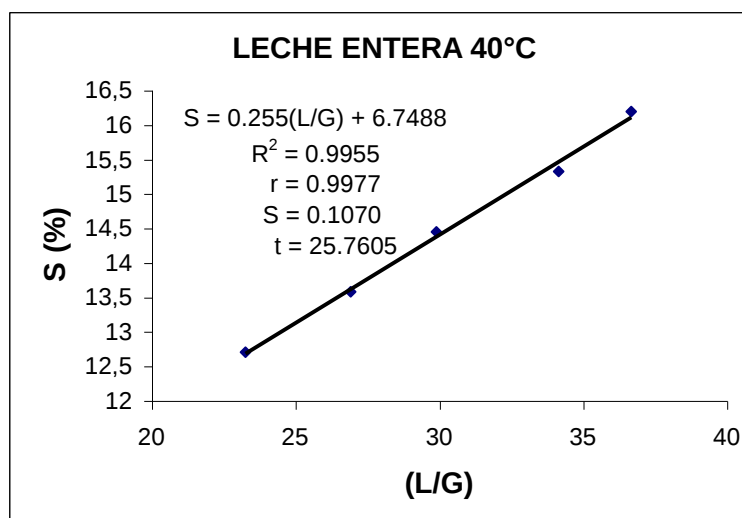


Fig. 3 Valores de viscosidad contra porcentaje de proteína en leche entera con adición de agua a 15°C. Método de Ostwald.

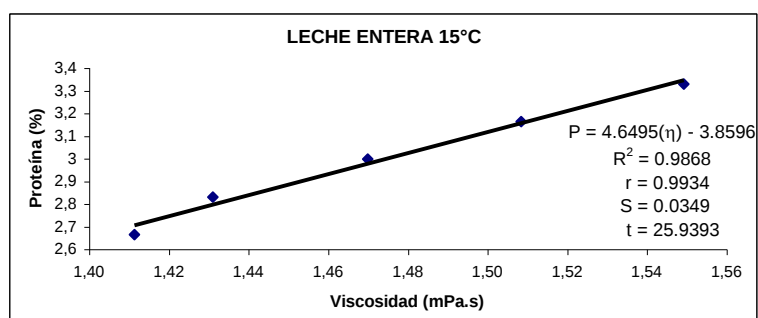


Fig. 4 Valores de viscosidad contra porcentaje de proteína en leche entera con adición de agua a 40°C. Método de Ostwald.

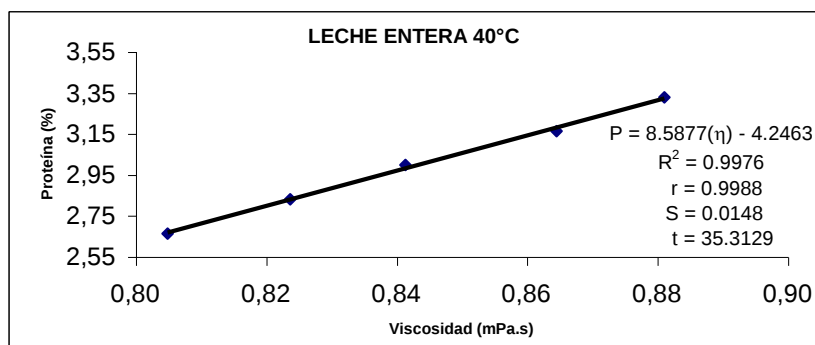


Fig. 5 Valores de viscosidad contra porcentaje de proteína en leche descremada con adición de lactosa a 40°C. Método de Ostwald.

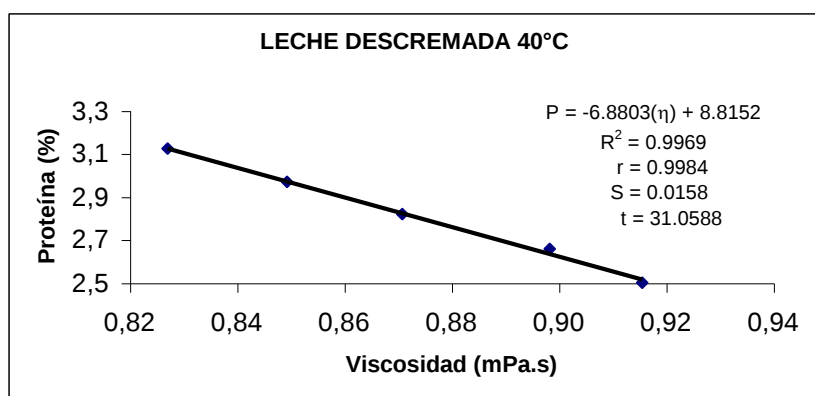


Fig. 6 Valores del índice de refracción contra el porcentaje de grasa en leche entera con adición de agua a 15 y 40°C.

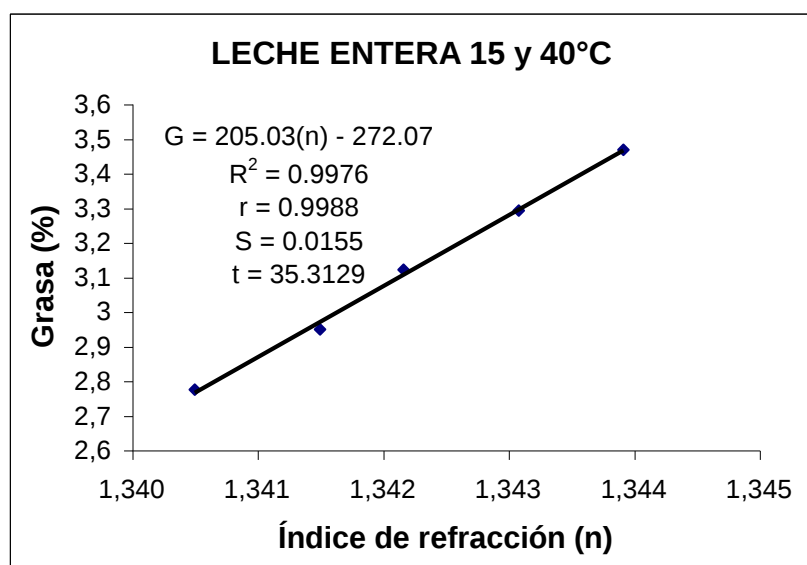


Fig. 7 Valores del índice de refracción contra el porcentaje de grasa en leche entera con adición de lactosa a 15 y 40°C.

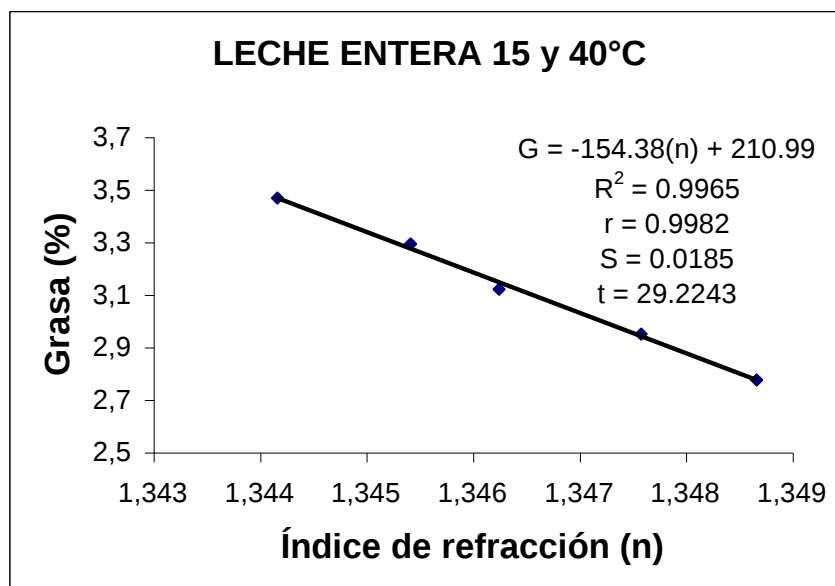


Fig. 8 Valores del índice de refracción contra porcentaje de proteína en leche entera con adición de agua a 15 y 40°C

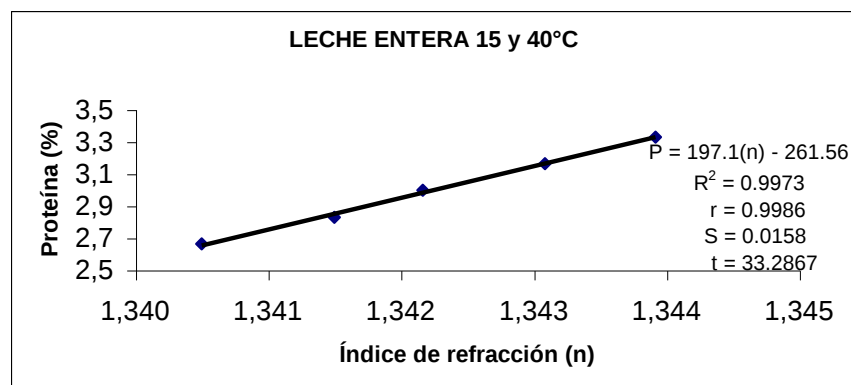


Fig. 9 Valores del índice de refracción contra porcentaje de proteína en leche entera con adición de lactosa a 15 y 40°C

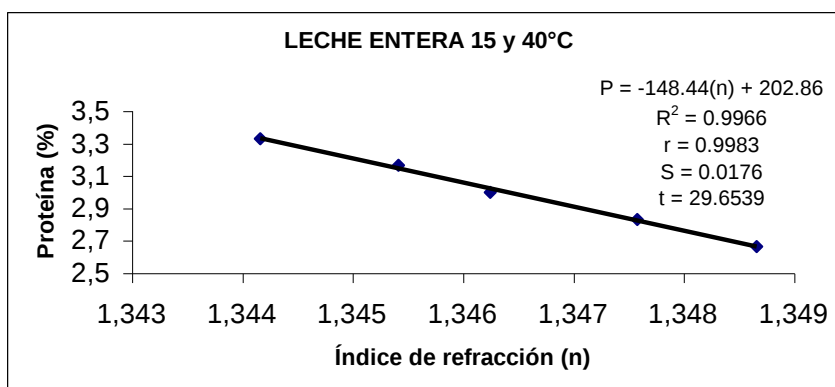


Fig. 10 Valores del índice de refracción contra porcentaje de proteína en leche descremada con adición de lactosa a 15 y 40°C

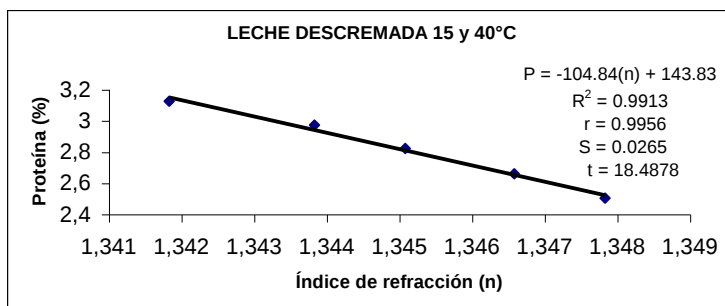


Fig. 11 Valores del índice de refracción contra porcentaje de sólidos totales en leche entera con adición de agua a 15 y 40°C.

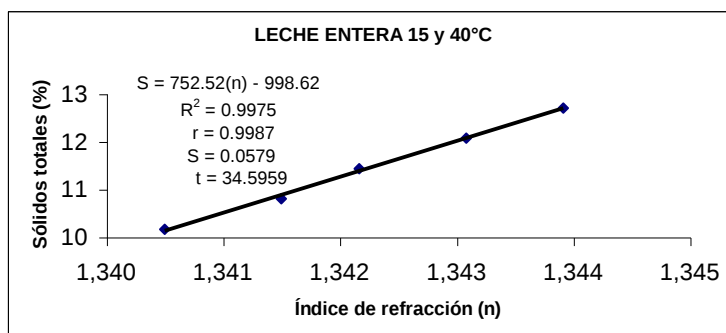


Fig. 12 Valores del índice de refracción contra porcentaje de sólidos totales en leche entera con adición de lactosa a 15 y 40°C.

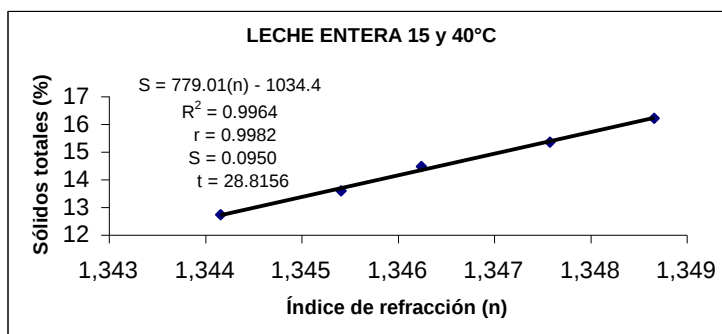


Fig. 13 Valores del índice de refracción contra porcentaje de sólidos totales en leche descremada con adición de agua a 15 y 40°C.

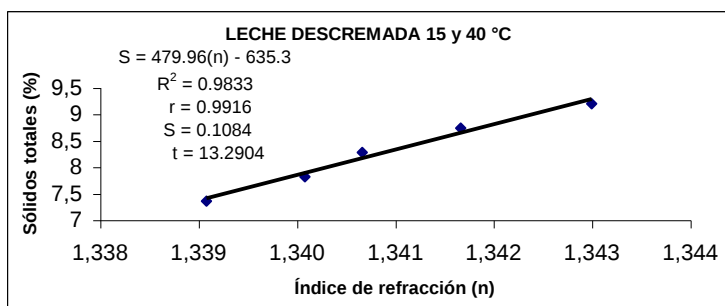


Tabla No. 1 Validación de las ecuaciones de gravedad específica, viscosidad e índice de refracción.

	Calculada con la ecuación % Grasa	Análisis experimental % Grasa	Variación %	Tipo de leche y T° de la Ec. **
Gravedad Específica				
	ST			
*S = 0,244(L/G) + 1,504(F)	12,6	3,6	7,4	Le + l (15°C)
*S = 0,255(L/G) + 1,9282(F)	12,6	3,7	3,8	Le + l (40°C)
Viscosidad				
G = 4,836 (η) - 4,0091	4,00	3,6	11,0	Le + a (15°C)
G = 1,1917 (η) - 0,9987	0,77	0,6	38,5	Ld + a (15°C)
G = 8,9314 (η) - 4,4106	4,00	3,6	10,1	Le + a (40°C)
G = 1,8549 (η) - 0,7992	0,80	0,6	44,3	Ld + a (40°C)
G = - 3,6817(η)+ 9,1534	3,10	3,6	14,7	Le + l (15°C)
G = - 1,1188 (η)+ 2,4819	0,82	0,6	49,0	Ld + l (15°C)
G = - 10,49 (η) + 12,696	2,90	3,6	20,1	Le + l (40°C)
G = - 1,6913 (η) + 2,1653	0,71	0,6	27,8	Ld + l (40°C)
Índice de refracción				
*G = 205,03 (n) - 272,07	3,50	3,6	5,5	Le + a (15 y 40°C)
G = 40,022 (n) - 52,975	0,77	0,6	42,6	Ld + a (15 y 40°C)
*G = - 154,38 (n) + 210,99	3,50	3,6	2,8	Le + l (15 y 40°C)
G = - 25,789 (n) + 35,377	0,73	0,6	35,3	Ld + l (15 y 40°C)

	Calculada con la ecuación % Proteína	Análisis experimental % Proteína	Variación %	Tipo de leche y T° de la Ec. **
Viscosidad				
*P = 4,6495 (η) - 3,8596	3,8	3,5	10,8	Le + a (15°C)
P = 4,8457 (η) - 4,0531	3,1	2,7	16,1	Ld + a (15°C)
*P = 8,5877 (η) - 4,2463	3,8	3,5	9,9	Le + a (40°C)
P = 7,5333 (η) - 3,2345	3,3	2,7	21	Ld + a (40°C)
P = - 3,545 (η) + 8,7956	2,9	3,5	16,9	Le + l (15°C)
P = - 4,5473 (η) + 10,097	3,3	2,7	23,6	Ld + l (15°C)
P = - 10,086 (η) + 12,202	2,7	3,5	22,6	Le + l (40°C)
*P = - 6,8803 (η) + 8,8152	2,9	2,7	7,6	Ld + l (40°C)

	Calculada con la ecuación % Proteína	Análisis experimental % Proteína	Variación %	Tipo de leche y T° de la Ec. **
Índice de refracción				
*P = 197,1 (n) - 216,56	3,3	3,5	6,4	Le + a (15 y 40°C)
P = 162,53 (n) - 215,13	3,2	2,7	17,4	Ld + a (15 y 40°C)
*P = - 148,44 (n) + 202,86	3,4	3,5	6,5	Le + l (15 y 40°C)
*P = - 104,84 (n) + 143,83	3,0	2,7	11,2	Ld + l (15 y 40°C)

	Calculada con la ecuación % Sólidos T.	Análisis experimental % Sólidos T.	Variación %	Tipo de leche y T° de la Ec. **
Índice de refracción				
*S = 752,52 (n) - 998,62	12,7	12,6	0,8	Le + a (15 y 40°C)
*S = 479,96 (n) - 635,3	9,3	9,3	2,2	Ld + a (15 y 40°C)
*S = 779,01 (n) - 1034,4	12,5	12,6	1,1	Le + l (15 y 40°C)
S = 610,52 (n) - 810,2	9,8	9,3	5,1	Ld + l (15 y 40°C)

Nota:

* Se acepta como adecuada para propósitos de control la ecuación, considerando el porcentaje bajo de variación entre el valor calculado y el obtenido analíticamente.

** Le + a = Leche entera más agua
Le + l = Leche entera más lactosa

PREPARACIÓN DE UN ALIMENTO FERMENTADO A BASE DE MAÍZ(*Zea mays*) Y CHOCHO (*Lupinus mutabilis*)

Ximena Lara*
Carmen Paredes*
César German**

RESUMEN

Se prepara un alimento fermentado tipo “ogi” a partir de maíz blanco (*Zea mays*) y chocho (*Lupinus mutabilis*).

Las variables de estudio son: proporción de grano, tiempo de germinación (24-48 H), tiempo de fermentación (24-48 H), y porcentaje de *Lactobacillus plantarum* (0 - 1%) .

Los ensayos de evaluaciones sensoriales en adultos no presentan diferencias significativas; las evaluaciones en niños muestran tres tratamientos de mayor aceptación .

El mejor tratamiento se escoge en base al costo de proteína (súcrs/gramo de proteína). Este tratamiento tiene 34.6% de proteína y 15.2% de grasa.

Por cromatografía líquida se cuantifican 17 aminoácidos, a excepción del triptófano, el cálculo del índice químico arroja 42.9, comparado con la proteína del huevo.

Las curvas de fermentación descritas a 48 horas tienen de pH 3.72 y de acidez 0.82% (ácido láctico).

Un balance económico para la instalación de un pequeño taller indica que con el 67% de la mínima utilización de la capacidad instalada de la planta, ésta llega al punto de equilibrio.

Se puede almacenar el alimento en tarrinas plásticas de 100 ml máximo 2 días a 4° o 25°C.

INTRODUCCIÓN

Así como en la cuenca del Mediterráneo el *Lupinus albus* fue utilizado por las culturas clásicas de Egipto, Grecia y Roma como una fuente proteica, así también el *L. mutabilis* jugó un rol importante entre los habitantes andinos hace miles de años. Con la creación del Imperio Inca ésta planta alcanzó seguramente su máxima expansión, llegando por el Norte hasta Venezuela y por el Sur hasta el Noreste de Chile, máxima localización nunca más lograda [1].

Según Mc Bridge (citado en “Cultivos Andinos Subexplotados y su aporte a la alimentación“ ONU 1990), en los Andes se pueden diferenciar 83 especies del género *Lupinus* y el Tarwi se originó probablemente de una mutación espontánea de una o varias de éstas especies [2].

Se ha comparado al *Lupinus* con la soya, ésta es la leguminosa más común en el mundo, sin embargo se cultiva solo en las regiones subtropicales. Para las tierras frías el género *Lupinus* ofrece diferentes especies: *L. mutabilis* o tarwi originario de los Andes y *L. albus* , *L. luteus* y *L. angustifolius* , originarios de la región Sur de Europa [2].

