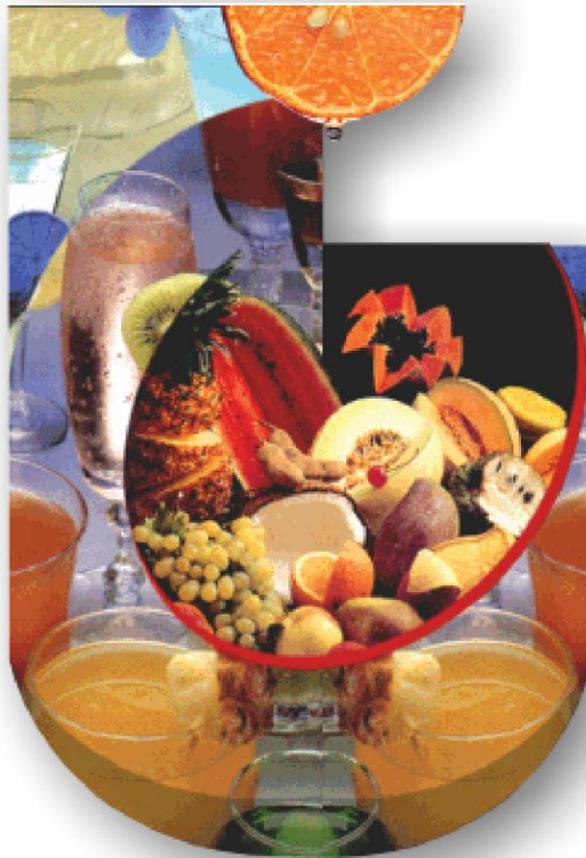


ALIMENTOS

CIENCIA E INGENIERIA



N° 9(2)
Octubre del 2000

EDITORIAL

EL PODER DE LA INFORMACIÓN Y EL INTERNET

Tras una aparición como herramienta militar, el Internet se convirtió en un medio de conocimiento, que pronto se desvió hacia propósitos del ciberporno, todavía hoy vigente, más actualmente el uso de Internet aparece como una valiosa herramienta para hacer negocios y conseguir proveedores con una mejor relación costo-beneficio dentro de la competencia global.

La red implica un cambio radical en los patrones de consumo, en esta última década del siglo, el Internet ha significado una revolución, no solo en términos de tecnología, sino en cuanto a la manera de abordar y concretar las relaciones humanas y comerciales.

El verdadero impacto de la revolución de la información está apenas comenzando a sentirse. Y no es la información su motor, tampoco la inteligencia artificial ni el impacto de la computación en el procesamiento de datos y la toma de decisiones. Es algo de lo que nadie hablaba hace diez o quince años; el e-commerce, es decir, el emergimiento explosivo del Internet como tal vez el mayor distribuidor de bienes, servicios y, sorprendentemente, de empleos profesionales y de cargos gerenciales. Ello esta transformando profundamente las economías, los mercados, las estructuras industriales; los flujos de productos y servicios; la segmentación de los consumidores, sus valores y su comportamiento.

Pero, cómo y cuánto cambiará el mercado de alimentos el comercio electrónico?

Ciertamente, a la industria de servicios de alimentos se la califica de tardía y hasta cierto punto de reacia a entrar en el "juego" del Internet a pesar del fenomenal progreso que han logrado otras industrias. Esta industria ha sido extremadamente lenta para embarcarse en el comercio electrónico: Sin embargo las industrias de alimentos, las que hacen ventas y Mercadeo estiman que su futuro depende de dicho comercio.

Que les ocurrirá a los intermediarios de la industria? El comercio electrónico va a cambiar virtualmente todas la industrias que se vinculen con él, **especialmente la de distribución de alimentos**. Definitivamente, esto va a provocar serios inconvenientes entre los intermediarios del mercado, porque ahora los proveedores y los compradores se pueden comunicar directamente.

Los distribuidores deben tomar en cuenta que el mercado y el ambiente van a cambiar y que deben adaptarse para usar las tecnologías que han surgido en los últimos años; su papel cambiará y tendrá más énfasis en la logística . Los distribuidores tienen la responsabilidad de agregar servicios e información, para proteger su propia existencia. Lo cierto es que ya no pueden limitarse, simplemente, a almacenar productos y despachar pedidos. Hay que adecuar los productos a Internet como nuevo canal de distribución.

"Estar en la red significa virtualmente estar al alcance de todo el mundo"

Hay una gran variedad de formas para promocionarse en la red: banners, envíos de correo, logotipos con link, etc. La forma más común y usualmente más efectiva es por medio de banners, que son recuadros animados que suelen ubicarse en la esquina superior derecha de las páginas Web. Uno de

las primeras empresas que en el país ha echo esta prueba fue Nestlé, que en febrero del 99 complementó su promoción de San Valentín con un concurso de las galletas “Amor” que fue lanzado simultáneamente a través de la radio y de su página Web, ellos colocaron un banner en la página principal de un Proveedor de acceso a Internet, como Satnet. Los resultados fueron excelentes.

Dentro de este ámbito todas las empresas deben redefinir sus negocios, deben mostrar una presencia coherente y atractiva a través de un modelo de negocios eficiente que incluya la aplicación de técnicas de Marketing. Es necesario adaptarse a una nueva naturaleza “electrónica y no tangible”, ya que en estas relaciones comerciales no hay un cara a cara entre las partes y se producen problemas sobre la certeza del trato.

Para garantizar la práctica segura y legal del comercio; Ecuador requiere con urgencia que el congreso apruebe el proyecto de ley sobre comercio electrónico, también es necesaria la presencia de autoridades de certificación encargadas del reconocimiento de las firmas digitales, la vigencia de cibernotarias, para registrar los acuerdos. para validar las transacciones digitales y otorgar la suficiente seguridad a estas operaciones.

El comercio electrónico es un mundo nuevo, lleno de oportunidades y mitos que romper, y donde el valor futuro no estará regido por las leyes de la oferta y la demanda actual, sino por la oferta y el riesgo de enfrentar nuevos retos y crear nuevas fuentes de ingresos para el país. Es el momento de que los empresarios ecuatorianos tomen la decisión de incorporarse a la red ya que ello significa virtualmente, estar al alcance de todo el mundo.

MARIO MANJARREZ
Profesor Fcial

SUSTITUCION PARCIAL DE CARNE DE BOVINO CON CARNE DE TRUCHA ARCO IRIS (*Salmo gairdneri*) EN LA ELABORACION DE SALCHICHAS TIPO FRANKFURT.

Sebastián Acurio*
Nancy Arévalo*
Danilo Morales**

RESUMEN

El presente trabajo surge como necesidad de dar una alternativa tecnológica para el aprovechamiento de la trucha arco iris (*Salmo gairdneri*) que es muy comercializada en el mercado nacional en su estado natural. Además en este estudio se tiene procesos tecnológicos relacionados con sustitución parcial de carne de bovino con carne de trucha arco iris para elaborar productos cárnicos de consumo humano. Se trabajó con aditivos para enmascarar el olor a pescado y mejorar el sabor (ácido ascórbico, ácido benzoico y cloruro de sodio), en pequeñas cantidades (0.01%) para que no afecten en el ser humano.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se determinó que en el caso del olor el mejor tratamiento es el que contenía cloruro de sodio con 50% de sustitución cuyo valor es de 4.4 (que está entre las puntuaciones 4 que equivale a agrada poco y 5 que equivale a agrada mucho), siendo el más alto entre todos los tratamientos. En cuanto al sabor el mejor tratamiento fue el que contenía cloruro de sodio con 75% de sustitución, cuya puntuación fue de 4.25 que equivale a bueno característico. Todos los demás tratamientos tuvieron buena aceptación de acuerdo al análisis sensorial realizado en el producto.

También se midió en las truchas el tiempo-temperatura de congelación, para luego calcular la velocidad lineal de congelación. Al inicio se realizó análisis en la materia prima (trucha) sensoriales, bases volátiles totales, ph, proteína, grasa, ceniza y humedad; en el proceso se midió el pH de la pasta, y al final de la elaboración de las salchichas se realizó un análisis microbiano, sensorial, proteína, pH, y humedad.

INTRODUCCIÓN

Aprovechar la materia prima (trucha) existente en nuestro país mediante la aplicación de un proceso tecnológico al sustituir carne de bovino con carne de trucha arco iris (*Salmo gairdneri*) en la elaboración de salchicha tipo Frankfurt, con el propósito de obtener un producto de mayor calidad nutritiva (mayor cantidad de proteína) con relación al resto de salchichas.

En los últimos años se ha promovido el aprovechamiento de los recursos hídricos de la región interandina en programas de acuacultivo de peces, especialmente de trucha; como consecuencia se hace necesario desarrollar tecnologías que permitan aprovechar adecuadamente esta producción, que en la actualidad se comercializa en fresco.

La trucha arco iris (*Salmo gairdneri*), procede de la vertiente pacífica de América del Norte y en Europa se importó desde 1880. Es una especie mestiza resultante del cruzamiento de diversas especies de truchas americanas; llega a Europa a finales del siglo pasado para constituir en la actualidad la fracción principal de las explotaciones trucheras.

* Egresados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

** Ing. en Alimentos, Profesor de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Master en Pedagogía.

En el país se conoce comúnmente la existencia de trucha arco iris (*Salmo gairdneri*), que en los últimos años ha venido cultivándose aprovechando los recursos hídricos del callejón interandino y con la utilización de suelos marginales para su uso agropecuarios.

La utilización del pescado como sustituto parcial o total de la carne de vacuno en la elaboración de embutidos (salchichas, salchichón, mortadela, etc.), no es muy antigua, tiene su origen en Japón y otros países de lejano Oriente.

OBJETIVOS

GENERAL

- Sustituir parcialmente la carne de bovino con carne de trucha arco iris (*Salmo gairdneri*) en la elaboración de salchicha tipo Frankfurt.

ESPECÍFICOS

- Determinar la mejor forma de transportar las truchas hacia el lugar de procesamiento mediante un sistema de frío empleando dos diferentes temperaturas, tomando en cuenta la textura y el olor como respuestas experimentales.
- Emplear aditivos (ácido benzoico, ácido ascórbico y cloruro de sodio), para la conservación de carne de trucha arco iris (*Salmo gairdneri*).
- Obtener un porcentaje óptimo de sustitución parcial de la carne de bovino por carne de trucha arco iris (*Salmo gairdneri*) en la elaboración de salchicha tipo Frankfurt.
- Determinar por análisis físico-químicos, microbiológicos y por evaluación sensorial (pruebas organolépticas de textura, color, olor, sabor y aceptación general) las características de la mejor sustitución.
- Realizar el balance de materiales, el cual permitirá establecer el respectivo análisis económico del mejor tratamiento, para definir si es factible emplear éste método en una empresa.

MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIALES

MATERIA PRIMA

Para esta investigación se utilizó como materia prima trucha arco iris (*Salmo gairdneri*), provenientes de criaderos ubicados en el cantón Pillaro, provincia de Tungurahua; carne de bovino y de cerdo así como tocino, provenientes del camal de Ambato.

ADITIVOS

<u>Aditivos</u>	<u>Cantidad (Kg/100Kg de mezcla de carne molida)</u>
• Sal	3.62
• Polifosfatos	0.30
• Acido Ascórbico, Benzoico o Cloruro de Sodio	0.01
• Harina de Trigo	5.17
• Ajo (cabezas)	1.55
• Pasta de Tomate	2.07
• Ají Picante (en polvo)	0.70
• Pimienta	0.20
• Orégano	0.40
• Laurel	0.40

- Nitrato 0.01
- Nitrito 0.02

EQUIPOS UTILIZADOS

- Aparato Kjeldhal 6 unidades. Marca Labconco. 3 fases 60 ciclos.
- Balanza determinadora de humedad. Marca Metter.
- Caldero de vapor. Marca Kewanee.
- Cámara de refrigeración Duplex. Marca Coldinter. Cámaras independientes,
- Cuchillos.
- Cutter. Cortadora de carne. Marca Crypto Perles.
- Equipo GOLDFISH para analizar grasa.
- Embudidora manual, 4 boquillas. Marca Bogt Ideal.
- Fundas de polietileno de media densidad.
- Molino mezclador eléctrico de carne, 3 dados, 3 cuchillos. Marca Crypto Rotabown.
- Olla de doble fondo a vapor. Marca Meiplen. Capacidad 20 galones.
- Potenciómetro digital portátil de precisión. Marca Orion. Lecturabilidad de 0.01
- Secadero-ahumadero. Marca Gran Prix. Dimensiones: 24 x 60.
- Termómetro. Tipo Burdon de -4°C a 200°C . Marca FAIRGOVE.
- Termómetro de -10°C a 150°C . Marca SAMA.
- Tripas artificiales para embutir. 3 mm de diámetro.

REACTIVOS

- Acido ascórbico al 0.01%
- Acido benzoico al 0.01%
- Acido clorhídrico al 10%
- Acido sulfúrico
- Agar de MacConkey
- Agar Bilis Verde Brillante
- Cloruro de sodio al 0.01%
- Etanol
- Hidróxido de sodio. 0.1 N.
- Hipoclorito de sodio. 25 ppm.
- Oxido de magnesio

METODOLOGÍA.

OPERACIONES REALIZADAS EN LA MATERIA PRIMA.

CAPTURA.- Con vistas a facilitar la captura de las truchas, resulta muy cómodo suspender en la trampa una red. Luego de su captura las truchas fueron colocadas en cajas térmicas a 0°C y 4°C (estas temperaturas se alcanzaron introduciendo hielo en las cajas).

CONSERVACIÓN EN EL TRANSPORTE.- Para la conservación en el transporte se utilizó hielo, el cual se picó en pedazos pequeños para permitir que se recubra completamente el cuerpo de la trucha, colocando capas alternas de hielo y trucha.

SELECCIÓN.- La trucha se seleccionó mediante análisis organolépticos (olor y textura) con una escala edónica de calificación de 1 a 3 puntos (1 al mejor y 3 al peor).

GRADO DE FRESCURA DE LA TRUCHA ARCO IRIS (*Salmo gairdneri*)

PRUEBAS QUÍMICAS.- Para verificar el grado de frescura de la materia prima se llevó a cabo la prueba química de bases volátiles totales (TVB).

VIDA DE ALMACENAMIENTO DE LA TRUCHA ARCO IRIS (*Salmo gairdneri*)

CAMBIOS EN LAS PROTEÍNAS, GRASA Y CAMBIOS DEBIDO A LA DESHIDRATACIÓN.- Los análisis de proteína, grasa y humedad se realizaron antes y después del almacenamiento de la trucha arco iris mediante el aparato Microkjeldahl, GOLDFISH y balanza METTLER. LP 16 con dispositivo determinador de humedad respectivamente.

CURVAS DE ENFRIAMIENTO DE LA TRUCHA ARCO IRIS (*Salmo gairdneri*)**TIEMPO DE REFRIGERACIÓN Y CONGELACIÓN DESPUÉS DE SU CAPTURA**

Las curvas de enfriamiento, congelación y refrigeración se determinaron con la utilización de un registrador de temperatura y sus respectivas termocuplas o termopares. Las truchas arco iris se introdujeron en cámaras a 4°C, 0°C y -5°C; los termopares se introdujeron en la capa media y cerca de la superficie (a 0.5 cm). La temperatura se registró en intervalos de 5 minutos hasta que se alcance una temperatura de 1°C superior a la temperatura de la cámara.

DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE REFRIGERACIÓN Y CONGELACIÓN.- Para esta determinación se realizaron los cálculos correspondientes de velocidad lineal de congelación utilizando los datos de las curvas de enfriamiento (tiempo-temperatura); así como se midió el espesor de la trucha arco iris, el espesor de la capa a congelarse y también la diferencia media entre la temperatura de congelación de la trucha arco iris y la temperatura del medio refrigerante que lo rodea.

LAVADO Y LIMPIEZA DE LA TRUCHA ARCO IRIS (*Salmo gairdneri*)- El lavado se realizó primero con agua potable fría, luego se retiraron las aletas dorsales, ventrales y anales; se abrió el vientre con un cuchillo, comenzando del esfínter anal a la cabeza, para poder así retirar las vísceras.

FILETEADO.- Este paso consiste en el descabezado y deshuesado de la trucha, con el fin de obtener solamente la pulpa. Es importante efectuar un segundo lavado con agua refrigerada a una temperatura que varíe entre los 5°C y 10°C, con un contenido de 25 ppm de cloro (hipoclorito de sodio).

CONGELACIÓN Y ALMACENAMIENTO.- La pulpa de trucha arco iris obtenida se la congeló y almacenó en bolsas de polietileno de media densidad a una temperatura de 0 °C.

MÉTODO PARA LA ELABORACIÓN DE LA SALCHICHA TIPO FRANKFURT CON SUSTITUCION PARCIAL DE CARNE DE TRUCHA.

Luego que la trucha arco iris es descongelada, troceada, molida, dosificada y mezclada con carne de bovino, de porcino, tocino, aditivos e ingredientes en un cutter, según los pasos y formulaciones recomendables para la elaboración de la salchicha Frankfurt, se ahuman y se escaldan ligeramente antes del consumo.

Durante éste proceso, el tiempo de cutterado fue de 15 a 20 minutos, la temperatura osciló entre -5 y 10°C. El pH de la pasta estuvo entre 6.3 y 6.7

Una vez obtenida la pasta condimentada, se llevó a una embutidora manual y se embutió en tripas artificiales para salchichas. Luego se procedió al ahumado y escaldado. Se ahumó a 40 °C, con humo de leña de pino, el tiempo de ahumado fue de tres horas.

Las salchichas se sometieron luego a cocción en dos etapas, la primera consiste en una precocción con calor seco hasta que la temperatura interna del producto alcance los 45 °C y la segunda en agua caliente hasta llegar a una temperatura interna de 80°C, el tiempo fue de 30 minutos (1min / 1mm).

Finalizada la cocción, las salchichas se enfriaron rápidamente con agua refrigerada para luego ser almacenadas en refrigeración por un tiempo de 2 a 3 horas, hasta que se adquirió consistencia apropiada para su corte. Terminado el corte se almacenó a una temperatura de 0°C.

Por último se realizaron en las salchichas, análisis microbiológicos, fisico-químicos y organolépticos.

MÉTODOS DE ANÁLISIS EN LA MATERIA PRIMA Y DEL PRODUCTO FINAL

- Humedad, según manual METTLER-TOLEDO AG., 1990
- Proteína, según las Normas de la A.O.A.C. 1975.
- Grasa, según las Normas de la A.O.A.C. 1975.
- Ceniza, según las Normas INEN 786 (1996).
- PH, se utilizó un pH-metro digital.
- Análisis organolépticos en la materia prima, mediante análisis de olor, y textura (Mackey, 1984).
- Bases volátiles totales, según Normas INEN 182. 1975.
- Recuento total, según Normas INEN N. 1526 (1996).
- Coliformes totales, según Normas INEN N. 1528 (1996).
- Coliformes fecales, según Normas INEN 1529 (1996).

ANÁLISIS DURANTE EL PROCESO

- Temperatura en el cutter, se determinó con un termómetro marca SAMA
- Tiempo de cutterado, se midió con un cronómetro marca NIST-Traseable.
- pH de la pasta, con un potenciómetro digital portátil de precisión. Marca Orion.
- Temperaturas de cocción y precocción, con el termómetro. Tipo Burdon de -4°C a 200°C. Marca FAIRGOVE.

RESULTADOS Y DISCUSION

MATERIA PRIMA

GRADO DE FRESCURA DE LA TRUCHA

Textura y olor de la trucha arco iris después de la captura y transporte

Textura

En lo relacionado a la textura, los datos se encuentran en un rango alrededor de 2 en la escala edónica, los cuales al ser comparados con los reportados en las Normas INEN 183, nos indican que están dentro de esta norma la cual manifiesta, que en pescado fresco la carne debe ser consistente y elástica, y al comprimirla con el dedo, deberá desaparecer inmediatamente la “señal” producida.

Olor

Los datos de olor en las truchas analizadas corresponden al número 1 de la tabla edónica, número que indica un olor normal al ser comparados con los datos reportados en la Norma INEN 183.

Pruebas químicas: bases volátiles totales (TVB)

El valor determinado tuvo un promedio de 18 mg de N/100 g., éste valor se compara con los reportados por Lees (1969), el cual manifiesta que para pescado fresco el valor TVB aumenta en pescados alterados. Las muestras frescas normalmente contienen menos de 25 a 30 mg de nitrógeno por 100 g.

CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA MUSCULAR DE LA TRUCHA PARA COMPROBAR LA FRESCURA.

Cambios en la proteína

Souci y col. (1990), reportan valores de proteína para trucha de río del orden de 18% a 20.2%; mientras que Beliz y Grosch (1988), reportaron una tasa de proteína bruta para pescado común de 17.20%, es decir que de acuerdo a los datos experimentales obtenidos cuyo valor promedio fue de 18.10%, están entre los rangos establecidos por los autores antes mencionados.

Durante el tiempo transcurrido en el almacenamiento (2 días) se puede observar que el valor de proteína en las truchas analizadas sufrió una ligera variación (0.8% y 1.1%) con respecto al valor inicial. Desrosier (1973), indica que durante la congelación existe un pequeño cambio en el valor nutritivo de las proteínas, esto se debe verificar durante la coagulación de los materiales proteínicos ocurridos por la congelación y descongelación.

Por lo anterior se puede mencionar que existe una desnaturalización de las proteínas, y se comprueba en los valores experimentales reportados al final del almacenamiento (17.00 – 17.30 %); comparado con el inicial (18.10%).

Cambios en la grasa

Souci y col. (1990), señalan valores de grasa para la trucha de río de 1.90 % a 4.55 % y los valores encontrados fueron alrededor de 2.60 %, los mismos que están dentro de los límites establecidos por los autores antes mencionados.

El resultado final luego del almacenamiento y antes de su proceso indica que la variación es mínima (2.50% a 0°C y 2.55% a 4°C), ésta variación esta inmersa dentro de los rangos de grasa indicados en bibliografía. La temperatura es un factor que incide directamente sobre la oxidación de las grasas, es decir a mayor temperatura mayor velocidad de oxidación. En el presente estudio se trabajó con temperaturas bajas por lo que, la cantidad de grasa presenta una mínima variación durante el tiempo de almacenamiento.

Cambios debidos a la deshidratación

Souci y col. (1990), Belitz y Grosch (1988), reportan valores de humedad para trucha fresca del orden de 74.8 % 77.7 % y 78.0 % respectivamente, el valor obtenido en promedio fue de 78.86%. Al final del almacenamiento se registraron valores de humedad a 0°C (congelación) de 77.91% y refrigeración (4°C) de 77.12%. La pérdida de humedad en la trucha como se observa en éste estudio obedece a que si bien es cierto con el almacenamiento en congelación y refrigeración se reducen los cambios químicos y microbianos por la acción de las bajas temperaturas, se sabe además que a éstas mismas temperaturas existen pérdidas de agua por goteo, esto se comprueba con el exudado, durante esta etapa, junto al exudado existen pérdidas de proteínas, péptidos, aminoácidos y otros componentes que se pierden durante el almacenamiento.

pH, PROTEÍNA, HUMEDAD Y GRASA DE LA TRUCHA ANTES DE SU PROCESO DE ELABORACIÓN.

pH

Los valores de pH en la trucha fueron en promedio 6.40 por lo que se encuentra dentro de los límites establecidos en las Normas INEN 182 y las Normas INEN 183 que dan un valor de pH de 6.5 como máximo, ya que el aumento de pH cercano a 7.0 (neutro) va produciendo la descomposición.

Proteína

Los valores de proteína en la trucha según Beliz y Grosch (1988), es de 19%, el valor obtenido de la materia prima fue de 18.1%, lo cual tiene un valor casi similar (un poco bajo) al anotado.

Humedad

El valor de humedad para la trucha arco iris antes del proceso fue de 78.86%, el mismo que se encuentra dentro de los rangos establecidos por Belitz y Grosch (1998), los cuales señalan un valor de 77.80% para trucha de río.

Grasa

En cuanto a la grasa los valores experimentales antes de procesar y almacenar están en el orden de 2.60 %, este valor se encuentra entre los rangos propuestos por Souci y col. (1990), los cuales señalaron valores del 1.90 % a 4.55 % para trucha de río.

CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO Y CONGELACIÓN DE LA TRUCHA ARCO IRIS

El respectivo cálculo de la velocidad de enfriamiento y congelación, se realizó con los datos obtenidos experimentalmente como: el espesor del objeto entre las placas refrigeradas (h), la diferencia media entre la temperatura (tg) de congelación del objeto, la temperatura (to) del medio refrigerante que lo rodea, y el espesor de la capa a congelarse (φ).

Como índice de transporte térmico (λ) del objeto congelado Chatschaturow (1936), reporta valores de 1.15 kcal/mh°C, así mismo Plank (1963), reporta valores para pescados un $\alpha = 200$ Kcal/m²h°C a 300 Kcal/m²h°C, $\rho = 60000$ Kcal/mh°C y un tg=-0.8°C.

Si designamos de nuevo por δ el espesor de la capa congelada formada, se puede definir la velocidad lineal de congelación en un punto (w) del modo siguiente:

$$\omega = (d\delta / dz) \text{ (cm/h)} \quad (1)$$

La velocidad de congelación se expresa en cm/h porque de este modo resultan valores numéricos cómodos en la zona importante desde el punto de vista de la técnica del frío. La definición en la ecuación (1), representa la ventaja de que (w) obtiene así las dimensiones de una verdadera velocidad y representa en realidad la velocidad con que el frente congelado penetra en el interior de un objeto.

Para el caso de lámina enfriada por dos lados de espesor (h) se obtiene:

$$\omega = \frac{d\delta}{dz} = \frac{\theta}{\rho} \frac{1}{1/\alpha + \delta/\lambda} \quad (2)$$

Por consiguiente, esta velocidad lineal disminuye continuamente en el caso de la lámina con espesor creciente de la capa congelada y es mínima en su centro. Las superficies definidas por $\varphi = \text{constantes}$ son planos paralelos, y:

$$\omega = \frac{\theta}{\rho} \frac{1}{1/\alpha + \delta/\lambda} \quad (3)$$

A continuación se detalla un ejemplo de la forma de cálculo:

Cálculo para una temperatura de congelación (0°C) en el centro del objeto.

Datos experimentales obtenidos:

Espesor del objeto entre placas refrigeradas $h = 0.01695$ cm

Espesor de la capa congelada $\varphi = 0.01700$ cm

Temperatura del medio refrigerante que lo rodea $t_o = 0^\circ\text{C}$

Diferentes autores reportaron valores para pescado los cuales se utilizaron en el trabajo, para el respectivo cálculo se tomaron en cuenta:

Según Chatschaturow (1936):

Índice de transporte térmico del objeto congelado $\lambda = 1.15$ Kcal/mh°C

Según Plank (1963):

Índice de transporte entre la superficie del objeto

y el medio de refrigeración $\alpha = 200$ Kcal/m²h°C

Frío latente necesario del objeto $\rho = 60000$ Kcal/m³

Temperatura de congelación del objeto $\theta = -0.8^\circ\text{C}$

Para θ que es la diferencia media entre la temperatura de congelación del objeto (t_g) y la temperatura del medio refrigerante que lo rodea (t_o), se procede al respectivo cálculo:

$$\begin{aligned}\theta &= (t_g - t_o) \\ \theta &= (-0.8 - 4) \text{ }^\circ\text{C} \\ \theta &= -4.8 \text{ }^\circ\text{C}\end{aligned}$$

Aplicando la ecuación (3):

$$\omega = \frac{4.8 \text{ }^\circ\text{C}}{60000 \text{ Kcal/m}^3} \cdot \frac{1}{\frac{1}{200 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}} + 0.0123 \text{ m} \cdot \frac{0.01895 \text{ m}}{2 \cdot 1.15 \text{ Kcal/mh}^\circ\text{C}}}$$

$$\omega = 1.56 \text{ cm/h}$$

En la Tabla # 2 se pueden observar los valores de las velocidades de congelación y refrigeración en cm/h a diferentes (h), (T), (ϕ) y (α), en los que se demuestra que mientras más baja sea la temperatura del medio refrigerante, existirá una mayor velocidad de congelación y refrigeración; igualmente la velocidad de congelación y refrigeración es más rápida mientras más pequeña sea la capa que va a ser congelada o refrigerada.

PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA SALCHICHA TIPO FRANKFURT MEDIANTE SUSTITUCION PARCIAL DE CARNE DE BOVINO CON CARNE DE TRUCHA ARCO IRIS

pH de la salchicha tipo Frankfurt sustituida con carne de trucha arco iris.

En cuanto a los valores del pH de la salchicha, estos están entre los rangos 6.1 a 6.6, los mismos que al ser comparados con los establecidos por las Normas INEN 183 AL 03.02 – 403, Norma que manifiesta que los valores de pH no deben sobrepasar de 6.8, se determina que cumplen con esta norma.

Los valores son similares en todos los tratamientos, así como no varía mucho el pH de la pasta en proceso con los valores del pH de la salchicha, por cuanto se evitó la fermentación o proliferación de microorganismos en la precocción, cocción y ahumado de las salchichas.

Valores de humedad de salchichas tipo Frankfurt sustituida con carne de trucha arco iris.

En lo referente a los valores de humedad de las salchichas, no difieren mucho entre los diferentes tratamientos, estando entre los rangos de 53.49% a 60.61%. En comparación con las Normas INEN AL 03.02 – 403 que nos indican que la humedad no debe sobrepasar el 65%, los valores obtenidos no superan este límite con lo que se manifiesta que están bajo los rangos establecidos por estas Normas.

Valores de proteína en la materia prima y de la salchicha tipo Frankfurt sustituida con carne de trucha arco iris en los diferentes porcentajes de sustitución (25%, 50% y 75% de carne de trucha).

Los valores de la proteína de los diferentes tratamientos, así como de la materia prima poseerá el mayor porcentaje de cuyo rango se encuentra entre 13% para la sustitución con 25% de carne de bovino con carne de trucha y 15.52% para la sustitución con 75% de carne de bovino con carne de trucha, ya que el pescado tiene mayor cantidad de proteína que la carne de res y de cerdo, y que de acuerdo a los porcentajes de sustitución va bajando el valor de proteína, pero todos los valores son más altos a los reportados por la Norma INEN que están en el orden del 11.00 %.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LAS SALCHICHAS TIPO FRANKFURT SUSTITUIDAS PARCIALMENTE CON CARNE DE TRUCHA ARCO IRIS

Con respecto a la evaluación microbiológica se realizaron los análisis de recuento total de microorganismos a los que se les aplicó el respectivo análisis estadístico de varianza. También se realizaron análisis sobre coliformes totales. Finalmente se realizó el análisis de coliformes fecales en los tubos, en los que se encontraron coliformes totales.

Recuento total

En referencia a los resultados de los análisis microbiológicos, el mejor tratamiento es el de sustitución del 50% de carne de bovino con carne de trucha y ácido benzoico 0.01%, el cual posee 130 UFC/g. Se realizó además el Análisis Estadístico de Varianza y se comprueba que no existe diferencia significativa en $\alpha = 0.05$, por lo que la hipótesis es aceptada.

Todos los tratamientos son aceptados al ser comparados con los requerimientos establecidos en la Norma INEN N. 1338, en la cual se manifiesta que el conteo en microorganismos no debe ser superior a 10^6 U.F.C/g.

Análisis de coliformes totales

De acuerdo a los resultados obtenidos con respecto al análisis microbiológico (coliformes), se tiene como mejores tratamientos el que tiene sustitución del 25% de carne de bovino con carne de trucha y ácido ascórbico 0.01%, el que tiene sustitución del 75% de carne de bovino con carne de trucha y ácido benzoico 0.01% y el que tiene sustitución del 75% de carne de bovino con carne de trucha y cloruro de sodio 0.01%; en los cuales no se encontró presencia de coliformes totales.

Todos los tratamientos al ser comparados con los valores obtenidos en las Normas INEN N. 1338: 96 (la cual manifiesta que para salchichas escaldadas el número máximo de U.F.C./g es de $1 \cdot 10^3$) demuestran que están entre los rangos establecidos por esta Norma.

Análisis de coliformes fecales

Con respecto a los valores obtenidos de los análisis microbiológicos (coliformes fecales) se observa que ningún tratamiento posee coliformes fecales, por lo que no se presenta una Tabla de Análisis de Varianza.

Los valores al ser comparados en la Norma INEN N. 1338: 96 (establece que para salchichas escaldadas se debe tener un máximo de 10 U.F.C./g), muestran que están bajo los rangos establecidos por esta norma y por ende sus condiciones higiénicas son buenas.

ANÁLISIS SENSORIAL DE LAS SALCHICHAS TIPO FRANKFURT SUSTITUIDOS PARCIALMENTE CON CARNE DE TRUCHA ARCO IRIS

De estas evaluaciones sensoriales se obtuvieron los atributos siguientes: olor, color, sabor, textura y aceptación general, a los que se les aplicó los respectivos Análisis Estadísticos para establecer básicamente diferencias entre los distintos tratamientos (diferencia entre porcentaje de trucha y diferentes aditivos), sobre las características organolépticas antes mencionadas.

Olor

Para el atributo olor se obtiene que el mejor tratamiento es el que tiene sustitución del 50% de carne de bovino con carne de trucha y cloruro de sodio 0.01% por tener un valor más alto el cual fue de 4.4 (lo que significa que esta entre “agrada poco” que posee la puntuación 4 y “agrada mucho” que posee la puntuación 5)

Se puede establecer además que existe diferencia significativa para un $\alpha = 0.05$ entre los diferentes tratamientos.

Color

Los valores se encuentran alrededor de 4.0, siendo el mejor valor 4.05 (que aduce como “aceptable”) correspondiente al tratamiento que tiene sustitución del 25% de carne de bovino con carne de trucha y ácido benzoico 0.01%. Realizando el Análisis de Varianza, se puede establecer que no existe diferencia significativa para un $\alpha = 0.05$ entre los diversos tratamientos, demostrando por lo tanto que el atributo color fue aceptado en todos los tratamientos por los distintos panelistas.

Sabor

En los valores correspondientes al atributo sabor en los diferentes tratamientos (porcentaje de sustitución de carne de trucha y tres diferentes aditivos) se establece que el mejor tratamiento es el tratamiento que tiene sustitución del 75% de carne de bovino con carne de trucha y cloruro de sodio 0.01% por tener una mayor puntuación (4.25), lo que aduce como “bueno característico” y el resto de tratamiento poseen valores de alrededor de 4.0 a los que se les aduce también como “buenos característicos”. Una vez realizado el respectivo

Análisis Estadístico de Varianza, se establece que para un $\alpha = 0.05$ no existe diferencia significativa entre los distintos tratamientos o sea todos los tratamientos tuvieron aceptación en este atributo.

Textura

De acuerdo a los valores correspondientes al atributo textura se deduce que el mejor tratamiento es el que tiene sustitución del 75% de carne de bovino con carne de trucha y cloruro de sodio 0.01% cuyo valor fue de 3.0 que significa “normal”. Realizando el correspondiente análisis estadístico, se determina que no existe diferencia significativa en los tratamientos.

Aceptación general

Con respecto a los valores del atributo aceptación general se obtiene como mejor tratamiento el que tiene sustitución del 50% de carne de bovino con carne de trucha y ácido ascórbico 0.01% el cual tiene un valor de 4.35 mismo que se encuentra entre los rangos “gusta poco” (puntuación 4) y “gusta mucho” (puntuación 5). Los valores del resto de tratamientos se encuentran alrededor de 4.0 en la escala edónica, lo que significa que es aceptada con gusto la salchicha. Al realizar el respectivo análisis estadístico se determina que para un $\alpha = 0.05$ no existe diferencia significativa, es decir todos los tratamientos son aceptados.

EMPLEO DEL FRIO PARA LA CONSERVACION DE LA TRUCHA ARCO IRIS

Curvas de enfriamiento de la trucha arco iris (*Salmo gairdneri*)

Con respecto a las curvas de enfriamiento de la trucha, se demuestra que la temperatura baja en mayor proporción (aproximadamente 1 °C por 1 minuto) en los primeros minutos, para luego bajar en menor proporción (aproximadamente 1 °C cada 20 minutos) cuando el tiempo ya es un poco largo de permanecer la trucha dentro de la cámara de refrigeración. Esto se debe a que la trucha arco iris se va congelando primero en la capa superficial para luego llegar al punto de congelación en el centro de la trucha arco iris, por lo que la congelación demora más tiempo hasta llegar al centro.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El presente estudio cumplió con el objetivo general planteado siendo la sustitución parcial de la carne de bovino con carne de trucha arco iris (*Salmo gairdneri*) en la elaboración de salchicha tipo Frankfurt, los tres aditivos utilizados así como los porcentajes de sustitución para cada aditivo dieron buena aceptación en los análisis sensoriales; es decir, el parámetro aditivos controló el comportamiento del olor por el pescado en la sustitución.
- Al realizar los análisis microbiológicos de la salchicha y la trucha se observó que los valores se enmarcaron en los establecidos por las diferentes normas, esto se debe a que desde la captura se utilizaron medios fríos para la conservación de la trucha, así mismo las salchichas se refrigeraron para su conservación. En estos análisis, el mejor tratamiento en las salchichas de acuerdo al diseño experimental fue el que contenía ácido benzoico 0.01% con sustitución del 50% para el recuento total por presentar valores menores entre los tratamientos.
- El mejor valor de la velocidad de congelación – refrigeración se obtiene a temperaturas bajas (-5°C) y con un índice de transporte térmico entre la superficie del objeto y del medio refrigerante de 300 (Kcal/m²h°C) en el centro o capa media así como cerca de la superficie, lo que demuestra que mientras más bajas sean las temperaturas existirá una mayor velocidad de congelación, y por consiguiente se conservan por mucho más tiempo las truchas.
- La determinación de pH y de nitrógeno base volátil en las truchas son parámetros que permiten determinar el grado de frescura en las mismas, ya que existe una relación directa entre estos dos parámetros en control de calidad de las truchas, debido que al incrementar el pH cercano al neutro se va produciendo la descomposición.

- En el país falta desarrollar más tecnologías para comercializar el pescado, por lo que el presente estudio utiliza tecnología de fácil aplicación, dando así una alternativa para la comercialización de esta especie.
- Hay que tener presente que la trucha es un alimento extremadamente perecedero; por lo que en el proceso de elaboración, en los pasos de eviscerado, fileteado y lavado de la trucha el tiempo deberá ser el mínimo posible a fin de evitar la exposición de los filetes al medio ambiente ya que esto puede causar contaminación y por consiguiente proliferación de microorganismos antes de su almacenamiento.
- Es recomendable realizar estudios posteriores de sustitución en las salchichas con otros tipos de pescados, así como también investigar la sustitución en otras variedades de embutidos con lo que se dará nuevas alternativas en lo referente a comercialización
- Es aconsejable que para posteriores estudios se pueda tomar como referencia el tratamiento que contiene el aditivo ácido ascórbico (0.01%) y sustituido el 50% de carne de bovino con carne de trucha arco iris por ser el mejor en cuanto se refiere a los análisis sensoriales.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALVARADO, J. 1996. "Principios de Ingeniería Aplicados a Alimentos". Edit. Radio Comunicaciones. Quito – Ecuador.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemist. 1975. "Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist". 12th ed. Washington, D. C.
- BANWART, G. 1982. "Microbiología básica de los alimentos". Barcelona - España.
- BASEURE, L y CABELLO, R. 1973. "Elaboración de embutidos a base de pulpa de pescado". Santiago de Chile. Instituto de Fomento Pesquero.
- BERTULLO, V. 1975. "Tecnología de los productos y subproductos de los pescados, mariscos y moluscos". Buenos Aires. Hemisferio Sur.
- BURGUESS, B. Y CUTTING, C. 1971. "El Pescado y las Industrias Derivadas de la Pesca". Trad. López, V y Barredo, A. Edit. Acribia. S.A. Zaragoza-España.
- COCHAFEIRO, B. 1984. "La Trucha Cría Industrial". Primera Edición. Mundi Prensa. Barcelona - España.
- CONNELL, J. s/f. "Advances in Fish Science and Technology". Published by Fishing New Books. Gram Bretaña.
- CORETTI, K. 1971. "Embutidos: Elaboración y Defectos". Edit. Acribia. Zaragoza - España.
- CHEFTEL, H. 1976. "Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos". Edit. Acribia. Zaragoza – España
- F.A.O. 1987. "Alimentación y Nutrición". 70 p.
- FARMHAM . 1980. "Avance in Fish Science and Tecnology".
- FREY, W. 1983. "Fabricación Fiable de Embutidos". Zaragoza - España.
- HUET, M. 1983. "Tratado de Piscicultura". Mundi Empresa. Tercera edición. Madrid - España.
- INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Quito – Ecuador.
- MACKKEY, A. y FLORES DE MARQUEZ, I. 1984. "Evaluación Sensorial de los Alimentos" Segunda Edición. San Felipe - Venezuela.
- NICKERSON, J , SINSKEY y ANTHONY, J. 1978. "Microbiología de los Alimentos y sus Procesos de Elaboración". Edit. Acribia. Zaragoza - España.
- PLANK, R. 1963. "Empleo del frío en la Industria de la Alimentación" . Edit. Reverté. Barcelona – España.
- PRICE, J.F. y SCHWESGERT, B.S. 1976. "Ciencia de la Carne y los Productos Cárnicos". Edit. Acribia. S.A. Zaragoza - España.
- RANKEN, M. 1988. "Manual de Industrias de los Alimentos". Edit. Acribia. Segunda Edición. Zaragoza – España.

SOUCI, S. W., FACHMANN, W. Y KRAUT, H. 1989/1990. "Food Composition and Nutrition Tables". Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft. Cuarta Edición.

SUSUKI, T. 1987. "Tecnología de las Proteínas del Pescado". Trad. Tejada, M. Edit. Acribia.S.A. Zaragoza - España.

TELLEZ. 1975. "Investigación sobre Embutidos de Pescado". Lima. Ministerio de Pesquerías y Universidad Agraria la Molina. (publicación N.20. Vol. 1 y 3)

TABLA # 3

Tabla de análisis microbiológico (recuento total) de las salchichas procesadas.
(UFC/g)

TRATAMIENTOS	REPLICAS		
	R1	R2	X
a0b0	15x10 ²	15x10 ²	15x10 ²
a1b0	25x10 ²	9x10 ¹	17x 10 ²
a2b0	70x10 ¹	33x 10 ¹	50x 10 ¹
a0b1	30x10 ¹	29x 10 ¹	30x 10 ¹
a1b1	17x10 ¹	9x 10 ¹	13x 10 ¹
a2b1	47x10 ¹	58x 10 ¹	53x 10 ¹
a0b2	16x10 ²	14x10 ²	15x10 ²
a1b2	23x10 ¹	24x 10 ¹	24x 10 ¹
a2b2	32x10 ¹	29 x 10 ¹	31x 10 ¹

TABLA # 4

Porcentajes de sustitución de carne de bovino con carne de trucha arco iris y sus diferentes aditivos

TRATAMIENTOS	ADITIVOS	PORCENTAJE DE SUSTITUCION
a ₀ b ₀	ácido ascórbico	25 %
a ₀ b ₁	ácido ascórbico	50 %
a ₀ b ₂	ácido ascórbico	75 %
a ₁ b ₀	ácido benzoico	25 %
a ₁ b ₁	ácido benzoico	50 %
a ₁ b ₂	ácido benzoico	75 %
a ₂ b ₀	cloruro de sodio	25 %
a ₂ b ₁	cloruro de sodio	50 %
a ₂ b ₂	cloruro de sodio	75 %

**EFECTO DE LOS ESTABILIZANTES EN LA ELABORACION DE LECHE
CHOCOLATADA****Marco Sánchez F.*
Cesar German T.******RESUMEN**

Con el presente trabajo se pretende mejorar la presentación de una bebida como es la leche saborizada con chocolate suspendiéndole a éste en todo el medio para evitar el molesto agitación del producto como una forma de homogenización para su consumo.

Además, se estudió la concentración del chocolate, en dos niveles, el tipo de estabilizante con tres niveles y la concentración del mismo en tres diferentes porcentajes, de acuerdo al análisis factorial A*B*C aplicado para el efecto.

En lo referente a la línea de proceso, ésta se realizó siguiendo el método recomendado por uno de los productores de los estabilizantes utilizados.

Para determinar el mejor tratamiento se realizó una evaluación sensorial de aceptabilidad con un panel de 10 personas, obteniéndose como mejor tratamiento el A1B2C1. A saber: Chocolate 1%, Recodam y 0,05% de concentración.

Finalmente se puede indicar como conclusión que en cuanto al método utilizado éste permite que el producto tenga una duración de 28 a 30 días como vida útil, sabiéndose que, normalmente el producto comercializado parece máximo a los 10 días de su elaboración.

Debido al grado de aceptabilidad del producto, y a sus análisis físico, químico y microbiológicos se recomienda el consumo de ésta bebida para personas de toda edad.

INTRODUCCION

En el Ecuador, en el campo industrial y específicamente en lo que se refiere a las Lecherías, la mayor parte se encuentran en la región Interandina, por razones obvias esta es una zona de gran producción de materia prima, la leche, misma que se considera como parte fundamental de la alimentación humana, por contener vitaminas, proteínas y minerales indispensables para el normal desarrollo corporal del hombre. Su consumo se realiza como bebida para grandes y chicos ó como base de todos sus subproductos. En la fabricación de leches aromatizadas, se presenta un gran interés porque representa un incremento del consumo de leche natural a más de lo que anteriormente queda indicado.

En otro aspecto, al igual que en la mayoría de los países integrantes del Acuerdo de Cartagena, nuestro país sufre de un alto índice de desnutrición infantil, dada la baja producción de alimentos ricos en proteínas y

* Egresado de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

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

calorías lo que influye en la morbilidad y mortalidad así como también en el aspecto físico y mental en la población infantil.

La causa de carácter general para la presencia de este problema, se puede encontrar fundamentalmente en la defectuosa estructura socio-económica, que entre otros provoca desigual distribución de ingresos, falta de organización e insuficiencia de programas dedicados a la salud y desnutrición de los habitantes de la ciudad y el campo lo cual es más crítico para madres y niños; sumándose a estos factores que muchos individuos que tienen acceso a su consumo experimentan cierta inapetencia frente a la leche pura, producto que por otra parte, es considerado por los nutricionistas como un alimento “Tonus Emotivo” bajo, a causa de su color blanco y de sus caracteres organolépticos.

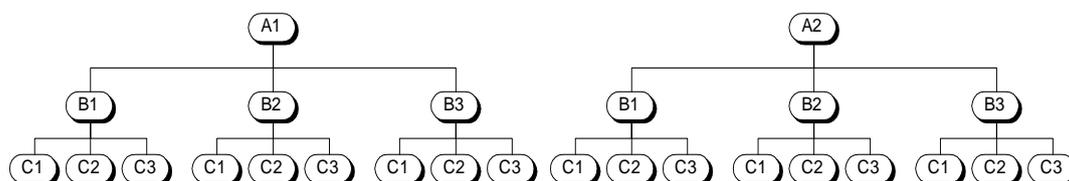
Estas consideraciones realizadas desde el punto de vista nutricional, tecnológico y económico nos permiten realizar el presente trabajo con la finalidad de mejorar el grado de aceptabilidad del producto ya terminado (estudiando para el efecto los aditivos necesarios que mejoren la presentación pero no perjudiquen al consumidor) y por otra parte optimizar el nivel de ventas en la industria láctea PROLAC S.E.M. en su distribución a nivel nacional mejorando su tecnología existente.

MATERIALES Y METODOS

Diseño Experimental

Se procedió a aceptar un diseño factorial $A*B*C$ con dos replicaciones para cada tratamiento.

El siguiente es el diseño experimental utilizado en el estudio del presente trabajo:



Factor A: Concentración de chocolate: a 2 niveles; 1,0% y 1,5%

Factor B: Tipo de estabilizante: a 3 niveles; Caomix, Recodam y Carboxi Metil Celulosa (CMC).

Factor C: Concentración de estabilizante: a 3 niveles 0.05, 0.2 y 0.35%.

Materia Prima

En la presente investigación, se utilizó como materia prima leche descremada con un rango de contenido de 1.5 – 2.0% de materia grasa para Leche Chocolateada Tipo II, de acuerdo a las normas INEN.

Se trabajó con chocolate comercial presentado en fundas de la fábrica NESTLE, con la marca RICACAO.

El azúcar que se utilizó fue de calidad normal, de la llamada granulada.

Como estabilizante se utilizó: caomix, CMC y Recodam (nombre comercial).

Equipos y Reactivos Utilizados

Se utilizaron los equipos y materiales disponibles en la Planta y Laboratorios de la Empresa Láctea PROLAC SEM, así como también en los laboratorios de F.C.I.A.I., entre los cuales puede citarse:

Equipos

- Báscula de Recepción de leche marca PAASCH y SILKEBORG.
- Descremadora y Clarificadora marca WESTFALIA.
- Pasteurizador marca PAASCH y SILKEBORG.
- Selladora de Cartón marca PURE PACK.
- Marmitas
- Balanza Analítica marca METTLER – P163.
- Autoclave marca ALL AMERICAN.
- Centrífuga
- Estufa marca MEMMER.
- pH metro marca BARNAT 20.
- Microkjeldal marca LABCONCO.
- Licuadora marca OSTERIZER.
- Refrigeradora marca GENERAL ELECTRIC.

Materiales

- Lactodensímetro marca FUNKE – GERBER BERLIN.
- Butirómetro para leche marca FUNKE – GERBER.
- Termómetro marca FUNKE – GERBER de -10 a 110 °C.
- Pipeta volumétrica de 11 cc.
- Vasos de precipitación de 250 cc.
- Erlenmeyer de 125, 250, 500 cc.
- Pipetas xerológicas de 1, 2, 5 y 10 cc.
- Tubos bacteriológicos
- Cajas Petri
- Mechero Bensen
- Valdes de Aluminio
- Probetas de 1000 cc.
- Piceta

Reactivos

- Alcohol Amílico
- Fenolftaleína
- Acido Sulfúrico
- Hidróxido de Sodio
- Sulfato de Potasio
- Sulfato de Cobre
- Oxido de Selenio
- Agua destilada
- Potato Dextosa Agar PDA
- Plate Count Agar PCA
- Desoxycholate Agar
- Agar Glucosa Triptona

Metodología

A continuación se describe en detalle las distintas operaciones y etapas del proceso de elaboración, cuyo diagrama de flujo se encuentra anexado en el presente trabajo.

Una vez realizados los análisis físicos, químicos y microbiológicos de la leche (semidescremada) se procede a una mezcla de ingredientes y otras materias primas.

Obtenida la leche estandarizada en 1.5 - 2.0% de MG para elaborar el producto en estudio y posteriormente pasteurizada, se procede a realizar un precalentamiento en la marmita hasta 60 °C.

Se preparó aparte la llamada “Mezcla Seca” compuesta de chocolate, azúcar y estabilizante en cantidades indicadas de acuerdo al diseño experimental planteado, la misma que debe estar muy bien removida para una mejor disolución de cada uno de los ingredientes.

Luego se dispersa y disuelve la mezcla seca en la leche con una agitación rápida y permanente de todo el conjunto hasta que hayan diluido todos los sólidos.

Posteriormente se procedió a pasteurizar el producto completo en un tanque de acero inoxidable de doble fondo a una temperatura de 80 °C durante 10 minutos.

Ya concluida la pasteurización se mantuvo la mezcla en total agitación y enfriamiento hasta lograr llegar a la temperatura de 22 °C. El enfriamiento se logró hacerlo en menor tiempo con ayuda de agua helada que circula por el interior del tanque.

Cuando la leche chocolatada alcanza la temperatura indicada es colocada en envases de cartón marca PURE PACK de 200 cc de capacidad, dejando un espacio de cabeza para permitir que la máquina realice fácilmente el sellado del recipiente.

El producto terminado posteriormente fue almacenado en cámaras de refrigeración a 4 °C, hasta el momento de su distribución. En todas las formulaciones se mantendrá constante la cantidad de azúcar a añadirse y el tipo de leche en la que se ha de preparar el producto, mientras que se estudiarán como variables los ingredientes chocolate y estabilizante según se detalla en el diseño experimental.

RESULTADOS Y DISCUSION

MATERIA PRIMA

Análisis Químicos. La calidad en sí de la leche chocolatada está determinada por el tipo y la correcta utilización de las materias primas, por lo que fue necesario realizar un análisis proximal de la leche, chocolate y azúcar básicamente, de cuyos resultados de caracterización tabulados podemos observar en el primer caso, es decir en la leche semidescremada, que los datos registrados caen dentro del rango de una leche típicamente semidescremada como es el valor del porcentaje de Materia Grasa, su contenido de Humedad, valores que influenciarán posteriormente en el producto terminado, mientras que en el caso del chocolate y el azúcar encontramos los valores estándares.

Análisis Microbiológicos. En los resultados de Análisis Microbiológicos en la materia prima, se han llegado a determinar la presencia de microorganismos en un número comprendido dentro de los límites permitidos y establecidos por las normas correspondientes impuestas por el INEN.

Análisis Físicos. Con la finalidad de establecer las características de las mezclas entre los diferentes ingredientes, se realizaron determinaciones del grado de suspensibilidad de la materia prima, esto es del chocolate tanto en agua como en leche lo que dependerá de la granulometría y los estabilizantes dentro de la formulación, y, para su determinación se mide las cantidades sedimentadas en función del tiempo.

En la tabla N° 1 se encuentran tabulados los valores del porcentaje de suspensibilidad del chocolate en leche, mientras que en la tabla N° 2 se encuentra los resultados obtenidos al realizar el ensayo con agua como medio dispersante.

Al analizar los resultados de los porcentajes de suspensibilidad del chocolate en leche y en agua utilizada como base de comparación, se observa valores esperados esto es valores inversamente proporcionales entre sí, pues es sabido que la leche es un medio dispersante con una composición de sólidos totales del 12% aproximadamente lo que consecuentemente permite retener una mayor cantidad de chocolate a lo que se debe los resultados relativamente altos y no así con el agua en donde el chocolate fue retenido solamente el 1.68% contra 12.5% del primer caso, estos valores se estabilizaron luego de haber transcurrido un tiempo de 60 minutos. Con estos datos se ha comprobado que la leche en forma natural ayuda claramente para suspender al chocolate permitiendo así llegar a lograr uno de los objetivos planteados en el presente trabajo.