El maíz (*Zea mays*) es uno de los cereales - después del trigo - más utilizados en la alimentación tanto humana como animal. El maíz tiene un tallo en caña y una médula blanca y jugosa. Puede crecer hasta 5 metros. La hoja es larga y con nervaduras paralelas (paralelinervia). El fruto es una piña o mazorca. Está formada por granos amarillos o blancos. Cada mazorca tiene unas quince hileras de granos con 30 a 40

* Egresada de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

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

granos por cada una. El maíz fue el principal alimento de las razas aborígenes de América. Hoy sigue ocupando un lugar preferente en nuestra alimentación. Se consume en forma de mazamorra, arepas, majarete, atoles, etc. Las mazorcas verdes se comen cocidas y asadas. El grano maduro se muele y sirve para la alimentación humana. También se emplea para alimento de ganado y aves. Varias bebidas alcohólicas se preparan con maíz, tales como chicha y el pulque. El maíz sometido a industrialización proporciona aceite, barniz, almidón, azúcar, alcohol, etc. [3].

En el libro utilización de alimentos tropicales [4] se afirma que:

“El “*ogi*” es una pasta fermentada que se prepara en Nigeria. Los granos de maíz se acondicionan remojándolos en agua durante 24 horas. Se machacan ligeramente para desprender el pericarpio. Las partículas libres de endospermo, junto con el salvado, se ponen en remojo para que fermente durante otras 24 horas y se trituran entre piedras.

La mezcla se pone en agua para separar el salvado por flotación. El sedimento amiláceo se separa del líquido dejándolo reposar en un tamiz de calabaza, o en una calabaza vaciada, se retira el líquido que lo cubre.

Los gránulos de almidón se cubren con un poco de agua limpia cuando tiende a formar un gel encima de ellos. La pasta puede guardarse de esta forma, y se van sacando de ellas porciones a medida que se necesitan. El tiempo de almacenamiento depende de la acidez de la preparación.

Entre los microorganismos que se han aislado en este proceso figuran *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida mycoderma* y *Lactobacillus plantarum*.

En el *ogi*, el valor biológico, la utilización neta de proteínas y la relación de eficiencia proteica son inferiores a las de la harina de maíz integral. El reforzamiento del *ogi* con harina de legumbres, como en la producción del *soy-ogi*, contribuye considerablemente a mejorar la calidad nutricional de este alimento tradicional”.

El objetivo de este trabajo es estudiar el papel que desempeña las proporciones en que están mezclados los granos maíz y chocho, el tiempo de germinación de los granos (24-48H), el tiempo de fermentación de la mezcla maíz-chocho (24-48H) y la influencia del *L. plantarum* durante la etapa de fermentación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los granos seleccionados se someten a repetidos lavados con agua hervida fría. Se remojan por separado, el maíz por 8 H y el chocho por 48 H. Se realizan análisis de composición proximal referidos a:

- Humedad, según el método AOCS- Ac 3-44
- Cenizas, según R. Lees por incineración en mufla
- Extracto etéreo, según el método AOCS- Ac 3-44 modificado para usar aparato Goldfish.
- Proteína según el método de la AOCS 15.016 modificado para microkjeldahl.
- Carbohidratos totales por diferencia.

La germinación se realiza en estufa Memmert a 25°C por 24 - 48 H, como soporte de germinación se utilizó esponja húmeda de 1 cm de grosor. En los granos germinados se mide el largo de radícula y el porcentaje de granos germinados.

El chocho se cocina y desamarga.

Las semillas germinadas se someten a molienda húmeda y tamizado.

Se realiza por 24 y 48 H fermentación natural y fermentación inducida con la adición de *L. plantarum* (1%). Se utiliza para este propósito una estufa marca Memmert a 25 °C.

El caldo obtenido por la fermentación se somete a 10 min de cocción en una cocineta eléctrica de dos hornillas de marca Haseb.

La bebida fermentada obtenida de cada ensayo se somete a análisis sensorial en adultos y en niños menores de 5 años de edad, los primeros no presentan diferencias significativas, en tanto que, los segundos muestran mayor aceptación por los tratamientos:

- Una parte de maíz: dos partes de chocho sometido a 24 horas de germinación y 48 H de fermentación.
- Una parte de maíz: una de parte de chocho sometido a 48 horas de germinación y 24 H de fermentación y adición del 1% de *L. plantarum*

Se determina para cada tratamiento:

- Proteína en base seca según el método AOCS 15.016 modificado para microkjeldahl

En la bebida seleccionada se determina aminoácidos esenciales por cromatografía líquida de alta eficiencia y análisis proximal.

La bebida se selecciona por ser la de menor costo por gramo de proteína. Se realizan ensayos de tiempo de anaquel a 4° y 25 °C en el mejor tratamiento, este se envasa en tarrinas plásticas de color blanco con capacidad de 100 ml .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Materias Primas.

Los análisis proximales de las materias primas se reportan en la Tabla 1, notándose un alto contenido de proteína del chocho; el único componente del maíz que se encuentra en mayor proporción en relación al chocho es el hidrato de carbono.

TABLA 1: Composición proximal del maíz : chocho y alimento fermentado

Composición (% b.s.)	Granos		Alimento fermentado a base de maíz y chocho
	maíz	chocho	
humedad	13.2	10.7	-----
proteína	7.7	37.7	34.5
grasa	3.8	14.2	15.2
cenizas	2.7	5.5	2.4
fibra	3.7	8.8	8.8
hid.carbono (por dif.)	68.8	23.1	39.1
calorías (kcal/100g)	340.7	371.1	431.2

Germinación.

Existe una influencia marcada por el tiempo sobre la germinación de los granos, el maíz utilizado germinó en porcentaje inferior a los reportados para diversos granos [7, 8], en tanto que el chocho germinó 100%. En la Tabla 2 se indica la longitud promedio de radícula para cada semilla.

TABLA 2: Dimensiones promedio de radícula y porcentaje de germinación para maíz y chocho.

Tiempo de germinación (H)	Dimensión de radículas (cm)		Porcentaje de germinación (%)	
	maíz	chocho	maíz	chocho
24	0.1	2.4	39	100
48	1.3	3.8	90	100

Producto terminado

Los ensayos obtenidos de la bebida tipo “ogi” a base de maíz y chocho tienen una humedad promedio del 89%.

Para el cálculo de proteína total se mide el contenido de nitrógeno amínico y se multiplica por el factor 6.25. En la Tabla 3 constan los promedios de proteína (b.s.) para los distintos tratamientos, siendo el valor más alto para el ensayo: 1 parte de maíz y 2 de chocho, sometido a 24H de germinación y 48 de fermentación con 34%; se observan los contenidos más altos de proteína en aquellas bebidas que tienen una fracción de maíz y dos de chocho, la razón es el alto contenido de proteína del chocho.

Los promedios del costo (S/. por g) de proteína para cada tratamientos se detallan en la Tabla 3, un análisis de varianza desprende que:

- La proporción de maíz-chocho incide significativamente sobre el costo/g de proteína de la bebida, para el nivel más bajo (1:1) el costo promedio es de 184,0 S/. / g , en tanto que para la proporción (1:2) el costo promedio es de 130,0 S/. / g de proteína.
- El tiempo de germinación en la materia prima afecta significativamente sobre el costo/g de proteína, la germinación a las 24 horas tiene un costo promedio de 134 S/. / g. de proteína, en tanto que a las 48 horas de germinación en costo sube a 179,9 S/. /g. de proteína.
- El tiempo de fermentación determina variación en el costo/g de proteína, presentando valores de 149,9 S/. / g. proteína a las 24 horas, en tanto que a las 48 horas el costo/ g. de proteína sube a 164.1.
- El porcentaje de inóculo (*Lactobacillus plantarum*) tienen un efecto significativo sobre el costo/g de

proteína, al realizar una fermentación natural el costo es de 138.8 S/. / g, en tanto que al utilizar un cultivo de *Lactobacillus plantarum* (1%) sube a 175,2 S/. / g.

De la prueba de Tukey se escoge como mejor tratamiento al tratamiento: 1 parte de maíz y 2 de chocho sometidos a 24 H de germinación y 48 H de fermentación con un costo de 106,1 S/. / g de proteína.

TABLA 3: Proteína total y costo (S/. /g) de proteína para ensayos de alimento fermentado tipo "ogi" a base de maíz y chocho.

Tratamiento	Proteína total	Costo (S/. por g)
a ₀ b ₀ c ₀ d ₀	25.9	123.2
a ₁ b ₀ c ₁ d ₀	31.3	114.2
a ₀ b ₁ c ₀ d ₁	21.9	228.1
a ₁ b ₁ c ₀ d ₀	29.3	134.0
a ₀ b ₀ c ₁ d ₁	24.7	192.7
a ₁ b ₀ c ₁ d ₀	34.8	106.1
a ₀ b ₀ c ₁ d ₀	21.8	191.9
a ₁ b ₁ c ₁ d ₁	27.6	165.6

Análisis en el mejor tratamiento

Las bacterias lácticas juegan un papel importante, llevando a cabo un proceso metabólico en ausencia de oxígeno, éstas producen cambios deseables en los alimentos [5].

Los valores promedios de pH decrecen desde un pH casi neutro de 6.4 hasta un pH de 3.7.

En el Gráfico 1 se tiene la variación de pH y acidez, en el se observa el comportamiento de la fermentación natural del "ogi" de maíz-chocho.

Al finalizar la fermentación el pH es 3.7 similar al 3.6 a 3.7 presentado por Steinkraus 1983 [6] quien indica que el ogi con un sabor y aroma deseable tiene este pH.

La acidez expresada en porcentaje de ácido láctico aumenta desde 0.624 a las 0 horas de fermentación hasta 0.820 % a las 48 horas, este incremento se efectúa por la actividad de las bacterias lácticas que como producto final de su metabolismo de azúcares se encuentra el ácido láctico (Graf. 1).

Al producir las bacterias lácticas el ácido láctico en el alimento, se provoca que el valor de pH disminuya notablemente.

Valores bibliográficos para diversas papillas tipo "ogi" como 0.63-1.22 [7], 0.81 [8], 0.82 [6] se comparan con 0.82 obtenido en este estudio, estando entre el mismo rango de los autores citados.

La Tabla 1 muestra la composición proximal del mejor tratamiento. Los contenidos de grasa [9, 10], fibra [8, 9] y proteína [7, 8, 9, 10] son superiores a los reportados en bibliografía. El contenido calórico es similar a un alimento a base de lupino dulce, trigo y leche [9], que son superiores al mínimo exigido en las Normas chilenas para este tipo de alimentos infantiles (citado por Catricheo)[9]. Estas observaciones contradicen lo comunicado por diferentes autores los que coinciden en afirmar que los alimentos vegetales, como las leguminosas y cereales, no son apropiados para satisfacer las demandas energéticas y de nutrientes [9].

El contenido de proteína verdadera es superior a los reportados en bibliografía para alimentos tipo "ogi" a base de diferentes mezclas de cereales-leguminosas. El rendimiento de proteína verdadera es de 91.28% en relación a la proteína total, no existiendo mayor diferencia para varios alimentos tipo "ogi".

La digestibilidad se calculó en base al contenido de nitrógeno y es 32.31%, siendo casi el doble de los encontrados en bibliografía. El rendimiento de proteína digerible en relación a la proteína total es de 93.55, este es mayor al de filete de pescado (88.65%) y, lacto albúmina (90.20%).

Varias investigaciones coinciden en que la germinación de las semillas las sustancias almacenadas se convierten en formas más utilizables, existen cambios en el contenido de aminoácidos libres, aumentando ácido ascórbico incremento del valor nutritivo relativo, [11], aumento de vitaminas y algunos minerales.

En la tabla 4 se presentan la composición aminoácidos esenciales (g AAE/100g. proteína) para valores de maíz y chocho, alimento ni germinado ni fermentado (ANGF) y alimento germinado y fermentado (AGF), comparados con el patrón FAO, y requerimientos para preescolares entre 2 y 5 años (escogidos porque el patrón de aminoácidos para adultos se asemeja al de los preescolares). Esto sugiere que la calidad proteica es igualmente importante para adultos que para niños y apoya a la sugerencia de usar el patrón de aminoácidos esenciales de niños preescolares para toda edad exceptuando a los niños lactantes [9], en ningún caso se considera el triptófano puesto que en el alimento no fermentado no se determina. El contenido total de aminoácidos esenciales para la FAO (1985) es de 35 similar al del alimento fermentado de 34.89. El alimento ni germinado ni fermentado tiene un valor de 83.17 siendo el mayor de todos.

El alimento presenta un comportamiento pseudoplástico con índices de consistencia de 1.02 ($n=0.71$) y 1.39 ($n=0.72$) Pa.sⁿ a 20° y 4 °C.

El alimento después de la cocción presenta 0 microorganismos, un pH de 3.72, 2.4°B y 0.82% de ácido láctico.

TABLA 4: Composición de Aminoácidos esenciales

AMINOÁCIDOS	MAIZ ¹	CHOCH O ²	ANFG ³	AGF ⁴	FAO 1985	Preescolares (2-5 años)
LISINA	1.8	5.7	12.85	5.42	5.50	5.80
METIONINA+CISTINA	2.4	2.3	5.57	1.76	3.5	2.50
TREONINA	3.3	3.7	8.82	3.58	4	3.40
ISOLEUCINA	3.2	4.0	9.46	4.44	4	2.80
LEUCINA	13.7	7.0	18.34	7.50	7	6.60
VALINA	4.6	3.8	9.32	3.85	5	3.50
FENILALANINA+TIROSINA	10.9	7.5	18.81	8.34	6	6.30
sumatoria AAE	39.9	34.0	83.18	34.89	35.0	30.90

ANGF es el alimento ni germinado ni fermentado.

AGF alimento germinado y fermentado.

¹ ACURIO y ALVAREZ 1996.

² Modificado de Gross, 1982 [2]

³ Balance teórico de AA con los valores reportados por [¹] y [²].

⁴ LARA y PAREDES 1998.

⁵ Patrón OMS/FAO/ONU.

Los tratamientos almacenados a 4° y 25°C por 2 días no presentan contaminación microbiana, mejorando el tiempo sugerido por Steinkraus, 1983 [6] quien dice que la vida de estante es de menos de 30 H a menos que se refrigere.

Adeyinka, 1968 [6] preparó “ogi” instantáneo con 4 % de humedad y consiguió una vida de están de hasta 3 meses cuando las empaquetó en fundas de polietileno.

Adeniji y Potter, 1978 [6] almacenaron muestras secas de “ogi” a 30°C por 18 semanas, las que fueron aceptables para un panel Nigeriano de paladeo.

Steinkraus, 1983 [6] afirma que el “ogi” y el “agidi”, en la forma corrientemente disponible para los consumidores, no puede ser almacenado en casa por ningún período de tiempo sin daño.

Los requisitos para yogur (Norma INEN 710) indica que bacterias coliformes, bacterias patógenas y hongos deberán dar resultados negativos. Si se consideran a estas normas para nuestro producto se tendría que tiene dos días de vida útil.

En la Tabla 5 se resumen las inversiones necesarias para el proyecto, y la Tabla 6 detalla el estado de pérdidas y ganancias.

TABLA 5 : Inversiones

		CANTIDAD (S./)
A. Inversión fija		
Terrenos		3.185.000
Construcciones		22.785.000
Maquinarias y Equipos		16.899.940
Otros activos		1.600.000
	Subtotal	44.469.940
	Imprevistos de inversión fija(5%)	2.223.497
	Subtotal	46.693.437
B. Capital de operación		
Anexo B		7.520.752
	Inversión total	54.214.189

TABLA 6 : Estado de pérdidas y ganancias.

	CANTIDAD (S./)	PORCENTAJE (%)
Ventas netas	118.560.000	100
Costos de producción	50.340.057	42
Utilidad bruta en ventas	68.219.943	58
Gastos de Ventas	0	
Utilidad neta de ventas	68.219.943	58
Gastos administrativos generales	39.908.968	34
UTILIDAD NETA	28.310.974	24

CONCLUSIONES

- La composición química del maíz blanco seco es inferior al reportado por bibliografía. Es importante notar el alto contenido de hidratos de carbono presentes.
- Los chochos secos sin descascarar tienen 37.68% de proteína, comparables con los de soya que alcanza hasta el 40%.
- Las ocho mezclas de ensayo se sometieron a evaluaciones sensoriales por un panel de veinte catadores jóvenes no experimentados quienes calificaron olor, sabor, textura y aceptabilidad. Las calificaciones individuales se inclinan por uno u otro ensayo, aunque la aceptabilidad no presenta diferencias significativas.
- Pruebas de aceptabilidad aplicadas a seis niños menores a cinco años de edad sugieren diferencias significativas, siendo las de mayor aceptación las mezclas $a_0b_0c_0d_0$, $a_1b_0c_1d_0$ y $a_0b_1c_0d_1$.
- El costo del gramo de proteína se ve influenciado por los cuatro factores de estudio.
 - La proporción de grano; una parte de maíz - una parte de chocho resulta de costo más levado que la mezcla una parte de maíz - dos partes de chocho.
 - El uso de estufas germinadoras en la germinación elevan el costo del gramo de proteína, obviamente el costo más bajo es a las 24 horas de germinación.
 - A mayor tiempo de fermentación mayor costo del gramo de proteína. Este también se influencia por el uso de la estufa fermentadora.
 - El posible aumento de proteína provocada por la adición de fermento (*Lactobacillus plantarum* 1%) no justifica la elevación del costo del gramo de proteína.
 - Una prueba de Tukey aplicada a los valores del costo por gramo de proteína reportan a la mezcla 1 parte de maíz - 2 partes de chocho, sometida a 24 horas de germinación y 48 horas de fermentación sin adición de fermento a la de menor costo, siendo este de S/.106.1/ g. Esta mezcla se considera como el mejor tratamiento.

El mejor tratamiento tiene un elevado contenido de grasa (15.2%) y proteína total (34.5%), estos resultados muestran que la complementación maíz-chocho es una importante fuente proteico-oleica, también determinan un alto contenido energético de 431 Cal/100g (expresados en base seca).

El contenido de cenizas es apreciable 2.4%, lo que sugiere su valor como fuente de elementos minerales.

El contenido de proteína verdadera tiene un valor inferior a la proteína total, esta diferencia representa al nitrógeno no proteico (3.01), la razón proteína verdadera y proteína total es de 91.28%. La proteína digerible tiene un cociente de 93.55%.

El incremento de digestibilidad y proteína se ve influenciado por la combinación de proteínas vegetales, en este caso maíz y chocho; la germinación de los granos; la fermentación de la mezcla en condiciones controladas y, la cocción.

En relación a la composición de AAE para preescolares de 2 a 5 años presentada por OMS/FAO/ONU [12] la mezcla metionina-cistina representa al limitante (70.4) en el mejor tratamiento.

La razón química calculada para el mejor tratamiento es de 42.9 en relación al huevo entero (sin considerar al triptófano).

El alimento presenta un comportamiento pseudoplástico a 4° y 20°C con índices de consistencia de 1.39 y 1.02 Pa.sⁿ respectivamente.

Después de la cocción el alimento esta exento de m/o, tiene una acidez final de 0.82 expresados en porcentaje de ácido láctico, un pH de 3.72 y 2.4 de sólidos solubles en °Brix.

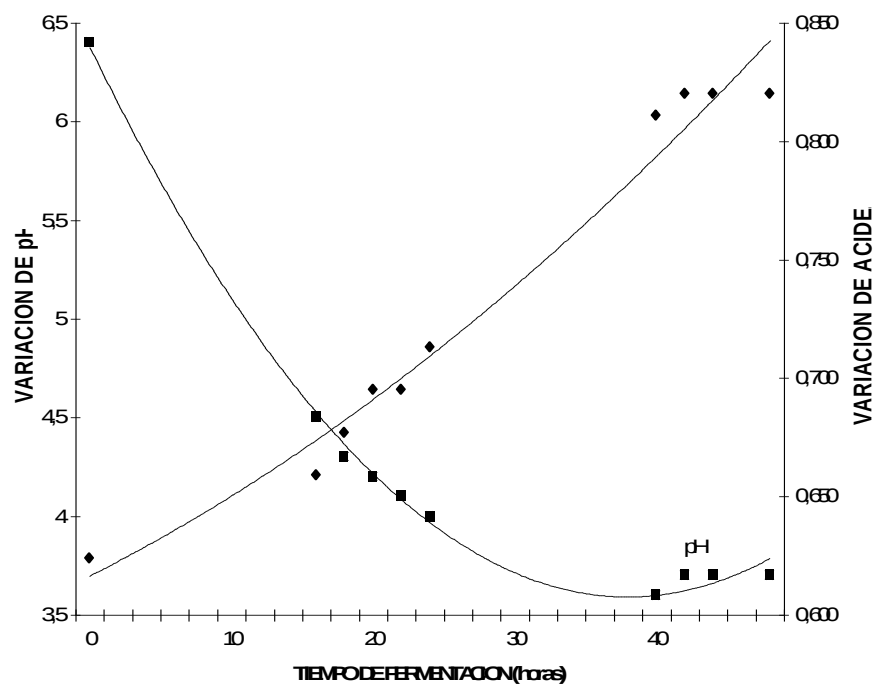
El alimento no se podrá almacenar por más de 2 días sea a 4° o 25°C, ya que pasado este tiempo empieza el crecimiento microbiano. A este tiempo de almacenaje el pH varia de 3.72 a 3.79 a 4 °C y de 3.72 a 3.82 a 25°C, no existe variación de acidez a 4°C en tanto que a 25°C sube a 0.84% en ácido láctico.