En cuanto a los valores obtenidos sobre el volumen de sedimentación F que no es otra cosa que la relación entre el volumen de equilibrio del sedimento y el volumen total de suspensión, como ya se ha dicho anteriormente son proporcionales entre sí, esto es, cuando aumenta el volumen de suspensión que aparece ocupado por el sedimento también aumenta F. Cuando se utilizó leche (tabla N° 3) el valor F llegó a 0.076 en un transcurso de 18 min, mientras que en el caso del agua (tabla N° 4) el valor llegó a 0.080 en el mismo tiempo. Cabe indicar que cuando F alcanza un valor de 1 no hay un sedimento visible y la suspensión tiene un aspecto estético porque no presenta un sobrenadante claro según Hains y Martín (1985).

En cuanto tiene que ver sobre los datos de acidez y pH para el caso de la leche, en estos valores podemos observar que están dentro del rango mínimo puesto que la acidez de una leche recién ordeñada tiene un valor de 0.17 esto expresado en porcentaje ácido láctico. Referencias bibliográficas indican que la leche como materia prima debe ser tratada en su menor valor posible de acidez y pH para evitar posibles inconvenientes en el tratamiento de la misma al elaborar el producto en estudio, esto es ocasionar un corte por efecto de la precipitación de la proteína o terminar totalmente con una de sus características organolépticas como es el sabor.

Por otra parte se determinó para la leche semidescremada una densidad relativa promedio de 1,033 g/cc, este rango de acción permitió que al incorporar el chocolate al medio, el producto final tenga un valor muy considerable para dar de ésta manera apariencia y aceptabilidad óptima de consumo.

PRODUCTO TERMINADO.

Es necesario hacer énfasis en los resultados de las combinaciones de los factores aplicados en el diseño experimental, ya que se obtuvieron mezclas con características totalmente indeseables es así el caso al estudiar la acción del tercer nivel del Factor B (Carboximetilcelulosa), donde el nivel de sedimentación fue nulo pero la viscosidad del producto preparado fue tan alta que llega a gelificar en algunos casos, quedando así totalmente fuera de los límites esperados. El fenómeno se produjo al trabajar con una concentración de 0.20% y 0.35%, mientras que en su nivel mínimo que es de 0.05% tampoco se obtuvo ninguna acción de retención del chocolate por parte de éste estabilizante.

Resultados similares pero con menor intensidad se obtuvieron al trabajar con el primer nivel del Factor B esto es Caomix, sedimentó el chocolate en mayor proporción y dio origen a un producto muy viscoso que no era digno de ser catado al igual que en el caso anterior.

Los resultados más óptimos y alentadores fueron claramente conseguidos al trabajar con el nivel 2 del Factor B (Recodan) que no es sino una combinación de los 2 estabilizantes antes mencionados, las características de éstas combinaciones permitieron que se pueda determinar ya el mejor tratamiento, en base a sus propiedades físicas y características organolépticas que se discutirán más adelante según el análisis de varianza de acuerdo a la prueba de Tuckey.

Dentro de las propiedades físicas determinadas en los mejores tratamientos encontramos %MG, que nos muestra claramente la presencia de grasa en el chocolate utilizado, pues, los valores promedios obtenidos de dos repeticiones en todos los tratamientos es mayor que cuando se determinó tan sólo en la leche semidescremada. Es así como en la materia prima el mayor valor obtenido fue el 1.95% mientras que en el producto terminado el valor mínimo es de 1.90% llegando hasta 2.15%

De los valores obtenidos en cuanto se refiere al porcentaje de proteína contenida en los mejores tratamientos, encontramos que el valor máximo se encuentra en el tratamiento de A2B3C1 con 3.41% mientras que su mínimo es de 3.18% para tratamiento A2B3C1 estos valores son permitidos por las normas de INEN. Para este tipo de productos.

En lo referente a pH la presencia de chocolate en la leche afectó de manera leve, pues los valores medidos registrados son mayores a los iniciales, lo que muestra que el chocolate tiene su acidez; esto no se debe dejar de lado la presencia de estabilizantes; los cuales pueden también contribuir para el efecto.

Los resultados de los análisis microbiológicos nos dan a entender que en los tratamientos A2B3C1, A2B2C2 y A1B2C3 es donde mayor contaminación existe con otro tipo de microorganismo que no sean Hongos y Levaduras, Coliformes o Esporulados ya que presentan valores considerables al realizar en Recuento Total en cada uno de los tratamientos pues estos valores van de $2 \cdot 10^1$ hasta $5 \cdot 10^1$. Esta situación evidentemente va a influir en forma directa sobre el tiempo de vida útil del producto final reduciendo totalmente el tiempo frente al previsto, que dicho sea de paso se ha llegado a obtener muestras en muy buen estado al cabo de 28 y hasta 30 días en condiciones de refrigeración, sabiendo que es un producto muy sensible y su tiempo de existencia es de tan sólo 8 a 10 días normalmente.

En el producto elaborado se establecieron valores sensoriales de 1 a 5 para color, olor, sabor, textura y grado de sedimentación; los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza para establecer si existe o no diferencias significativas entre tratamientos y así determinar el mejor de ellos.

CONCLUSIONES

Como se indicó al inicio del presente trabajo, en el Ecuador existe un alto índice de desnutrición infantil, dada la baja producción de alimentos ricos en proteínas y calorías la misma que se debe a la estructura socio-económica interna del país, trayendo como consecuencia una insuficiencia de programas dedicados a la salud y desnutrición de la población lo cual es más crítico para madres e hijos. Considerando el punto de vista anterior así como también la inapetencia a la leche por cierto sector de la población se ha buscado una manera de incentivar a los niños y porque no a adultos a consumir las proteínas necesarias para su buen crecimiento por medio de una fórmula balanceada de un alimento que pueda llegar a todos los estratos sociales.

Tanto para balancear el alimento así como para enmascarar sus características físicas como el color, olor y sabor se buscó una solución que consiste en saborizarla con chocolate además del uso de estabilizantes que servirán para mantener un equilibrio en la suspensión y mejorar el deseo y gusto del consumidor por éste producto por medio de su presentación, y a la vez que sea económico y rentable para el sector industrial.

En cuanto a la materia prima en sí, se realizó un análisis proximal ya que de sus características y sus propiedades dependerá la calidad del producto final.

Es así como por ejemplo al analizar las condiciones de mezcla entre los diferentes ingredientes se determinó una mayor suspensibilidad del chocolate en la leche y la misma que se reforzó trabajando con estabilizantes como es el caso del Recodan; también se obtuvo un menor volumen de sedimentación con respecto al tiempo cuando se utilizó solamente leche, esto se debió especialmente a la densidad y viscosidad propia de éste líquido; es necesario en este punto dejar indicado que la velocidad de sedimentación "F" expresada en cm/seg., es menor cuando se utiliza agua como dispersante. Entonces se concluye que la leche si ayuda a la suspensibilidad del chocolate ya que alcanza mejores características de mezcla, pero para lograr una estabilidad física de la suspensión las partículas del chocolate deben permanecer defloculadas, siendo necesario utilizar un estabilizante como medio para controlar la floculación.

Es muy importante que el tamaño de partícula sea homogénea pues de ello dependerá la uniformidad, el color, sabor, textura del producto final, así como también las propiedades funcionales del producto: tiempo de disolución, tiempo de absorción intestinal y tiempo de vida útil.

Del análisis de varianza de los valores sensoriales para los atributos color, olor, sabor, textura y sedimentación se establecen los valores más altos para el tratamiento A1 B2C1 (1.0% de chocolate, Recodan, 0.05% de estabilizante). Por tanto ésta será la formulación óptima recomendada, alcanzando así uno de los objetivos propuestos sobre todo en la suspensibilidad del chocolate en la leche gracias a la formación de una película coloidal uniendo entre sí los glóbulos de grasas e impidiendo de ésta manera la caída libre del chocolate hasta el fondo del envase.

Al realizar el análisis del estudio económico se determinó que un envase de 200 cc. De leche chocolatada costará \$884.68 a la fecha.

RECOMENDACIONES:

Para elaborar leche chocolatada se recomienda utilizar la leche semidescremada con un contenido de materia grasa del 1.5 al 2.0% no más allá, tan sólo 1.0% de chocolate y no 1.5% que es la otra alternativa posible, además el estabilizante es suficiente en una concentración del 0.05%. Al final del proceso el producto elaborado debe almacenarse en un ambiente refrigerado de 4°C – 8°C.

Es necesario que el chocolate que se vaya a utilizar para la elaboración de este producto sea previamente tratado y refinado para evitar características indeseables como su amargor y el exceso de grasa. Simultáneamente debe tener un tamaño de partícula que facilite la preparación del alimento al disolverse homogéneamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALVARADO, J. Propiedades Físicas de la Leche. Serie Cuadernos Técnicos de Tecnología e Ingeniería de Alimentos. Volumen IV, Ambato, 1987 pp 1.
- Alimentos Procesados, Revista. Pp. 56 Diciembre/86
- Alimentos Procesados, Revista. Mayo / 91 pp. 44 – 46.
- BRAUDEAU, J. El Cacao. Editorial Blumé, México 1970, pp. 950-952.
- COELLO, C. Tecnología Química y Agroindustrial. Editorial Alambra, Madrid – España, 1976, pp. 52 – 57.
- La Composición de los Alimentos. Tabla de Valores Nutritivos. 1989-1990. Editorial Herausgegeben Von. 4 Edición 1989.
- CHEFTEL, H. Bioquímica. Editorial Acribia, Zaragoza – España, 1970 pp 121- 128.
- Diagnóstico de la Situación Alimentaria Nutricional y de Salud de la Población Ecuatoriana menor de cinco años. CONADE 1990.
- DUBACH, J. EL ABC para la quesería rural del Ecuador. Quito. Poligraf Andina, 1980, pp 18 – 20.
- FENNEMA, O. Introducción a la Ciencia de los Alimentos. Editorial Reverteva. Barcelona, 1975, pp 458 – 460.
- FOSTER, E. PH D Microbiología de la Leche. Editorial Herrero. Impreso en México, 1 Edición 1965.
- GLIKSMAN, N. Techonology on Food Industry. Edited Academic, 1970 pp 359 – 397.
- HAMES, N. Warner. Principios de la Tecnología de Lácteos. Editorial progreso S:A. Impreso en México. 1980, pp. 205 – 206.
- HART, F. FISHER H. Análisis Moderno de los Alimentos. Editorial Acribia, Barcelona –España.
- HORROBIN, D. Lo Escencial de la Bioquímica. Endocrinología y Nutrición. El manual Moderno, México, 1976, pp 152 – 157.
- LESS, R. Análisis de los Alimentos, Métodos Analíticos y Control de Calidad. Editorial Acribia, Zaragoza-España, 1982, pp 80-85.
- Memorias de las II jornadas de Ciencia y Tecnología UTA, 1983, pp. 97-99.
- MUÑOS, J.E. la Leche y sus Derivados, Editorial Casa de la Cultura Ecuatoriana, Quito-Ecuador. 1978, pp 147-148.
- NORMAN, W. DESRROSIER. Conservación de Alimentos, 6 Edición, México, Editorial Continental S.A. 1964 pp. 124-137.
- RATTO, M. Examen Microbiológico de la Leche y Productos Lácteos. Editorial para LINFO, Madrid-España, 1982, pp 68-74.

- SALTOS, A. Estadística de Inferencia. Editorial Pío XII, Ambato-Ecuador 1985, pp. 124.
- SPREER, E. Lactología Industrial, Editorial Acribia, Zaragoza – España, 1975, pp. 3 – 27 – 79.
- STROBEL, David y Samuel, L. Leche y Productos Lácteos. En agricultura Mundial. El mundo del agricultor. 1 Edición 1968.
- TORMO, I. Técnicas Bacteriológicas para Control Bacteriológico. Editorial Acribia, España 1978 pp. 78-131-142.
- VEISSEYRE, R. Lactología Técnica. Editorial Acribia, Zaragoza-España. 1971, pp. 3220-321.
- PRIMO, E., CARRASCO J. Productos para el campo y propiedades de los alimentos. Editorial Alhambra, Madrid – España 1981. Tomo III.
- SALTOS, H. A., Diseño Experimental, Editorial Pío XII. Ambato –Ecuador. 1993, pp. 8-12
- WATTS, B.M., YELIMAKI G.L., Métodos Sensoriales Básicos para la elaboración de Alimentos. Ottawa-Canadá 1992 pp. 11-39
- TORRICELLA R.G. Evaluación Sensorial. La Habana Cuba 1989.

Tabla N° 1 PORCENTAJE DE SUSPENSIBILIDAD DEL CHOCOLATE EN LECHE

MUESTRA	TIEMPO (min)	SUSPENSIBILIDAD* (%)		
		R1	R2	x
1	0	16.58	16.57	16.58
2	10	15.97	16.03	16.00
3	20	14.88	14.93	14.91
4	30	13.59	13.65	13.62
5	40	12.95	12.98	12.96
6	50	12.49	12.50	12.50
7	60	12.49	12.50	12.50

Sánchez,1995. Experimentales

Tabla N° 2 PORCENTAJE DE SUSPENSIBILIDAD DEL CHOCOLATE EN AGUA

MUESTRA	TIEMPO (min)	SUSPENSIBILIDAD* (%)		
		R1	R2	x
1	0	2.23	2.20	2.21
2	10	2.05	2.11	2.08
3	20	1.95	1.91	1.93
4	30	1.75	1.77	1.76
5	40	1.70	1.71	1.71
6	50	1.68	1.68	1.68
7	60	1.67	1.68	1.68

Sánchez,1995. Experimentales

Tabla 3. VOLUMEN DE SEDIMENTO DEL CHOCOLATE EN LECHE

TIEMPO (min)	VOLUMEN DE EQUILIBRIO DEL SEDIMENTO (ml)		VOLUMEN DE SEDIMENTO	
	R1	R2	x	(F)
2	6.9	7.0	7.0	0.014
4	14.0	14.7	14.0	0.028
6	18.0	18.0	18.0	0.036
8	27.0	27.2	27.0	0.054
10	33.5	32.5	33.0	0.066
12	36.2	36.0	36.0	0.072
14	37.0	37.0	37.0	0.074
16	38.0	38.1	38.0	0.076
18	38.0	38.0	38.0	0.076

Sánchez,1995. Experimentales
Peso de la muestra 50 g

Volumen total de la suspensión 500 ml
Temperatura 30 °C.

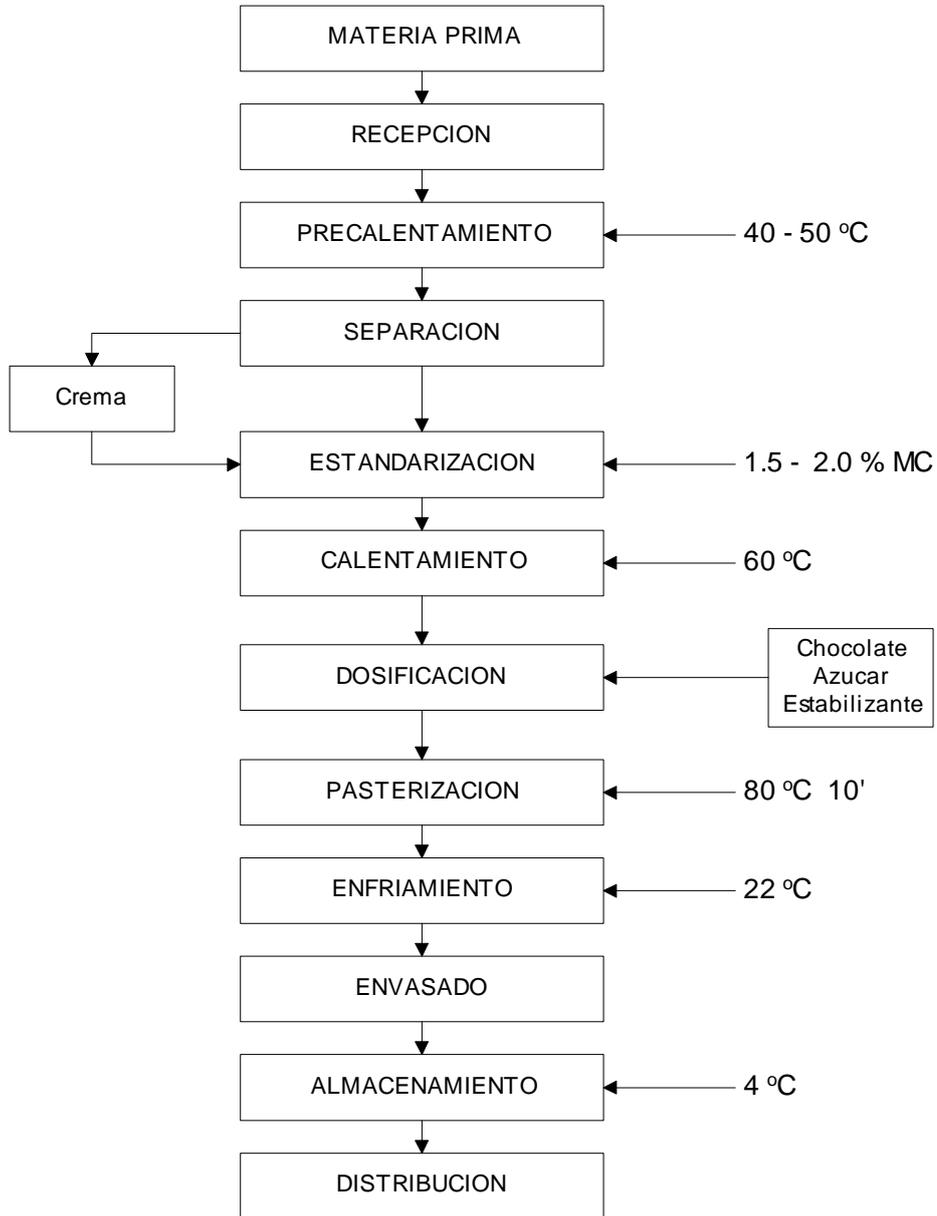
Tabla 4. VOLUMEN DE SEDIMENTO DEL CHOCOLATE EN AGUA

TIEMPO (min)	VOLUMEN DE EQUILIBRIO DEL SEDIMENTO (ml)		VOLUMEN DE SEDIMENTO	
	R1	R2	x	(F)
2	29.0	29.0	29.0	0.058
4	30.0	30.5	30.2	0.060
6	31.8	32.5	32.0	0.064
8	35.0	35.1	35.0	0.070
10	37.0	37.0	37.0	0.074
12	39.1	39.0	39.0	0.078
14	40.0	40.1	40.0	0.080
16	40.0	40.0	40.0	0.080
18	40.0	40.0	40.0	0.080

Sánchez, 1995. Experimentales
Peso de la muestra 50 g

Volumen total de la suspensión 500 ml
Temperatura 30 °C.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACION DE LECHE CHOCOLATADA



**OBTENCIÓN DE POLVO SOLUBLE, A PARTIR DE CACAO FERMENTADO Y SECO,
VARIEDAD ARRIBA**

Fabiola J. Jácome A.*
Silvia S. Paredes C.*
Juan Alvarado.**

RESUMEN

El objetivo principal de este proyecto es: Obtener polvo soluble, a partir de cacao fermentado y seco, variedad Arriba; por solubilización del cacao con carbonato de potasio.

El proceso de solubilización o alcalinización de las almendras de cacao tiene una gran importancia para lograr un género con una buena solubilidad, aroma, sabor y color.

Los factores de estudio considerados para el experimento son: Factor A: Concentración de carbonato de potasio $a_0 = 0\%$; $a_1 = 1\%$; $a_2 = 2,5\%$. Factor B: Temperatura de solubilización $b_0 = 90\text{ }^\circ\text{C}$; $b_1 = 100\text{ }^\circ\text{C}$. Factor C: Tiempo de solubilización $c_0 = 18\text{ h}$; $c_1 = 24\text{ h}$. Factor D: Condición de adición de álcali $d_0 =$ en puntillas de cacao; $d_1 =$ en pasta de cacao.

Las respuestas experimentales de estos tratamientos son: índice de solubilidad, rendimiento de polvo, densidad de bulto apretada o aparente y densidad de partícula.

El análisis estadístico, determina que el mejor tratamiento es el que se realiza al 2,5% de concentración de carbonato de potasio, temperatura de solubilización 100 °C, tiempo de solubilización 18 horas y en pasta de cacao.

El índice de solubilidad del polvo obtenido es superior al valor obtenido en un polvo comercial; pues varía de 0,8 en el primero a 1,0 en el comercial, encontrándose un incremento del 20 %.

INTRODUCCIÓN**Justificación**

El cacao variedad "Arriba", llamado también "Nacional", cultivado en Ecuador se distingue de todas las especies cultivadas en el mundo, por desarrollar un aroma particular muy apreciado en la industria nacional e internacional.

El cacao es un fruto de gran impacto económico, puede ser mayor si se aplicaran tecnologías que permitan obtener semielaborados de gran demanda como lo es el cacao en polvo soluble y manteca de cacao.

Con el propósito de superar las limitaciones que presenta el uso de cacao en polvo en la elaboración de bebidas, helados, bizcochos, tortas y cubiertas de confitería; principalmente en sedimentación, color, olor y sabor; se ha desarrollado una técnica para la elaboración de cacao en polvo solubilizado, a fin de obtener mejores resultados con su utilización.

Resulta entonces importante tratar de estudiar la técnica de elaboración de cacao en polvo soluble; aquí nace la necesidad de acoplar o adaptar a nuestra realidad y por ende establecer un proceso con las mejores condiciones en cada etapa.

Con esto se trata de encontrar la mejor alternativa, para disminuir molestias fabriles en operaciones como: mezclado, transporte, almacenado y envasado de productos pulverulentos como lo es el cacao en polvo soluble;

* Egresados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

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

haciéndose importante conocer las propiedades del material, tales como: índice de solubilidad, densidad de bulto floja, densidad de bulto apretada y densidad de partícula.

Además este estudio servirá de base para futuras investigaciones sobre alternativas que permitan el mejoramiento continuo de los procesos de obtención de cacao en polvo soluble.

La manteca de cacao es un producto de apreciado valor comercial; al ser obtenida de un tratamiento alcalinizado en la elaboración de cacao en polvo soluble no requiere neutralización antes de ser empleada. Debido a las condiciones de operación es necesario conocer las características de la manteca para utilizarla en otras ramas de la producción industrial.

Objetivos

Objetivo general

- Obtener polvo soluble, a partir de cacao fermentado y seco, variedad Arriba.

Objetivos específicos

- Determinar la influencia de la concentración del alcalinizante (carbonato de potasio), sobre las características del polvo de cacao obtenido.
- Establecer el efecto de la temperatura de solubilización en la obtención de cacao en polvo soluble.
- Establecer el efecto del tiempo de solubilización del cacao.
- Establecer la condición más apropiada de adición de álcali para elaborar polvo de cacao soluble.
- Determinar el rendimiento en base a la cantidad de materia prima utilizada y el producto obtenido.
- Realizar balance de materiales en el mejor tratamiento.
- Realizar en la manteca de cacao obtenida de los mejores tratamientos un análisis de sus propiedades físicas.
- Realizar una evaluación sensorial en el mejor tratamiento.

Cacao, descripción

Kirk, R. y colaboradores (1996), comentan que el fruto maduro tiene un color de naranja a rojizo. Tras ser fermentado los granos separados se secan hasta que tengan un contenido de humedad del 6 al 8%. El color y sabor final de los granos depende considerablemente del método de fermentación. Los granos que no fermentan por algún motivo, no producen el sabor característico. Los granos no fermentados tienen una apariencia grisácea (color pizarra) y los subfermentados presentan tientes violáceos.

Según Lees, R. y Jackson, E. (1985), para obtener un conjunto de cualidades gustativas y aromáticas, es necesario que también haya tenido un buen almacenamiento antes de ser transformado.

Braudeau, J. (1970), también coincide en que las habas de cacao deben estar tan secas como sea posible; pues su conservación es más fácil y sus pérdidas en la torrefacción son más reducidas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Para el presente estudio se utilizó cacao fermentado y seco, variedad Arriba, adquirido de la industria Nestlé, situada en la provincia del Guayas.

Reactivos

- Carbonato de potasio
- Tolueno
- Agua destilada

Equipos y materiales utilizados

- Balanza Mettler 3000 g.
- Baño María Julabo
- Cocineta eléctrica Haceb
- Centrifuga Hetlich Universal II
- Papel aluminio
- Utensilios

Metodología

Limpieza, eliminar manualmente los granos dañados y partidos, y partículas extrañas (metálicas, polvo, etc.).

Tostado o Torrefacción, pesar una cierta cantidad de cacao limpio y colocar en bandejas metálicas, forradas de papel aluminio, de tal forma que los granos se ubiquen en una sola capa y que existan espacios vacíos entre grano y grano para facilitar el tostado; tapar la bandeja con papel aluminio y poner en la estufa a 160 °C; por 40 minutos.

Descascarillado y Quebrantado, este proceso se lleva a cabo en forma manual y rápida luego del tostado

Aventado, se lo realiza manualmente.

Molido, realizan varias pasadas en el molino corona, hasta obtener un tamaño de partícula lo más pequeño posible. Para trabajar con puntillas de cacao, obviaremos esta operación.

Solubilizado, disolver el carbonato de potasio (concentraciones de 0%, 1% y 2,5%), en agua hirviendo (para 100 kg de cacao, 20 litros de agua); mojar el cacao con la solución alcalina alternando y mojando bien cada capa. Colocar en bandejas formando una capa fina y uniforme para así lograr el efecto deseado por el álcali.

Secado, se efectúa en una estufa a temperaturas de 90 y 100 °C por 18 y 24 horas.

Prensado, se realiza en una prensa hidráulica hasta 5000 psi por un tiempo de 20 minutos

Enfriado, dejar la torta de cacao a temperatura ambiente, por 48 horas

Pulverizado, realizando varias pasadas en el molino corona, hasta obtener un polvo fino.

Tamizado, pasar el polvo por un tamiz de 100 mesh.

Almacenado, colocar el polvo obtenido en envases de vidrio, en un lugar fresco.

Calentado y filtrado de la manteca de cacao, calentar a 45 °C y pasar a través de un lienzo fino, colocado en un embudo.

Empacado y Almacenado, empacar la manteca de cacao en fundas de polietileno y almacenar a temperaturas de refrigeración.

Métodos de análisis

Para análisis en el *polvo de cacao soluble* se siguió los siguientes métodos:

- | | |
|------------------------------|----------------------------|
| - Índice de solubilidad | Según Norma INEN 03.01-301 |
| - Rendimiento | |
| - Densidad de bulto apretada | Según Alvarado (1996) |
| - Densidad de partícula | Según Alvarado (1996) |

Para análisis en los *mejores tratamientos* se siguió los siguientes métodos:

- | | |
|-------------------------|--|
| - Humedad | Balanza Mettler PM480 |
| - Grasa | Según Norma INEN 02.06-302 |
| - pH | Según Norma INEN 02.01-314 |
| - Análisis sensorial | Análisis discriminativo de Dúo Trío
Escala Hedónica |
| - Balance de materiales | |

El diseño experimental empleado en este trabajo corresponde a un diseño factorial $A \times B \times C \times D$ con dos réplicas:

FACTORES	NIVELES
A. Concentración de carbonato de potasio	a ₀ = 0% a ₁ = 1% a ₂ = 2,5%
B. Temperatura de solubilización	b ₀ = 90 °C b ₁ = 100 °C
C. Tiempo de solubilización	c ₀ = 18 h c ₁ = 24 h
D. Condición de adición de álcali	d ₀ = en puntillas de cacao d ₁ = en pasta de cacao

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

El balance de materiales(mejor tratamiento) y el diagrama de proceso, para la obtención de polvo soluble, a partir de cacao fermentado y seco, variedad Arriba se encuentra en el Anexo1.

El análisis efectuado en el grano de cacao fermentado y seco se reporta en la Tabla N°1.

Los resultados del análisis del polvo soluble de cacao del mejor tratamiento a₂ b₁ c₀ d₁, se encuentran en la Tabla N°2.

El ajuste de regresión, para el índice de solubilidad contra concentración de carbonato de potasio, según el tiempo de solubilización y condición de adición de álcali ; se encuentran en los Gráficos N° 1 y N° 2 respectivamente.

Los resultados obtenidos en cuanto a la evaluación sensorial (escala hedónica) para el cacao en polvo soluble del mejor tratamiento están en la Tabla N° 3.

En cuanto a la manteca de cacao obtenida del mejor tratamiento los resultados de índice de refracción, punto de fusión y densidad se encuentran en Tabla N° 4.

TABLA N° 1. Registro de pH, contenido de humedad y grasa en cacao en grano.

DETERMINACIÓN	ENSAYO 1	ENSAYO 2	PROMEDIO
PH	5.29	5.35	5.32
Humedad (%)	4.84	4.76	4.80
Grasa (%)	50.58	50.55	50.57

TABLA N° 2. Análisis del polvo de cacao soluble obtenido del mejor tratamiento comparado con el comercial.

DETERMINACIÓN	OBTENIDO	COMERCIAL
Humedad (%)	6.9	9
Grasa (%)	24	18
pH	7.4	7
Ceniza (%)	6.0	8
Índice de solubilidad (ml)	0.8	1
Densidad de bulto floja (kg/m ³)	365	350
Densidad de bulto apretada (kg/m ³)	534	538
Densidad de partícula (kg/m ³)	1,234	1,311
V. con espacios de aire (%)	70.4	73

GRAFICO N° 1. Ajuste de regresión para el índice de solubilidad contra concentración de carbonato de potasio, según tiempo de solubilización.

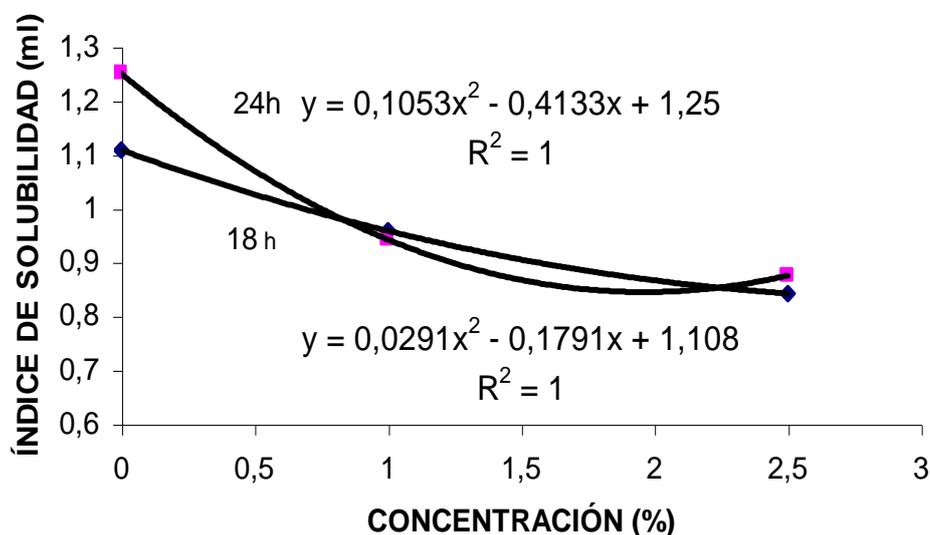


GRAFICO N° 2. Ajuste de regresión para el índice de solubilidad contra concentración de carbonato de potasio, según la condición de adición de álcali.

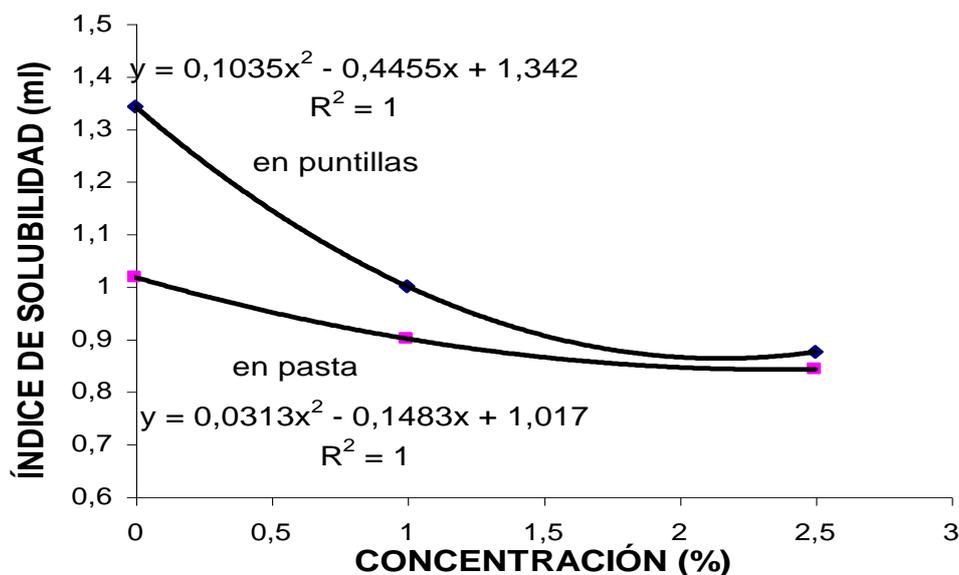


TABLA N° 3. Calificación en escala hedónica en el mejor tratamiento para polvo de cacao soluble.

JUEZ	COLOR		OLOR		SABOR	
	M	N	M	N	M	N
A	6,0	7,0	5,0	4,9	8,7	6,6
B	6,6	3,6	5,3	5,0	8,9	8,6
C	6,2	8,2	6,2	8,9	6,1	7,1
D	8,8	8,8	9,0	9,4	8,6	8,3
E	5,4	5,9	4,7	6,6	5,0	6,7
F	5,0	5,0	5,0	10,0	4,5	9,9
G	7,7	8,6	2,4	7,4	8,9	9,5
H	5,5	5,5	5,2	5,3	4,1	4,4
I	6,7	9,0	5,5	8,2	8,9	6,7
J	4,7	6,8	4,3	6,1	5,9	7,9
Puntaje total	62,6	68,4	52,6	71,8	69,6	71,7

M = muestra comercial

N = muestra obtenida

TABLA N° 4. Análisis en la manteca de cacao obtenida en el mejor tratamiento.

DETERMINACIÓN	R1	R2	R3	PROMEDIO
Índice de refracción	1,4671	1,4656	1,4656	1,4661
Punto de fusión (°C)	33,9	33,4	33,3	33,5
Densidad (Kg/m ³)	914,9	899,4	901,0	905,1

Discusión

En la Tabla N° 1. Se reportan datos promedios de pH, humedad (%) y grasa (%) para el grano de cacao; la variación en las réplicas puede deberse a que el cacao utilizado en este estudio es secado caseramente.

Una vez efectuado un análisis de varianza y pruebas de Tukey con un nivel de significancia $\alpha = 0,05$; se determinó que el mejor tratamiento le corresponde al a₂ b₁ c₀ d₁ (2,5% de concentración de carbonato de potasio, temperatura de solubilización 100 °C, 18 h de solubilización y añadido en pasta de cacao).

El índice de solubilidad del polvo de cacao obtenido es dependiente de factores, tales como: concentración de carbonato de potasio, temperatura y tiempo de solubilización, así como condición de adición de álcali.

Al realizar el análisis de varianza con los valores obtenidos de densidad de bulto apretada, densidad de bulto floja y densidad de partícula no presentan diferencia significativa, es decir que son independientes de los cuatro factores en estudio.

En la Tabla N° 2, la humedad difiere entre el comercial y el obtenido debido al método de solubilización empleado, en el cual están involucrados varios tratamientos térmicos; el porcentaje de grasa varía por las condiciones del prensado y solubilizado; el contenido de ceniza difiere por el tipo y concentración de álcali utilizado, temperatura y tiempo en que se llevó a cabo la solubilización; el valor de pH obtenido indica que el ácido logró neutralizar los ácidos naturales del grano de cacao, el índice de solubilidad es mejor para el cacao en polvo soluble obtenido que para el comercial en un 20% cumpliéndose así con el objetivo de este estudio; la densidad de bulto floja está relacionado inversamente con el volumen de espacios de aire, mientras más espacios de aire menor será la densidad de bulto floja; el valor de densidad de bulto apretada es el mejor índice de control, por ser reproducible.

El olor, color del cacao en polvo soluble obtenido del mejor tratamiento obtienen un puntaje superior al comercial cumpliendo con las expectativas que el consumidor busca en un alimento a base de cacao; en cuanto al sabor el puntaje es ligeramente inferior, debiendo tomarse en cuenta que éste no contiene ningún ingrediente adicional (Tabla N° 3).

Graficando índice de solubilidad contra concentración en función del tiempo de solubilización (Gráfico N° 1), se observa que el índice de solubilidad mejora conforme aumenta la concentración de carbonato de potasio.

Analizando el mismo gráfico, respecto a la concentración, se establece que al 2,5% el índice de solubilidad expresado como sedimento residual insoluble, es mejor que al 1 y 0%; con valores de 0,858; 0,95; 1,179 respectivamente, lo que indica que en el proceso de solubilización la concentración de carbonato de potasio es un factor determinante para la reacción entre los componentes del cacao y el álcali.

También podemos determinar que a 18 h de solubilización se obtiene mejor índice de solubilidad que a las 24 h, con valores de 0,969 y 1,022

Con respecto al Gráfico N° 2, se concluye que el valor del índice de solubilidad es mejor al 2,5%, tal cual se observó en el Gráfico N° 1.

Al agregar el álcali en la pasta de cacao el índice de solubilidad del polvo obtenido es mejor que al agregarlo en puntillas, De igual manera, con forme aumenta la concentración del álcali, los ml de sedimento disminuyen.

El álcali trabaja en puntillas, la solubilidad va de 1,342 a 0,875; pero al actuar en pasta logra un mejor índice de solubilidad, llegando hasta 0,842.

Los valores del índice de refracción, punto de fusión (°C), y densidad (Kg/m³) en la manteca de cacao obtenida del mejor tratamiento son comparables con datos bibliográficos, lo que indica que no existe una alteración en sus características físicas (Tabla N° 4).

De acuerdo al balance de materiales realizado para el mejor tratamiento, se parte con 300,28 g de cacao fermentado y seco con 4,8% de humedad obteniéndose 128,99 g de polvo de cacao soluble con 6,9% de

humedad y 57,46 g de manteca de cacao con 0,1% de humedad. Se obtiene así un rendimiento promedio para polvo de cacao soluble de 43% y 19% para la manteca de cacao, dando un rendimiento total de 62%. Existiendo el 38% de pérdidas en el proceso, debido al acople de equipos.

CONCLUSIONES

- En la obtención de polvo de cacao soluble, ocurren procesos físicos y químicos; los que ocasionan que el polvo permanezca en suspensión cuando se mantiene en solución por un largo tiempo.
- La concentración de carbonato de potasio empleado en el proceso es proporcional al índice de solubilidad y no es influyente en la densidad de bulto apretada, densidad de bulto floja y densidad de partícula.
- Los mejores resultados se obtuvieron con 2,5% de álcali, porcentaje que no perjudicó las propiedades organolépticas del polvo de cacao soluble.
- Las temperaturas de solubilización aplicadas en el presente estudio no inciden en las características del cacao en polvo disgregado; debido a que el intervalo existente entre ellas es corto. De manera que la temperatura para el mejor tratamiento se escogió al interaccionarla con el factor concentración de álcali, (100 °C; 2,5%; 0,85 ml de sedimento).
- En la alcalinización el tiempo cumple un papel importante, encontrándose que es suficiente 18 horas; favorable en comparación con las 24 horas, puesto que implica ahorro de tiempo y energía.
- Al agregar la solución alcalinizante en puntillas de cacao se obtienen valores de solubilidad inferiores (0% 1,342; 1% 1,000; 2,5% 0,875 ml de sedimento), que al aplicarla en licor de cacao; puesto que en este último existe mayor superficie de contacto entre los componentes del cacao y el disgregante, (0% 1,017; 1% 0,900; 2,5% 0,842 ml de sedimento).
- Al realizar el balance de materiales en el mejor tratamiento se establece que el 17,06% corresponde a las pérdidas en cáscara, con la opción de ser utilizada como forraje para animales por contener vitamina D. Pérdidas también significativas se dan en el pulverizado (12,08%) y tamizado (11,40%); por el uso de equipos no apropiados para alimentos que aún contiene grasa (24%).
- En el análisis de manteca de cacao obtenida del mejor tratamiento se obtuvieron valores promedios de: 1,4661 para índice de refracción; 33,5 °C para punto de fusión y 905,1 kg/m³ para densidad, comparables con datos bibliográficos.
- Al efectuar la evaluación sensorial (escala hedónica), para el mejor tratamiento, los resultados señalan que el producto obtenido es acogido e incluso sus propiedades organolépticas son mejores al ser comparadas con el comercial.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALVARADO, J.de D. 1996. "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. p: 109-123.
- BRAUDEAU, J . 1970 . " El Cacao. Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales". Barcelona, España. Editorial Blume. 297p.
- BRENNAN, J.G.; BUTTERS, J.R.; LILLY, A.E.V. 1980. "Las Operaciones de los Alimentos". Zaragoza, España. Segunda edición. Editorial Acribia S.A. Segunda edición. 540 p.
- CACAO Y ELABORADOS SICA/MAG ECUADOR. 1999. <http://www.sica.gov.ec/cadenas/cacao/index.htm>.
- CHARM, S. 1963. "The Fundamentals of Food Engineering". Westport, Conn. Editorial Avi. Publishing Company. p: 92-105.
- ESTRELLA, E. 1998. "El Pan de América. Etnohistoria de los Alimentos Aborígenes en Ecuador". FUNDACYT. Tercera edición. p: 172-174.
- FELLOWS, P. 1994. "Tecnología del Procesado de los Alimentos: Principios y Prácticas". Zaragoza, España. Editorial Acribia, S.A. 549p.
- GIONOLA, C. 1983. "La Industria del Chocolate, Bombones, Caramelos y Confitería" Madrid, España. Editorial Paraninfo. Segunda edición. p: 152-203.
- GRUPO CHOCOLATE IBARRA. 1999. <http://www.fhia.hn/fotos/cacao.jpg>.
- HART, F. L. y FISHER, H. J. 1984. "Análisis Moderno de los Alimentos". Zaragoza, España. Editorial Acribia S.A. 619p.
- INEN. Normas Ecuatorianas sobre Cacao en Polvo y Productos Derivados. Quito, Ecuador. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Normas INEN: 35, 42, 174, 474, 305, 306, 389, 532, 533, 620, 637.
- KIRK, R. S.; SAWYER, R. y EGAN, H. 1996. "Composición y Análisis de Alimentos de Pearson". México. Segunda edición. Editorial Cecs. p: 410-690.
- LEES, R. y JACKSON, E. B. 1985. "Sugar Confectionary and Chocolate Manufacture". Gran Bretaña Editorial Leonard Hill. 379p.
- LEWIS, M. J. 1993. "Propiedades Físicas de los Alimentos y de los Sistemas de Procesado". Zaragoza, España. Editorial Acribia S. A. 494p.
- LUCCA, P. 1961. "Fabricación de Chocolates y demás Productos del Cacao". Barcelona, España. Tercera edición. Editorial Sintesis. p: 11-227.
- MINIFIE, B. W. ; CHEM, C. ; F.R.S.C. y F.I.F.S.T. 1982. "Chocolate, Cocoa and Confectionery Science and Technology". Second edition. Edit. A.V.I. 735p.
- RANKEN, M. 1993. "Manual de Industrias de los Alimentos". Zaragoza, España. Segunda edición. Editorial Acribia. p: 171-473.

ROBLES, R. 1991. "Producción de Oleaginosas y Textiles". México. Tercera edición. Editorial Limusa. p: 609-684.

SALTOS, H.A. 1993. "Diseño Experimental". Editorial Pio XII. Ambato, Ecuador.

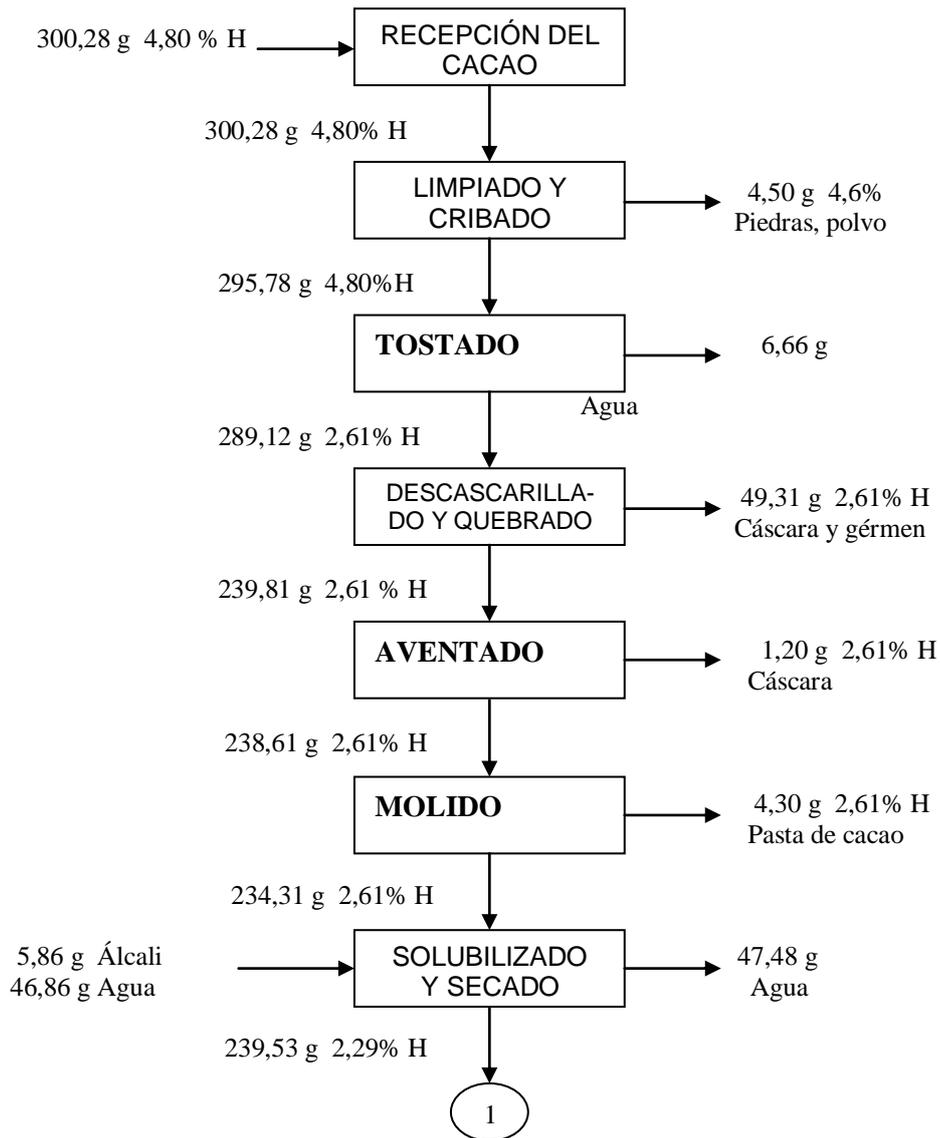
TENEDA, W.F. y PEÑAFIEL, M.C. 1995. "Uso de las Propiedades Reológicas como Índices de Control en la Elaboración de Chocolate". Tesis de Ingeniero de Alimentos. Ambato, Ecuador. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad técnica de Ambato. 69p.

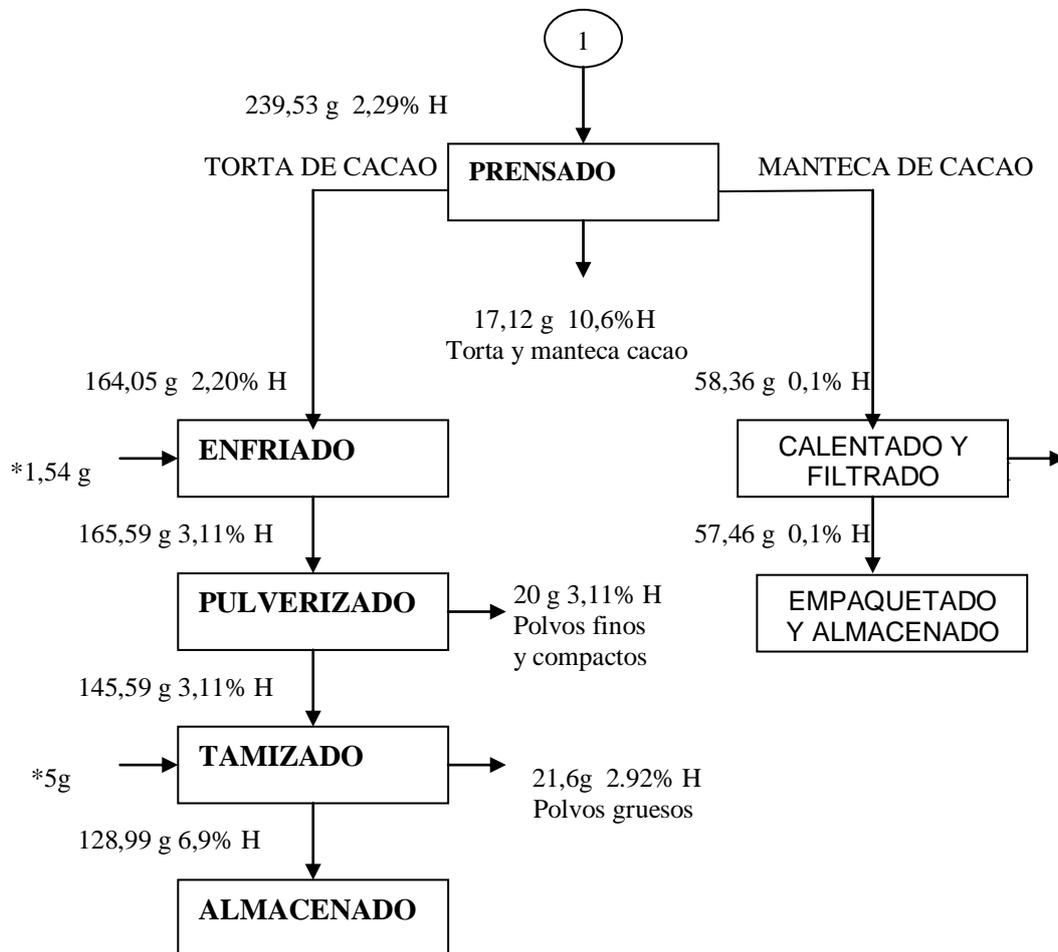
UREÑA, P.; ARRIGO, M. y GIRÓN, O. 1999. "Evaluación Sensorial de los Alimentos. Aplicación Didáctica". Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. Primera edición. Editorial Agarice. p: 73-173.

VÁSCONEZ, C. 1993. "Manual de Prácticas de Química de los Alimentos". Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato. 76p.

VILLACÍS, F. y ZAMORA, G. 1981. "Estudio Sobre Dos Variedades de Cacao (Arriba y EET19) y Desechos Industriales para su Posible Aprovechamiento". Tesis de Ingeniero de Alimentos. Ambato, Ecuador. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato. 64p.

ANEXO 1. Balance de materiales para obtención de cacao en polvo soluble, del mejor tratamiento.





* humedad del ambiente

**“ALMACENAMIENTO REFRIGERADO DE CUARTOS DE CANAL POSTERIOR DE POLLO,
EMPLEANDO REVESTIMIENTOS CON PELICULAS COMESTIBLES”**

David Recalde*
Nancy Pacheco*
Mario Manjarrez**

RESUMEN

Se realiza la aplicación de un revestimiento comestible con la adición de un antimicrobiano (sorbato de potasio), para extender el tiempo de vida útil en el almacenamiento de cuartos de canal posteriores de pollo, constituyendo un procedimiento alternativo para el empaque y venta de pollo a nivel informal. Como materias primas esenciales se utilizan sorbato de potasio, gelatina sin sabor, ácido ascórbico y carne de pollo de calidad estándar B. Los factores analizados son: Porcentaje de sorbato de potasio en la solución cobertora (0,5 y 10%); Temperatura de almacenamiento (4-10°C); y Tiempo de inmersión (5-10 y 15 min).

Las respuestas experimentales contempladas en el estudio son: Índice de oxidación, Tiempo máximo de conservación-almacenamiento, pérdidas de peso y pH. La formulación óptima de la película comestible está constituida por una solución al 5% de sorbato de potasio, 3% de gelatina y 0,5% de ácido ascórbico, ya que el efecto de su aplicación permite alcanzar un tiempo de vida útil hasta de 14 días, en comparación con las muestras sin tratamiento que solamente alcanzan un tiempo de vida útil de 8 días.

La protección superficial contra la contaminación microbiana es el principal parámetro que determina el tiempo de vida útil de la carne de pollo tratada. La temperatura de almacenamiento ejerce un efecto positivo en la conservación de la carne de pollo almacenada, mejora su preservación, pues previene o disminuye los cambios químicos indeseables y mantiene las principales cualidades de la carne fresca. En efecto, el almacenamiento a 4°C, permite lograr mayores tiempos de vida útil en la carne de pollo (13 días), comparando con la vida del testigo de 8 días a 18°C.

Entonces, la aplicación de cubiertas comestibles puede ser aprovechada para la elaboración de formulaciones específicas que pueden ser comercializadas en sobres y preparadas en relación al peso del producto a ser tratado.

IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

La mayoría de familias ecuatorianas incluyen en su dieta diaria el consumo de carne de pollo, y de pollo entero fresco y empacado en bolsas de polietileno, el pollo en partes acondicionado en bandejas de material celulósico, envueltas en PVC, PP y mantenidas a temperaturas de refrigeración puede conservarse en óptimas condiciones.

Entre los tipos de empaques para carne de pollo en partes se pueden mencionar el empackado al vacío, en atmósferas modificadas, empaques termoencogibles con bandejas de EPS, de celulosa, recubiertas con películas plásticas. Además la temperatura de conservación en refrigeración es de suma importancia para el producto. Por ello otra alternativa desarrollada para tales propósitos constituyen las películas para controlar los microorganismos, en el intento de mantener la calidad de la carne de pollo refrigerado.

* Egresados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

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

Las ventajas, formación, tipo, y propiedades de varias películas con sus respectivos ejemplos han sido comprensivamente definidas por Daniels, 1973; Guilbert, 1986; Kester y Fennema, 1986; Guilbert y Biquet, 1989. Las películas comestibles son usualmente categorizadas como hidrocoloides o películas de lípidos.

Las envolturas comestibles añadidas y los endurecimientos adherentes forman un recubrimiento que se adapta a la forma del alimento, tomando una apariencia de film o película, el film proporciona brillo y protege el alimento aislándolo del aire y de la humedad. Con el empleo de estas películas como recubrimiento de la carne de pollo se logra, aumentar su vida útil promedio, beneficiando directamente al consumidor.