La necesidad de producir alimentos de “buena calidad” y bajo costo impulsan a realizar un balance económico del que se desprende:

- El costo unitario (250 g) de venta es S/. 2.400.
- El punto de equilibrio es de 79'921.563 con una capacidad mínima de producción de 67 %.

El período de recuperación de la inversión es de 2 años; la rentabilidad es de 52%.

GRÁFICO 1: VARIACION DE pH Y ACIDEZ EN LA FERMENTACIÓN DE LA BEBIDA *Atibol*



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. GROSS, R. y VON BEAR, E. 1978. "Lupino, una Contribución a la Nutrición de los Andes". Instituto Nacional de Salud. Instituto de Nutrición Proyecto Lupino. Informe N°3. Lima, Perú. 66 pág.
2. ONU Para la Agricultura y la Alimentación. FAO. 1990. "Cultivos Andinos Subexplotados y su aporte a la Alimentación". pp 76 - 87, 119 - 122, 164 - 176.
3. VALENCILLO, V. 1974. "Ciencias de la Naturaleza 5º". BELLOSO. ROSSELL. Madrid. España. pp 161.
4. Utilización de Alimentos Tropicales: Cereales. 1990. Estudio FAO Alimentación y Nutrición. Roma .(47/4).
5. GUAJALAC, T. 1981. "Principios de Procesos de Fermentación". Universidad Particular de Loja. 3:50-51.
6. STEINKRAUS, K. 1983. "Handbook of Indigenous Fermented Foods", New York. U.S. A. Marcel Deker, Inc. pp. 189 - 198.
7. ACURIO, B. y ALVAREZ, L. 1996. "Obtención de un alimento infantil para la Amazonía ecuatoriana". Tesis Ing. Al. Ambato, Ecuador, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. 162 pág.
8. BEDON, C. y JIMBO, N. 1996 "Papilla a base de arroz (*Oryza sativa*) y arveja (*Pisum sativum*) fermentados". Tesis Ing. Al. Ambato, Ecuador, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. 167 pág.
9. CATRICHEO, R. y Co. "Desarrollo y evaluación química y nutrición de un alimento infantil a base de Lupino dulce, trigo y leche". Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 39 (2): 142-148.1989.
10. ALVIÑA, M. ; VERA, G. y ARAYA, H. "Consumo de leguminosas en preescolares: efecto de la densidad energética y tipo de preparación". Archivos Latinoamericanos de nutrición. 39 (2) : 129-140. 1989.
11. FORDHAM, J. WELLS, C. Y CHEN, L. "Sprouting of seeds and nutriend composition of seeds and sprouts". Journal of Food Science, 40(3) 552-556. 1975.
12. TORUN, B. "Proteína y aminoácidos: características y satisfacción de requerimientos con dietas Latinoamericanas". Archivos Latino Americanos de Nutrición, 38: 3. 483-505. 1988.

PREDICCIÓN DEL TIEMPO DE CONSERVACIÓN EN EL ALMACENAMIENTO POSCOSECHA DE FRESA (*Fragaria vesca*)

America Araujo*
Lucy Calahorrano*
Guillermo Poveda**

RESUMEN

A fin de predecir el tiempo de conservación e identificar su comportamiento durante el almacenamiento poscosecha de fresa proveniente del cantón Baños provincia del Tungurahua y del cantón Guayllabamba provincia de Pichincha, se valoró la influencia del embalaje (Tarrina y canastilla plástica) a condiciones ambientales (20 ± 2 °C), temperatura media (12 ± 2 °C), y temperatura de refrigeración (5 ± 2 °C); se realizaron análisis físico químicos como ° Brix, pH, índice de madurez (°Brix/pH) y cada tres días se realizó análisis microbiológico (recuento de mohos y levaduras).

Se aplica un diseño factorial AxBxC con una réplica, para seleccionar el mejor tratamiento, se toma como factor principal el desarrollo de mohos y levaduras. Se logra retardar el crecimiento microbiano y así preservar la fruta en buenas condiciones, los resultados indicaron que a temperatura de 5 ± 2 °C la fresa se conserva hasta 12 días, los sólidos solubles se incrementan gradualmente y el pH se mantiene estable.

Para evitar el deterioro de las fresas mediante el envasado, se utilizaron embalajes en el cual el uso de canastillas con cubierta plástica permiten un mejor mantenimiento.

La preservación de las frutas en estado fresco, es decir vivos con un mínimo de pérdidas de calidad, se basa fundamentalmente en retardar los cambios fisiológicos y químicos que se producen durante la maduración.

INTRODUCCIÓN

La fresa es altamente perecedera, se la consume como fruta en forma fresca o procesada en conservas y mermeladas en base a los atributos que presenta : apariencia externa, color, brillo, firmeza, aroma, frescura, y contenido de vitamina C. Su comercialización es en fresco y debe manejarse con mucho cuidado.

Las fresas son frutas no climatéricas, por lo que debe cosecharse entre un medio y tres cuartas partes de maduración, es decir, su recolección se realiza cerca o en completa madurez, o cual asegura una mejor calidad comestible del producto, con el fin de evitar en lo posible la mala manipulación, defectos en el manejo poscosecha y así facilitar el transporte y su comercialización.

Todas las variedades de fresa son conocidas como plantas típicas de día corto por ser una fruta muy perecible, su vida útil está entre 2-3 días a 20 °C lo que provoca pérdidas poscosecha que afecta al producto.

El presente trabajo es una alternativa para el aprovechamiento de frutos no climatéricos, como la fresa, se realizaron métodos de conservación en estado fresco utilizando embalajes, refrigeración, control de microorganismo y la influencia de la localidad.

El cultivo de la fresa en la actualidad abre amplias perspectivas de comercialización, satisfaciendo el mercado de consumo y encontrándose bajo varias presentaciones como por ejemplo, empacadas en cajas de madera, envases plásticos, canastillas con cubierta plástica, como productos decorativos en postres, pastas, helados, etc. Además la fresa presenta gran facilidad de ser procesada y transformada en productos apetecibles como pulpas, mermeladas, jugos, jaleas, néctares, yogurt, etc.

* Egresado de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

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

La fresa es una fruta muy, pues su piel es turgente y la hace muy susceptible a daños mecánicos y cambios biológicos y fisiológicos del medio que la rodea, por lo que hoy en día es importante el estudio en cuanto al almacenamiento poscosecha, pues este persigue alargar su tiempo de comercialización, tratando de conservar en gran parte sus características tanto físicas como químicas iniciales de la fruta, esto es posible realizando pruebas y métodos de conservación bajo condiciones controladas de temperatura, además de notar diferencias entre la protección que brindan los envases utilizados.

En el proceso de refrigeración de la fresa se producen pocos efluentes y desechos sólidos no contaminantes o biodegradables, los mismos que se pueden controlar de manera fácil sin ocasionar daños importantes al medio ambiente

La producción de la fresa (*Fragaria vesca*), se extiende principalmente en las provincias de Tungurahua, Pichincha e Imbabura, con importantes áreas de cultivo y además con posibilidades de expansión.

Metodología

Seleccionadas las fresas son lavadas con agua clorada, seguido del secado a manera natural, para realizar la caracterización del fruto se determinaron valores de peso, diámetro, pH, sólidos solubles, crecimiento microbiano, y tasa de respiración.

Las fresas se envasaron en canastillas y tarrinas plásticas con un peso aproximado de 250 g por envase. Posteriormente cada envase se colocó en su respectiva cámara de almacenamiento. Los parámetros fueron determinados cada día desde el inicio en fresco y cada tres días se realizaron los análisis microbiológicos. El tiempo de conservación óptimo se establece hasta que la fruta se conserve en buenas condiciones.

Métodos de análisis y cálculo

ANÁLISIS / CALCULO

Sólidos Solubles
PH
Tasa de respiración
Índice de madurez
Cinética de reacción
Análisis microbiológico
Tiempo de vida útil
Análisis estadístico

MÉTODO

Según R. Lees 1969
Según R. Lees 1969
Según Vásconez et. Al 1988
(°Brix / pH)
Según Alvarado J. D. 1996
Según Guía Petrifilm
Según Labuza 1982
Según Saltos 1993.

Diseño experimental .- Se utilizó el diseño factorial AxBxC, con una réplica .

FACTORES

A. Temperatura

NIVELES

a1 $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$
a2 $12 \pm 2^{\circ}\text{C}$
a3 $5 \pm 2^{\circ}\text{C}$

B. Embalaje

b1 Tarrina plástica
b2 Canastilla plástica

C. Localidad

c1 Baños
c2 Guayllabamba

RESULTADOS

Las condiciones optimas de consumo de la fresa y algunas características como el diámetro, peso por unidad, sólidos solubles (°Brix), pH, tasa de respiración (mg CO₂/ kg h) se presenta en la Tabla 1. La fresa tiene un diámetro de 2.21 cm con un peso promedio de 6.37 g y encontrándose un contenido de 5.12 °Brix y pH de 3.95 para la fresa proveniente del cantón Baños; en el caso de la fresa del cantón Guayllabamba se observa un incremento en relación a los valores anteriores con un diámetro de 2.28 cm, 6.72 g de peso, 6.48 °Brix y 4.02 de pH. Estos valores presentan similitud con lo representado por Nunes y Brecht, 1994.

En las Tablas 2,3,4 se indican cambios físico químicos como pH, sólidos solubles e índice de madurez en el tiempo máximo de conservación para las tres temperaturas, observándose que en el caso el pH y los sólidos solubles se mantienen estable en los tres casos, los datos de índice de madurez a la temperatura de 20°C presentan valores ligeramente mas altos que los valores que se obtienen a las temperaturas de 5°C y 12°C, pues a temperatura ambiente la fruta muestra un buen color rojo mientras que a las temperaturas de 12 y 5°C no se produce una mayor variación en el color total de la fruta almacenada, por lo que se obtiene valores altos de índice de madurez. Bibliográficamente se reporta un índice de madurez de 1.82 en relación a (°Brix/ pH) que es menor en relación (°Brix/Acidez), sin embargo con un alto índice de madurez los frutos se vuelven inaceptables sensorialmente o para la industria (Kader, 1992).

Lo reportado en las Tablas 5,6,7 el resultado de la inspección de los tratamientos cada 72 horas del almacenamiento a fin de determinar el tiempo mas adecuado de conservación. A la temperatura de 20°C la velocidad de desarrollo de mohos y levaduras es alta llegando a 13.5 x 10⁴ ufc/ cm² al día tres para las levaduras y 5 x 10³ ufc/ cm² para mohos , a bajas temperaturas el desarrollo de microorganismos resulta mas lento ya que inhibe en cierto modo la actividad metabólica de los microorganismos.

El deterioro del producto en fresco es el resultado de algunos factores que incluyen descomposición fisiológica, daño físico de los tejidos, pérdida de humedad y también la invasión de los microorganismos (Levtov, K. 1981) .

Las ecuaciones cinéticas obtenidas durante la conservación de fresa para índice de madurez y recuento de mohos y levaduras Tablas 8 – 16, los modelos de la ecuación aplicada en el siguiente estudio tuvieron una aceptación real de los resultados experimentales, se obtuvieron coeficientes de correlación altos y se calcularon a partir de la ecuación siguiente:

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

Los resultados que corresponden a la cinética de reacción de primer orden se ajustaron al modelo de ecuación propuesta; $\ln A = \ln A_0 + k t$ Labuza, 1982, además se reportaron los tiempos de vida útil, los mismos que concuerdan con los tiempos de almacenamiento del experimento. La fresa por ser una fruta perecedera su vida útil esta de 2 –3 días a 20 °C Mitcham, 1996.

De acuerdo al efecto del embalaje se han empleado dos tipos de embalajes, canastilla plástica con recubrimiento de polietileno y tarrina plástica, los tratamientos ensayados con canastilla plástica presentaron mayor tiempo de conservación en relación a los tratamientos almacenados en tarrina plástica; puesto que estos recipientes son resistentes, fáciles de manejar y limpiar.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Al culminar el presente trabajo se pudo cumplir con el objetivo general planteado que es predecir el tiempo de conservación en el almacenamiento poscosecha de la fresa (*Fragaria vesca*), variedad Chandler.
- El mejor nivel de conservación corresponde a la temperatura de 5 °C, que prolonga el tiempo de conservación de la fresa, retardando el crecimiento de mohos y levaduras, se hace evidente al analizar los diferentes parámetros de calidad como pH, sólidos solubles, determinándose que no sufren mayores variaciones desde su valor inicial en las diferentes condiciones de almacenamiento.

- La necesidad de emplear embalajes en el empacado de la fruta se hace imprescindible tanto la canastilla plástica como la tarrina plástica presentan las mismas ventajas de ser resistentes y de fácil manejo, la película plástica se la uso como revestimiento y protección del producto, control de la pérdida de agua. El empaque se emplea para protección del producto control de la pérdida de agua y como un medio de información para el consumidor.
- En el tiempo de conservación para la fresa se obtuvo un máximo de 12 días a temperatura de 5 °C, retardando la actividad respiratoria, y también la actividad microbiológica, mientras que a la temperatura de 20°C solamente llega a tres días debido a que la fruta es perecedera.
- Es recomendable mantener la fresa a temperaturas mas bajas y si es posible llegar al congelamiento como también el empleo de conservante en la fruta fresca para tener unos óptimos resultados en cuanto a su tiempo de vida útil.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Alvarado, J. 1996. "Principios de Ingeniería Aplicados a Alimentos". Organización de los Estados Americanos. Radio Comunicaciones. Quito - Ecuador. p 73 - 74
2. Abedrabo, S / Egas, P. 2000. "Estudio del comportamiento post-cosecha del Babaco para fines de exportación", Tesis de Grado, Ambato – Ecuador.
3. Anderlini, R. 1991. Guías de Agricultura y Ganadería. De. Ceac. Perú.
4. Arango, H. 1999. et. al. , "Estudio sobre el comportamiento post-cosecha en la naranjilla" , Cali - Colombia.
5. Arriola, M. 1976. Caracterización, manejo y almacenamiento de algunas frutas tropicales. Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial. Guatemala. 50 p.
6. Biale, J. 1970. "The postharvest biochemysry of tropical and subtropical fruits". Los Angeles California. 294 p.
7. Bianchini / Corbetta. 1973. "Frutos de mi Tierra", Atlas de las plantas alimenticias, Editorial AEDOS, Barcelona - España.
8. Calderón, E. 1985. "Fruticultura General". Tercera edición. Editorial Witeha. México. 762 p.
9. Cartagena, J. 1994. "Frutas Tropicales". - Memoria del Curso Regional de Actualización en Frutas Tropicales.- Espinal Tolima.- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). 13 –21 p.
10. Celsi ; Iacobucci, 1963. "Química Inorgánica". Editorial Kapeluz. BuenosAires – Argentina. 156-158 p.
11. Chicaiza, G; Martínez, J. 2001. "Tiempo de Vida Útil en Carne de Bovino Refrigerada y empaquetada al vacío".- Tesis de Grado.- Ambato - Ecuador.
12. Cholota, N; Quito, C. 1999. "Estudio de la Vida Útil de la Pulpa de Chirimoya (*Antnona cherimola*) Mínimamente Procesada". Tesis de Grado. Ambato-Ecuador.
13. Correa, J. 1985. Frutales. Medellín, Secretaría de Agricultura de Antioquía, vol 1.
14. Enriquez, M ; Rumipamba, A. 2000. "Estudio del comportamiento post-cosecha de la naranjilla (*Solanum- quitoense*) variedad INIAP Palora, Tesis de Grado.
15. Estrella, E. 1998. "El pan de América". Etnohistoria de los alimentos aborígenes del Ecuador. FUNDACYT. Quito – Ecuador. 390 p.
16. FAO.1993. Prevención de pérdidas de Alimentos poscosecha de frutas, hortalizas, raíces, y tubérculos. Roma - Italia. 183 p.
17. Fennema, O. 1982. Introducción a la Ciencia de los Alimentos De. Reverte S.A. Barcelona - España. 841 p.
18. Fernandez, O; Moreno, I. 1985. "Evaluación de pérdidas post-cosecha de tomate de árbol y mora e inventario de embalaje utilizados", Tesis de Grado, Ambato - Ecuador.
19. Folquer, F.. 1986. "Frutilla o Fresa", Editorial Neferi, Buenos Aires - Argentina, p 136 - 140.
20. Frazier, W. 1978. Microbiología en los Alimentos, Editorial Acribia.- Zaragoza - España. p 133 - 135.

21. Heredia, R. 1993. Respuesta de dos cultivares de frutilla (*Fragaria ananassa*) a la aplicación de fertilizantes químicos y biofertilizantes. Quinche -Pichincha. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Tesis de Ingeniero Agrónomo. 120 p.
22. Holasworth, A. 1980. "Conservación de frutas y hortalizas". Editorial Acribia. Zaragoza – España. 107 p.
23. Instituto Ecuatoriano de Normalización. INEN. 1996. Normas para envases y embalajes, requerimientos del consumidor. GPE INEN – ISO 41:96.
24. Izquierdo, J. 1992. "Producción post-cosecha, procesamiento y comercialización de Ajo, Cebolla y Tomate". FAO. Chile.
25. Kader, A. 1985. "Post harvest technology of horticultural crops". University of California. Danr. Social Publication. N. 3311. 3-20 p.
26. Labuza, T. 1982. "Shelf - Life Dating of Food", Department of Food Science and Nutrition University of Minnesota, Printed in the United States of America.
27. Lees, R. 1999. Análisis de los Alimentos". Métodos Analíticos y de Control de Calidad. De. Acribia. Zaragoza- España, 65p.
28. Levtoy, K. 1981.- Seminario sobre conservación de frutas y vegetales por refrigeración. Guayaquil - Ecuador. Cendes. 123 p.
29. LLerena, T. 1998. Estudio de la evaluación de los parámetros de calidad de frutilla durante el almacenamiento en condiciones controladas de humedad y temperatura.- Tesis de Ingeniero Químico. - Escuela Politécnica Nacional.- Facultad de Ingeniería Química.- Quito - Ecuador.- 103 p.
30. Miranda, S. 1985. Empleo de Irradiación Gamma para prolongar el período de comercialización de la frutilla. Tesis. Escuela Politécnica Nacional.- Facultad de Ingeniería Química. Quito - Ecuador.- 217 p.
31. Montgomery, H. 1964. Producción Comercial de Fresas y Espárragos.- Zaragoza - España.- Editorial Acribia.- 151 p.
32. Nunes, R. & Morris, G. 1995. Quality of Strawberries After Storage in Controlled Atmospheres at Above Optimum Storage Temperatures. Porto

APÉNDICE

Tabla 1. Características físico químicas de la fresa.

	Baños	Guayllabamba
Peso (g)	6.37	6.72
Diámetro (cm)	2.21	2.28
pH	3.95	4.02
Sólidos solubles (°Brix)	5.12	6.48
mg CO ₂ / kg h	61.96	64.82

Tabla 2. Características físico químicas* de la fresa, variedad Chandler durante su almacenamiento conservada a $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

Tratamiento Tr	Tiempo (días)	pH	SS (°Brix)	IM (°Brix/pH)
a1b1c1	3	3.40	7.30	2.15
a1b1c2	4	3.40	8.75	2.57
a1b2c1	3	3.55	7.20	2.03
a1b2c2	4	3.25	9.30	2.86g

*Promedio de dos réplicas

Tabla 3. Características físico químicas* de la fresa, variedad Chandler durante su almacenamiento conservada a $12 \pm 2^\circ\text{C}$.