Cabe anotar que las películas y envolturas comestibles, forman parte del producto, su eliminación no es indispensable y pueden a su vez, formar parte estructural del alimento durante su cocción. Un revestimiento comestible o película puede ser usado como un vehículo para incorporar aditivos tales como agentes antioxidantes y antimicrobianos en la superficie del alimento, donde se desarrolla la oxidación o la contaminación microbiana. Se debe tener en cuenta que un revestimiento se aplica y se forma directamente sobre el alimento, mientras que las películas son estructuras independientes que se añaden a continuación del alimento (20).

La aplicación de las películas y cubiertas comestibles en los alimentos no es una técnica nueva. La preservación de las carnes y otros alimentos por la aplicación de los revestimientos a partir de gelatinas fue propuesta por Harvard y Harmony (1869) y por Morris y Parker (1895). Klose y col (1952) aplicaron una cubierta de gelatina en la superficie de cortes de carne de pollo antes del almacenamiento en refrigeración. De igual forma la aplicación directa de los agentes antioxidante y el antimicrobiano de forma directa en la superficie del alimento posee un efecto muy limitado en el tiempo de vida útil del alimento, debido a la continua difusión de las moléculas del aditivo en el bulto del sistema alimenticio.

El desarrollo de estos sistemas de preservación de los alimentos constituye un gran esfuerzo por buscar nuevas alternativas en la conservación de alimentos y de la misma forma la búsqueda de nuevas tecnologías industriales.

Se debe tener en cuenta que un revestimiento se aplica y se forma directamente sobre el alimento, mientras que las películas son estructuras independientes que se añaden a continuación del alimento (20). La aplicación de las películas y cubiertas comestibles en los alimentos no es una técnica nueva. Klose y col (1952) aplicaron una cubierta de gelatina en la superficie de cortes de carne de pollo antes del almacenamiento en refrigeración.

FUNDAMENTO TEORICO

Según Capita, Callejas, Arias, Fernández y Moreno, (1999) las aves vivas son el principal foco de contaminación. Se pueden encontrar ciertos microorganismos deteriorativos de la calidad de la carne, particularmente los proteolíticos y lipolíticos, como lo son las *Pseudomonas*. Muchas veces estos microorganismos no son capaces de sobrevivir la temp del agua de escaldado. Las *Salmonellas* pueden contaminar el alimento de formas diversas. Las superficies de las aves frescas y almacenadas en un ambiente muy húmedo son susceptibles al crecimiento de bacterias aeróbicas, como las pseudomonáceas. si se aumenta la temperatura el pollo comienza a drenar líquido (11).

Las grasas de la carne se oxidan al exponerlas al oxígeno molecular del aire. Además los productos formados por la oxidación pueden llegar a ser nocivos para la salud (4). Las grasas poliinsaturadas son mucho más susceptibles a la autooxidación que las monoinsaturadas. Los ácidos grasos saturados son los más resistentes a la autooxidación y al desarrollo de la rancidez. El reposo previo a la matanza influye también en las aves sobre el proceso de maduración de la carne. Las principales razones por las cuales el deterioro de las aves está sobre todo limitado a las superficies son las siguientes: Las partes internas de los tejidos generalmente son estériles o contienen relativamente pocos microorganismos, que no suelen crecer a bajas temperaturas.

Como barreras en alimentos, se puede mencionar entre las más importantes:, la quitina y el quitosan, las películas de laurato de quitosan, las cubiertas son analizadas en alimentos secos y en los de humedad intermedia para utilizarlos como controles de calidad y para verificar sus efectos antioxidantes, bacteriostáticos y fungistáticos. Por ultimo el WasaOuro es una agente antibacterial y antifúngico..

Aproximadamente la tercera parte de los residuos de aminoácidos son glicina o alanina, casi la cuarta parte son básicos o ácidos y aproximadamente una cuarta parte son prolina o hidroxiprolina. Los fragmentos de gelatina son muy grandes para aplicarlos directamente en agua caliente y dispersarlos fácilmente. Los cambios que ocurren en los alimentos son el resultado de numerosas y complejas reacciones químicas y bioquímicas, acompañadas de diversos efectos físicos (1). Los microorganismos constituyen la principal causa de deterioro de los alimentos.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación comprende 18 tratamientos, con 2 replicaciones, y un total de 36 experimentaciones, los cuales describen un diseño factorial $A \times B \times C$ ($3 \times 2 \times 3$), que incluye tres criterios importantes:

El efecto : De los aditivos utilizados para la elaboración de las soluciones acuosas.

Del tiempo de inmersión al cual se somete a los cuartos de canal posterior de pollo

De la temperatura de almacenamiento.

Se considera una muestra como blanco, la cual no será sometida a ningún tratamiento de cobertura. A continuación se detallan los factores y niveles para la aplicación de un diseño experimental $A \times B \times C$:

	FACTORES A ESTUDIAR	NIVELES	UNIDADES
A.	Porcentaje de Sorbato en solución cobertura	0 - 5 - 10	%
B.	Temperatura de Almacenamiento	4 - 10	°C
C.	Tiempo de Inmersión, seguido de un escurrido de 10 min.	5 -10-15	min

Cada tratamiento será realizado por duplicado. Como respuestas experimentales se consideran las siguientes: Índice de oxidación, Tiempo máximo de conservación-almacenamiento, Perdidas de peso, pH.

MATERIAS PRIMAS

POLLO

En la investigación, se utilizan 72 canales posteriores de pollo como materia prima, obtenidas de aves de 8 semanas de edad, alimentadas con balanceado, fueron adquiridas en "La Casa del Pollo". El pollo es de calidad estándar B. Su composición proximal inicial es: humedad del 66,0%; proteína 21,0%; fibra 0%; cenizas 0,8%; carbohidratos totales 0% y grasa 12,2% (Tabla 1).

Se utilizan dos muestras para cada tratamiento, la una dedicada exclusivamente a los análisis de pérdida de peso y al análisis sensorial y la otra a todos los demás análisis físicos y químicos. Se toma una muestra blanco, es decir sin la aplicación de ningún tratamiento para poder verificar los efectos del proceso de aplicación del revestimiento

GELATINA

La gelatina utilizada es de grado alimenticio, sin sabor ni olor (GELEC)

SORBATO DE POTASIO.- ÁCIDO ASCORBICO

Estos productos de grado alimenticio son comercializados por QUIMATEC.

METODOLOGIA

FAENAMIENTO Y CALIFICACIÓN

Las aves son sacrificadas a las 8 semanas de edad. Previo al faenamiento, deben ayunar por 12 horas, para evitar la presencia de material dentro de los buches y minimizar la contaminación. En el sacrificio y sangrado. Durante el proceso de escaldado, se utiliza agua caliente a 52°C, para evitar dañar la piel. En la fase del destripado, se elimina el paquete intestinal, molleja, hígado, bazo, vesícula biliar y el corazón y la glándula del aceite. Al

finalizar el proceso se realiza un lavado minucioso del ave con agua caliente a 35°C con 20 ppm de cloro. Luego las aves se enfrían, hasta 2°C, para prevenir cualquier brote de contaminación bacteriana y los enrojecimientos subcutáneos y que la piel se arrugue. Se utiliza hielo picado en una proporción de 0,5 kg de hielo por kg de carne.

CORTADO Y LAVADO

Se procede a realizar el corte en cuartos de canal comercial (pierna, post pierna y músculo), se aplica un lavado con chorro de agua fría con 20 ppm de cloro, para eliminar restos de sangre e impurezas. Se debe verificar la eliminación de todas las partículas de sangre, grasa y tejidos en la canal luego de la evisceración. El lavado de la canal se lo realiza tanto interior como exteriormente.

PESADO

Los cuartos de canal posterior de pollo son pesados, para registrar el peso inicial real de los cuartos de canal de pollo y establecer la pérdida de agua conforme avanza el tratamiento.

PREPARACION DEL REVESTIMIENTO COMESTIBLE

Se preparan las siguientes soluciones, manteniendo los rangos de uso de aditivos químicos en los alimentos.

Gelatina	3%	(Krotcha, 1995)
Acido ascórbico	0.50%	(Krotcha, 1995)
Sorbato de potasio	5 y 10 %	(Cunningham, 1979)

Estos porcentajes se expresan como peso /volumen.

La preparación de las disoluciones acuosas de gelatina, ácido ascórbico y sorbato, se realiza de acuerdo con las formulaciones presentadas a continuación:

Primer caso:

-	Gelatina:	3.0%
-	Sorbato de Potasio:	0.5%
-	Acido Ascórbico:	5%
-	Solución:	8.5%

Segundo caso:

-	Gelatina:	3.0%
-	Sorbato de Potasio:	0.5%
-	Acido Ascórbico:	10%
-	Solución:	13.5%

INMERSIÓN

El cuarto de pollo se sumerge en las soluciones de gelatina, sorbato de potasio y ácido ascórbico por tiempos de 5, 10 y 15 min cuidando de que los cuartos de canal queden total y uniformemente cubiertas. El volumen de agua que se utiliza para cada inmersión es de 3 L a 25 °C.

ESCURRIDO

Después de la inmersión los cuartos de pollo son suspendidos desde los extremos sujetándolos con pinzas por 10 min para eliminar el exceso de la solución cobertora.

PESADO

Luego de escurridos los cuartos de canal se determina su peso más el de la cubierta comestible. En ese momento se toman las muestras para realizar los análisis físico-químicos, organolépticos y microbiológicos que corresponden al tiempo cero.

ALMACENAMIENTO Y REFRIGERACIÓN

Los cuartos de canal posterior de pollo tratados con las soluciones de cobertura se almacenan en cámaras bajo temperaturas experimentales de 4 y 10 °C ($\pm 2^\circ\text{C}$).

ANÁLISIS DE MATERIA PRIMA Y DE PRODUCTOS FINAL.

HUMEDAD

Se utiliza una balanza METTLER. LP 16 con dispositivo determinador de humedad. Se toman muestras de 4 a 5 g y se las coloca en la balanza a 105° C por 10 min (AOAC 1984).

GRASA

Se aplica la metodología recomendada por las normas AOAC (1984)

PROTEÍNA

Se aplican las recomendaciones metodológicas de las normas AOAC (1984).

PH

Se homogenizan 1g de músculo con 9 g de agua (dilución 1/10) (Norma INEN 783, 1985) y los valores son tomados con un potenciómetro digital.

INDICE DE PERÓXIDOS

En este análisis se aplican las técnicas de R.Lees (1969) (32)

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Se aplica un recuento total, según el procedimiento de las placas Petrifilm. Las muestras se preparan con la dilución del alimento a 1:10 o superior. Se pesan 5 gr de la muestra en un recipiente estéril. Se añade la cantidad adecuada de diluyente, en este caso agua destilada, sin ningún otro aditivo que pudiera distorsionar los resultados. Las placas Petrifilm se colocan en una superficie plana. Se levanta la película superior y con una pipeta perpendicular a la placa Petrifilm se coloca 1 ml de muestra en el centro del film interior. Se baja el film superior; dejándolo que caiga libremente. Con la cara lisa hacia arriba, se coloca el aplicador en el film superior sobre el inóculo. Con cuidado se ejerce cierta presión sobre el aplicador para repartir el inóculo sobre el área circular. Se levanta el aplicador y se espera un minuto a que solidifique el gel. Las placas son incubadas cara arriba en pilas de hasta 20 placas, a 32 –35°C por 48 horas. Las placas son leídas en un cuenta colonias estándar del tipo Quebec.

PERDIDAS DE PESO

Los cuartos de pollo son pesados cada tres días, cuidando que el tiempo en que se realiza la determinación sea el menor posible.

EVALUACION ORGANOLÉPTICA DE LAS CANALES POSTERIORES DE POLLO

Las evaluaciones son realizadas por un panel de catadores, conformado por 10 personas adultas (5 hombres, 5 mujeres), quienes poseen una cierta instrucción en el análisis sensorial de carnes de aves. Ellos responden acerca del sabor, textura, color y olor utilizando una escala hedónica, de 7 puntos, en la cual el valor de 7 y 3 representan una característica extrema, y 5 una intermedia. Cada muestra consiste de una porción de carne de pollo, incluyendo la cubierta, cocida por 15 min con una pizca de sal para no enmascarar el sabor del pollo. El color, olor y textura se analizan en las muestras crudas, mientras que el sabor es determinado en las muestras cocidas.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO MATEMÁTICO

Se utiliza el programa estadístico MSTATC para realizar la evaluación de las respuestas experimentales y el análisis organoléptico (análisis de varianza, análisis de rangos de Tukey,

DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL

El análisis del tiempo de vida útil en los canales de pollo se realiza a partir de las cifras del recuento microbiológico del conteo total en los diferentes tratamientos y se toma como referencia los datos publicados por Cunningham, (1979), quien estima un nivel máximo de contaminación bacteriana igual a 10^7 para que la carne de pollo sea considerada apta para el consumo humano.

Para determinar el tiempo de vida útil se considera el método propuesto por Alvarado, (1996) (1) para el caso de cinéticas de primer orden. Se aplica entonces la ecuación:

$$\ln C = \ln C_0 + kt$$

Donde : C es el parámetro escogido como limitante en el tiempo de vida útil; C₀ es la concentración inicial; t es el tiempo de reacción; k es la constante de la velocidad de reacción. Inicialmente se realiza un gráfico semilogarítmico del tiempo de almacenamiento contra el conteo total de microorganismos. A partir de este gráfico y por medio de una regresión lineal se obtienen las ecuaciones para cada tratamiento. Para despejar la incógnita del tiempo, se aplica el valor recomendado como máximo para contaminación bacteriana que se aceptará en la muestra, que en nuestro caso es de 10⁷.

DISCUSION DE RESULTADOS TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO

pH

Para establecer el comportamiento del pH, en relación a la temperatura, se tiene la figura A, en donde se presentan los tratamientos A1B0C0 (5% de sorbato, 4°C de almacenamiento y 5 min de inmersión), A1B1C0 (5% de sorbato, 10°C de almacenamiento y 5 min de inmersión) y el tratamiento considerado como blanco (almacenada a temperatura ambiente de 18°C). El pH inicial parte de un valor promedio de 5.85, 5.80 y 6.33, respectivamente; conforme transcurre el tiempo de almacenamiento, el valor llega hasta un máximo de 6.73, 7.15 y 7.28, respectivamente.

Tiempo de Conservación.

En el gráfico B (Anexos) se observan los tratamientos A1B0C0 (5% sorbato, 4°C almacenamiento y 5 min de inmersión), A1B1C0 (5% sorbato, 10°C almacenamiento y 5 min de inmersión) y el blanco. Los valores máximos de vida útil obtenidas para cada caso son 14.18, 9.46 y 6.43 días, respectivamente.

Al revisar los datos reportados en el caso del tratamiento blanco, (almacenada a 18°C, aprox), el tiempo máximo de conservación logrado es de 6.43 días, verificándose que el tratamiento a 4°C reporta una extensión del tiempo de conservación de la carne de pollo. Estas comparaciones establecen que se logra mayor tiempo de conservación cuando se aplica un tratamiento con la mínima temperatura, pues la muestra almacenada a 10°C, sin ningún tratamiento de conservación presenta un tiempo de apenas 6 días.

Para explicar de mejor forma las pérdidas de peso de las muestras, se mencionan los casos A1B0C0 (5% sorbato, 4°C almacenamiento y 5 min de inmersión), A1B1C0 (5% sorbato, 10°C almacenamiento y 5 min inmersión), y el blanco, los cuales presentan una pérdida de peso de un 14.11%, 10.87% y 16.34%, respectivamente, durante 6 días.

TIEMPO DE INMERSION

pH

Al analizar la influencia individual del tiempo de inmersión, podemos observar que esta variable no tiene mayor influencia en la variación del pH. En efecto, en la comparación de los tratamientos A1B0C0 (5 min de inmersión), A1B0C1 (10 min de inmersión), A1B0C2 (15 min de inmersión) y el blanco (0 min de inmersión), el pH aumenta desde 5.85, 5.95, 5.85, 5.9 al tiempo cero hasta 6.73, 6.35, 6.7 y 6.63, respectivamente, en 15 días; aunque el blanco alcanza los valores de pH indicados en menor tiempo debido a su deterioro acelerado.

Tiempo de Conservación

Al estudiar los efectos del tiempo de inmersión con relación al tiempo de conservación, se establece que existe significancia entre los tiempos de conservación alcanzados por los tratamientos y la muestra testigo. Así, la comparación de las muestras A1B0C0 (5 min de inmersión), A1B0C1 (10 min de inmersión), A1B0C2 (15 min de inmersión) y el tratamiento considerado como testigo (0 min de inmersión), logran tiempos máximos de 14.18, 14.33, 14.35 y 6.43 días, respectivamente. Así, los tratamientos A1B0C0, (5 min de inmersión), A1B0C1 (10 min de inmersión), A1B0C2 (15 min de inmersión), y el blanco (0 min de inmersión), llegan a un nivel de 1.28 x 10⁶ ufc/g, 6.04 x 10⁵ ufc/g, 4.55 x 10⁵ ufc/g y 1,27 x 10⁷ a los 6 días.

PORCENTAJE DE SORBATO DE POTASIO

Cuantitativamente, las muestras A1B0C0 (5 min de inmersión), A1B0C1 (10 min de inmersión), A1B0C2 (15 min de inmersión) y el tratamiento blanco, pierden el 14.11%, 15.72% y 16.34% de su peso respectivamente, a los 6 días de almacenamiento, lo cual demuestra ligeras ventajas logradas con la aplicación de la cubierta comestible que determina una menor deshidratación de la carne de pollo. El sorbato de potasio tiene una buena actividad antimicrobiana a un pH de 6.5, pero esta es más eficiente cuando el pH disminuye hasta 6. Entonces las muestras conforme avanza el almacenamiento aumentan su pH y por ende disminuye la acción contra los microorganismos del sorbato de potasio.

Tiempo de Conservación

Como se puede observar en la Figura I, la influencia del sorbato en el tiempo de vida útil de la carne de pollo sometida a los diferentes tratamientos es significativa. De hecho si se analiza la variación del porcentaje de sorbato manteniendo los valores del tiempo de inmersión y la temperatura de conservación constantes, el desarrollo de los microorganismos es más acelerado cuanto menor es el porcentaje de sorbato. El tratamiento A2B0C0, en el que se aplica una concentración de 10% de sorbato, mantiene sus características por un tiempo máximo de 17 días. La muestra A1B0C0, con 5% de sorbato logra un tiempo de conservación máximo de 15 días.

INTERACCION DEL TIEMPO DE INMERSIÓN, PORCENTAJE DE SORBATO Y LA TEMPERATURAS DE CONSERVACIÓN.

Se han obtenido los mejores resultados al trabajar con una combinación de los tratamientos, es decir que conforme aumenta el porcentaje de sorbato de potasio y disminuye la temperatura de almacenamiento, se logran mejores resultados de conservación de la carne y su calidad.

El análisis microbiológico de la carne fresca de pollo, reporta un recuento total de $7,04 \times 10^5$ ufc/ g (promedio de las 18 muestras iniciales sin tratamiento). La carne fresca de pollo, es prácticamente inodora y con un sabor característico. Las temperaturas de almacenamiento constituyen el factor más importante en la formación de peróxido - oxígeno en la grasa de pollo, este factor se incrementa con una mayor temperatura de almacenamiento.

Estudio Económico

Un estudio económico realizado en los tratamientos A1B0C1, y el A1B0C2, 5% de sorbato de potasio, 4°C de temperatura de almacenamiento y 5% de sorbato, 4° de temperatura de almacenamiento, con 10 y 15 min de inmersión respectivamente, establece que el costo de reactivos los dos tratamientos son similares pues tienen la misma composición, pero la diferencia es el tiempo que toman para establecer resultados similares.

Por esto se recomienda el trabajo con la formulación A1B0C1, 5% de sorbato de potasio, 4°C de temperatura de almacenamiento y 10 min de inmersión es el más recomendado por cuestión de tiempo.

CONCLUSIONES

La hipótesis planteada: "Respecto la aplicación de un revestimiento comestible con adición de un antimicrobiano (sorbato de potasio), para extender el tiempo de vida útil en el almacenamiento de cuartos de canal posteriores de pollo", resulta válida.

La combinación de la gelatina con aditivos, (conservantes y antioxidantes), y un tiempo de inmersión de 10 min, posibilita que la carne de pollo almacenada bajo refrigeración alcance tiempos de vida útil más extensos, al de la carne de pollo conservada en condiciones de temperatura ambiental..

La aplicación directa del sorbato en la superficie de la carne de pollo posee un efecto muy limitado en el tiempo de vida útil del alimento, debido a la continua difusión de las moléculas del sorbato en la masa de la carne de pollo.

El estudio del crecimiento microbiano en la carne de pollo durante el almacenamiento, permite establecer las ecuaciones de vida útil. La contaminación superficial se presenta como consecuencia en las carnes expuestas a fluctuaciones de temperatura durante el almacenamiento refrigerado, por ello una alternativa para disminuir este problema es la aplicación de cubiertas comestibles con la adición de antimicrobianos que controlan el crecimiento microbiano indeseable en el alimento.

La temperatura de almacenamiento ejercen un efecto significativo en la conservación de la carne de pollo almacenada. Sin embargo, hay que advertir que, durante el almacenamiento por un largo período de tiempo, la carne de pollo puede sufrir deterioros en menor o mayor grado. La temperatura de almacenamiento de 4°C, permite lograr mayores tiempos de vida útil en la carne de pollo (13 días) comparado con la vida útil del testigo de 8 días a 18°C

Las películas comestibles prolongan el tiempo de vida útil durante el almacenamiento de la carne de pollo, ya que actúan a manera de barreras para el control de la transferencia de humedad, ingreso de oxígeno, y pérdida de aromas y sabores volátiles. Representan una alternativa tecnológica potencial para mejorar las condiciones de procesamiento y conservación de la carne de pollo faenada informalmente. Se considera que la elaboración de cubiertas comestibles puede ser aprovechado para la elaboración de formulaciones específicas comercializadas en sobres, y preparadas en relación a peso del producto a ser faenado. Las características funcionales importantes para una aplicación particular de las cubiertas comestibles dependerán del alimento y de su modo esencial de deterioro.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvarado, J de D. 1996. "Principios de Ingeniería Aplicados a los Alimentos". Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos (OEA). Programa de Desarrollo Científico y Tecnológico. Proyecto Multinacional de Biotecnología y Tecnología de Alimentos. Impreso por Radio comunicaciones. Ambato-Ecuador. P: 524
- Aguaguña, E y Escobar, P. 1998. Tiempos de Vida Util en Trucha Arco Iris (*Salmo gaidneri*) Mediante Congelación. Tesis de Grado. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ambato- Ecuador. p: 101 más anexos.
- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. 14th de. Association of Official Analytical Chemist. Washington D.C.
- Bacus, J. 1996. El Uso de los Antioxidantes. Carnetec. Noviembre. pp: 28
- Belitz, D y Grosch, W. 1988. "Química de los Alimentos". Editorial Acirbia S.A. Zaragoza –España. pp: 367
- Bowers, P. y Christensen, H. 1995. El Poder del Empaque. Carnetec. Septiembre. Pp. 26-28.
- Calderón, Y. 1995. La Carne Empacada al Vacío. Carnetec. Noviembre. pp: 34
- Calderón, Y. 1998. Sistemas de Clasificación de Canales de Aves. Carnetec. Enero. pp: 26
- Capita, R; Alonso-Calleja, C; García-Arias, MT; García Fernández, MC y Moreno B. 1999. Aspectos de Interés en la Calidad Microbiológica de la Carne de Pollo. Eurocarne. N. 73. Enero-Febrero. P: 73-86
- Carnetec, 1997. Marzo/Abril. pp: 36
- Collin, D. 1977. "La Carne y el Frío". Editorial Paraninfo. Madrid –España. pp: 27-41
- Contreras, C. 1996. Contaminación y Diseminación Bacteriana en las Canales de Pollo. Carnetec. Noviembre. Pp36.
- Cunningham, F. 1995. Aspectos de la Microbiología de los Productos Comestibles de Ave. Carnetec. Julio. pp :28.
- Cunningham, F. 1979. Shelf life and Quality Characteristics of Poultry Parts Dipped in Potassium Sorbate. Journal of Food Science. Vol 44 : 863, 864.
- Charley, H. 1995. "Tecnología de Alimentos". Procesos Químicos y Físicos en la Preparación de Alimentos. Editorial Limusa-Noriega. 3ra de. México- México. P:767.
- Cheftel, H y Cheftel J. 1985. "Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos". Vol I. Editorial Acirbia. Zaragoza- España. pp 177
- Christensen, H. 1995 . El Desarrollo de Películas Para Controlar los Microorganismos. Carnetec. Septiembre. pp: 27
- "Diccionario de los Alimentos" 1983. Consejos para vivir con salud. Segunda edición. Publicaciones Marcombo, S.A. Editorial Cedel. Barcelona- México.

- Forrest, Aberle, Hendrick, Judge, Merker. 1979. "Fundamentos de la Ciencia de la Carne". Editorial Acribia S.A. Zaragoza- España. pp: 209
- Gintard, N. Guilbert, S y Cuq,J. 1992. Edible Wheat Gluten Films. Influence of the Main Process Variables on Film Properties Using Responses Superface Methodology. Journal of Food Science (57): 190-195-199.
- Grau, R. 1971. "Investigación Científica de la Carne". Editorial Acribia. Zaragoza- España.
- Grosskalus, D. 1979. "Inspección Sanitaria de la Carne de Ave". Editorial Acribia. Zaragoza- España. pp: 331-336
- Herrmann, K. 1970. "Alimentos Congelados- Tecnología y Comercialización". Editorial Acribia. Zaragoza- España. pp:100-101
- ICMSF. 1985. "Ecología Microbiana de los Alimentos". Editorial Acribia. Zaragoza-España. pp:411.
- Industria Alimenticia. 1998. Para los Procesadores de alimentos Latinoamericanos. Stagnito Communications Inc. Una Empresa de MWC Company. Octubre. Vol. 9. N. 10: pp:33
- Jasper, W y Placetck, R. 1978. "Conservación de la Carne por el Frío". Zaragoza – España.
- J.M. 1973. "Microbiología Moderna de los Alimentos" Editorial Acribia. Zaragoza- España. pp. 319
- Kester, J y Fennema, O. 1986. Edible Films and Coatings. A review. Food Technology. Diciembre. pp:47
- Kirk, R. Sawyer, R. Egan, H. 1996. "Composición y Análisis de los Alimentos de Pearson". 9na Ed. Compañía Editorial Continental A.A. de C.V. México-México.
- Krotcha, J y De Mulder – Johnston Ch. 1997. Edible and Biodegradables Polymers Films: Challenges and Opportunities. Food Technology. Vol 51 (2). 69-71
- Labuza, T. 1982. "Shelf-dating of Foods". AVI Publishing Corp. Inc. Westport, Conecticut, U.S. pp: 149 - 169.
- Lees, R.1985. "Análisis de los Alimentos". Editorial Acribia. Zaragoza- España.
- Luck, Erick. 1981. "Conservación Química de los Alimentos" Editorial Acribia.Zaragoza-España. pp 243
- Moutney, G. 1983."Poultry Products technology". ". AVI Publishing Corp. Inc. Westport, Conecticut, U.S. pp: 50,167-175.
- Potter, N. 1973. "La Ciencia de los Alimentos". Primera edición. AVI Publishing Corp. Inc. Westport, Connecticut, U.S. p:747
- Price, J.C. 1971. "Ciencia de la Carne y Productos Cárnicos". Editorial Acribia. Zaragoza – España.
- Químicas Rosburg. 1978. El Ácido Sórbico y sus Sales Como Preservante Alimenticio. Revista Quito.
- Quispe, J y Santana, H. 1990. Efectos del uso de Empaques Plásticos y Conservante Químico en el Almacenamiento de Carne refrigerada (Carne de Bovino Adulto). Tesis de Grado. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ambato- Ecuador. p: 90 más anexos.
- Ranken, M.D. 1993. "Manual de Industrias de los Alimentos" 2da edición. Editorial Acribia. Zaragoza- España.