Tratamiento Tr	Tiempo (días)	pH	SS (°Brix)	IM (°Brix/pH)
a2b1c1	10	3.45	7.15	2.08
a2b1c2	11	3.45	9.00	2.61
a2b2c1	11	3.60	8.55	2.40
a2b2c2	14	3.40	10.30	3.03

*promedio de dos réplicas

Tabla 4. Características físico químicas* de la fresa, variedad Chandler durante su almacenamiento conservada a $5 \pm 2^\circ\text{C}$.

Tratamiento Tr	Tiempo (días)	pH	SS (°Brix)	IM (°Brix/pH)
a3b1c1	15	3.40	8.50	2.50
a3b1c2	16	3.60	10.90	3.03
a3b2c1	14	3.35	9.80	2.92
a3b2c2	15	3.55	11.65	3.28

*Promedio de dos réplicas

Tabla 5. Análisis microbiológico* (recuento de mohos y levaduras) en fresa, variedad Chandler durante su almacenamiento conservada a $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

Tratamiento Tr	Tiempo (días)	Mohos (ufc/cm ²)	Levaduras (ufc/cm ²)
a1b1c1	3	$3 \cdot 10^3$	$10.5 \cdot 10^4$
a1b1c2	3	$5 \cdot 10^3$	$12 \cdot 10^4$
a1b2c1	3	$2 \cdot 10^3$	$13.5 \cdot 10^4$
a1b2c2	3	$2.5 \cdot 10^3$	$12 \cdot 10^4$

*Promedio de dos réplicas.

Tabla 6. Análisis microbiológico* (recuento de mohos y levaduras) en fresa, variedad Chandler durante su almacenamiento conservada a $12 \pm 2^\circ\text{C}$.

Tratamiento Tr	Tiempo (días)	Mohos (ufc/cm ²)	Levaduras (ufc/cm ²)
a2b1c1	9	$3 \cdot 10^4$	$27 \cdot 10^5$
a2b1c2	9	$7.5 \cdot 10^4$	$30 \cdot 10^5$
a2b2c1	9	$3 \cdot 10^4$	$18 \cdot 10^5$
a2b2c2	9	$7 \cdot 10^4$	$29.5 \cdot 10^5$

*Promedio de dos réplicas.

Tabla 7. Análisis microbiológico* (recuento de mohos y levaduras) en fresa, variedad Chandler durante su almacenamiento conservada a $5 \pm 2^\circ\text{C}$.

Tratamiento Tr	Tiempo (días)	Mohos (ufc/cm ²)	Levaduras (ufc/cm ²)
a3b1c1	12	$4 \cdot 10^4$	$22.5 \cdot 10^5$
a3b1c2	12	$3 \cdot 10^4$	$36 \cdot 10^5$
a3b2c1	12	$2.5 \cdot 10^4$	$40.5 \cdot 10^5$
a3b2c2	12	$3 \cdot 10^4$	$39 \cdot 10^5$

*Promedio de dos réplicas.

Tabla 8. Ecuaciones cinéticas y tiempos de vida útil, para índice de madurez en fresa variedad Chandler conservada a $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

Tratamiento Tr	Ecuación	R	n	t (días)
a1b1c1	$\ln y = 0.1604 t + 0.2317$	0.96	1.04	3.33
a1b1c2	$\ln y = 0.1214 t + 0.5282$	0.96	0.90	3.43
a1b2c1	$\ln y = 0.1386 t + 0.2453$	0.95	1.02	3.33
a1b2c2	$\ln y = 0.1179 t + 0.5243$	0.92	0.91	4.46

Tabla 9. Ecuaciones cinéticas y tiempos de vida útil, para índice de madurez en fresa variedad Chandler conservada a $12 \pm 2^\circ\text{C}$.

Tratamiento Tr	Ecuación	R	n	t (días)
a2b1c1	$\ln y = 0.0512 t + 0.2969$	0.94	0.91	8.47
a2b1c2	$\ln y = 0.0430 t + 0.5350$	0.97	0.91	10.08
a2b2c1	$\ln y = 0.0624 t + 0.2707$	0.96	0.96	9.70
a2b2c2	$\ln y = 0.0482 t + 0.4581$	0.96	1.05	13.52

Tabla 10. Ecuaciones cinéticas y tiempos de vida útil, para índice de madurez en fresa variedad Chandler conservada a $5 \pm 2^\circ\text{C}$.

Tratamiento Tr	Ecuación	R	n	t (días)
a3b1c1	$\ln y = 0.0331 t + 0.2632$	0.91	0.98	19.78
a3b1c2	$\ln y = 0.0288 t + 0.5374$	0.90	0.88	19.80
a3b2c1	$\ln y = 0.0453 t + 0.2899$	0.94	0.74	15.04
a3b2c2	$\ln y = 0.0353 t + 0.6626$	0.86	0.66	14.85

Tabla 11. Ecuaciones cinéticas y tiempos de vida útil, para recuento de mohos en fresa variedad Chandler

conservada a $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

Tratamiento Tr	Ecuación	R	n	t (días)
a1b1c1	$\ln y = 0.7675 t + 5.7038$	1	0.99	2.99
a1b1c2	$\ln y = 0.8026 t + 6.1092$	1	1.00	3.00
a1b2c1	$\ln y = 0.6324 t + 5.7038$	1	0.99	3.00
a1b2c2	$\ln y = 0.5716 t + 6.1092$	1	1.00	3.00

Tabla 12. Ecuaciones cinéticas y tiempos de vida útil, para recuento de mohos en fresa variedad Chandler conservada a $12 \pm 2^\circ\text{C}$.

Tratamiento Tr	Ecuación	R	n	t (días)
a2b1c1	$\ln y = 0.5142 t + 6.2388$	0.95	0.17	7.91
a2b1c2	$\ln y = 0.5578 t + 6.4287$	0.99	0.45	8.59
a2b2c1	$\ln y = 0.5543 t + 5.8688$	0.96	0.69	8.01
a2b2c2	$\ln y = 0.5841 t + 6.6332$	0.95	0.19	7.74

Tabla 13. Ecuaciones cinéticas y tiempos de vida útil, para recuento de mohos en fresa variedad Chandler conservada a $5 \pm 2^\circ\text{C}$.

Tratamiento Tr	Ecuación	R	n	t (días)
a3b1c1	$\ln y = 0.3894 t + 6.2762$	0.97	0.13	11.09
a3b1c2	$\ln y = 0.3201 t + 6.9046$	0.92	0.10	10.63
a3b2c1	$\ln y = 0.4297 t + 5.2603$	0.96	2.47	11.32
a3b2c2	$\ln y = 0.3336 t + 6.3476$	0.91	0.57	11.87

Tabla 14. Ecuaciones cinéticas y tiempos de vida útil, para recuento de levaduras en fresa variedad Chandler conservada a $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

Tratamiento Tr	Ecuación	R	n	t (días)
a1b1c1	$\ln y = 0.1783 t + 11.027$	1	0.99	2.99
a1b1c2	$\ln y = 0.1773 t + 11.163$	1	1.00	3.00
a1b2c1	$\ln y = 0.2737 t + 10.977$	1	0.99	2.99
a1b2c2	$\ln y = 0.1993 t + 11.097$	1	1.00	3.00

Tabla 15. Ecuaciones cinéticas y tiempos de vida útil, para recuento de levaduras en fresa variedad Chandler conservada a $12 \pm 2^\circ\text{C}$.

Tratamiento Tr	Ecuación	R	n	t (días)
a2b1c1	$\ln y = 0.5264 t + 10.554$	0.97	0.64	8.08
a2b1c2	$\ln y = 0.5400 t + 10.299$	0.96	1.46	8.54
a2b2c1	$\ln y = 0.4778 t + 10.447$	0.98	0.73	8.28
a2b2c2	$\ln y = 0.5303 t + 10.307$	0.97	1.56	8.65

Tabla 16. Ecuaciones cinéticas y tiempos de vida útil, para recuento de levaduras en fresa variedad Chandler

conservada a $5 \pm 2^\circ\text{C}$.

Tratamiento Tr	Ecuación	R	n	t (días)
a3b1c1	$\ln y = 0.3866 t + 10.531$	0.96	0.52	10.59
a3b1c2	$\ln y = 0.4103 t + 10.151$	0.96	1.80	12.05
a3b2c1	$\ln y = 0.43.73 t + 9.9452$	0.97	1.32	12.04
a3b2c2	$\ln y = 0.4575 t + 9.9930$	0.96	1.52	11.32

Cambios físico químicos y microbiológicos durante la conservación de fresa variedad Chandler a temperatura de $5 \pm 2^\circ\text{C}$ en canastilla plástica proveniente del cantón Guayllabamba (Tratamiento a3b2c2).

GRAFICO 1. pH

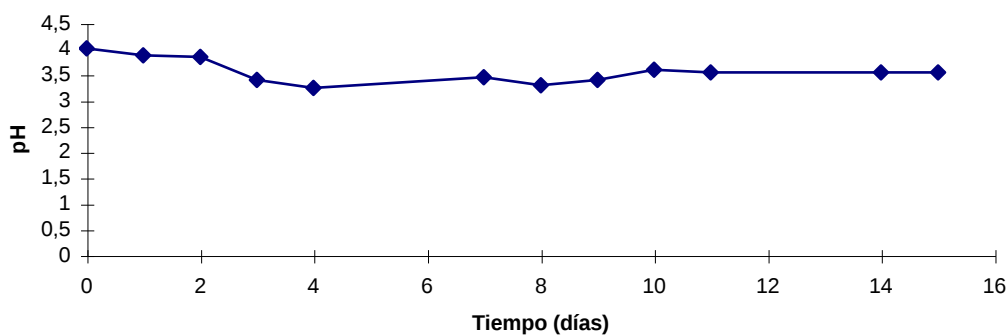


GRAFICO 2. Sólidos solubles

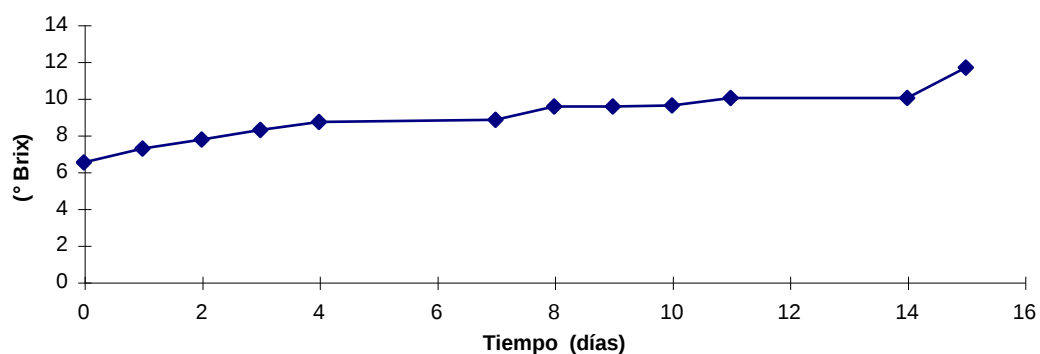


GRAFICO 3. Indice de madurez

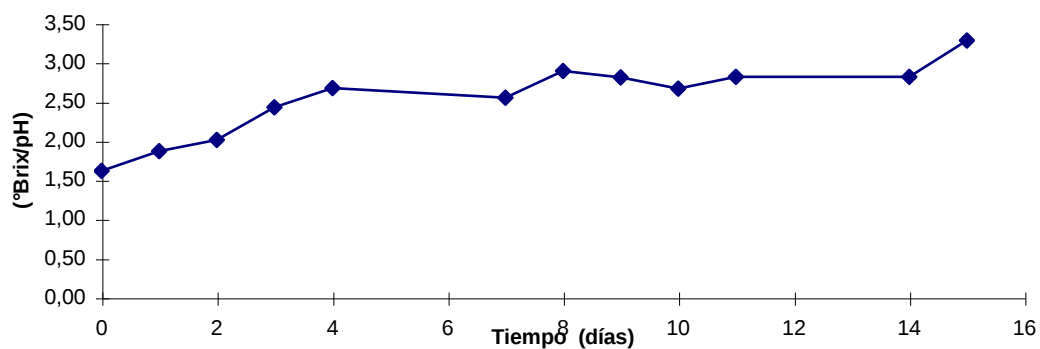


GRAFICO 4. Mohos

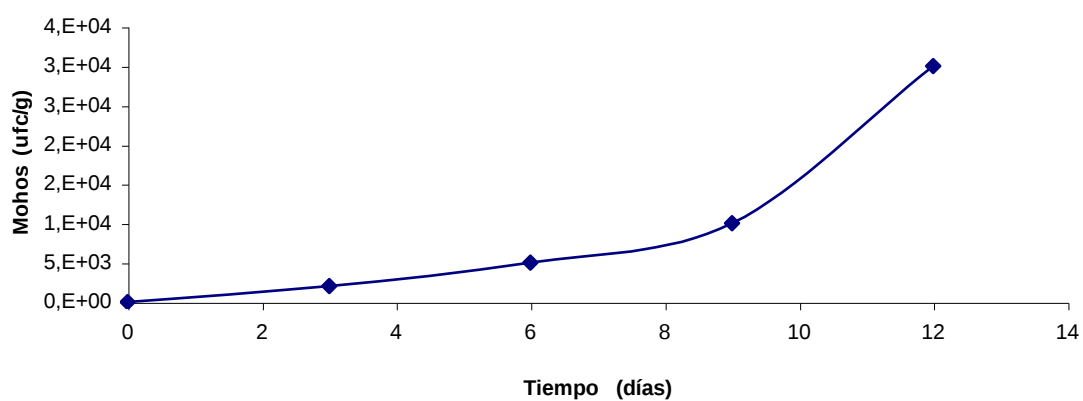


GRAFICO 5. Levaduras

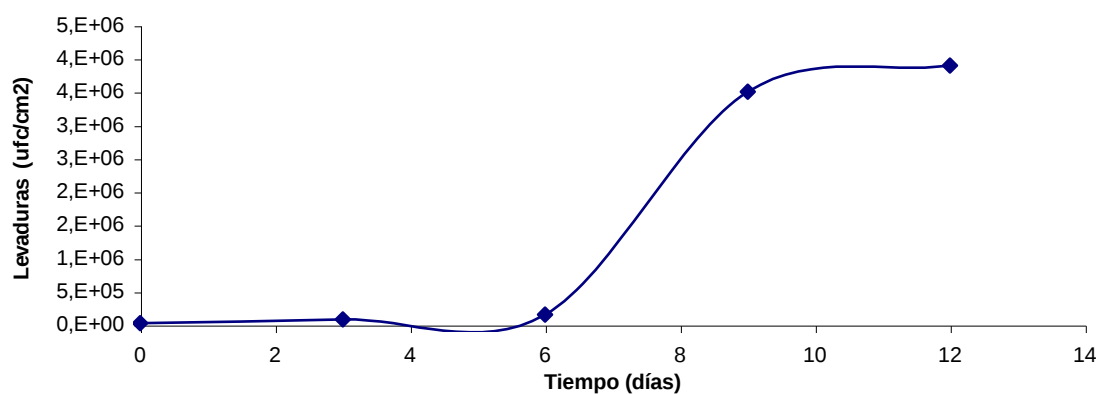
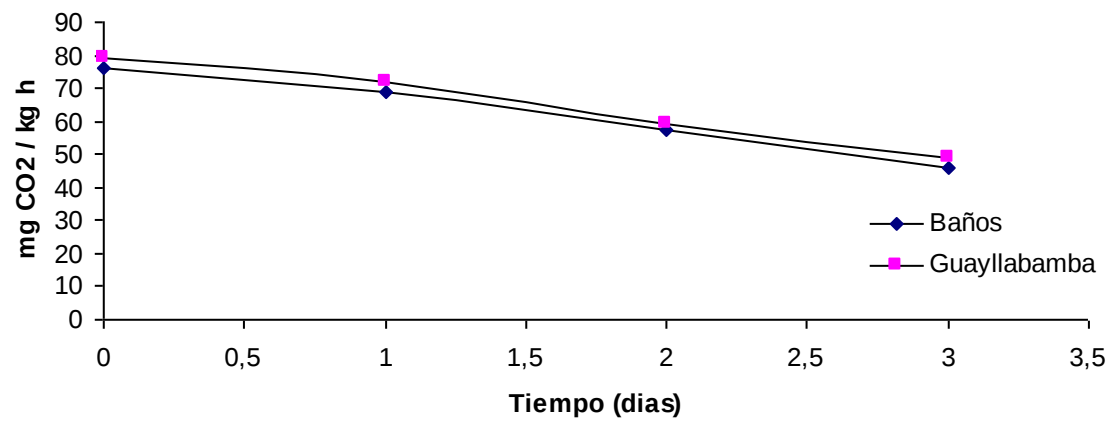


GRAFICO 6. Actividad respiratoria



EFFECTO DEL CLORURO DE CALCIO SOBRE LA TEXTURA DE PIÑA (Cayena Lisa) DESHIDRATADA OSMÓTICAMENTE POR PULSOS DE VACÍO Y ESTABILIZADA POR MÉTODOS COMBINADOS.

Patricio Pérez*
Javier Morales*
Angel Ulloa**

RESUMEN

El presente trabajo surge como necesidad de dar una alternativa tecnológica para el aprovechamiento de la piña (Cayena Lisa) que es muy comercializada en el mercado local en su estado natural. Además en las actuales circunstancias frente a la escasez de frigoríficos e industrias procesadoras donde se estiman pérdidas postcosecha superiores al 30% de las frutas y hortalizas es importante la necesidad de desarrollar procesos de conservación sencillos y económicos, que mantengan las características del producto fresco y prolonguen la vida de anaquel con lo que se logrará disminuir las pérdidas postcosecha.

El objetivo del presente trabajo es “Analizar el efecto del cloruro de calcio sobre la textura de piña deshidratada osmóticamente por pulsos de vacío y estabilizada por métodos combinados”. Para su estudio se contempló tres niveles de concentración de agente osmótico (55°Brix, 60°Brix y 65 °Brix), tres niveles de concentración de agente mejorador de textura (0.15 %, 0.30 % y 0.60 % de cloruro de calcio y tres niveles de tiempo de deshidratación a presión atmosférica (2 horas, 3 horas y 4 horas). Al inicio del proceso se identificó cada trozo de fruta para registrar su peso durante la deshidratación (luego del vacío y a cada hora), se midió en la fruta al inicio y durante todo el transcurso de la deshidratación (luego del vacío y a cada hora) °Brix, pH, humedad, textura mediante penetrómetro, y en el jarabe °Brix y pH.

El mejor tratamiento se almacenó durante dos meses a dos temperaturas (temperatura ambiente 18 ± 2 °C y refrigeración 4 ± 1 °C) y en dos tipos de envases (vidrio y plástico). Durante este tiempo (cada semana) se midió en la fruta pH, humedad, °Brix, textura y color (espectrofotometría a 420 y 520 nm.), y en el jarabe pH, °Brix y turbidez (420 nm.), al final de los dos meses de almacenamiento se realizó recuento total y análisis sensorial en la mejor muestra.

INTRODUCCIÓN

La concentración osmótica es el proceso de remoción de humedad, utilizando una solución hipertónica. Debido a la alta presión osmótica de la solución, una fuerza impulsora para la remoción de humedad actúa entre la solución y el alimento, mientras que las células del alimento actúan como membrana semipermeable (Lerici, et al., 1987).

La deshidratación osmótica puede ser considerada como un proceso de difusión simultáneo de agua y soluto. De hecho, como la membrana es parcialmente selectiva, siempre existirá un transporte de soluto de la solución al alimento y del alimento a la solución.

La deshidratación osmótica al vacío (DOV) es un nuevo método de deshidratación osmótica (DO) que toma ventaja cuando las estructuras porosas, son sometidas a condiciones de vacío. La transferencia de masa se produce por un mecanismo denominado “mecanismo hidrodinámico” (HDM) (Fito y Pastor, 1994; Fito, 1994) y básicamente el fenómeno se explica en el hecho de que el líquido externo puede fluir hacia dentro o hacia fuera de los poros cuando se aplica al sistema gradientes de presión. La cantidad de líquido que penetra está controlada por la expansión y compresión del gas que está ocluido en la estructura porosa. Este

* Egresado de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

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

mecanismo se lleva a cabo cuando un alimento poroso se sumerge en un líquido y es especialmente importante cuando se aplica vacío y posteriormente se restaura la presión atmosférica.

El calcio ha recibido una considerable atención en recientes años debido a sus efectos deseables en el control del ablandamiento y desórdenes fisiológicos de las frutas y vegetales.

En las frutas como una función eficiente de adaptación a las condiciones ambientales, sus células deben permanecer comunicadas unas con otras. Esto incrementa la evidencia de que los iones calcio son importantes mensajeros intracelulares en las plantas. Los cambios en la estructura de la pared celular, la permeabilidad de la membrana, y la activación enzimática son conocidos por influenciar en varios aspectos de la fisiología celular. Desde el reciente descubrimiento del calmodulin, se ha tenido en claro que el calcio enlaza proteínas (Cheung, 1980; Poovaiah, 1985). Recientes experimentos evidencian que ciertas funciones celulares son reguladas, en parte, por el calcio y el calmodulin.

El ablandamiento ha sido demostrado ser un proceso enzimático inmediato de la descomposición de las sustancias pécticas en la lamela media y la pared celular. Un incremento de la pectina soluble generalmente se ve asociado con estos cambios. (Poovaiah, 1986; Glenn y Poovaiah, 1990).

El calcio ha sido utilizado para disminuir el ablandamiento de frutas frescas durante el almacenamiento (Poovaiah, 1986) debido a que este reacciona con los componentes celulares tales como proteínas de las membranas y la pared celular. El calcio también interactúa con las proteínas para formar una estructura de enlace polimérico que incrementa la tensión mecánica (Glenn y Poovaiah, 1990; Poovaiah, 1986).

MATERIALES Y MÉTODOS

Fruta

Para el presente trabajo se utilizó piña (*Ananas comusus*) de la variedad Cayena Lisa adquirida en los mercados de la localidad. Seleccionada mediante el tacto y la vista con un grado de madurez uniforme (13 ° Brix).

Solución Osmótica

Para la preparación de la solución osmótica (jarabe) se utiliza:
Sacarosa grado comercial
Agua potable
Sorbato de potasio y metabisulfito de sodio como preservantes
Ácido cítrico

Materiales

Material de vidrio
Cronómetro
Cápsulas de porcelana
Calibrador o pie de rey
Envases plásticos y de vidrio

Equipos

Brixómetros Atago escala 0-50 y 44 –90 °Brix
Espectrofotómetro marca Spectronic 20 D
Manómetro diferencial de mercurio
Desecador con dispositivo para vacío marca Nalgene
pHmetro marca Orion
Balanza marca Scientech
Bomba de vacío marca Newman
Agitador magnético
Estufa marca Blue M
Cuenta colonias marca Quebec
Autoclave
Cocineta eléctrica
Penetrómetro

Reactivos

Agua destilada
Hidróxido de sodio
Solución de ácido ascórbico al 1 %
Solución de fenolftaleína
Cloruro de calcio al 95% de pureza
Sorbato de potasio al 99% de pureza
Metabisulfito de sodio al 99% de pureza
Agar PCA
Solución Buffer 4.0
Solución Buffer 7.0

Metodología

Recepción y Lavado. Las piñas previamente seleccionadas son lavadas para ingresar a proceso.

Pelado y Cortado. La fruta se pela manualmente con un cuchillo de acero inoxidable, retirando el corazón con un sacabocado metálico y luego se corta en rodajas de 2 cm. de espesor. Con la ayuda de una cuchilla metálica se cortan cubos de 2 cm. por lado.

Pesado. Se pesan los desperdicios y los trozos de fruta de forma cúbica.

Escaldado. Las muestras de piña se escaldan por vapor fluente durante 3 minutos, de acuerdo con Buenaño, M. (1999), el tratamiento tiene por objeto inactivar las enzimas causantes del empardeamiento enzimático.

Dosificación del Jarabe. Se preparan soluciones de sacarosa de 55, 60 y 65 ° Brix, a estas soluciones se añaden 1000 ppm de sorbato de potasio con 150 ppm de metabisulfito de sodio, se adicionan los diferentes niveles del agente mejorador de textura (0.15, 0.30 y 0.60 % de Cl_2Ca con una pureza del 95%), se agrega 0.2 ml/g. de una solución al 1% de ácido ascórbico. Finalmente se ajusta el pH de la solución a 3.4 con ácido cítrico.

Deshidratación Osmótica por Pulsos de Vacío. La deshidratación se realiza colocando en un desecador con dispositivo para vacío, la fruta y el jarabe en una relación 1:6, respectivamente y luego se realiza el vacío hasta alcanzar una presión de 450 mm Hg, durante 5 minutos. Luego se rompe el vacío, se alcanza la presión atmosférica y se continúa con la deshidratación osmótica hasta completar 2, 3 y 4 horas. El tratamiento osmótico tanto a vacío como a presión atmosférica se realiza con agitación a temperatura ambiente ($18 \pm 2^\circ \text{C}$).

Metodología para la Determinación de Datos Experimentales. Al inicio y luego del tiempo de vacío y posteriormente cada hora se procede a medir: pH, °Brix en el jarabe y en la fruta, además en la fruta se determina: pérdida de peso, pérdida de agua, ganancia de sólidos solubles y textura.

Mejor Tratamiento. La fruta procesada bajo las condiciones indicadas y a fin de obtener el mejor tratamiento se consideran las respuestas experimentales: pérdida de peso, pérdida de agua, ganancia de sólidos solubles y textura; se envasa en recipientes de vidrio y plástico opaco, con solución azucarada de igual concentración de la alcanzada por la fruta luego de la deshidratación, y previamente pasteurizada, en una relación fruta jarabe de 2:1. Al inicio del ensayo de almacenamiento (tiempo cero) la actividad de agua según la ecuación de Ross y azúcares reductores y totales.

Se analiza la estabilidad del producto mediante almacenamiento durante 2 meses a dos temperaturas (refrigeración $4 \pm 1^\circ \text{C}$ y ambiente $18 \pm 2^\circ \text{C}$), cada 7 días se determina pérdida de color, cambios fisicoquímicos (pH, °Brix, humedad y textura) y análisis microbiológicos (recuento total). El mejor tratamiento resultante de este nuevo diseño se define sobre la base de: preservación del color y buenas características fisicoquímicas y microbiológicas. Al final de los 2 meses de almacenamiento, se realizará el análisis sensorial respectivo en el mejor tratamiento.

Métodos de Análisis

Los análisis se realizaron por duplicado, utilizando los equipos y materiales existentes en los Laboratorios de

la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y del Instituto de Investigaciones Tecnológicas e Industriales (I.I.T.I.). En la materia prima, es decir la piña se realizaron los siguientes análisis:

Ceniza, según norma INEN 401; 1979.

Acidez titulable, según norma INEN 381; 1978.

En el jarabe y la fruta se realizaron los siguientes análisis:

Humedad, por el método de la estufa a 105 ° C hasta encontrar un peso estable

Sólidos solubles, según norma INEN 380; 1978.

Potencial hidrógeno (pH), según norma INEN 389

Textura en la fruta mediante penetrómetro.

Absorbancia en la fruta (420nm y 520 nm) y transmitancia en el jarabe (420 nm) mediante espectrofotómetro.

Diseño Experimental

Se aplicará un primer diseño experimental de tres factores, es decir un sistema de análisis $a * b * c$ ($3 * 3 * 3$), con una réplica de cada nivel, determinándose un número de 54 tratamientos.

Factores

Concentración del agente osmótico

Concentración del agente Mejorador de textura, CaCl_2

Tiempo total de deshidratación

Niveles

(A) 55, 60 y 65 ° Brix

(B) 0.15, 0.30 y 0.60 %

(C) 2, 3 y 4 horas

Las respuestas experimentales para éste diseño son:

Textura.

Pérdida de peso.

Pérdida de agua.

Ganancia de sólidos solubles.

Para las pruebas de estabilidad se aplicó un segundo diseño experimental de dos factores $a * b$ ($2 * 2$), con una réplica de cada nivel, determinándose un total de 8 tratamientos.

Factores

Temperatura de almacenamiento

Tipo de envase

(A)

(B)

Niveles

5 y 18 ° C

vidrio y plástico opaco

Las respuestas experimentales para éste segundo diseño son:

Pérdida de color.

- Características: fisicoquímicas (pH, ° Brix, humedad y textura), microbiológicas (recuento total) y sensoriales.

CÁLCULOS

Determinación de la Cinética de Deshidratación Osmótica

Se determina la ganancia de sólidos (Gst), pérdida de peso (Ppt) y pérdida de agua (Pat) con las ecuaciones reportadas por Barona y Zapata (1990):

$$\text{Gst} = \frac{P_t (1 - H_t) - P_o (1 - H_o)}{P_o} \quad (100 \text{ g}) \quad (1)$$

$$\text{Ppt} = \frac{P_o - P_t}{P_o} \quad (100 \text{ g}) \quad (2)$$

$$Pat = \frac{(P_o * H_o) - (P_t * H_t)}{P_o} (100 \text{ g}) \quad (3)$$

En donde:

Gst	=	Ganancia de sólidos de la piña al tiempo t (g sólidos / 100 g fi.)
Ppt	=	Pérdida de peso al tiempo t (g / 100 g fi.)
Pat	=	Pérdida de agua en la piña al tiempo t (g agua / 100 g fi.)
P _o	=	Peso del cubo de piña al tiempo cero (g)
P _t	=	Peso del cubo de piña al tiempo t (g)
H _o	=	Humedad base húmeda decimal al tiempo cero
H _t	=	Humedad base húmeda decimal al tiempo t

Determinación de la Pérdida de Textura

La pérdida de textura se determina mediante formula similar a la propuesta por Barona y Zapata.

$$Ptt = \frac{T_o - T_t}{T_o} (100) \quad (4)$$

En donde:

Pt t	=	Pérdida de textura al tiempo t (%)
T _t	=	Textura en la piña al tiempo t (KPa)
T _o	=	Textura en la piña al tiempo cero (KPa)

Determinación de Actividad de Agua (a_w)

Se determina a partir de los valores de grados Brix, pérdida de peso y de agua tanto para manzana como jarabe por medio de la ecuación de Ross:

$$a_{wf} = (a_{w1}) (a_{w2}) \dots (a_{wn}) \quad (5)$$

Determinación de las Constantes de Permeabilidad

Con el propósito de calcular las constantes de permeabilidad, se requiere establecer los datos del flujo de agua, flujo del soluto, diferencia de la actividad del agua y diferencia de la concentración del soluto en el producto y en la solución osmótica.

$$N_w = K_w (\Delta a_w) \quad (6)$$

Determinación del Cambio de Color en el Producto Deshidratado y Turbidez en el Jarabe Sometido a DOPV Durante la Etapa de Almacenamiento

Primo Yufera y Carrasco Dorrien (1981), indican que en la práctica, es interesante la determinación directa del color, por medidas espectrométricas. Suelen realizarse dos medidas de densidad óptica (D.O.) a 420 nm y a 520 nm, que corresponden al mínimo y al máximo de absorción, respectivamente, de los zumos o vinos tintos. La medida a 420 nm refleja la intensidad del color amarillo y la correspondiente a la de 520 nm la del color rojo característico. Por ello, como índice representativo de la intensidad del color, suele considerarse la suma de las referidas densidades ópticas y como índice de la tonalidad la relación de las mismas (Sudraud 1958). Por otra parte, el cociente D.O. 520 / D.O. 420, ha sido también considerado como medida de la degradación de color (Ponting y col., 1960). Cuanto más alto es el valor de este cociente, más aceptable es el color, y viceversa.

Para el cálculo de la turbidez se realizaron mediciones de la transmitancia a 420 nm de longitud de onda en el jarabe, y los resultados se obtuvieron valiéndose de la siguiente fórmula:

$$T = 1 / Tr$$

En donde:

T	=	Turbidez (1 / %)
Tr	=	Transmitancia (%)

Determinación de los Análisis Microbiológicos
Se emplea la técnica de conteo total mediante agar PCA.

Determinación del Análisis Sensorial
Para estimar los atributos de olor, color, sabor, textura y aceptabilidad se utiliza una escala hedónica de 1 a 9 y se evalúa utilizando un panel de 10 catadores no entrenados.

Análisis Estadístico
El análisis estadístico se realiza de acuerdo con los diseños experimentales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CINÉTICA DE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA

Pérdida de Peso En el cuadro 1 se puede apreciar que conforme avanza el tiempo de deshidratación a presión atmosférica aplicada, mayor es la pérdida de peso provocada, así, para una concentración de 55 °Brix 0.30% de cloruro de calcio y 4 horas de deshidratación la pérdida de peso es 26.49 (g/100g fi), mientras que para las mismas concentraciones de °Brix y cloruro de calcio (55°Brix, 0.30 % de cloruro de calcio) pero de 2 horas de deshidratación osmótica la pérdida es 24.04 (g/100g fi).

Al analizar el efecto de la concentración de agente osmótico se puede observar lo siguiente: al trabajar con una concentración de 55 °Brix, 0.30% de cloruro de calcio y 4 horas de deshidratación osmótica se alcanza una pérdida de peso de 26.49 (g/100g fi), en tanto que para una concentración de 65 °Brix, 0.30% de cloruro de calcio y 4 horas de deshidratación la pérdida de peso es 29.48 (g/100g fi), por lo que se deduce que a mayor concentración del agente osmótico mayor es la pérdida de peso. Cabe señalar que esta pérdida no es muy grande pues no difiere mucho de aquella conseguida en una concentración de 60 °Brix, 0.30% de cloruro de calcio y 4 horas de deshidratación osmótica donde se alcanzó una pérdida de peso de 28.22 (g/100g fi).

Finalmente se aprecia que el porcentaje del agente mejorador de textura (cloruro de calcio) no tiene una influencia en los diversos resultados obtenidos de la cinética de deshidratación, así se puede observar en una concentración de 55 °Brix, 0.15% de cloruro de calcio y 4 horas de deshidratación osmótica, la pérdida es de 26.66 (g/100g fi) ésta no difiere de la pérdida alcanzada en una concentración de 55 °Brix, 0.60% de cloruro de calcio y 4 horas de deshidratación osmótica que es de 26.76 (g/100g fi).

Ganancia de Sólidos En cuanto a la ganancia de sólidos para la piña “Cayena Lisa”, (ver cuadro 1) se observa un incremento de valores a medida que aumenta el tiempo, así luego del pulso de vacío, la ganancia de sólidos es de 3.13 (g/100g fi), después de una hora de deshidratación osmótica la ganancia es 6.54 (g/100g fi), a las dos horas es 7.93 (g/100g fi), a las tres horas 11.48 (g/100g fi), y finalmente a las cuatro horas de deshidratación la ganancia es de 13.29 (g/100g fi). Esto es mucho mas evidente al observar que para una concentración de 60 °Brix, 0.60% de cloruro de calcio y 2 horas de tratamiento la ganancia de sólidos es 11.38 (g/100g fi) mientras que para una concentración 60 °Brix, 0.60% de cloruro de calcio y 4 horas de deshidratación osmótica la ganancia es 13.47 (g/100g fi).

La ganancia de sólidos también se ve influenciada por el aumento de la concentración de agente osmótico de manera significativa, al observar los datos para una concentración de 55 °Brix, 0.60% de cloruro de calcio y 4 horas de deshidratación osmótica, la ganancia de sólidos es de 12.29 (g/100g fi) mientras que, para una concentración de 65 °Brix, 0.60% de cloruro de calcio y 4 horas de deshidratación osmótica presenta una ganancia de sólidos de 14.11(g/100g fi) lo cual evidencia el hecho de que al aumentar la concentración del agente osmótico aumenta también la ganancia de sólidos.

Al igual que para la pérdida de agua, la ganancia de sólidos no se ve influenciada por el aumento del agente mejorador de textura, pues ésta no sufre aumentos significativos conforme aumenta la concentración del cloruro de calcio; así, para una concentración de 60 °Brix, 0.15% de cloruro de calcio y 4 horas de deshidratación osmótica la ganancia de sólidos es de 13.45 (g/100g fi) que no varía al compararla con los valores para una concentración de 60 °Brix, 0.60% de cloruro de calcio y 4 horas es de 13.47 (g/100g fi).

Pérdida de Agua En el cuadro 1 se observa para piña Cayena Lisa en cuanto al factor pérdida de agua,

que conforme aumenta el tiempo de deshidratación osmótica, aumenta también la pérdida de agua; por ejemplo para una concentración de 65 °Brix, 0.60% de cloruro de calcio y 2 horas de deshidratación osmótica la pérdida es de 39.77 (g/100g fi), mientras que para una concentración de 65 °Brix, 0.60% de cloruro de calcio y 4 horas de deshidratación osmótica la pérdida es de 43.80 (g/100g fi).

Al aumentar la concentración del agente osmótico la pérdida de agua varía considerablemente; así, al comparar los valores para una concentración de 55 °Brix, 0.60% de cloruro de calcio y 4 horas de deshidratación osmótica donde la pérdida es 39.05 (g/100g fi) con aquellos obtenidos para una concentración de 65 °Brix, 0.60% de cloruro de calcio y 4 horas de deshidratación osmótica con una pérdida de 43.80 (g/100g fi). Los mayores valores de pérdida de agua se registran en los niveles mas altos, es decir a la más alta concentración de agente osmótico (65°Brix) y tiempo de deshidratación osmótica (4 horas).

El agente mejorador de textura no ejerce influencia sobre la pérdida de agua pues, ésta no varía al aumentar el porcentaje de cloruro de calcio en la piña durante la deshidratación osmótica, esto es evidente al comparar los valores para una concentración de 65 °Brix, 0.15% de cloruro de calcio y 4 horas de deshidratación osmótica con una pérdida de 43.43 (g/100g fi) con los obtenidos para una concentración de 65 °Brix, 0.60% de cloruro de calcio y 4 horas de deshidratación osmótica donde se alcanzó una pérdida de 43.80 (g/100g fi) observándose una insignificante diferencia.

Pérdida de Textura

Del cuadro 1 se desprende que conforme aumenta la concentración de agente osmótico aumenta también la disminución de textura en la piña Cayena Lisa, así por ejemplo para una concentración de 55 °Brix, 0.15% de cloruro de calcio y 2 horas de deshidratación; la pérdida de textura alcanza un 12,73 %; mientras que para una concentración de 65 °Brix, 0.15% de cloruro de calcio y 2 horas de deshidratación la disminución de textura es de 14.33 %. El menor valor se presenta para una concentración de 55 °Brix, 0.60% de cloruro de calcio y 2 horas de deshidratación con una disminución de textura de 10%, y el mayor valor se da para una concentración de 65 °Brix 0.15% de cloruro de calcio y 4 horas dónde la disminución de textura es 16.49%.

Es evidente también que conforme avanza el tiempo de deshidratación aumenta también la pérdida de textura; así, para una concentración de 55 °Brix, 0.15% de cloruro de calcio y 2 horas de deshidratación la disminución de textura es 12.73% que es menor que aquella que se obtiene para una concentración de 55 °Brix, 0.15% de cloruro de calcio y 4 horas de deshidratación con una disminución de textura de 14.47 %.

Para un misma concentración de agente osmótico y tiempo de deshidratación la pérdida de textura varía, por ejemplo para una concentración de 55 °Brix, 0.60% de cloruro de calcio y 2 horas de deshidratación la disminución de textura es de 10.00%; mientras que para una concentración de 55 °Brix, 0.15% de cloruro de calcio y 2 horas de deshidratación la disminución de textura es de 12.73 %, esto permite evidenciar el efecto que tiene el agente mejorador de textura sobre la piña, ya que conforme aumenta la concentración del agente mejorador (cloruro de calcio), disminuye la pérdida de textura de la fruta.

Discusión Sobre el Cambio de pH y °Brix en DOVP:

Se analiza conjuntamente el comportamiento del pH y los °Brix de la piña “Cayena Lisa”. Se observa que independientemente del tratamiento los °Brix en la fruta incrementan mientras que el pH disminuye conforme transcurre el tiempo de proceso. Ocurre lo contrario en el caso del jarabe, es decir que los °Brix disminuyen y el pH aumenta.

Análisis Estadístico de las Respuestas Experimentales

Pérdida de Peso El análisis de varianza de la pérdida de peso en Piña sometida a DOVP, efectuado con un nivel de confianza del 95% sobre los valores experimentales, en donde se puede establecer que existe diferencia significativa en el factor A (Concentración del agente osmótico), factor B (Concentración del agente mejorador de textura), factor C (Tiempo Total de Deshidratación) y la interacción AC (Concentración del agente osmótico y Tiempo Total de Deshidratación).