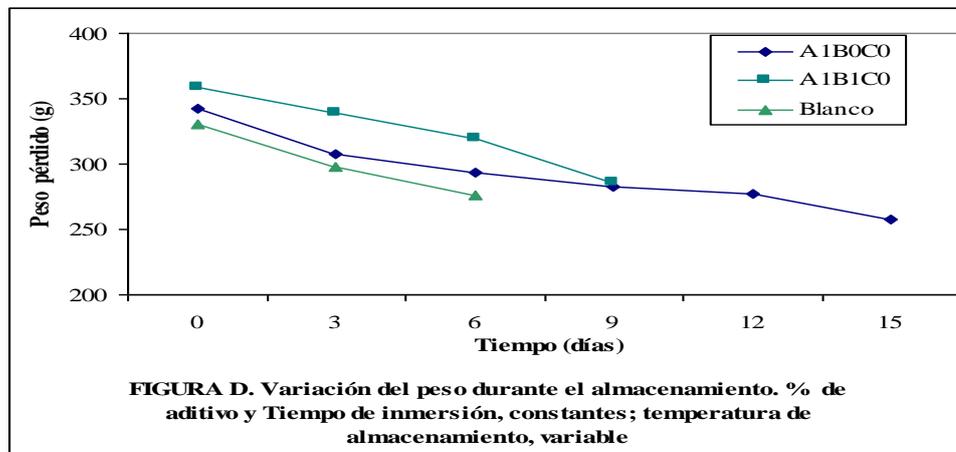
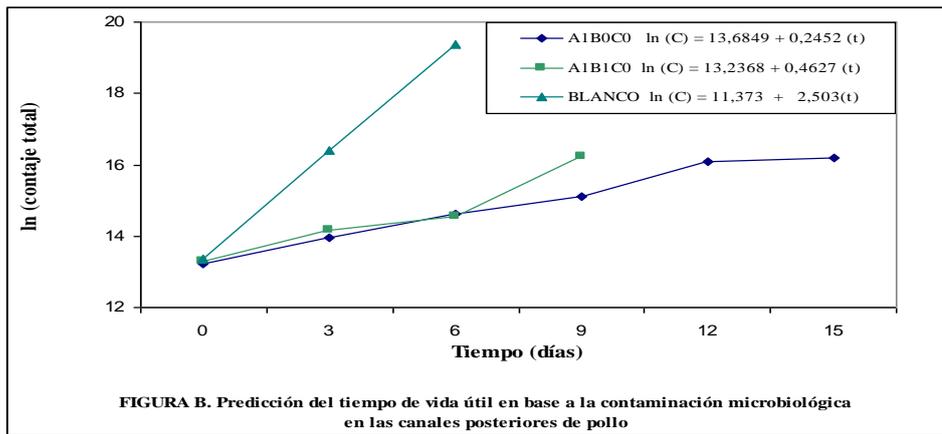
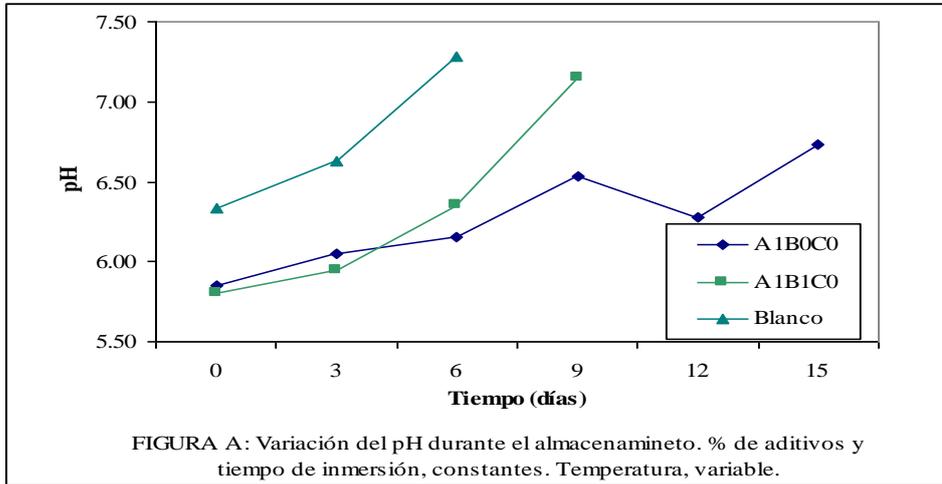
- Rocha, A. 1997. Buenas Prácticas y Procedimientos de Operación Estándar en el Procesamiento de las Aves. Carnetec. Julio/Agosto. pp: 34
- Rocha, A. 1998. La Hidratación de las Canales de Ave Durante el Enfriamiento. Carnetec. Marzo/Abril. Pp:36
- S/A. 1988. "El Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos. Su aplicación a las Industrias de Alimentos". Traducción de Pedro Ducar. Editorial Acribia. Zaragoza-España. pp 331.
- Sofos, 1989. "Sorbate Food Preservatives". CRC Press Inc. Boca Ratón, Florida, Estados Unidos.
- Stores, T y Usinger, R. 1972. "Zoología General". Traducido por Dr. Antonio Prevosti. Tercera edición. Ediciones Omega S.A. Cassanova 220- Barcelona- España. p: 835-839.
- Stuchell, Y, y Krotcha, J. 1995. Edible Coatings on Frozen King Salmon: Effect of Whey Protein Isolate and Acetylated Monoglycerides on Moisture Loss and Lipid Oxidation. Journal of Food Science. (60) 28-31
- Vodjani, F y Torres A. 1990. Potassium Sorbate Permeability of Methyl cellulosa and Hidroximetilcellulosa: Fat Acids Effects. Journal of Food Science (55): 841.
- Wong, D y col. 1996. Calcium Alginate Films: Thermal Properties and Permeability to Sorbate and Ascorbate. Journal of Food Science (61) N.2: 337-341.

TABLA N. 1 Composición proximal de las canales de pollo posteriores frescos

Componente	Porcentaje
Humedad	66,0 %
Grasa	12,2 %
Proteína	21,0 %
Fibra	0,0 %
Cenizas	0,8 %
Carbohidratos totales	0,0 %
Indice de peróxidos	0,0 Meq de O ₂ /K

FUENTE: Datos experimentales

ELABORADO POR: Los autores



OBTENCIÓN DE ACIDO CITRICO A PARTIR DEL CONCENTRADO DE REMOLACHA (BETA VULGARIS), UTILIZANDO ASPERGILLUS NIGER (PROCESO SUPERFICIAL)

Javier Buenaño*
Medardo Garcés*
Mario Paredes**

RESUMEN

Las aplicaciones de los ácidos orgánicos se basan en sus propiedades, como: poder acidulante, capacidad amortiguadora o reguladora del pH, agente quelante de iones metálicos, emulsificante o sus efectos organolépticos. Entre estos ácidos, se destaca el uso de ácido cítrico, de cuya producción mundial aproximadamente el 70% se usa en la industria de alimentos y bebidas.

Se emplea para la obtención de ácido cítrico en el presente estudio remolacha (*Beta vulgaris*, L.), se utiliza además, la cepa de *Aspergillus niger* N° 10 de ORSTON de procedencia francesa, aplicándose un Diseño Experimental Factorial del tipo A x B x C, donde el Factor A es el Sustrato azucarado; el Factor B: pH del medio de cultivo; y, Factor C: Agente precipitante de iones $K_4[Fe(CN)_6]$. Los parámetros de control son: °Brix, pH, Ac. Cítrico, Acidez y Biomasa; y las respuestas experimentales: Producción de Acido, Rendimiento, Punto de Fusión y Humedad.

Los mejores resultados se reportan en el tratamiento $a_1b_0c_2$ (concentrado de remolacha al 20%, pH de 2 y 0,05% w/w de ferrocianuro), que se confirma con el estudio estadístico para las variables “producción de ácido cítrico” y “rendimiento”. El estudio económico determina un precio del ácido cítrico de S/. 100 por gramo.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad ha cobrado enorme importancia la incorporación de ácidos orgánicos en alimentos para cumplir diversas funciones dependiendo de su aplicación particular. Tales aplicaciones se basan en una o varias de las propiedades de los mismos o sus sales, como: poder acidulante, capacidad amortiguadora o reguladora del pH, agente quelante de iones metálicos, emulsificante o sus efectos organolépticos. Entre ellos destaca el uso de ácido cítrico. El ácido cítrico en su primera instancia fue aislado a partir de zumo de limón en forma de sólido cristalizado, se encuentra como constituyente natural de los frutos cítricos, el ácido extraído de estos frutos se denomina natural. Hoy en día la mayor parte del ácido cítrico es producido mediante fermentaciones fúngicas sobre sustratos con alto contenido de azúcares; pese a que su síntesis química es posible, ningún proceso industrial se basa en ella seguramente porque no es lo suficientemente eficaz para la producción del mismo (Prescott, 1980).

Es importante destacar que muchos de los productos agrícolas del Ecuador son usados directamente para el consumo, entre ellos la remolacha, que pese a sus múltiples utilidades poco ha sido el avance en su tecnología. La Provincia de Tungurahua ocupa el segundo lugar en producción de este tubérculo (26,96%) según estadísticas nacionales; de ahí la urgencia de buscar alternativas que conduzcan a un mejor aprovechamiento de este producto agrícola que conllevaría a estimular el sector agrícola para el cultivo, y al sector industrial para su procesamiento (INEC, 1995).

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

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

La obtención de ácido cítrico a partir de sustrato de remolacha, es un proyecto ambicioso realizable, los resultados se reflejarán en una disminución de importaciones del ácido, a la vez que un incremento en las ganancias, producto de una baja en costos en alimentos elaborados en cuyo proceso intervenga ácido cítrico.

MATERIALES Y MÉTODOS

PROCEDIMIENTO

Producción y Conservación del Iniciador.- A partir de un cultivo crecido de *Aspergillus niger* en agar PDA, se prepara una suspensión utilizando 10 ml de agua estéril, se propaga esta suspensión a 100 g de salvado de trigo humedecido con 60 ml de una solución que contiene: Azúcar: 4 g, NH_4NO_3 : 30 mg, KH_2PO_4 : 60 mg y Agua destilada: 100 ml

El salvado de trigo debe ser previamente esterilizado a 121°C por 15 minutos y se incuba a 30°C durante un período de 72 - 120 horas hasta obtener esporulación abundante.

Para la conservación del iniciador se sigue los siguientes pasos:

- Se seca asépticamente el cultivo esporulado a temperatura de refrigeración (4 a 5°C) durante 5 días, se muele aséptica y apropiadamente.
- Por otra parte se esteriliza 100 g de harina de trigo en un recipiente provisto de tapa en un autoclave a 115°C durante 1 hora. Secar aproximadamente en una estufa a 100°C .
- Se mezcla asépticamente el cultivo seco con la harina estéril y se almacena el iniciador hasta su uso.

Preparación del Inóculo.- Tomar 10 g de iniciador para preparar una suspensión de esporas con 40 ml de sustrato estéril respectivo, el mismo que se utiliza para los 400 ml de una proporción de 3% V/V.

Preparación de los sustratos

a) Preparación del Concentrado de Remolacha:

Una vez adquirida la remolacha en el mercado Santa Clara de la parroquia Izamba perteneciente a la ciudad de Ambato, Provincia de Tungurahua, se le selecciona, lava, pela y se pesa para luego extraer el jugo por medio de un extractor, el jugo obtenido se filtra utilizando papel filtro N° 404. El filtrado es sometido a un proceso de encalado en caliente (80°C), luego de lo cual el jugo es filtrado con el fin de separar la cal y las impurezas.

Para eliminar la mayor parte del colorante, es necesario tratar al jugo con 0,1% de carbón decolorante y calentarlo durante 10 minutos, a continuación se centrifuga y se filtra. Este jugo es neutralizado con HCl 2M hasta pH 7 y luego se concentra en una olla de cocción hasta 40°Brix , se envasa y se almacena.

b) Preparación del Sustrato de Remolacha

Se diluye a 15, 20 y 25°Brix respectivamente utilizando agua destilada y a continuación se añade los niveles indicados $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Se somete a calentamiento durante 5 minutos, luego se centrifuga por 5 minutos y se filtra utilizando papel filtro, con la ayuda de una bomba de vacío. Al sustrato así preparado, se ajusta los grados Brix y se dosifica los nutrientes en las siguientes cantidades: 1,6 g de NH_4NO_3 , 0,5 g de KH_2PO_4 , 0,3 g de MgSO_4 por litro de sustrato.

Esterilización y Acidificación.- A continuación los sustratos se esterilizan en un autoclave a 121°C durante 15 min con el fin de destruir los microorganismos contaminantes, se enfría y luego se ajusta el pH del medio de cultivo a 2, 3 y 4 respectivamente, utilizando HCl 2,5M.

Inoculación.- Los recipientes que contienen 400 ml de sustratos esterilizado y ajustados a sus respectivos pH se los inocula con 3% V/V de la suspensión de esporas preparado anteriormente.

Incubación.- Es una estufa construida exclusivamente para la investigación, que posee adecuadas condiciones de temperatura y aireación, se procede a incubar a 30°C durante un período de 12 días.

Primera Filtración.- Una vez terminada la incubación se elimina la capa de micelio y el líquido se somete a filtración en vacío.

Neutralización.- Al filtrado se lo somete a calentamiento hasta 80°C, se agrega poco a poco lechada de cal al 5% hasta neutralizar el 90% de la acidez, el 10% restante es neutralizado utilizando CaCO₃ al 5%. La razón de su utilización es porque si existe residuos de hierro y magnesio. El citrato de magnesio formado permanecerá en dilución mientras el medio sea ácido, en cambio si se utiliza únicamente la lechada de cal, el pH pasará al lado alcalino y el citrato precipitará dando una muy baja calidad; además cuando se completa la neutralización con Ca(OH)₂ se producen cristales de color oscuro muy difíciles de lavar.

Ebullición.- Cuando la neutralización se ha completado se calienta 10 min a temperatura de ebullición, esto hace que el citrato de calcio se vuelva cristalino y precipite.

Segunda Filtración y Lavado Someter a filtración en caliente utilizando el filtro Buchner, lavar los cristales de citrato de calcio con agua hirviendo ya que el citrato es más insoluble en caliente que en frío. El citrato de calcio debe ser inmediatamente descompuesto o desecado, ya que, es muy susceptible de fermentación cuando posee más del 12% de humedad; por lo que es necesario estabilizarle bajando el porcentaje al 5% mediante secado con aire a una temperatura de 120 a 150°C.

Descomposición del Citrato (Regeneración).

- a) Los cristales del citrato de calcio se tratan con un volumen adecuado de agua destilada relación 1:1, hasta formar una papilla, calentarla hasta 80°C, esta debe tener una adecuada agitación lenta y continua, para lo cual se utiliza un agitador electromagnético.
- b) Añadir lentamente el H₂SO₄ al 10% calculado, dependiendo de la cantidad de citrato a descomponer, añadir 0,1% de carbón activado, continuar la agitación durante 30 min sin calefacción luego dejar reposar 3 horas puesto que su descomposición toma más o menos este tiempo; el ácido cítrico se disuelve y queda un precipitado se sulfato de calcio

Tercera Filtración.- El sulfato de calcio y el carbón son separados de la disolución de ácido cítrico mediante filtración, el mismo que es lavado con agua fría y las primeras aguas del lavado se agregan a la solución de ácido cítrico.

Concentración.- Concentrar la solución de ácido cítrico hasta 70°Brix y en un baño maría hasta obtener una fina película de solución.

Cristalización.- La solución sobresaturada se deja cristalizar a temperatura de 40°C hasta lograr una cristalización completa.

Secado.- Secar los cristales de ácido cítrico en una estufa a una temperatura de 100°C hasta obtener peso constante. Pesar y calcular el rendimiento en base al peso de sólidos solubles utilizado.

Envasado.- El ácido cítrico anhidro es a continuación envasado en recipientes plásticos de polietileno con una capacidad de 150 g de producto.

Almacenado.- Se debe almacenar en un lugar fresco y seco para evitar la hidratación del ácido cítrico.

DISEÑO EXPERIMENTAL

En la investigación se aplica un Diseño Experimental Factorial del tipo A x B x C con una réplica, cuyos factores y niveles son:

FACTOR A: Sustrato azucarado
 Nivel a₀: Concentrado de remolacha al 15%
 Nivel a₁: Concentrado de remolacha al 20%
 Nivel a₂: Concentrado de remolacha al 25%

FACTOR B: pH del medio de cultivo
 Nivel b₀: 2,00
 Nivel b₁: 3,00
 Nivel b₂: 4,00

FACTOR C: Agente precipitante de iones K₄[Fe(CN)₆]
 Nivel c₀: 0 % w/w
 Nivel c₁: 0,025 % w/w
 Nivel c₂: 0,05 % w/w

METODOS DE ANALISIS

Los métodos de análisis son aplicados en el jugo y concentrado de remolacha, durante el proceso de fermentación, en el producto final obtenido (ácido cítrico), y además en el producto obtenido mediante el mejor tratamiento de la investigación.

Métodos de Análisis en el Jugo de Remolacha

- Determinación de Sólidos Solubles, según método de refractómetro Milton Roy LR 45227 (1975).
- Determinación de pH, con el empleo de un pH-metro digital de definición 0,01 (1975).
- Cuantificación de Hierro di y tri valente, mediante el uso de Fotómetro SQ 200 (1990)
- Determinación de Cenizas, según método de R. Lees, 1988.
- Azúcares Reductores, usando método descrito por Plummer (1981)
- Cuantificación de Proteína, con el empleo del método de Microkjendal (INEN 0519, 1981)
- Determinación de Densidad, según el método de aerómetro (1975)

Métodos de Análisis en el Concentrado de Remolacha

- Determinación de Sólidos Solubles, según método de Refractómetro Milton Roy LR 45227 (1975)
- Cuantificación de Azúcares Totales, (azúcares reductores más sacarosa) (1981)
- Cuantificación de Hierro di y tri valente, mediante el uso de Fotómetro SQ 200 (1990)
- Determinación de Proteína, con el empleo del método de Microkjendal (INEN 0519, 1981)
- Determinación de Densidad, según el método de aerómetro (1975)
- Cuantificación de Cenizas, según método de R. Lees, 1988.
- Determinación de pH, con el empleo de un pH-metro digital de definición 0,01 (1975)

Métodos de Análisis durante el Proceso de Fermentación

- Determinación de acidez, según método descrito por R. Lees (1982)
- Determinación de Sólidos Solubles, mediante el empleo de Refractómetro Milton Roy LR 45227 (1975)
- Cuantificación de Acido Cítrico, usando el método colimétrico (1983)
- Cálculo de Biomasa, mediante método de espectrofotometría (1985)
- Determinación de pH, con el empleo de un pH-metro digital de definición 0,01 (1975)

Métodos de Análisis en el Producto Final (Acido Cítrico)

- Determinación del Punto de Fusión, con método descrito por Pecsok, (1973)
- Cuantificación de Humedad, mediante el empleo de la Balanza Metler LP 16 (1975)

Métodos de Análisis en el Mejor Tratamiento

- Determinación de Pureza, mediante Cromatografía de Capa Fina.
- Determinación de Punto de Fusión, según método descrito por Pecsok, 1973.
- Realización de Prueba de Empardiamiento en Pulpa de Banano, mediante espectrofotometría (1998)
- Cuantificación de Humedad, mediante el empleo de la Balanza Metler LP 16.
- Cálculo de Rendimiento de obtención de Acido Cítrico, según método gravimétrico.

RESULTADOS Y DISCUSION

MATERIA PRIMA

Los datos del análisis fisicoquímico de la materia prima (jugo y concentrado de remolacha) con sus diversas combinaciones de acuerdo con los tratamientos en estudio, muestran una variación de composición pues las combinaciones se realizan con diferentes formulaciones; si se incrementa la cantidad de $K_4[Fe(CH)_6]$ en los sustratos, el porcentaje de cenizas disminuye hasta 1,12% que corresponde al valor más bajo.

El ajuste de ° Brix ocasiona una lógica variación en cuanto a los reportes de azúcares reductores, sacarosa, azúcares totales, y cenizas en el análisis. En cuanto a la densidad la relación es directamente proporcional al incremento de azúcares en la formulación, el valor más alto para densidad es de 1,19 g/ml que corresponde a 37,38 g de azúcares totales/ 100 g de muestra, que es también el valor más alto para este componente.

El pH para los diferentes tratamientos se mantiene entre 6,72 y 6,80 pues en las formulaciones no se altera la cantidad de H^+ presentes en las muestras.

PARAMETROS DE CONTROL

Se realiza el control en la obtención de ácido cítrico mediante la determinación de: °Brix, pH, ácido cítrico, acidez y biomasa.

Grados Brix y Porcentaje de Ácido Cítrico

De acuerdo a lo reportado se nota un decremento de °Brix inversamente proporcional al incremento del % de ácido cítrico, fenómeno que se repite para todos los tratamientos de la investigación.

Para los tratamientos ajustados a 15°Brix, la fermentación culmina en valores comprendidos entre 5,3 y 5,8°Brix con un valor promedio para ácido cítrico de 15,66mg/ml; el valor más alto es de 18,00 mg ácido cítrico/ml mosto fermentado. El porcentaje de consumo de ° Brix es de 63%.

En el caso de los tratamientos ajustados a 20°Brix, el proceso fermentativo se detiene entre 5,2 y 5,8°Brix, obteniéndose un promedio de 26,63 mg ácido cítrico/ml de mosto fermentado. Sin embargo existen tratamientos con una alta producción de ácido cítrico llegando hasta 50,10mg/ml (tratamiento $a_1b_0c_2$). Para este grupo de tratamientos el consumo de °Brix es de 72%.

En el tercer grupo de tratamientos ajustados a 25°Brix, la fermentación termina en valores comprendidos entre 12,8 y 13,7°Brix. El valor promedio de ácido cítrico es de 19,59mg/ml en un rango de entre 8,8 (el más bajo entre todos los tratamientos de investigación, $a_2b_2c_0$) y 34,3mg ácido cítrico/ml mosto fermentado. Para este caso, el consumo de °Brix (promedio), es de 47%.

Se observa que el rendimiento más alto en ácido cítrico se obtiene con una concentración de azúcar del 20%, es decir 200 g por litro de mosto.

A una concentración mayor el rendimiento de ácido cítrico disminuye debido a que queda sin transformarse una cantidad mayor de azúcar.

Acidez

Se llega a obtener una máxima acidez final de 5,25% ácido cítrico (tratamiento $a_1b_0c_2$) y una mínima de 0,92% ácido cítrico (tratamiento $a_2b_2c_0$).

Durante el transcurso de la fermentación se produce un incremento de la acidez hasta aproximadamente del décimo día, a partir de éste existe una ligera disminución de la acidez, esto sucede porque el ácido cítrico se degrada rápidamente a menos que su recuperación se la realice con la rapidez necesaria.

Biomasa

Los valores de este parámetro de control se expresan en mg/100 ml de mosto y por estar íntimamente relacionado con el incremento de acidez el fenómeno descrito para ésta, se repite exactamente. El incremento de biomasa presenta una estrecha relación con la concentración de sólidos solubles y la cantidad de ferrocianuro presentes en el mosto:

- A baja concentración es decir 15% de sólidos solubles se observa un mayor rendimiento en biomasa (1.875,5 mg/100 ml) que corresponde al tratamiento $a_0b_0c_0$; pero al incrementarse el porcentaje de ferrocianuro el desarrollo del hongo va disminuyendo progresivamente, lo cual se debe a que el ferrocianuro a más de precipitar cationes nocivos para la acumulación de ácido cítrico e inactivar la enzima aconitasa, este elemento presenta un carácter tóxico para el crecimiento del *A. Niger*, por lo que se debe agregar al medio en una cantidad exacta de 0,05% de ferrocianuro w/w.
- A una concentración intermedia (20% sólidos solubles), se observa un crecimiento micelial más lento, el mayor rendimiento se da en el tratamiento $a_1b_1c_0$ con 1.783 mg/100 ml y el rendimiento más bajo corresponde al tratamiento $a_1b_0c_2$ con 907,5 mg/100 ml, lo cual se traduce en que un menor desarrollo del microorganismo con una concentración intermedia de sólidos solubles, produce un mayor rendimiento en ácido cítrico.
- A una concentración más elevada, es decir a 25% de sólidos solubles, que equivale a 250 g por litro de mosto, el desarrollo del *A. Niger* se retarda notablemente y no cubre toda la superficie disponible para el desarrollo.

El mayor rendimiento se produce en el tratamiento $a_2b_0c_2$ con 1.196,5 mg / 100 ml y el menor rendimiento es de 528,5 mg/100 ml que corresponden al tratamiento $a_2b_2c_0$.

pH

Se observa ajustando el medio a un pH más bajo el rendimiento de ácido cítrico resulta ser el más alto de todos los tratamientos ($a_1b_0c_2$). Además el pH 2 permite suprimir por completo la formación de ácido oxálico y evita la contaminación con otro tipo de microorganismo.

En los casos donde el proceso se inicia con un pH de 3,00, la variación promedio es de 4%, con un valor reportado como mínimo de 2,88 en el tratamiento $a_1b_1c_2$.

Al ajustar el pH a 3,00; el rendimiento del ácido cítrico disminuye en una cantidad mínima ($a_1b_1c_2$) lo cual sugiere que el rango de trabajo durante la fermentación se encuentra entre 2,00 y 3,00 para pH.

El peligro de la formación de ácidos distintos del cítrico al aumentar el pH hacia el lado de la neutralidad, se suprime por completo debido a la presencia de KH_2PO_4 .

Para los tratamientos cuyo pH inicial es ajustado a 4,00, se calcula un porcentaje medio de variación de 2,5%, es decir, que el valor mínimo de pH es de 3,90, dado en el tratamiento $a_1b_2c_2$ y $a_2b_2c_2$.

RESPUESTAS EXPERIMENTALES

Se consideran como respuestas experimentales a aquellas variables determinadas al final del proceso de fermentación cítrica, que son: Producción de Acido, Rendimiento, Punto de Fusión y Humedad. (Tabla 1)

Producción de Acido Cítrico

Los valores reportados para producción de ácido cítrico expresados en (g/l) varían desde 8,63 hasta 49,08. Sin embargo el 80% de los tratamientos presentan una producción entre 10 y 25 gramos de ácido cítrico por litro de mosto fermentado, es decir exceptuando los tratamientos a₁b₀c₂, a₁b₁c₂, a₂b₀c₂, a₂b₁c₂; con valores más altos, y a₂b₂c₀ que presenta el promedio más bajo.