Al realizar una prueba de Tukey, con un nivel de significación $\alpha = 0.005$, se encuentra para el factor B (Concentración del agente mejorador de textura), que el mejor tratamiento en ésta respuesta experimental, es 0.60% Cl_2Ca .

Para la interacción AC (Concentración del agente osmótico y Tiempo Total de Deshidratación), se encuentra

que el mejor tratamiento en esta respuesta experimental es 65 °Brix y 4 horas.

Ganancia de Sólidos El análisis de varianza de la ganancia de sólidos en Piña “Cayena Lisa” sometida a DOPV, en donde se establece que existe diferencia significativa en el factor A y factor C.

Al realizar una prueba de Tukey, se encuentra para el factor A, que el mejor tratamiento en esta respuesta experimental, es 65 °Brix. En el factor C el mejor tratamiento para esta respuesta experimental es 4 horas.

Pérdida de Agua El análisis de varianza de la pérdida de agua en Piña “Cayena Lisa” sometida de DOPV, en donde se establece la diferencia significativa en A, C y la interacción AC.

La prueba de Tukey, determina para la interacción AC (Concentración del agente osmótico y Tiempo Total de Deshidratación), que el mejor tratamiento en esta respuesta experimental es 65 °Brix y 4 horas.

Pérdida de Textura Para Piña “Cayena Lisa” sometida a DOPV, se observa que existe diferencia significativa en los factores A, B y C.

Al realizar una prueba de Tukey, se encuentra para el factor A (Concentración del agente osmótico), que el mejor tratamiento en esta respuesta experimental es 65 °Brix.

Para el factor B (Concentración del agente mejorador de textura), el mejor tratamiento es 0.60% Cl_2Ca .

Para el factor C (Tiempo Total de Deshidratación Osmótica), se encuentra que el mejor tratamiento es 4 horas.

Mejor Tratamiento

De lo expuesto anteriormente deducimos que para Piña “Cayena Lisa” sometida a DOPV, para el caso de pérdida de peso, se toma como nivel aceptable el de la interacción AC, 60 °Brix y 4 horas; debido a que es menor el gasto de azúcar para llegar a 65 °Brix que corresponde al mejor tratamiento para ésta interacción.

Para el caso de Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua, se toma el mismo nivel elegido para la variable pérdida de peso 60 °Brix y 4 horas como mejor tratamiento ya que no difiere mayormente de los promedios que alcanzan los valores más altos para cada factor e interacción.

Los resultados del análisis estadístico en cuanto al factor agente mejorador de textura determina que esta variable afecta a la pérdida de peso y a la pérdida de textura .

La prueba de Tukey referida a la pérdida de peso determina que no hay variación entre medias, en cambio que, la misma prueba para el caso de pérdida de textura determina que existe variación entre medias, por ésta razón el nivel que se escoge como mejor tratamiento para el factor cloruro de calcio es el nivel 0.30% de concentración, ya que de ésta manera se reduce la cantidad utilizada de éste agente mejorador.

DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE AGUA Y CONSTANTES DE PERMEABILIDAD.

Con los datos promedios obtenidos del mejor tratamiento, se determinan los valores de actividad de agua para piña variedad Cayena Lisa usando la ecuación de Ross. El resumen de los resultados se reportan en el cuadro 2; la misma que detalla las actividades de agua obtenidas durante el proceso de DOPV tanto para fruta como para la solución osmótica.

Con el propósito de calcular las constantes de permeabilidad, se establecen los datos de flujo de agua, flujo de soluto, diferencia de actividad de agua y diferencia de concentración de soluto tanto en el producto como en la solución osmótica, como se observa en el cuadro 3.

La representación gráfica de la diferencia de valores de actividad de agua en la solución osmótica, y en el producto, contra el flujo de agua, se representa en las figuras 1 y 2. Se determina el valor de la pendiente, de acuerdo a la ecuación (6), la primera alcanza un valor de 0.005 ($\text{kg}/\text{m}^2.\text{s}$) y la segunda un valor de 0.2165 ($\text{kg}/\text{m}^2.\text{s}$) que corresponden a la constante de permeabilidad del agua. De igual manera se establecen dos valores de constante de permeabilidad para sacarosa, que son del mismo orden de magnitud que para el agua: la primera alcanza un valor de 0.000004 ($\text{kg}/\text{m}^2.\text{s}$) y la segunda un valor de 0.00005 ($\text{kg}/\text{m}^2.\text{s}$), como se observa en las figuras.

Las primeras constantes de permeabilidad de agua y sacarosa son aplicables para a_w entre 0.945 – 0.967 para el producto y para a_w entre 0.910 – 0.916 para la solución. Las segundas constantes son aplicables para a_w entre 0.967 – 0.977 para el producto y a_w entre 0.907 – 0.910 para la solución.

ESTUDIO DE ALMACENAMIENTO

Muestras del mejor tratamiento de la variedad Cayena Lisa de piña se almacenaron bajo condiciones de temperatura ambiente (18 ± 2 °C) y de refrigeración (4 ± 1 °C), en envase de vidrio y plástico.

Pérdida de Textura en Muestras Almacenadas En el cuadro 4 se observa el efecto de la refrigeración sobre la pérdida de textura del producto almacenado; así el producto almacenado en vidrio conserva mejor su textura que el almacenado en envase plástico, además el deterioro de la textura en refrigeración es menor que cuando el producto está almacenado a temperatura ambiente. El análisis estadístico determina que el mejor tratamiento para ésta respuesta experimental es la interacción a_0b_1 (envase de vidrio, temperatura de refrigeración) presenta una media con la menor disminución de textura

Discusión del Cambio de °Brix, pH y Humedad en Muestras Almacenadas Los resultados de humedad de la fruta y °Brix y pH del jarabe y de la fruta obtenidos del almacenamiento a temperatura ambiente (18 ± 2 °C) para el producto deshidratado de piña envasado en plástico permiten señalar que el °Brix de la fruta y del jarabe permanecen invariables durante el tiempo de almacenamiento. Los valores de humedad presentan ligeras variaciones que más bien se pueden atribuir a error experimental así como de sensibilidad del equipo. Resultados similares de las variables pH y °Brix en el jarabe y la fruta y humedad en la fruta se obtienen para el producto deshidratado almacenado en las otras condiciones de almacenamiento (tipo de envase: vidrio y de almacenamiento, refrigeración)..

Color y Turbidez en Fruta y Jarabe Respectivamente Para el caso del producto deshidratado almacenado a temperatura ambiente (18 ± 2 °C) en envase plástico se puede manifestar que los valores de absorbancia a través del tiempo se mantienen constantes con ligeras variaciones, tanto para una longitud de onda de 420 nm. como para 520 nm., lo que mantiene casi constante el coeficiente de degradación. Al graficar Absorbancia a 420 nm contra el tiempo en días, se ajusta a un modelo lineal, con pendientes muy pequeñas; así, para almacenamiento en envase plástico al ambiente el valor es de 0.0002 y para el mismo envase almacenado en refrigeración es de $-4E-05$. Resultados semejantes se obtienen para envase de vidrio . Por todo lo expuesto se concluye que no existen alteraciones de color en el tiempo debido a que el coeficiente de degradación no disminuye, sino que se mantiene constante y la pendiente de la recta de regresión que define los cambios de color es muy insignificante.

La turbidez en el producto deshidratado almacenado en envase plástico a temperatura ambiente varía considerablemente conforme transcurre el tiempo. El producto deshidratado almacenado en el mismo envase a temperatura de refrigeración presenta un menor valor de turbidez. El rango de variación en condiciones refrigeradas es menor que a temperatura ambiente, lo que permite establecer el efecto de la refrigeración disminuyendo la turbidez.

Los valores de turbidez en el producto deshidratado almacenado en envase de vidrio a temperatura ambiente (18 ± 2 °C) y de refrigeración (4 ± 1 °C) muestran que conforme avanza el tiempo la turbidez aumentan, alcanzando una mayor turbidez a temperatura ambiente que en refrigeración.

Finalmente se observa que en el producto deshidratado almacenado a temperatura ambiente y de refrigeración en envase de vidrio la turbidez es menor que la alcanzada en envase plástico a temperatura ambiente y de refrigeración. El análisis estadístico determina que el mejor tratamiento para ésta respuesta experimental es la interacción a_0b_1 , al igual que le caso anterior, (envase de vidrio, temperatura de refrigeración) presenta una media con la menor turbidez

Análisis Microbiológico En los cuadros 5 y 6, se muestran los promedios del análisis microbiológico para ambos tipos de envase y para las dos temperaturas en estudio.

El producto deshidratado almacenado en envase plástico a temperatura ambiente (18 ± 1 °C) es estable microbiológicamente hasta la séptima semana de almacenamiento (70 UFC/g), de acuerdo a la norma INEN 386 que permite un máximo de 100 u.f.c/g, mientras que el producto almacenado a la misma temperatura pero en envase de vidrio mantiene su estabilidad microbiológica hasta la sexta semana de almacenamiento,

pues a la séptima semana el conteo superó el límite de 100 u.f.c/g.

Las muestras del producto deshidratado almacenado en envase plástico y de vidrio a temperatura de refrigeración ($4 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$) mantienen su estabilidad microbiológica hasta el final del almacenamiento (8 semanas). El análisis estadístico determina que el mejor tratamiento para ésta respuesta experimental es aquel almacenado en envase de vidrio y a temperatura de refrigeración.

Mejor Tratamiento.

De los resultados del análisis estadístico anterior se deduce que el mejor tratamiento luego del ensayo de almacenamiento es el a₀b₁ pues presenta la menor disminución de textura, escasa turbidez y estabilidad microbiológica, que corresponde al producto deshidratado envasado en vidrio y almacenado a temperatura ambiente.

Análisis Sensorial.

Al final del almacenamiento de los productos obtenidos mediante DOPV, se realizan las pruebas de análisis sensorial. Se califica el producto obtenido mediante los atributos de calidad: olor, color, sabor, textura y aceptabilidad, comparando el producto deshidratado obtenido con una muestra comercial.

Análisis Estadístico de la Evaluación Sensorial

Producto Almacenado en Refrigeración en Envase de Vidrio Según el análisis de varianza, los atributos de calidad: olor, color, sabor, textura y aceptabilidad no varían significativamente entre el producto deshidratado y una muestra comercial; aunque la razón de varianza es mayor en la variable textura. Por lo anterior se concluye que el producto deshidratado tratado por DOPV de piña Cayena Lisa tiene igual aceptación que la muestra comercial, en todas las características sensoriales evaluadas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La concentración del agente osmótico influye en forma directa en las respuestas experimentales, pues de éste dependen: ganancia de sólidos, pérdida de agua y pérdida de peso. Del análisis estadístico se recomienda utilizar una concentración del agente osmótico de 60 °Brix.
- El presente trabajo ha permitido analizar el efecto del cloruro de calcio sobre la textura de la piña deshidratada osmóticamente por pulsos de vacío y estabilizada por métodos combinados. De acuerdo con el análisis estadístico se recomienda utilizar una concentración del agente mejorador de textura (cloruro de calcio) de 0.30 %.
- Un tiempo de 4 horas de deshidratación osmótica a presión atmosférica es de importancia en el proceso, con el cual se consiguen los mejores resultados de acuerdo con el análisis estadístico; además es un factor primordial en la deshidratación osmótica, ya que de éste dependen los costos de producción.
- Se evaluó la cinética de deshidratación osmótica en Piña “Cayena Lisa” bajo condiciones de pulsos de vacío de 5 minutos y complementados con tiempos de deshidratación osmótica a presión atmosférica de 115, 175 y 235 minutos. Los parámetros que describen la cinética de deshidratación para piña (pérdida de agua, pérdida de peso y ganancia de sólidos) en los diferentes tratamientos, aumentan conforme aumenta el tiempo de proceso, siendo estos cambios más notorios durante los primeros minutos (pulso de vacío).
- La pérdida de textura en piña deshidratada osmóticamente mediante DOPV, se incrementa conforme aumenta la concentración del agente osmótico y el tiempo de deshidratación a presión atmosférica, además se establece que conforme aumenta la concentración del agente mejorador, la pérdida de textura disminuye. Se concluye por tanto que los efectos del agente osmótico y tiempo de deshidratación sobre la textura de la fruta son neutralizados con la adición del agente mejorador de textura.
- Del análisis estadístico se concluye que el mejor tratamiento es 60 °Brix, 0.30% de Cl_2Ca y 4 horas de deshidratación osmótica a presión atmosférica, pues para éstas condiciones se obtienen los mejores resultados en cuanto a pérdida de peso (28.22 g/100 g fi.), ganancia de sólidos (13.29 g/100 g fi.) y pérdida de agua (41.50 g/100 g fi.).

- Se establecieron los cambios físico-químicos en piña durante la deshidratación osmótica por pulso de vacío. Los valores de °Brix se incrementan conforme avanza el tiempo y el pH disminuye, demostrando que hay una deshidratación osmótica. Estos valores varían dependiendo del tratamiento.
- Se definieron las constantes de permeabilidad en el proceso de la DOPV, en el mejor tratamiento. Los valores determinados de las constantes de permeabilidad de agua y sacarosa para piña “Cayena Lisa” son: $6,08 * 10^{-2}$ (kg/m².s) y $2,00 * 10^{-5}$ (kg/m².s) respectivamente.
- Se realizaron pruebas de estabilidad microbiológica y físico-química en el mejor tratamiento, durante dos meses de almacenamiento a temperatura ambiente y en refrigeración en envase plástico y de vidrio. Se concluye que las muestras almacenadas a temperatura de refrigeración son estables durante este tiempo de almacenamiento.
- Se observa que la estabilidad físico-química en todos los tratamientos es la mejor ya que no se presentaron alteraciones que indiquen que el proceso de deshidratación osmótica no se realizó adecuadamente.
- Los resultados de los ensayos de pérdida de textura y color en el producto deshidratado, y turbidez en el jarabe de cobertura, durante el almacenamiento permiten concluir que:
 - La pérdida de textura es mayor a temperatura ambiente que en refrigeración para los dos tipos de envases.
 - No existen alteraciones de color.
 - La turbidez varía considerablemente conforme aumenta el tiempo de deshidratación osmótica.
- Las pruebas sensoriales del producto deshidratado mediante DOVP almacenado en envase de vidrio a temperatura de refrigeración al ser comparado con una muestra comercial determinan que no existe diferencias entre los atributos de calidad evaluados, por tanto tienen igual aceptación.

Recomendaciones

- Se recomienda realizar un estudio con concentraciones mayores a 0.30% de cloruro de calcio para ver su efecto en el sabor del producto final.
- Es importante realizar una investigación de la constante de permeabilidad del agua en varias frutas y así tener un banco de datos que permitan ser utilizados para control de procesos de deshidratación osmótica.
- Se recomienda realizar el envasado de una forma hermética y aséptica, para el caso de envases de vidrio se debe utilizar papel aluminio para conseguir un sellado hermético, de tal manera que no existan problemas por contaminación de mesófilos, levaduras u hongos en este tipo de productos deshidratados.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Alvarado, J. 1996. Aplicación de la Deshidratación osmótica en Frutas. En “Principios de Ingeniería Aplicados a Alimentos”. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Proyecto Multinacional de Biotecnología y Tecnología de Alimentos. Radio Comunicaciones. Quito – Ecuador. pp: 434 - 442.
2. Amezaga, E. 1995 “Consideraciones Teórico Prácticas en la Deshidratación de Manzana Preconservada por Métodos Combinados”. Puebla, México. pp: 43 – 55.
3. Argaíz, A. Welti, J. y López-Malo, A. 1991 “Frutas Preservadas por Factores
4. Combinados I. Papaya y Piña ”. Universidad de las Américas. Puebla, México. pp: 9 – 16.
5. Barbosa-Cánovas, G. y Welty-Chanes, J. 1995 “Food Preservation by Moisture Control” Technomic Publishing Company. EEUU.
6. Barona, M. y Zapata, P. 1990 “Estudio de la Elaboración de Pasas” Tesis de Ingeniería en Alimentos. UTA-FCIAL. pp: 44-46.
7. Buenaño, M. y Cáceres, J. 1999. “Deshidratación Osmótica de Manzana por Pulso de Vacío y Tratada por Procesamiento Mínimo.”. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniería en Alimentos. UTA – FCIAL. p.38 - 44.
8. Castro, D. y Fito, P. 1988. “La Alimentación Latinoamericana”. Cuba. Números 224 - 225 pp. 50 – 54; 33 – 39.
9. Duckworth, R. B. 1968. “Frutas y Verduras”. Edit. Acirbia. Zaragoza, España. p. 291.
10. Elguezabal, L., Navarro, P. y Daly, M. 1994. “Preservación de Tres Frutas, a Granel, por Métodos Combinados”. Boletín Internacional de Divulgación N°. 2. pp. 62 – 71.
11. INEN, Normas Ecuatorianas. “Conservas de Frutas”. Números 380 (1978), 381 (1978), 386 (1979), 389 (1979) y 401 (1979).
12. Izaguirre, F. 1996. “Efecto de Tiempo y Temperatura sobre, Color, Textura y características Físico – Químicas de Frutas tratadas con DOPV”. (Anteproyecto). Folleto de Información. Universidad de las Américas. Escuela de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Química, Alimentos Ambiental. Puebla - México.
13. Organización de los Estados Americanos .1976. “Seminario Sobre Procesamiento de Frutas Tropicales”. México. pp: 289-292.
14. Poovaiah, B. 1986. “Role of Calcium in Prolonging Storage Life of Fruits and Vegetables”. Food Technology. pp. 86 – 89.
15. Primo Yufera, E. y Carrasco Dorrien., J. 1981. “Productos Para el Campo y Propiedades de los Alimentos”. Tecnología Química y Agroindustrial. México. Tomo III/1. p. 280 - 286 y Tomo III/2. p.332 – 334.
16. PY, Claude. “La Piña Tropical”. Ed. Blume. Barcelona – España. 1969.
17. Saltos, H.A. 1993. “Diseño Experimental”. Ed. Pio XII. Ambato-Ecuador.
18. Toledo, R. 1980. Dehydration en : “Fundamentals of Food Process Engineering”. Wesport., Connecticut AVI Pub.Co.Inc. pp: 347 – 354.
19. Ulate, R. y Velázquez, C. 1993. “Evaluación del uso de Factores Combinados Sobre la Estabilidad de Pulpa de Piña (Var. Cayena Lisa)”. Boletín Internacional de Divulgación N°. 2. pp. 56 – 61.