Tabla 1. Resultados de Rendimiento, Humedad y Punto de Fusión*

Nº	Tratamientos	Producción Acido (g / l)	Rendimiento (%)	Punto Fusión (°C)	Humedad (%)
1	a0b0c0	12,58	8,39	152,5	16,51
2	a0b0c1	17,22	11,47	152,0	16,59
3	a0b0c2	17,22	11,48	154,0	17,59
4	a0b1c0	12,52	8,34	153,0	17,13
5	a0b1c1	17,18	11,45	152,0	16,38
6	a0b1c2	17,62	11,74	152,0	16,23
7	a0b2c0	10,47	6,98	151,5	16,55
8	a0b2c1	15,69	10,46	152,0	15,26
9	a0b2c2	17,63	11,75	152,5	17,23
10	a1b0c0	16,03	8,02	153,0	17,12
11	a1b0c1	25,99	13,00	152,0	16,67
12	a1b0c2	49,08	24,54	154,0	16,42
13	a1b1c0	15,60	7,78	155,0	17,33
14	a1b1c1	27,15	13,58	154,5	16,92
15	a1b1c2	45,04	22,52	154,0	16,72
16	a1b2c0	15,82	7,91	153,5	17,58
17	a1b2c1	17,90	8,98	153,5	16,65
18	a1b2c2	23,01	11,50	153,0	15,47
19	a2b0c0	12,21	4,88	153,5	16,22
20	a2b0c1	21,54	8,62	154,0	17,50
21	a2b0c2	33,68	13,47	153,0	17,22
22	a2b1c0	11,18	4,48	153,5	17,12
23	a2b1c1	14,36	7,34	153,5	17,30
24	a2b1c2	30,34	12,14	153,5	16,37
25	a2b2c0	8,63	3,45	154,5	16,91
26	a2b2c1	17,07	6,83	155,0	17,23
27	a2b2c2	19,46	7,78	154,0	16,84

* Promedio de dos réplicas

Rendimiento

El rendimiento de ácido cítrico producido con relación a la cantidad de azúcar presente en el sustrato empleado se expresa en porcentaje y como puede observarse en el Gráfico 83 guarda la misma relación presentada para la respuesta experimental de producción de ácido cítrico.

El análisis anterior es válido para esta variable.

Punto de Fusión

Los valores determinados para el Punto de Fusión no varían entre los tratamientos, el promedio es de 153,28°C, muy similar a los reportados en bibliografía por Kirk (1962), quien señala que los cristales monohidratados de ácido cítrico se funden entre 155 y 152°C.

Humedad

La humedad al igual que el punto de fusión se mantiene constante en un rango determinado, esto es, entre 16 y 18 % b.s.

Tanto humedad como punto de fusión son propiedades que sirven para caracterizar al ácido cítrico obtenido bajo las condiciones de experimentación determinadas en el estudio.

ANALISIS ESTADISTICO

Variable producción de ácido cítrico

El Análisis de Varianza para la variable “Producción de Acido Cítrico” determinado por espectrofotometría, en la misma se determina que existe significancia estadística entre los tratamientos a un nivel $\alpha = 0,05$ para los factores **a** (sustrato azucarado), **b** (pH del medio de cultivo) y **c** ($K_4[Fe(CN)_6]$ como agente precipitante de iones metálicos), además para las interacciones dobles **ab** (sustrato azucarado, pH del medio de cultivo), **ac** (sustrato azucarado, $K_4[Fe(CN)_6]$ como agente precipitante de iones metálicos) y **bc** (pH del medio de cultivo, agente precipitante de iones $K_4[Fe(CN)_6]$). Por último la tabla determina significancia estadística en la interacción triple **abc** (sustrato azucarado, pH del medio de cultivo, $K_4[Fe(CN)_6]$ como agente precipitante de iones metálicos).

La prueba de diferenciación de Tukey establece que se obtiene mayor producción de ácido cítrico en el nivel 1 del factor **a** (sustrato azucarado), es decir que con un concentrado de remolacha al 20% se logra 26,18 g/l. Con referencia al factor **b** (pH del medio de cultivo), existe mayor producción de ácido al nivel “0”, el valor reportado es de 22,86 g/l de ácido cítrico en el tratamiento donde se ajusta el pH del medio a 2,00. Según el análisis estadístico para el factor **c** ($K_4[Fe(CN)_6]$ como agente precipitante de iones metálicos), se determina el valor más alto, 28,12 g/l de ácido, en el nivel “2” lo que quiere decir a 0,05 % w/w de ferrocianuro.

Variable rendimiento

El Análisis de Varianza para el caso de la variable “Rendimiento” se puede observar que para un nivel $\alpha = 0,05$, si existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos para todos los factores, es decir para **a** (sustrato azucarado), **b** (pH del medio de cultivo) y **c** ($K_4[Fe(CN)_6]$ como agente precipitante de iones metálicos). El ANOVA realizado indica además significancia estadística para las interacciones dobles **ab** (sustrato azucarado, pH del medio de cultivo), **ac** (sustrato azucarado, $K_4[Fe(CN)_6]$ como agente precipitante de iones metálicos) y **bc** (pH del medio de cultivo, $K_4[Fe(CN)_6]$ como agente precipitante de iones metálicos). Por último se determina diferencia estadística en la interacción triple **abc** (sustrato azucarado, pH del medio de cultivo, $K_4[Fe(CN)_6]$ como agente precipitante de iones metálicos).

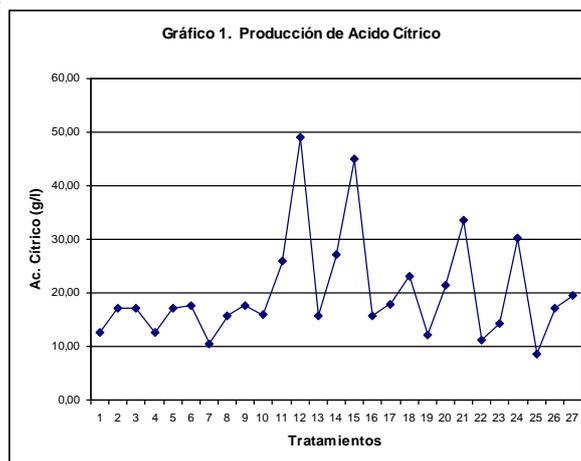
La prueba de Tukey determina que en el nivel 1 del factor **a** (sustrato azucarado) que corresponde a un concentrado de remolacha al 20%, se obtiene el mayor rendimiento (13,09%). Para el caso del factor **b** (pH del medio de cultivo), se presenta rendimientos altos en los niveles “0” y “1” del factor (11,54 y 11,04%, respectivamente), lo que permite que estos valores compartan un mismo rango de diferenciación. En referencia al factor **c** ($K_4[Fe(CN)_6]$ como agente precipitante de iones metálicos), puede apreciarse que el mayor rendimiento (14,10%) corresponde al nivel “2”, es decir, a una concentración de 0,05 % w/w de ferrocianuro.

DETERMINACION DEL MEJOR TRATAMIENTO

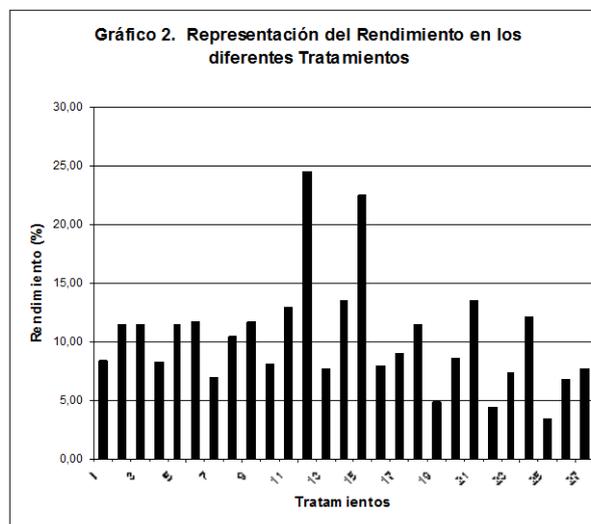
Los análisis de los parámetros de control y las respuestas experimentales, reportan haber obtenido mejores resultados en el tratamiento $a_1b_0c_2$ (concentrado de remolacha al 20%, un pH de 2 y 0,05% w/w de ferrocianuro como agente precipitante de iones metálicos), lo que se confirma con el estudio estadístico realizado para las variables “producción de ácido cítrico” y “rendimiento”, donde los resultados se repiten casi textualmente tanto para la primera como para segunda variables analizadas.

CONCLUSIONES

- Se obtuvo ácido cítrico a partir de concentrado de remolacha con el uso de esporas de *Aspergillus niger* mediante un proceso superficial.



- Luego de realizados los análisis correspondientes de los parámetros de control y las respuestas experimentales, se establece como mejor tratamiento el $a_1b_0c_2$ (concentrado de remolacha al 20%, un pH de 2 y 0,05% w/w de ferrocianuro como agente precipitante de iones metálicos), es decir:



- La cantidad de concentrado de remolacha en el medio de cultivo es directamente proporcional al rendimiento final pero que un exceso del mismo tiene un efecto inhibitor en el proceso
- A pH más bajo (2,00) la formación de ácido cítrico es mayor y se garantiza la no formación de otro tipo de ácidos y la ausencia de microorganismos extraños. Se establece como rango eficaz de trabajo entre 2,00 y 3,00 de pH.
- El mayor nivel de ferrocianuro empleado como agente precipitante de iones metálicos evita la formación de otros ácidos orgánicos aún en el supuesto caso de que el pH se incremente hacia la neutralidad.
- El producto final obtenido tiene una pureza del 89,60 % determinado mediante cromatografía de capa fina y su acción en pruebas de empardeamiento es comparable al ácido cítrico que se expende comercialmente, por lo que se garantiza que el ácido obtenido puede ser empleado en procesos alimenticios con los mismos efectos con que actúa el ácido cítrico comercial.
- El estudio económico realizado para la investigación genera un punto de equilibrio es del 38,12% es decir, con esa producción la empresa productora de ácido cítrico no tendría pérdidas ni ganancias, lo que vuelve al proyecto atractivo para su ejecución.
- Otros parámetros económicos como la rentabilidad financiera (47,22%) y período de recuperación de la inversión (1,96 años), muestran la factibilidad de un proyecto de está índole.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALVARADO J. "Principios de Ingeniería aplicados a los Alimentos". Ed. Artes Gráficas. Quito-Ecuador, 1996.
2. AOAC, Association of official analytical chemist. "Official Methods of Analysis of the Association of official Analytical Chemist". 12th ed. Washington D.C., 1975.
3. BROW, C. "Introducción a la Biotecnología". Ed. Acribia. zaragoza, España. 1985.
4. BRUCHMAN, T. "Bioquímica Técnica". Ed. Acribia. Zaragoza, España, 1980.
5. BURIAMEK, Josef. "Optimización de los Esquemas Tecnológicos en la industria azucarera". Ed. Científica-Técnica. La Habana, Cuba, 1989.
6. BU'LOCK, J.; KRISTIANSEN, B. "Biotecnología Básica". Ed. Acribia S.A. 1991.
7. CHAPMAN, S. "Producción agrícola, principios y prácticas". Ed. Acribia. Zaragoza, España. 1976.
8. CLEMENTI, F. "Biología Agraria Ambiental". Roma, Italia. 1997. (Resumen Internet).
9. COOMBS, J. "Diccionario de Biotecnología". Editorial Labor. S. A. Madrid, España. 1989.
10. DE ARGAEZ, Enrique. "Fermentación Cítrica de Melaza de Caña". Tesis de Grado de Ingeniería Química. ESPOL, Quito, Ecuador. 1969.
11. DUBOIS, M.; GILLES, J.; HOMILTON P. and SMITH, F. División of Biochemistry, University of Minessota. Publisher of Analitical Chemistry. 1956.
12. FENEMA, O.R. "Introducción a la ciencia de los alimentos". Ed. Reverté. Barcelona, España. 1985.
13. FLORES, J. M.; GUTIÉRREZ-CORREA y TENGERTDY, R.P. "Citric Acid production by sodio substrate fermentation of pricly piar piel with *A. niger*". Agro-Food Industry. Universidad Agraria La Molina. Lima, Perú. 1994.
14. GARCIA, Garibay; QUITERO Ramírez; y LOPEZ Mungía. "Biotecnología alimentaria". Ed. Limusa, México, México. 1993.
15. GUNTHER, MÜLLER. "Microbiología de los alimentos vegetales". Ed. Acribia. Zaragoza, España, 1981.
16. JAGNOW, G., DAWID, W. "Biotecnología". Editorial Montana y Simón S.A., Barcelona España. 1967.
17. KIRK, R. y OTHMER, D. "Enciclopedia de Tecnología Química". Primera edición. Editorial Hispano Americana. Barcelona, España. 1962.
18. LEES, R. "Análisis de Alimentos". Trad. por José Fernández S. Ed. Acribia. zaragoza, España, 1982.
19. MAGUER, M., y JELEM, D., "Biotecnología en Alimentos". Volumen 2. London, Applied Science Publishers, 1986.
20. Mc CABE, Shorth Julian. Operaciones Básicas de Ingeniería Química. Ed. Reverté S.A. Barcelona, 1973.
21. PEARSON, D. Técnica de Laboratorio para análisis de alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 1976.
22. PECSOK, L. Métodos modernos de análisis químicos. Ed. Limusa. México, 1977.
23. PLUMMER, D. Bioquímica práctica de los Alimentos Ed. Mc Graw-Hill Latinoamerica S.A. Bogotá 1981.
24. PRESCOT, S. "Microbiología Industrial". Ed. Aguilar. Madrid, España, 1980.
25. ROBINSON, D. "Bioquímica y valor nutritivo de los alimentos". Ed. Acribia. Zaragoza, España. 1991.
26. RODRIGUEZ, B. Análisis de Alimentos. Ed. Imprenta Universitaria. Caracas. 1980.
27. ROEHR, M.; HABISON, A.. J. Appl. Microbial Biotechnol. Institute of Biochemical Technology on Microbiology, Technical University Viena, Austria, 1979.
28. ROUKAS, T. "Production of citric acid from beet malasses by immobilized cells of *Aspergillus niger*". Journal of foods science. Vol. 56. N° 3. 1991.
29. SALTOS, H.A. "Diseño Experimental", Editorial Universitaria, 1993.
30. SCRAGG, Alau. "Biotecnología para Ingenieros". Ed. Limusa, México, México. 1996
31. SCRIBAN, R. "Biotecnología". Editorial Manual Moderna S.A., México, 1985.
32. STAINER, ADELBIRG e INGRAHAM. "Microbiología". Ed. Reverte. Barcelona, España. 1985.
33. THOMAS D., Beack. "Microbiología" 4ed. Editorial Hispanoamericana. México, 1987.
34. TREVAN, BOFFEY, GOULDIN, STABURY, "Biotecnología Principios Biológicos". Editorial Acribia. Zaragoza España, 1990.
35. URMO. "Tecnología Química". Editorial URMO S.A., Bilbao, España. 1975.
36. UCE. "Extracción de Colorante de Remolacha (*Beta vulgaris*)". Tesis de Grado de la Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. 1992.

**ELABORACION DE YOGHURT CON LACTOSA HIDROLIZADA
UTILIZANDO LA ENZIMA β -GALACTOSIDASA**Richard Mera*
Alberto Meneses*
Gladys Navas****RESUMEN**

Se pudo elaborar un yoghurt a partir de leche descremada e hidrolizada con un valor de 51,6% similar al 50% que indica la bibliografía para no descuidar el aspecto organoléptico del producto final.

Se trabajó con un diseño experimental AxBxC para la respectiva hidrólisis de lactosa, donde los factores de estudio son: concentración enzimática (2, 4, 6 ml/lit); temperatura (32, 37, 42°C); y tiempo (2, 4, 6 horas).

Se realizaron análisis fisicoquímicos (densidad, grasa, acidez, lactosa, glucosa, sólidos no grasos, viscosidad aparente) tanto en la leche sin hidrolizar como en la leche hidrolizada con las diferentes combinaciones experimentales propuestas.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se cumplió con el propósito de utilizar la menor concentración de enzima, temperatura y tiempo convenientes para llegar al porcentaje de hidrólisis de la leche recomendado. Se escogió como mejor tratamiento a A₀B₁C₁ (2ml/lit concentración enzimática, 37°C y 4 horas).

Con fines de comparación se elaboraron dos clases de yogurt, con leche hidrolizada (mejor tratamiento) y con leche no hidrolizada. Se realizaron análisis fisicoquímicos, viscosidad aparente y pruebas sensoriales cada 5 días de almacenamiento a 7°C por un lapso de 15 días.

En base a un análisis de costos se estableció comparación entre los precios de yogurt comercial y el obtenido con el mejor tratamiento en este estudio.

INTRODUCCION

El yoghurt es el producto de la fermentación láctica de la leche con cultivos simbióticos específicos de *Lactobacillus bulgaris* y *Streptococcus thermophilus* u otros similares.

Entre lácticos elaborados, el yoghurt tiene un lugar predominante y su consumo se ha ido incrementando como consecuencia de los adelantos técnicos y científicos. El proceso de fabricación de yoghurt ha evolucionado a lo largo de los años desde la simple preparación por las amas de casa hasta la elaboración de media y gran escala en centros que procesan miles de litros al día.

Varios estudios sobre el valor nutritivo reportan el valor del yogurt similar al de la leche, con la ventaja de ser fácilmente digerible. Otra de las ventajas que proporciona este producto es que puede ser consumido por personas con intolerancia a la lactosa, porque carecen de la enzima lactasa que desdobra en el organismo humano

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

** Ing. Al. Profesora de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

a la lactosa en sus dos componentes: glucosa y galactosa fácilmente asimilables; problema nutricional que se encuentra en un porcentaje considerable de la población.

Durante el proceso de elaboración de yoghurt, los microorganismos iniciadores solo utilizan como fuente de energía una parte de lactosa con la consiguiente producción de ácido láctico. La lactosa restante puede ser utilizada para conferir al yoghurt, sabor dulce sin aumentar su contenido en calorías. Este efecto se logra mediante la hidrólisis de la lactosa con la enzima β -galactosidasa, en polvo o líquido lo cual hidroliza la lactosa rindiendo glucosa y galactosa.

La hidrólisis de la lactosa se puede conseguir mediante dos vías: Por vía química y por vía enzimática. En este trabajo se escogió la segunda opción como la más factible debido a que la enzima β -galactosidasa fue adquirida mediante donación de la fabrica Nestle S.A . FCA. Cayambe-Ecuador.

En la actualidad la producción de enzimas se incrementa cada vez más; la utilización de estas ocupa un lugar preponderante dentro del sector alimenticio ya que intervienen casi en todas las áreas que están relacionadas con la Tecnología de Alimentos.

Actualmente el apareamiento en el mercado de nuevas variedades de yoghurt ha tomado gran revuelo; de ahí que la importancia de esta investigación radique esencialmente en hidrolizar la lactosa inicial de la leche en el porcentaje conveniente (citado en bibliografía) para luego proceder a elaborar un yoghurt con contenido en lactosa más próximo al 0% , contribuyendo de esta forma con un aporte tecnológico en la elaboración del yoghurt; por la importancia dietético-nutricional de este alimento, el presente estudio obtuvo un producto dietético basado en leche descremada e hidrolizada la lactosa.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizó leche descremada de vaca en estado fresco proveniente del Centro de Adiestramiento de leche "CAL" del Instituto Técnico Superior "Luis A. Martínez". Se utilizó como cultivo iniciador cepas liofilizadas de *Lactobacillus bulgaris* y *Streptococcus thermophilus*, B-galactosidasa (Enzima aislada de Kluyveromyces lactis; enzima adquirida en la fabrica Nestle S.A . FCA. Cayambe)

Equipos.- Shaker (incubado al medio ambiente, controlado), Reómetro digital Brookfiel con juego de ratones LV, Espectrofotómetro, Refrigeradora, Cocineta eléctrica, Balanza analítica sensible con precisión de 0,0001g, Agitador magnético, pH-metro digital, termómetro de mercurio escala 0 a 150°C, Lactodensímetro, Butirómetro, Estufa Bloe M. MOD.

Materiales.- Bureta marca Pyrex de 50 cm³, Pipetas, Erlenmeyers, Vasos de precipitación, Probeta, Envases, Agitador Piseta, Cápsula de porcelana.

Reactivos.- Acidos sulfúrico concentrado, Alcohol amilico, Fenolftaleína, Fehlig Cause-Bonnans, Carbonato de sodio 0,5 M.

METODOLOGIA PARA LA OBTENCION DE LA LECHE HIDROLIZADA

Se filtra la leche utilizando un lienzo para eliminar impurezas presentes en la leche, luego se pausteriza (76 a 80°C por 15 minutos).

La hidrólisis se realiza de la siguiente manera:

Se tomó muestras de 500ml de la leche pasteurizada en 6 erlenmeyers (esterilizados), Se agregó la enzima β -galactosidasa con una pipeta previamente esterilizada de 5 ml para colocar la enzima en concentraciones de 2, 4, 6, ml/l respectivamente. Se tapan los erlenmeyer con papel aluminio para evitar contaminaciones, se colocan los erlenmeyer en el Shaker previamente termostatzado a 32°C y 150 R.P.M. Cada 2 horas hasta completar 6 horas, se toman muestras y se inactiva la enzima con carbonato de sodio 0.5 M. (Na₂CO₃).

Se determinó glucosa, lactosa, densidad, acidez, grasa y sólidos totales. Se repite el proceso a 37°C. y 42°C. y 150 RPM.

METODOLOGIA PARA LA ELABORACION DE YOGHURT CON LACTOSA HIDROLIZADA

Se elaboró 2 clases de yoghurt con fines de comparación: 1. Con leche descremada e hidrolizada (mejor tratamiento). 2. Con leche descremada no hidrolizada (blanco).

Se siguió el diagrama de flujo (Anexo).

METODOS DE ANALISIS

En la leche.- Se realizó en la leche descremada e hidrolizada como en la leche descremada no hidrolizada.

Análisis físico-químicos.

- Densidad: (INEN 11)
- Acidez: (INEN 13)
- Grasa: (INEN 12)
- Sólidos totales: (INEN 14)
- Sólidos no grasos: (Mediante fórmula del extracto seco. FLEISCHMANN Y RODEEN).
$$Es = 1,311Cg + 2,738 (100 (P - 1) / P)$$

Donde:

Es = Extracto seco de la leche en porcentaje

Cg = Contenido graso de la leche en porcentaje

P = Densidad a 20°C en g/ml.

Glucosa.- Método enzimático glucosa-Oxidasa/peroxidasa, proceso propuesto por la casa Wiener Lab. (2000), en donde la glucosa se oxida por deshidrogenación mediante el reactivo glucosa – oxidasa / peroxidasa. Este reactivo fue adquirido en el laboratorio clínico de la ciudad.

Lactosa.- Se siguió la Norma Argentina (Citado por Goded y Mur 1996).

Viscosidad.- Se utiliza el reómetro Brookfield con adaptador UL. Los cálculos respectivos se realizaron con la siguiente ecuación: $Ua = T/\gamma$

Siendo:

$$\tau = \Omega / (2 \pi Ri^2 L)$$

$$\Omega = (kv \%FS) / 100$$

Donde:

donde kv = $6,737 * 10^{-5}$ N.m. (constante del reómetro)

$$\gamma = (4 \pi N / 60) (\alpha^2 / (\alpha^2 - 1))$$

Donde : $\alpha = Re / R1$

En el yoghurt.- Se aplica en las dos clases de yoghurt, los siguientes análisis:

Análisis físico-químicos

- Acidez: (INEN 162)

- pH: (pH.- metro digital)
- Grasa: (INEN 14)
- Viscosidad: Reómetro Brookfield, se utilizó los adaptadores Lv1 y Lv2. Para los cálculos se empleó la siguiente ecuación:

$$(\mu_a) = (\Omega / 8 \pi^2 L N' Ri^2)$$

$$\Omega = (\% F / 100) * kv$$

Las características de los adaptadores UL, LV1 y Lv2, Se detallan en la tabla N° 1.

Los parámetros reológicos: índice de consistencia (k) y comportamiento al flujo (n) fueron calculados mediante la ecuación de Heldmand y Sing (1981).

$$\text{Log } \mu_a = (n (\text{Log } 1 / n) + \text{log } k) + ((n - 1) * \text{Log } (4 \pi N'))$$

Glucosa y Lactosa: los mismos métodos empleados en la leche hidrolizada.

Análisis sensoriales: En el tiempo de almacenamiento y para fines de comparación se realizó pruebas organolépticas en las dos clases de yoghurt: se trabajó con 20 panelistas o jueces. Los atributos que se analizaron fueron: Aroma, Acidez, Sabor, Consistencia y Aceptabilidad.

ANALISIS ESTADISTICO.

Diseño Experimental.- se planteó un diseño factorial A x B x C con una réplica cuyos factores y niveles son los siguientes: A, concentración enzimática (2,4,6 ml/lit); B, temperatura (32,37,42°C); C, tiempo (2,4,6 horas).

Se calcula la TAV (Tabla de análisis de varianza). Para el análisis funcional se aplico la prueba de Tukey al 5 %.

RESULTADOS Y DISCUSION

MATERIA PRIMA

Leche de vaca.- Se utilizó leche de vaca descremada (0.19 % grasa). Al comparar la composición proximal de la leche descremada no hidrolizada con la leche descremada e hidrolizada se puede apreciar variaciones en el contenido de cada uno de los componentes (ver tablas 1-2).

Densidad.- La densidad aumenta al aplicar los tratamientos A₂B₂C₀, A₂B₂C₁ y A₂B₂C₂ es decir el nivel más alto de los factores A y B (6 ml / lt enzima y 42°C). Entonces se deduce que la enzima a más de realizar la hidrólisis contribuye a que la leche sea más densa debido al desdoblamiento de la lactosa en glucosa y galactosa.

Grasa.- El contenido de este componente no fue alterado durante el proceso de hidrólisis.

Acidez.- Este parámetro no sufrió variaciones durante la hidrólisis, es decir que la enzima utilizada no afecta a la acidez.

Sólidos Totales y Sólidos no Grasos.- El contenido de estos parámetros se vieron afectados al realizar la hidrólisis, considerando que el poder edulcorante que se obtiene de los monosacaridos resultantes (mayor al de la lactosa) contribuye a dicha variación.

Glucosa.- Como era de esperar, se obtuvo un incremento en su contenido, ya que al hidrolizar la lactosa se obtiene como resultado glucosa y galactosa, dando un sabor dulce a la leche, el cual nos sirve como un control complementario de la hidrólisis requerida.

Lactosa.- De acuerdo al propósito de esta investigación, se puede apreciar su considerable disminución al aplicar

los tratamientos establecidos para su hidrólisis.

Viscosidad.- Se obtiene valores de viscosidad para la leche (materia prima), tanto hidrolizada y no hidrolizada a las temperaturas de 15 y 40°C, observándose que tiene una relación inversamente proporcional con la temperatura, para este caso se utilizó el adaptador UL, cuyas características se reportan en el cuadro siguiente. Siendo los valores de viscosidad de la leche hidrolizada ligeramente menores a los valores de la leche no hidrolizada, pero ambos casos determinados tienen mucha similitud con los valores investigados por Alvarado (1996).

CARACTERISTICAS DE LOS ADAPTADORES DEL REÓMETRO ROTACIONAL BROOKFIELD

ROTOR	Ri (m)	Re (m)	L (m)
UL	0,012575	0,013810	0,09239
LV1	0.009421		0,07493
LV2	0.005128		0,06121

HIDRÓLISIS DE LA LACTOSA.

Los resultados se encuentran en tabla N° 3. La relación existente entre la concentración de enzima, tiempo y temperatura para obtener la hidrólisis requerida. está representada en las figuras 1 – 9.