Cuadro 1. Respuestas Experimentales durante la etapa de Deshidratación Osmótica

Diseño	Pérdida de Peso	Ganancia de Sólidos	Pérdida de Agua	Pérdida de Textura
$a_0b_0c_0$	23,728	9,926	33,653	12,28
$a_0b_1c_0$	24,042	10,223	34,264	11,06
$a_0b_2c_0$	24,244	10,215	34,459	11,00
$a_0b_0c_1$	25,591	11,403	36,994	13,21
$a_0b_1c_1$	25,427	11,124	36,851	12,16
$a_0b_2c_1$	25,576	11,400	36,976	11,59
$a_0b_0c_2$	26,164	12,291	38,955	14,47
$a_0b_1c_2$	26,490	12,484	38,974	13,42
$a_0b_2c_2$	26,764	12,291	39,055	12,45
$a_1b_0c_0$	26,156	11,641	37,796	13,34
$a_1b_1c_0$	26,247	11,188	37,434	12,76
$a_1b_2c_0$	26,312	11,377	37,688	11,33
$a_1b_0c_1$	27,518	12,212	39,730	14,40
$a_1b_1c_1$	27,315	12,390	39,706	13,42
$a_1b_2c_1$	27,361	12,362	39,722	12,33
$a_1b_0c_2$	28,450	13,450	41,901	15,17
$a_1b_1c_2$	28,220	13,286	41,480	14,25
$a_1b_2c_2$	28,398	13,469	41,866	13,33
$a_2b_0c_0$	27,394	11,925	39,336	14,34
$a_2b_1c_0$	27,013	12,066	39,128	13,33
$a_2b_2c_0$	27,629	12,137	40,015	12,39
$a_2b_0c_1$	28,805	13,262	41,917	15,25
$a_2b_1c_1$	28,443	13,209	41,652	14,47
$a_2b_2c_1$	28,230	13,033	41,263	13,45
$a_2b_0c_2$	29,431	13,997	43,428	16,50
$a_2b_1c_2$	29,485	14,047	43,533	15,28
$a_2b_2c_2$	29,688	14,108	43,796	14,25

Cuadro.2 Valores de Actividad del Agua Calculados Durante el Proceso de DOPV de Piña "Cayena Lisa"

Tiempo [s]	Aw	
	Producto	Solución
0	0,988	0,895
300	0,977	0,907
3600	0,967	0,910
7200	0,962	0,912
10800	0,952	0,914
14400	0,945	0,916

Fuente: Datos Experimentales

Cuadro.3 DATOS PARA DETERMINAR LAS CONSTANTES DE PERMEABILIDAD EN PRUEBAS DE DOPV EN PIÑA "CAYENA LISA"

Tiempo [s]	(Δa_w)	Nw [kg/m ² s]	(ΔC_s)	Ns [kg/m ² s]
0	0,093		55,43	
300	0,070	2,90E-03	46,30	5,89E-04
3600	0,057	2,17E-04	37,14	8,90E-05
7200	0,050	1,18E-04	33,61	5,06E-05
10800	0,038	8,54E-05	27,65	4,31E-05
14400	0,030	6,67E-05	24,12	3,51E-05

Fuente: Datos Experimentales

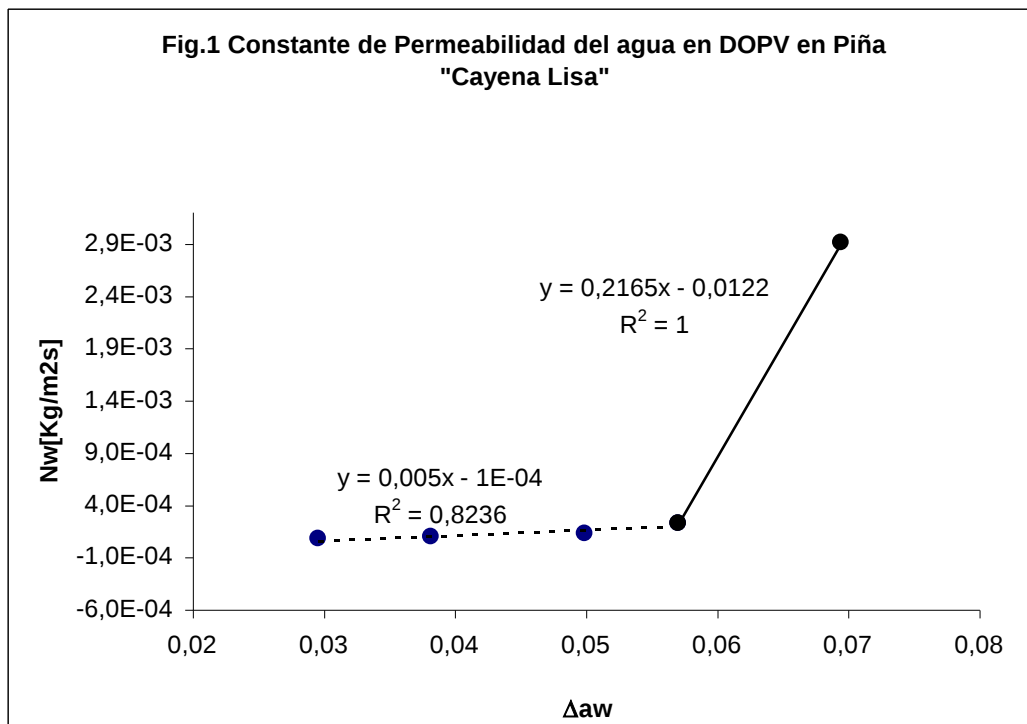
Simbología:

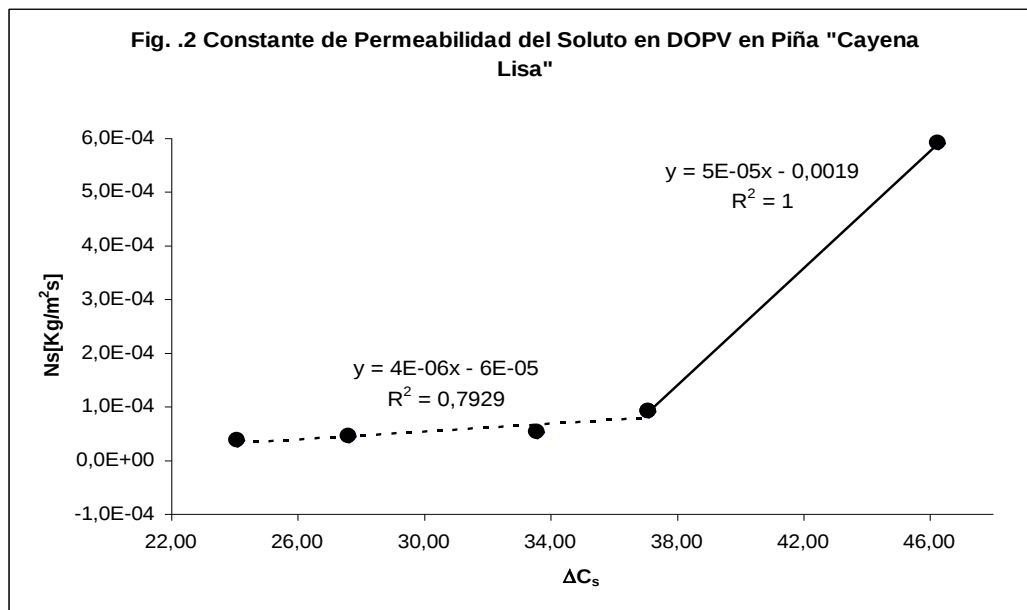
Δa_w = Diferencia de la Actividad del Agua

Nw = Flujo de Agua

ΔC_s = Diferencia de la Concentración del Solute

Ns = Flujo de soluto





Cuadro. 4 Respuestas Experimentales durante la Etapa de Almacenamiento

Diseño	Pérdida de color	Pérdida de Textura	Turbidez	Microbiológicos
a_0b_0	1,253	20,00	0,0257	425
a_0b_1	1,394	9,66	0,0156	30
a_1b_0	1,298	20,69	0,0377	125
a_1b_1	1,223	10,17	0,0197	45

Cuadro 5. Análisis microbiológico promedio del producto sometido a DOPV durante el almacenamiento a temperatura ambiente, variedad Cayena Lisa en UFC/g.

	TIEMPO (semanas)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ENVASE	10	25	40	40	50	45	70	13 x10 ¹
Plástico	15	35	50	70	65	10 x10 ¹	23 x10 ¹	43 x10 ¹
Vidrio								

Cuadro 6. Análisis microbiológico promedio del producto sometido a DOPV durante el almacenamiento a temperatura de refrigeración, variedad Cayena Lisa en UFC/g.

	TIEMPO (semanas)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ENVASE	10	20	25	15	15	15	35	45
Plástico	10	15	15	15	10	20	25	35
Vidrio								

“OPTIMIZACIÓN DE LAS FÓRMULAS PARA LA PRODUCCIÓN DE CAMELO DE LIMÓN Y CHOCOLATÍN EN INDUSTRIAS ALIMENTICIAS FÉNIX”

Elsa Vivanco R.*
Wilson Vivanco R.*
Luis Anda**

RESUMEN

El caramelo es un producto resultante del sobrecalentamiento de los jarabes concentrados, la sacarosa se descompone parcialmente con la formación de productos de olor y gusto característico.

El presente estudio está encaminado a mejorar la calidad y optimizar las fórmulas para producir caramelo de limón y chocolatín en Industrias Alimenticias Fénix ubicada en la Ciudad de Ambato.

Los factores y niveles que influyen en la elaboración del caramelo de limón son: porcentaje de crémor tártaro (0,05, 0,2 y 0,35 %) y la temperatura final de cocción (140, 145 y 150 °C); en el chocolatín son: pH (5,6 y 7) y la temperatura final de cocción (120, 124 y 128 °C), en los que se aplica un diseño factorial A*B con dos réplicas. Las respuestas experimentales para los productos son: el equivalente de dextrosa (D.E.) y el porcentaje de humedad final.

El objetivo principal se cumple en cada uno de los productos. La inversión de la sacarosa en medio ácido que se obtiene en los mejores tratamientos, ayuda a la economía de la fábrica e interviene en el mejoramiento de la conservación del producto. Los caramelos se caracterizan por su dureza, sabor, color, sequedad, propios de cada tipo.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es una búsqueda de los elementos necesarios para mejorar la producción de dos diferentes tipos de caramelos; el caramelo de limón cuya materia prima es el azúcar y el chocolatín elaborado con panela.

Industrias Alimenticias Fénix se dedica a la elaboración de caramelos, galletas y confites en diversos tipos, usando las fórmulas y patentes de la Fábrica El Cóndor. Con el transcurso de los años, se siente la urgente necesidad de reemplazar los conocimientos empíricos por una tecnología verdadera que entregue al mercado productos competitivos con garantía de calidad.

El objetivo principal de la investigación va encaminado a optimizar las formulaciones utilizadas así como adiestrar al personal operativo de esta línea para que aplique la nueva tecnología de una manera eficiente y responsable.

La transformación del azúcar en caramelo causó una verdadera revolución en la artesanía de la confitería. A finales del siglo pasado se crearon las primeras máquinas que permitió una producción mayor, desde entonces la industria de la confitería conoció un incesante perfeccionamiento y transformación, aunque el producto industrial, por muy perfecto que sea, nunca igualará al sabor del caramelo casero.

El caramelo artesanal adquiere sus características debido a la cocción abierta que se da a las soluciones concentradas de azúcar, lo que permite obtener un producto final de apreciables condiciones organolépticas.

* Egresado de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

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

Por efecto de la temperatura aplicada en la cocción abierta se tiene la hidrólisis de la sacarosa resultando de este fenómeno la glucosa y la fructosa; la glucosa actúa alargando el período de recristalización del azúcar o también llamada “empanización”, de ahí la importancia en la elaboración de caramelos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materias Primas

Para la producción de caramelo de limón, se utiliza como materia prima la sacarosa, proveniente de varios ingenios del país y específicamente de Colombia.

El chocolatín se elabora con panela y recortes, siendo este último, residuos de la elaboración de diferentes tipos de caramelos.

Metodología

Caramelo de limón.

Se pesa el azúcar y crémor tártaro, de acuerdo a los porcentajes detallados en el diseño experimental, se vierte en una paila de cobre y se forma una solución a razón de 0,5 lt. de agua por Kg de azúcar, se calienta para ayudar a la dilución, agitando continuamente.

Se realiza una cocción abierta con abundante fuego, cuidando de retirar las impurezas provenientes del azúcar con la ayuda de una espumadera. Las temperaturas finales de cocción se detallan en el diseño experimental.

Se enfría la masa en una mesa de acero inoxidable, se agrega saborizante y colorante de acuerdo a la formulación.

Se coloca la masa en la bastonadora, se forma tiras, se corta, se espolvorea silicato magnésico (talco chino) y se almacena en fundas de plástico.

Chocolatín

Se pesa la panela (90%) y el recorte (10%), se prepara una solución a razón de 0,5 lt. de agua por Kg de materia prima, se ayuda a diluir mediante calentamiento.

Para establecer la influencia del pH en la elaboración de este tipo de caramelos, se utiliza bicarbonato de amonio (NH_4HCO_3) como regulador de pH en la solución.

Se vierte la solución previamente preparada en una paila de bronce, y se realiza una cocción abierta con abundante fuego, lo que ocasiona la formación de espuma, haciéndose necesario agregar unas gotas de glicerina. Alcanzados los 100 °C, se agrega cocoa y unos minutos antes de llegar a la temperatura final de cocción (120 - 128 °C) se agrega coco molido. Las temperaturas finales de cocción se detallan en el diseño experimental.

Se coloca la solución en una mesa de acero inoxidable, con un espesor de 2 cm. aproximadamente, se enfría hasta 60 °C, luego de lo cual se corta en planchas pequeñas, las cuales son laminadas y cortadas en la misma máquina. En el laminado se reduce el espesor de las planchas a 1,27 cm y el cortado se lo hace profundo en forma de cuadrícula. Para quebrar, se deja enfriar las planchas, luego se golpetean suavemente para desprender los pequeños chocolatines, estos son envueltos manualmente en papel glasine y se almacenan en fundas de papel.

Diseño Experimental

Caramelo de Limón

Para cumplir con el segundo objetivo específico planteado en el presente estudio, se aplicó un diseño con dos factores (A * B) con dos replicaciones, ensayándose 18 tratamientos, siendo los factores y niveles de estudio los siguientes:

TABLA N° 1. FACTORES Y NIVELES DE ESTUDIO

FACTORES	NIVELES
A: Porcentaje de crémor tártaro	A ₀ = 0,05
	A ₁ = 0,20
	A ₂ = 0,35
B: Temperatura final de cocción	B ₀ = 140 °C
	B ₁ = 145 °C
	B ₂ = 150 °C

Las respuestas experimentales las constituyen:

- Porcentaje de azúcar invertido expresado en equivalente de dextrosa (DE).
- Porcentaje de humedad final.

La combinación de los tratamientos experimentales aplicados, se detallan a continuación:

TABLA N° 2. COMBINACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES

NOTACIÓN DEL TRATAMIENTO	COMBINACIONES EXPERIMENTALES
1 A ₀ B ₀	Porcentaje 0.05 y 140 °C cocción
2 A ₀ B ₁	Porcentaje 0,05 y 145 °C cocción
3 A ₀ B ₂	Porcentaje 0,05 y 150 °C cocción
4 A ₁ B ₀	Porcentaje 0,20 y 140 °C cocción
5 A ₁ B ₁	Porcentaje 0,20 y 145 °C cocción
6 A ₁ B ₂	Porcentaje 0,20 y 150 °C cocción
7 A ₂ B ₀	Porcentaje 0,35 y 140 °C cocción
8 A ₂ B ₁	Porcentaje 0,35 y 145 °C cocción
9 A ₂ B ₂	Porcentaje 0,35 y 150 °C cocción

Porcentaje: Porcentaje de crémor tártaro

Cocción: Temperatura final de cocción

Chocolatín

Para cumplir con el segundo objetivo específico planteado en el presente estudio se aplicó un diseño con dos factores (A*B) con dos replicaciones, ensayándose 18 tratamientos, siendo los factores y niveles de estudio los siguientes:

TABLA N° 3. FACTORES Y NIVELES DE ESTUDIO

FACTORES	NIVELES
A: Valores de pH	A ₀ = 5
	A ₁ = 6
	A ₂ = 7
B: Temperatura final de cocción	B ₀ = 120 °C
	B ₁ = 124 °C
	B ₂ = 128 °C

Las respuestas experimentales las constituyen:

- Porcentaje de azúcar invertido expresado en equivalente de dextrosa (DE)
- Porcentaje de humedad final.

La combinación de los tratamientos experimentales aplicados se detallan a continuación:

TABLA N° 4. COMBINACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES

	NOTACIÓN DEL TRATAMIENTO	COMBINACIONES EXPERIMENTALES
1	A ₀ B ₀	pH 5 y 120 °C cocción
2	A ₀ B ₁	pH 5 y 124 °C cocción
3	A ₀ B ₂	pH 5 y 128 °C cocción
4	A ₁ B ₀	pH 6 y 120 °C cocción
5	A ₁ B ₁	pH 6 y 124 °C cocción
6	A ₁ B ₂	pH 6 y 128 °C cocción
7	A ₂ B ₀	pH 7 y 120 °C cocción
8	A ₂ B ₁	pH 7 y 124 °C cocción
9	A ₂ B ₂	pH 7 y 128 °C cocción

pH: Valores de pH en la solución.

Cocción: Temperatura final de cocción

Métodos de Análisis

Análisis en la Materia Prima

Sacarosa

- Porcentaje de humedad en el azúcar, mediante el método de desecación por infrarrojo (calentamiento dentro afuera, aparato Mettler P 16-M).
- Porcentaje de impurezas en el azúcar, mediante las siguientes determinaciones:
 - Sedimentos mediante filtración con bomba de vacío, basado en lo reportado por Chen en el capítulo de análisis del azúcar refinado.
 - Porcentaje de azúcar invertido, mediante el método de Fehling.
 - Cenizas por método conductimétrico, reportado por Chen en el capítulo de Análisis del azúcar refinado y por el método de la AOAC (1980), por incineración en mufla.
 - Determinación de °Brix, mediante medición directa con un refractómetro.

Panela

- Porcentaje de humedad en la panela, mediante el método de desecación por infrarrojo (calentamiento dentro afuera, aparato Mettler LP 16-M).
- Porcentaje de impurezas en la panela mediante las siguientes determinaciones:
 - Sedimentos por filtración con bomba de vacío, basado en lo reportado por Chen en el capítulo de análisis del azúcar refinado
 - Cenizas por método conductimétrico reportado por Chen en el capítulo de análisis del azúcar refinado y por el método de la AOAC (1980) por incineración en mufla.
 - Como referencia se determinó:
 - Sólidos solubles, mediante medición directa con un refractómetro.
 - Porcentaje de azúcar invertido, mediante el método de Fehling.

Análisis en el producto final

Caramelo de limón

Los caramelos obtenidos de los diferentes tratamientos, se llevan a los siguientes análisis:

- Determinación de azúcar invertido, expresado en equivalente de dextrosa (DE), por el método de Fehling descrito en el Manual de Análisis de los Alimentos de R. LEES, tratamiento C24-a.
- Determinación de humedad final, mediante el método de desecación por infrarrojo calentamiento dentro afuera, aparato Mettler LP 16-M).

Chocolatines

En los chocolatines obtenidos de los diferentes tratamientos, se realizaron los siguientes análisis:

- Determinación de azúcar invertido expresado en equivalente de dextrosa (DE), por el método de Fehling descrito en el Manual de Análisis de los Alimentos de R. LEES, tratamiento C24-a.
- Determinación del porcentaje de humedad final, mediante el método de desecación por infrarrojo (calentamiento dentro afuera, aparato Mettler LP 16-M).

Análisis sensorial

El análisis sensorial se realizó con los caramelos de limón y chocolatines, seleccionados de los dos y tres mejores tratamientos respectivamente en base al mayor equivalente de dextrosa y al menor porcentaje de humedad.

La evaluación sensorial, se realizó mediante cataciones; con la colaboración de un panel de 10 catadores que calificaron en base a una escala hedónica de 1-5 puntos, utilizando para ello, personal de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. El método de análisis utilizado responde a un diseño de bloques, que aísla el efecto de los catadores sobre las calificaciones otorgadas a las muestras. La calificación es asociada con atributos de calidad como: sabor, textura y aceptabilidad; se utilizaron dos unidades de caramelo de limón y tres unidades de chocolatín en cada sesión correspondientes a los dos y tres mejores tratamientos respectivamente, con un peso aproximado de cuatro gramos en cada unidad de caramelo de limón y cinco gramos en cada unidad de chocolatín.

Análisis en el producto obtenido con el mejor tratamiento

Los caramelos de limón y chocolatines obtenidos en los dos y tres mejores tratamientos respectivamente, fueron sometidos a una evaluación sensorial, con la finalidad de seleccionar el mejor de ellos; en cuyo tratamiento se realizó los siguientes análisis:

Cuantificación Calorimétrica

Este análisis fue realizado por el Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental I.N.I.A.P. Santa Catalina; prueba que se realiza para determinar la energía total que aportan estos dos tipos de caramelos, para lo cual se vale de una bomba calorimétrica (calorímetro adiabático) para determinar el calor de combustión.

Kirk y Othmer, manifiestan que la bomba calorimétrica es utilizada para estudiar el efecto calorífico de la combustión, contiene Oxígeno a 30 atmósferas de presión. Esta reacción se adapta especialmente bien a las medidas calorimétricas por su rapidez y por su perfección. Sus partes esenciales son un calorímetro con agitador, una camisa refrigerante que rodea el calorímetro y una bomba cuya superficie interior puede resistir las severas condiciones oxidantes que ha de experimentar.

Romo, manifiesta que este tipo de calorimetría se caracteriza por el hecho de que idealmente se anula el intercambio de calor entre el calorímetro y el medio ambiente. Por consiguiente, no hace falta aplicar ninguna corrección al cambio de temperatura $\Delta\theta$ que se registra como consecuencia de efecto térmico.

La calorimetría adiabática es particularmente útil cuando se realizan medidas a altas temperaturas. En este ámbito cuando se usa un calorímetro isotérmico el problema es que, a menudo los errores en la determinación de $\Delta\theta$ exceden el nivel tolerable ($\cong 2\%$) debido a la rápida pérdida de calor por radiación.

Análisis Microbiológico

Madrid y Otros, reportan, que en general, en los productos de confitería, no se suelen presentar muchos problemas microbiológicos por dos razones:

- Falta de humedad
- Alta concentración en azúcares

Los microorganismos no encuentran la cantidad de agua necesaria para su crecimiento y, aunque la consigan, la concentración en azúcares, limita su desarrollo, de todas formas sobre el azúcar, con humedad y aporte de sustancias nitrogenadas, pueden crecer microorganismos tales como los *Bacillus*, *Clostridium*, *Saccharomyces* y *Torula*.

La presencia de *Echerichia coli* indica la falta de higiene en los equipos, utensilios, agua, etc, que se utilizan en la fabricación.

Thursby, citado por Moya Guido, señala un examen económico y de gran realizado por las compañías elaboradoras de caramelos finos en los Estados Unidos. Únicamente se determina la ausencia de *Salmonella* para garantizar el producto.

De acuerdo a lo reportado por Madrid, en los caramelos de limón y chocolatines, se efectuó los siguientes controles microbiológicos :

- Recuento total de microorganismos; en la cual se aplicó recuento en placas, mediante tres diluciones, con agar PCA (plate count agar).
- Mohos y levaduras; en lo cual se realizó un recuento en placas, utilizándose agar PDA (Potato Dextrose Agar) marca BBL (Becton Dickinson).
- Bacterias coliformes; se utilizó agar Mac Conkey, para recuento en placas
- Coliformes fecales con Caldo Brilliant Green Bile
- Salmonella (Gram -) en Caldo Mac Conkey

Análisis de cenizas

La determinación de cenizas, se realizó mediante el método de incineración en mufla, de acuerdo a lo reportado por Madrid en el Manual de Pastelería y Confitería, que toma como referencia a las normas AOAC (1980).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto del Porcentaje de Crémor Tártaro y Temperatura Final de Cocción en la Inversión de la Sacarosa en el Caramelo de Limón.

Con el fin de determinar el efecto del porcentaje de crémor tártaro y temperatura final de cocción, se eligieron porcentajes de 0,05; 0,2 y 0,35 % a tres temperaturas finales de cocción como son 140, 145 y 150 °C. De los caramelos obtenidos, se registran las respuestas experimentales: Azúcar invertido expresado en equivalente de dextrosa (DE) y porcentaje de humedad final.

El azúcar invertido expresado en equivalente de dextrosa fue determinado de acuerdo a lo reportado por Lees, mediante soluciones de Fehling. Como también se basó en lo reportado por Pancoast y Junk para la preparación de las soluciones de caramelos empleadas en las titulaciones.

En la Tabla 5 aparecen los valores de azúcar invertido expresado como equivalente de dextrosa para cada uno de los tratamientos, obteniéndose una mayor inversión de la sacarosa con 0,35 % de crémor tártaro a 150 °C de temperatura final de cocción (tratamiento A₂B₂).

TABLA 5. VALORES DE AZÚCAR INVERTIDO EN EL CARAMELO DE LIMÓN EXPRESADO COMO EQUIVALENTE DE DEXTROSA (D.E.)

TRATAMIENTOS		R1	R2	X
a ₀	b ₀	0,719	1,006	0,862
a ₀	b ₁	1,158	1,155	1,156
a ₀	b ₂	1,100	1,069	1,084
a ₁	b ₀	4,883	4,965	4,924
a ₁	b ₁	5,386	5,305	5,345
a ₁	b ₂	6,465	6,618	6,541
a ₂	b ₀	6,339	6,822	6,581
a ₂	b ₁	7,466	7,925	7,695
a ₂	b ₂	11,194	11,509	11,351
FUENTE:		Valores experimentales Vivanco - Vivanco		
FACTOR A:		Porcentaje de crémor tártaro		
FACTOR B:		Temperatura final de cocción (°C)		
		a ₀ : 0,05	b ₀ : 140	
		a ₁ : 0,20	b ₁ : 145	
		a ₂ : 0,35	b ₂ : 150	

En la Tabla 6 se reportan los valores de humedad final, siendo el tratamiento A₀B₀ (0,05 % de crémor tártaro y 140 °C de temperatura final de cocción) el que mayor humedad presenta, mientras que la menor humedad, que es la que conviene en este tipo de productos, se obtiene en el tratamiento A₂B₂ (0,35 % de crémor tártaro con 150 °C).

TABLA 6. VALORES DE HUMEDAD EN EL CARAMELO DE LIMÓN

TRATAMIENTOS		R1	R2	X
a ₀	b ₀	3,90	3,78	3,84
a ₀	b ₁	2,78	2,80	2,79
a ₀	b ₂	2,70	2,60	2,65
a ₁	b ₀	2,21	2,24	2,23
a ₁	b ₁	1,89	1,90	1,90
a ₁	b ₂	1,68	1,67	1,68
a ₂	b ₀	1,81	1,85	1,83
a ₂	b ₁	0,98	1,00	0,99
a ₂	b ₂	0,68	0,70	0,69

FUENTE: Valores experimentales Vivanco - Vivanco

FACTOR A: Porcentaje de crémor tártaro

FACTOR B: Temperatura final de cocción (°C)

a₀ : 0,05 b₀ : 140

a₁ : 0,20 b₁ : 145

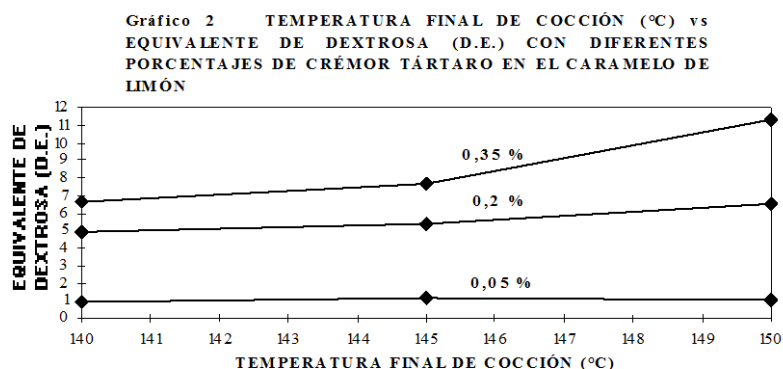
a₂ : 0,35 b₂ : 150

Para conseguir una mayor apreciación en la variación del contenido de humedad final y el contenido de azúcar invertido expresado en equivalente de dextrosa a diferentes porcentajes de crémor tártaro, se construyeron gráficos de temperatura final de cocción (°C) vs humedad final (%) y temperatura final de cocción vs equivalente de dextrosa (Gráficos 1 y 2), en los cuales se establece lo siguiente:

En el Gráfico 1 se observa que mientras mayor sea la temperatura final de cocción de los caramelos de limón, el porcentaje de humedad final disminuye, esto debido a una mayor concentración de la solución.

La menor humedad en los caramelos se consigue con 0,35% de crémor tártaro, la mayor humedad se establece con 0,05 % , y una humedad intermedia al adicionar 0,2 %.

Analizando el Gráfico 2, se tiene que existe un ascenso en la cantidad de azúcar invertido, al sacar el caramelo de 140 a 145°C de temperatura final de cocción con 0,05% de crémor tártaro, pero descendiendo al elevar la temperatura final de cocción a 150 °C; no ocurriendo así, en el caso de graficar temperatura final de cocción vs equivalente de dextrosa con 0,2 y 0,35 % de crémor tártaro, es decir que al elevar la temperatura final de cocción, como también el porcentaje de crémor tártaro, se produce una mayor inversión de la sacarosa.



Efecto del pH y Temperatura Final de Cocción en la Inversión de la Sacarosa en el Chocolate

Para determinar la influencia que ejerce el pH del jarabe y la temperatura final de cocción, en los chocolates, se trabajó con valores de pH de 5, 6 y 7 y temperaturas de 120, 124 y 128 °C. De la combinación de los tratamientos, se registran las respuestas experimentales: Contenido de humedad final y azúcar invertido expresado en equivalente de dextrosa.

Observando los valores reportados en la Tabla 7 de azúcar invertido, expresado en equivalente de dextrosa en los diferentes tratamientos para la elaboración de chocolate, se menciona que la mayor inversión en este tipo de caramelos se obtiene con el tratamiento A₀B₀ (pH 5, 120°C) siguiendo el tratamiento A₀B₂ (pH 5, 128 °C), y el menor contenido de azúcar invertido se presenta en el tratamiento A₁B₁ (pH 6, 124 °C).

TABLA 7 VALORES DE AZÚCAR INVERTIDO PRESENTE EN EL CHOCOLATÍN EXPRESADO COMO EQUIVALENTE DE DEXTROSA (D.E.)

TRATAMIENTOS		R1	R2	X
a ₀	b ₀	11,740	12,574	12,157
a ₀	b ₁	11,061	11,693	11,377
a ₀	b ₂	11,824	11,671	11,748
a ₁	b ₀	9,704	8,555	9,129
a ₁	b ₁	8,046	8,726	8,386
a ₁	b ₂	10,241	10,946	10,594
a ₂	b ₀	11,296	10,928	11,112
a ₂	b ₁	10,103	10,356	10,230
a ₂	b ₂	10,638	11,168	10,903
FUENTE:		Valores experimentales Vivanco - Vivanco		
FACTOR A:		Valores de pH		
FACTOR B:		Temperatura final de cocción (°C)		
		a ₀ : 5	b ₀ : 120	
		a ₁ : 6	b ₁ : 124	
		a ₂ : 7	b ₂ : 128	

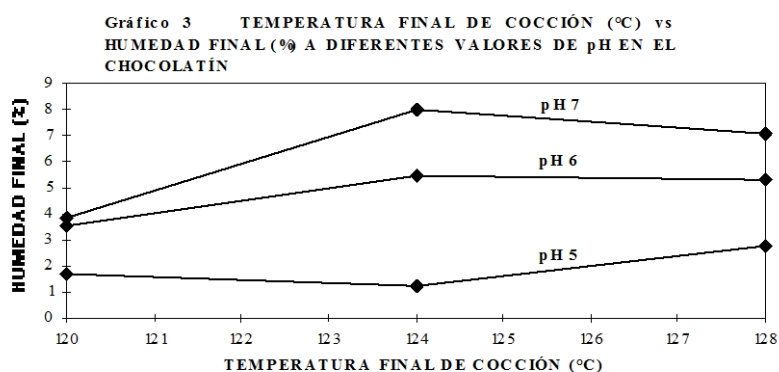
El contenido de humedad final, (Tabla 8) se determinó por el método de desecación por infrarrojo, con el uso de la Balanza de Metter, obteniéndose chocolatinas con un menor contenido de humedad en el tratamiento A₀B₁ (pH5, 124 °C) y con el más alto contenido de humedad en el tratamiento A₂B₁ (pH 6 , 124°C).

TABLA 8 VALORES DE HUMEDAD EN EL CHOCOLATÍN

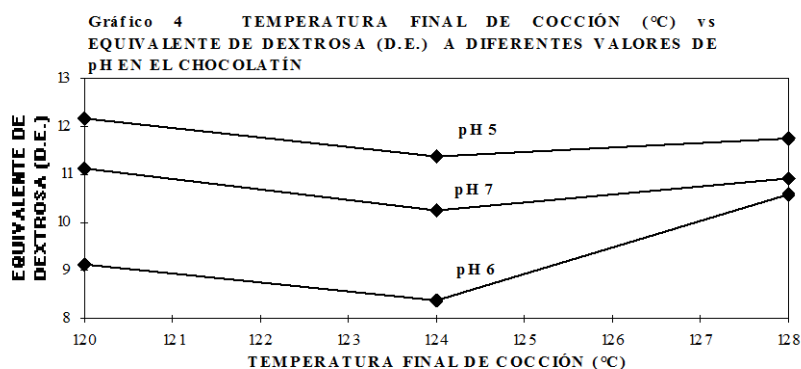
TRATAMIENTOS		R1	R2	X
a ₀	b ₀	1,62	1,70	1,66
a ₀	b ₁	1,19	1,21	1,20
a ₀	b ₂	2,70	2,80	2,75
a ₁	b ₀	3,60	3,50	3,55
a ₁	b ₁	5,60	5,40	5,50
a ₁	b ₂	5,28	5,32	5,30
a ₂	b ₀	3,91	3,84	3,88
a ₂	b ₁	7,98	8,00	7,99
a ₂	b ₂	6,91	7,20	7,06
FUENTE:		Valores experimentales Vivanco - Vivanco		
FACTOR A:		Valores de pH		
FACTOR B:		Temperatura final de cocción (°C)		
		a ₀ : 5	b ₀ : 120	
		a ₁ : 6	b ₁ : 124	
		a ₂ : 7	b ₂ : 128	

Para conseguir una mayor apreciación en la variación del contenido de humedad final y el contenido de azúcar invertido expresado en equivalente de dextrosa a diferentes valores de pH, se construyeron gráficos de temperatura final de cocción (°C) vs humedad final (%) y temperatura final de cocción vs equivalente de dextrosa (Gráficos 3 y 4), en los cuales se establece lo siguiente:

De acuerdo al Gráfico 3, se observa que a pH 5 la humedad disminuye de 1,66% a 1,2% a las temperaturas 120 y 124 °C respectivamente. En cambio a pH 6 y 7 la humedad a 120 y 124 °C presenta una relación directa con la temperatura, ocurriendo lo inverso al incrementar la temperatura a 128 °C. De las tres curvas trazadas en el gráfico, se establece que la que presenta menores contenido de humedad es la de pH 5.



Según el Gráfico 4, se observa que los mayores valores de equivalente de dextrosa en el chocolate, se tiene a 120°C, trabajando con cualquiera de los tres valores de pH y a 128 °C trabajando a pH 6. De las tres curvas trazadas, se determina que a menor pH (pH 5) se tiene los más altos valores de azúcar invertido con cualquiera de las tres temperaturas. A pH 7, se observa valores mayores de azúcar invertido que a pH 6, lo que se deduce que existe un error en el método de trabajo debido a que finalizada la cocción a pH neutro siempre ocurre la recrystalización total de los azúcares, por lo que a este pH no se lo debe tomar en cuenta para la elaboración de chocolate. En un medio alcalino se produce una interminable cadena de reacciones muy rápidas que a pH ácido, entre las que citamos las siguientes: reacciones del grupo carbonilo (reacciones de fragmentación y posterior deshidratación que conduce a obtener productos menos coloreados pero que dan una gran variedad de sustancias secundarias).



CONCLUSIONES

Caramelo de Limón

Cuando se preparan dulces duros, la cantidad de inversión puede ser extremadamente grande, sobre todo si la cocción dura mucho tiempo, haciendo que el producto sea altamente higroscópico, para lo cual es necesario añadir un porcentaje de crémor tártaro para controlar la inversión cuidadosamente.

La concentración adecuada de crémor tártaro es 0,35 por ciento y la temperatura final de cocción es 150 ° C con los cuales el caramelo posee un equivalente de dextrosa de 11,35 que corresponde a 11,27 por ciento de glucosa y un contenido de humedad final de 0,69 por ciento en base seca.

Con estas consideraciones se establece una fórmula global por parada compuesta de los siguientes materiales:

Agua	7,5 Kg
Azúcar refinada	15 Kg
Crémor tártaro	0,053 Kg (0,35%)
Ácido cítrico	0,057 Kg
Jarabe de Glucosa	2,81 Kg
Temperatura Final	150 ° C

Formulación que es económica y considerada como base para elaborar varios tipos de caramelo de acuerdo al gusto e imaginación. Posee una durabilidad de aproximadamente 5 meses almacenados en fundas de papel cuidadosamente cerradas sin que se presente alteraciones.

Chocolatín

La proporción de azúcar invertido que se requiera en un caramelo duro depende de la temperatura y pH, de manera que si el pH es ligeramente alcalino y la temperatura suficientemente alta, el grado de inversión aumenta.

El pH 5,0 es el adecuado y la temperatura final de cocción es de 120 ° C con los cuales el producto posee un equivalente de dextrosa de 12,16 que corresponde a 11,96 por ciento de glucosa y un contenido de humedad de 1,66 por ciento en base seca.

Por las características del producto se lo ubica en el grupo de los caramelos duros, a pesar de contener una mínima cantidad de grasa proveniente de la cocoa integral adicionada. En la industria, al igual que en el caramelo de limón se agregaba el 30 por ciento de jarabe de glucosa referente al peso del la panela y los recortes sin tomar en cuenta la glucosa producida in situ por lo que excedía el contenido de azúcar invertido convirtiéndose en un caramelo higroscópico y de fácil humectación. En el chocolatín se tiene un 11,96 por ciento de glucosa ahorrada para la planta industrial en cada parada.

De las consideraciones anteriores se establece una fórmula global por parada compuesta de los siguientes materiales y especificaciones:

Agua	5,0 Kg
Panela	18 Kg
Recortes	1,8 Kg
Cocoa integral	1,0 Kg
Jarabe de Glucosa	3,57 Kg
Coco rallado	0,27 Kg
Temperatura Final	120 ° C
pH de la solución	5,0

La adherencia del caramelo al papel mantequilla, antes utilizado, era el mayor problema en el chococolatín. Con el estudio realizado se determina que la alta concentración de azúcar invertido contenido en el chocolatín influye parcialmente en este fenómeno. Al aplicar la tecnología nueva, el problema continúa pero en menor escala por lo que se hace necesario desechar el papel mantequilla y reemplazarlo por el papel glasine con el que se elimina totalmente este problema y se aumenta la aceptabilidad en el mercado.

Cualquiera que sea la fórmula original, un lote terminado de caramelos no conserva su brillo sino se maneja bien. Los caramelos deben conservarse en una atmósfera seca y empacarse en envases herméticamente cerrados. La excesiva humedad hace pegajosa la superficie de los caramelos que después se granula al secarse.

La humedad afecta a los caramelos, de modo tal que es imposible que el caramelo se desprenda de su envoltura.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. CHEN, James. "Manual de Azúcar de Caña". México. Editorial Limusa. 1991. pp: 49, 769, 885, 887, 888, 898.
2. KIRK, R. y OTHMER, B. "Enciclopedia de Tecnología Química". México. Primera Edición, Tomos II y V. Editorial Hispanoamericana. 1961. pp: 793, 918.
3. LEES, R. "Análisis de los Alimentos". Métodos Analíticos y de Control. Zaragoza, España. Editorial Acribia. 1969. pp: 116, 119, 120, 121.
4. MADRID, Antonio y Otros. "Manual de pastelería y Confitería. España. Primera Edición. AMV, Ediciones Mundi -Prensa. 1994. pp: 314 - 315, 346 - 347.
5. MOYA, Guido. "Elaboración de caramelos duros de chocolate". Ambato, Ecuador 1985. Tesis: UTA - FCIAL. pp: 5, 7, 16, 18, 26.

INDICE

ELABORACION DE PISCO A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE UVA (VITIS VINÍFERA): MISSION Y ROSADA MOSCATEL DE CURTIDURIA.....	1
"EFECTO DE LA UTILIZACION DE CONDENSADOS DE EVAPORACION EN LA EXTRACCION Y CALIDAD DE GELATINA PURA A PARTIR DE PIELES DE GANADO VACUNO"	14
DESECACION DE HOJUELAS DE MANZANA VARIEDAD EMILIA.....	22
USO DE PROPIEDADES FÍSICAS: GRAVEDAD ESPECÍFICA, VISCOSIDAD E ÍNDICE DE REFRACCIÓN PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE PROTEÍNA Y GRASA EN LECHE CRUDA FRESCA DE VACA, ENTERA Y DESCREMADA, Y CONSTRUCCIÓN DE UN HIDRÓMETRO.....	31
PREPARACIÓN DE UN ALIMENTO FERMENTADO A BASE DE MAÍZ(<i>ZEA MAYZ</i>) Y CHOCHO (<i>LUPINUS MUTABILIS</i>)	46
PREDICCIÓN DEL TIEMPO DE CONSERVACIÓN EN EL ALMACENAMIENTO POSCOSECHA DE FRESA (<i>FRAGARIA VESCA</i>).....	55
EFFECTO DEL CLORURO DE CALCIO SOBRE LA TEXTURA DE PIÑA (CAYENA LISA) DESHIDRATADA OSMÓTICAMENTE POR PULSOS DE VACÍO Y ESTABILIZADA POR MÉTODOS COMBINADOS.....	67
"OPTIMIZACIÓN DE LAS FÓRMULAS PARA LA PRODUCCIÓN DE CAMELO DE LIMÓN Y CHOCOLATÍN EN INDUSTRIAS ALIMENTICIAS FÉNIX"	82