El análisis estadístico relacionado en base a los factores de estudio (A,B y C) demuestra que existe diferencia altamente significativa, es decir que influyen directamente en el porcentaje de hidrólisis a igual que las interacciones AB, AC, BC y no así la Interacción Triple ABC .

Al relacionar las respectivas pruebas de Tukey y de acuerdo a nuestro propósito de hidrolizar un 50% de la lactosa según consta en bibliografía, para poder elaborar el yoghurt se escogió como el mejor tratamiento la combinación A₀ B₁ C₁ (2 ml / lt de Enzima, 37°C y 4 horas).

PROCESO DE ELABORACION DE YOGHURT

Se llegó a obtener un coágulo firme y la acidez deseada en un tiempo de 02h25, 0.68% de ácido láctico y pH = 4.6 para el yoghurt con leche descremada e hidrolizada.

ALMACENAMIENTO. En las tablas 4 y 5 se observa, los resultados, luego de realizar el almacenamiento de 15 días a 7°C.

Acidez y pH.- Existe un incremento en la acidificación en el yoghurt tradicional y no así en el “nuevo“ yoghurt. La variación de pH fue menor en los dos casos. A pesar de estas variaciones se establece que el “nuevo” yoghurt presenta excelente comportamiento para estos dos parámetros según lo propuesto en la norma INEN 710 y lo reportado por José Dubach 1988.

Grasa.- Este parámetro no se vio afectado.

Sólidos totales y Sólidos no grasos.- La variación de estos parámetros fue mínima, los valores se encuentran muy próximos al 10%, recalando que se trata de un yoghurt tipo dietético.

Lactosa y glucosa.- Se observó variaciones en su contenido de lactosa y glucosa durante el almacenamiento. En el “nuevo” yoghurt, se obtuvo un valor más aproximado (0.088%) al valor requerido y propuesto para este trabajo que es de 0%.

En cuanto a la glucosa podemos decir contribuye a dar un sabor azucarado pero sin perder el olor y sabor característico del yoghurt. Aclarando que se trabajó solo con el 50% de hidrólisis de la lactosa. Por lo que su presencia en el “nuevo” yoghurt también es característico.

Viscosidad (Parámetros Reológicos).- Al determinar la viscosidad se pudo constatar el fenómeno de tixotropía, que se incrementa mientras pasaban los días de almacenamiento, siendo mayor este fenómeno en el “nuevo” yoghurt.

Los valores de k encontrados en el yoghurt hidrolizado ($677,969 - 545,896 \text{ mPa.s}^n$) comparados a los reportados bibliográficamente ($0,585 \text{ Pa.s}^n$) según Alvarado (1996) y los calculados en el yoghurt no hidrolizado (promedio $755,274 \text{ mPa.s}^n$) son análogos y nos indican la estrecha relación que existe entre viscosidad aparente e índice de consistencia. De la misma manera al comparar los valores de n reportados en bibliografía (0,332) según Alvarado (1996) y los del yoghurt no hidrolizado (0,449), con el nuevo tipo de yoghurt hidrolizado, se observa que existe una estrecha relación confirmando a la vez, que es un fluido No Newtoniano Pseudoplástico, ya que su valor es menor a 0,7.

PRUEBAS ORGANOLEPTICAS.

De acuerdo a los análisis estadísticos se establece que la puntuación más alta en los 5 atributos corresponde al 5 día de almacenamiento y luego decrece mientras avanza el tiempo.

Es decir que el "nuevo" yoghurt presenta características físico-químicas y sensoriales aceptables hasta los 10 días de almacenamiento, que se considera un tiempo bastante prudente para el consumo.

ANALISIS DE COSTOS

Al realizar el análisis económico se llegó a establecer un costo de 10.313 sucres/lit. del "nuevo" yoghurt, que al comparar con el precio de un yoghurt natural “Pura crema” 10.000 sucres/lit), se considera que se encuentra al alcance del consumidor de clase media, aclarando que se trata de un yoghurt tipo dietético y además tiene características nutricionales excelentes que será de mucho beneficio y agrado para las personas con intolerancia a la lactosa.

CONCLUSIONES

- En el presente estudio se elaboró yoghurt a partir de leche descremada e hidrolizada demostrando además que la hipótesis planteada es positiva, pues es posible la elaboración de un yoghurt de bajo contenido en calorías.
- Entre las condiciones experimentales de la investigación, es conveniente trabajar a una concentración enzimática de 2ml/lit, a una temperatura de 37°C durante 4 horas en el proceso de hidrólisis de la lactosa con el fin de obtener un porcentaje de hidrólisis adecuado (51,6%) que siendo lo más cercano a lo recomendado bibliográficamente (50%), permite trabajar con la menor concentración enzimática entre las alternativas probadas.
- Mediante los resultados de este trabajo investigativo se determinó que la concentración enzimática, la temperatura y el tiempo afecta directamente en el porcentaje de hidrólisis de la lactosa, pero es importante recalcar que el objetivo no es tener la más alta hidrólisis en el proceso, sino tener el valor recomendado (50%) pues más allá de éste, las características del producto pueden verse comprometidas.
- Se estableció que el efecto de las interacciones de los factores es diferente al efecto que puede causar cada uno individualmente.

- Las propiedades fisicoquímicas determinadas para la materia prima y el producto terminado se hallan en los rangos establecidos bibliográficamente y en los requeridos por las normas INEN, aclarando que se trabajó con leche descremada (0,19% de grasa). Los valores mencionados fueron analizados en el capítulo V.
- Al determinar la viscosidad en la materia prima, se estableció que la temperatura influye de modo inverso a este parámetro y que para la leche hidrolizada los valores de viscosidad son ligeramente menores a los de la leche no hidrolizada. En el caso del yoghurt la viscosidad aparente disminuye a medida que el tiempo de almacenamiento es mayor. Los valores determinados experimentalmente tanto en materia prima como en producto terminado son similares a los investigados en bibliografía, que ya se discutieron en el capítulo V.
- El “nuevo” yoghurt presenta características fisicoquímicas y organolépticas aceptables hasta un almacenamiento de 10 días, lo que sumado un precio de venta competitivo (S/. 10.325) permitiría una comercialización adecuada del producto, recalando que el yoghurt elaborado es para aumentar la preferencia de personas con problemas de intolerancia a la lactosa.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Alais, Charles. 1985. "Ciencia de la Leche". Editorial CECSA. Barcelona España.
- Alvarado, J. 1996. "Principios de Ingeniería Aplicados a los Alimentos". Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Proyecto Multinacional de Biotecnología y Tecnología de Alimentos. Editorial Radio Comunicaciones. Quito-Ecuador. pp: 201 - 220.
- Fabrizis, L. Soares, M.D. and Demis, A. S. 1997. "Diet Genetics and Lactose Intolerance". Food Technology A. Publicación The institute of foot Technologists. Vol. 51. N° 3. March. pp: 74 - 76.
- Fennema, O. 1982. "Introducción a la Ciencia de los Alimentos". Editorial Reuet., S.A. España.
- Goded, Antonio y Mur. 1996. "Técnicas modernas aplicadas al análisis de la leche", Dossat. Madrid, España.
- Hernández, Raúl y Asenjo, Juan. 1982. "Producción and Caracterización of and Enzymatic Hidrolysate of Skim milk Lactose and Proteins". Journal of Food Science. Vol 47.
- Laguna, José. 1979. "Bioquímica". Tercera edición D.F., México.
- Lees, R. 1981. "Análisis de los Alimentos". Editorial Acribia. Zaragoza España. Tercera Edición.
- Luquet, F. Kelling y Wude, R. 1991. "Leche y Productos Lácteos, vaca, oveja, cabra". Editoria Acribia, S.A. Zaragoza – España. VOL I.
- Mahoney R. R. and Andamchuk. 1980. "Effect of milk Constituents on the Hydrolysis of Lactose by Lactase from Kluyveromyces fragilis". Journal of Food Science. Vol 45 : pp: 962 - 968.
- Muñoz, José Emilio. 1978. "La Leche y Sus Derivados, Química, Tecnología, Análisis y Legislación", Casa de la Cultura Ecuatoriana, Quito – Ecuador.
- Osborne, D. 1978. "Análisis de los Nutrientes de los Alimentos", Editorial Acribia, S.A. Zaragoza – España.
- Romero, A. 1981. "Composición y Propiedades de la Leche". Equipo Regional de Fomento y Capacitación en Lechería para América Latina FAO. Santiago de Chile. p: 10
- Whitaker. J.K. 1972. "Principles of Enzymology for the Food Sciences". Marcel de Kmer, ICN. New York.
- Wiener, Lab. 2000. "Glicina enzimática" Método enzimático para la determinación de glucosa en suero o plasma. Rosario Argentina.

TABLA 1. PROPIEDADES FISICOQUIMICAS DE LA LECHE DE VACA DESCREMADA NO HIDROLIZADA

PROPIEDADES	LECHE DE VACA DESCREM. NO HIDROLIZADA
Densidad (g-ml) (20 - 22°C)	1,0322
Grasa (% b.h)	0,19
Acidez (% Ac.Láctico)	0,138
Lactosa (g/l) %	48,206 4,67
Glucosa (g/l) %	0,066 0,0064
Sólidos Totales (%)	8,735
Sólidos No grasos (%)	8,55

Elaborado por: Los Autores

**TABLA. 2 PROPIEDADES FISICOQUIMICAS
LECHE DE VACA DESCREMADA E HIDROLIZADA**

Tratamientos	Densidad (g/ lt) (20 - 22°C)	Grasa (%b.h)	Acidez (% Ac-Láctico)	Lactosa		Glucosa		Sólidos Totales (%)	Sólidos No Grasos (%)
				(g/ lt)	(%)	(g/ lt)	(%)		
Ao Bo Co	1,032	0,2	0,129	32,463	3,146	7,692	0,745	8,91	8,71
Ao Bo C1	1,0321	0,15	0,13	27,982	2,711	9,932	0,962	8,9	8,75
Ao Bo C2	1,0325	0,19	0,13	20,233	1,960	13,806	1,337	9,19	9
Ao B1 Co	1,032	0,19	0,133	30,435	2,949	8,705	0,844	9,1	8,91
Ao B1 C1	1,0315	0,15	0,131	23,904	2,317	11,971	1,161	8,8	8,65
Ao B1 C2	1,032	0,19	0,136	17,824	1,727	15,011	1,455	8,9	8,71
Ao B2 Co	1,0321	0,15	0,14	29,849	2,892	8,998	0,872	9,12	8,97
Ao B2 C1	1,0322	0,19	0,133	23,115	2,239	12,365	1,198	9,3	9,11
Ao B2 C2	1,0324	0,15	0,13	11,269	1,092	18,288	1,771	9,32	9,17
A1 Bo Co	1,0322	0,22	0,132	26,945	2,610	10,451	1,012	9,695	9,475
A1 Bo C1	1,0321	0,2	0,13	25,706	2,491	11,069	1,072	9,585	9,385
A1 Bo C2	1,0325	0,21	0,131	22,282	2,158	12,782	1,238	9,81	9,6
A1 B1 Co	1,032	0,15	0,14	27,148	2,631	10,349	1,003	8,72	8,57
A1 B1 C1	1,0315	0,19	0,132	24,849	2,409	11,498	1,115	9	8,81
A1 B1 C2	1,032	0,15	0,135	22,194	2,151	12,826	1,243	8,8	8,65
A1 B2 Co	1,0322	0,19	0,132	22,489	2,179	12,678	1,228	9,4	9,21
A1 B2 C1	1,0322	0,2	0,142	18,701	1,812	14,572	1,412	9,6	9,4
A1 B2 C2	1,032	0,15	0,138	10,119	0,981	18,863	1,828	9,51	9,36
A2 Bo Co	1,0322	0,15	0,131	22,464	2,176	12,691	1,230	9,54	9,39
A2 Bo C1	1,0321	0,22	0,131	21,875	2,119	12,984	1,258	9,75	9,53
A2 Bo C2	1,033	0,15	0,131	20,076	1,943	13,885	1,344	9,385	9,235
A2 B1 Co	1,032	0,15	0,138	22,823	2,212	12,511	1,212	8,9	8,75
A2 B1 C1	1,0315	0,2	0,131	20,255	1,964	13,795	1,337	9,2	9
A2 B1 C2	1,032	0,15	0,132	14,554	1,410	15,146	1,468	9,1	8,95
A2 B2 Co	1,0356	0,2	0,132	14,963	1,445	16,441	1,588	9,75	9,55
A2 B2 C1	1,036	0,22	0,138	14,083	1,359	16,881	1,629	9,8	9,58
A2 B2 C2	1,036	0,22	0,147	8,763	0,846	19,541	1,886	9,82	9,6

TABLA 3

VALORES EXPERIMENTALES DEL % DE LACTOSA HIDROLIZADA

Tratamientos	R1	R2	X (%)
Ao Bo Co	34,0568	30,3051	32,1810
Ao Bo C1	43,0493	40,0358	41,5426
Ao Bo C2	59,791	55,698	57,7445
Ao B1 Co	37,5935	37,4884	37,5410
Ao B1 C1	52,4201	50,8064	51,6133
Ao B1 C2	63,3251	66,1962	64,7607
Ao B2 Co	39,8714	35,7729	37,8222
Ao B2 C1	53,7731	50,1376	51,9554
Ao B2 C2	77,7153	75,9012	76,8083

Tratamientos	R1	R2	X
A1 Bo Co	45,5367	41,8895	43,7131
A1 Bo C1	48,2156	44,3917	46,3037
A1 Bo C2	55,1981	51,7132	53,4557
A1 B1 Co	43,5239	45,7753	44,6496
A1 B1 C1	49,5506	49,6224	49,5865
A1 B1 C2	54,8116	55,8375	55,3246
A1 B2 Co	53,194	53,4739	53,3340
A1 B2 C1	60,7244	61,6295	61,1770
A1 B2 C2	80,4188	78,0331	79,2260

Tratamientos	R1	R2	X
A2 Bo Co	51,1808	54,8639	53,0224
A2 Bo C1	51,8507	56,625	54,2379
A2 Bo C2	56,5382	59,498	58,0181
A2 B1 Co	53,3769	54,5554	53,9662
A2 B1 C1	57,5859	61,4608	59,5234
A2 B1 C2	66,6732	63,9273	65,3003
A2 B2 Co	69,9921	68,1169	69,0545
A2 B2 C1	77,2471	70,5261	73,8866
A2 B2 C2	84,109	80,072	82,0905

TABLA 4
PRUEBAS FISICOQUÍMICAS EN EL YOGHURT HIDROLIZADO
ELABORADO CON EL MEJOR TRATAMIENTO (Ao B1 C1)

	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (días)		
	5	10	15
pH	4,5	4,35	4,3
Acidez titulable (°D)	73,5	78	82
(%de Ac-Láctico)	0,735	0,78	0,82
Grasa (%)	0,22	0,2	0,22
Sólidos totales (%)	9,7	8,8	9,33
Sólidos no grasos (%)	9,48	8,6	9,11
Lactosa (%)	0,0964	0,0857	0,0813
Glucosa (%)	1,973	1,885	1,863
Parámetros reológicos (mPa.s)	638,775	559,265	504,925
n adimensional	0,4399	0,5325	0,4693
k mPa.s ⁿ	677,969	629,6	545,896

Ao : 2ml/lit de Enzima
B1 : 37°C
C1 : 4 Horas

TABLA 5
PRUEBAS FISICOQUÍMICAS EN EL YOGHURT
NO HIDROLIZADO (TRADICIONAL)

	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (días)		
	5	10	15
pH	4,4	4,2	3,8
Acidez titulable (°D)	76	81,5	90,5
(%de Ac-Láctico)	0,76	0,815	0,905
Grasa (%)	0,22	0,2	0,22
Sólidos totales (%)	9,8	10,1	9,5
Sólidos no grasos (%)	9,58	9,9	9,28
Lactosa (%)	3,6	3,4	2,9
Glucosa (%)	0,0067	0,0058	0,0061
Parámetros reológicos (mPa.s)	654,68	632,155	588,42
n adimensional	0,4277	0,4427	0,4773
k mPa.s ⁿ	724,667	853,95	687,206

FIGURA 1, VARIACION DE % DE HIDRÓLISIS DE LA LACTOSA VS. CONCENTRACION DE ENZIMA (tiempo de trabajo: 2 horas)

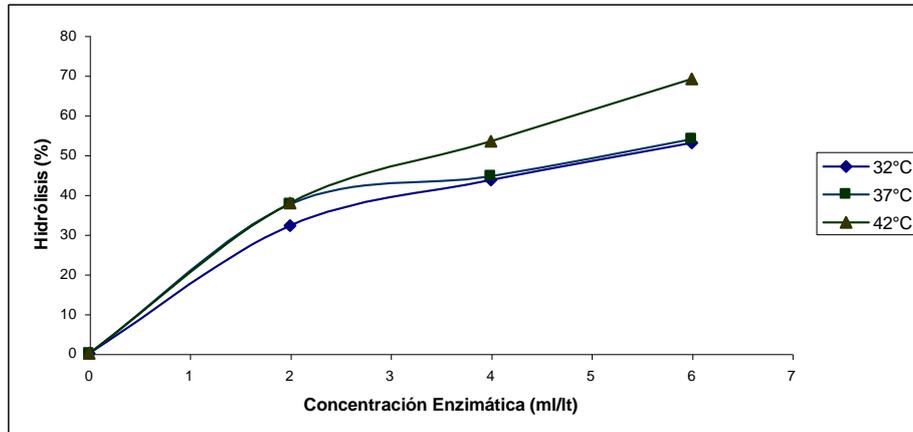


FIGURA 2, VARIACION DE % DE HIDRÓLISIS DE LA LACTOSA VS. CONCENTRACION DE ENZIMA (tiempo de trabajo: 4 horas)

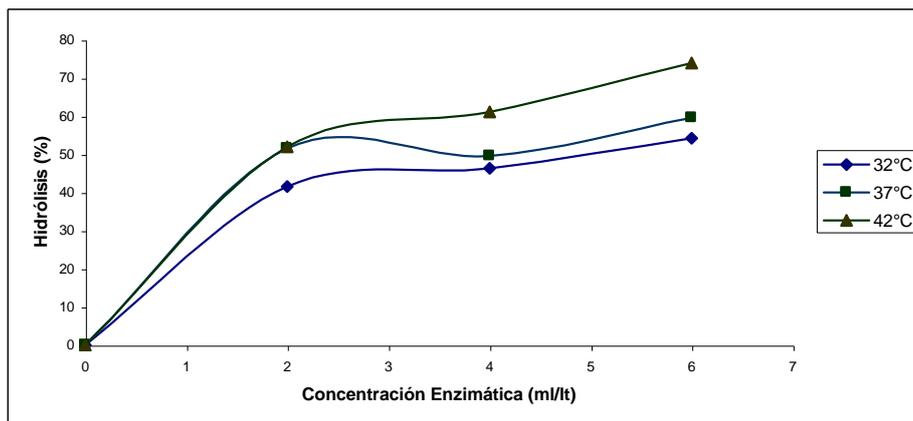


FIGURA 3, VARIACION DE % DE HIDRÓLISIS DE LA LACTOSA VS. CONCENTRACION DE ENZIMA (tiempo de trabajo: 6 horas)

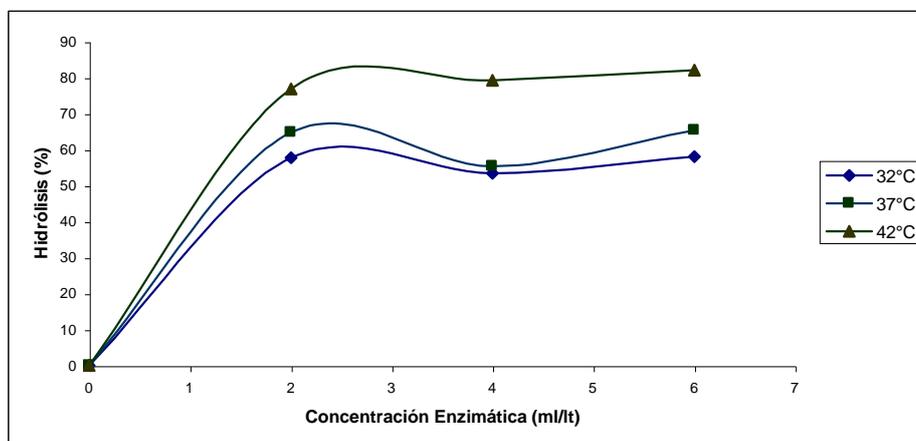


FIGURA 4. VARIACION DE % DE HIDRÓLISIS DE LA LACTOSA VS. TEMPERATURA (tiempo de trabajo: 2 horas)

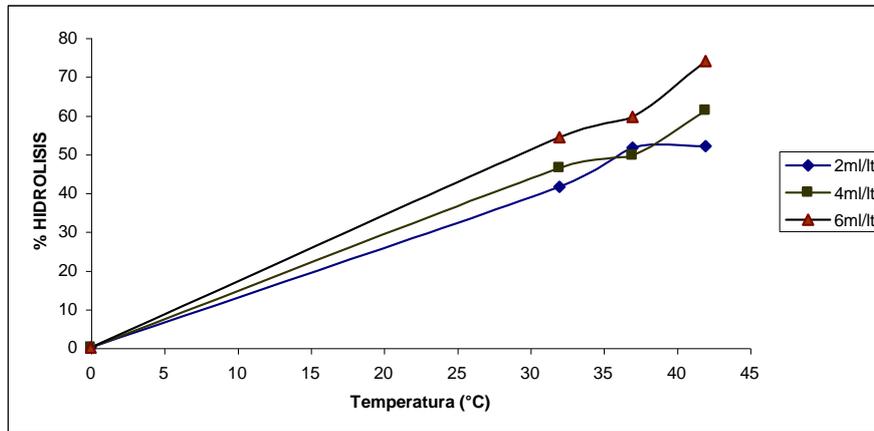


FIGURA 5. VARIACION DE % DE HIDRÓLISIS DE LA LACTOSA VS. TEMPERATURA (tiempo de trabajo: 4 horas)

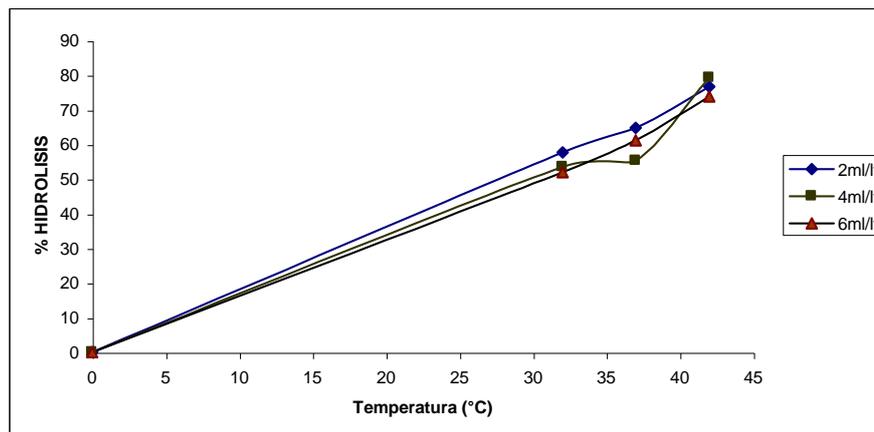


FIGURA 6. VARIACION DE % DE HIDRÓLISIS DE LA LACTOSA VS. TEMPERATURA (tiempo de trabajo: 6 horas)

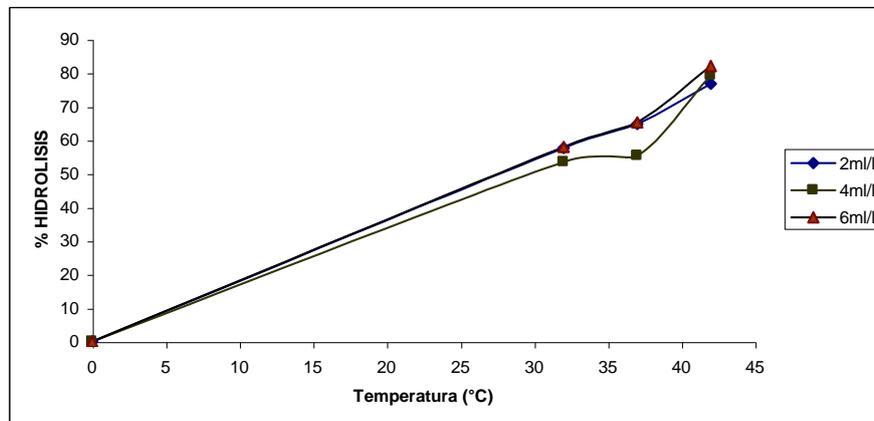


FIGURA 7 VARIACIÓN DEL % DE HIDRÓLISIS DE LA LACTOSA VS. TIEMPO
CONCENTRACIÓN DE ENZIMA UTILIZADA 2ml/t

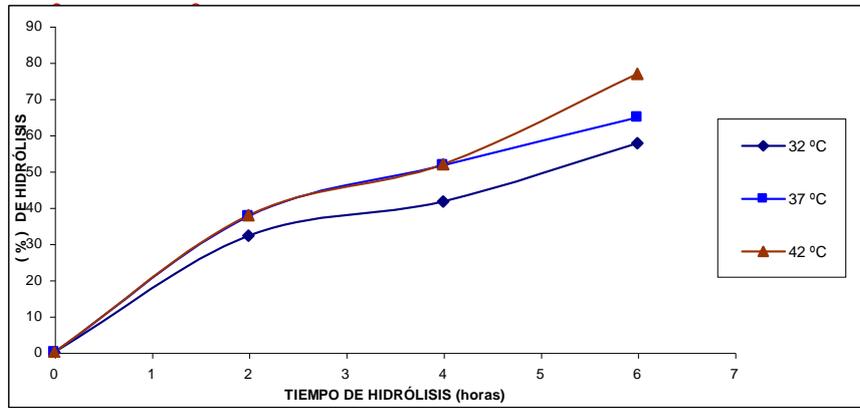


FIGURA 8 VARIACIÓN DEL % DE HIDRÓLISIS DE LA LACTOSA VS. TIEMPO
CONCENTRACIÓN DE ENZIMA UTILIZADA 4ml/t

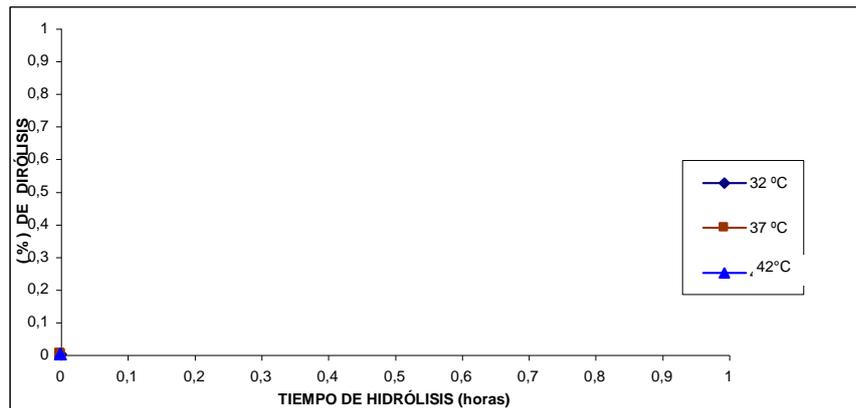


FIGURA 9 VARIACIÓN DEL % DE HIDRÓLISIS DE LA LACTOSA VS. TIEMPO
CONCENTRACIÓN DE ENZIMA UTILIZADA 6ml/t

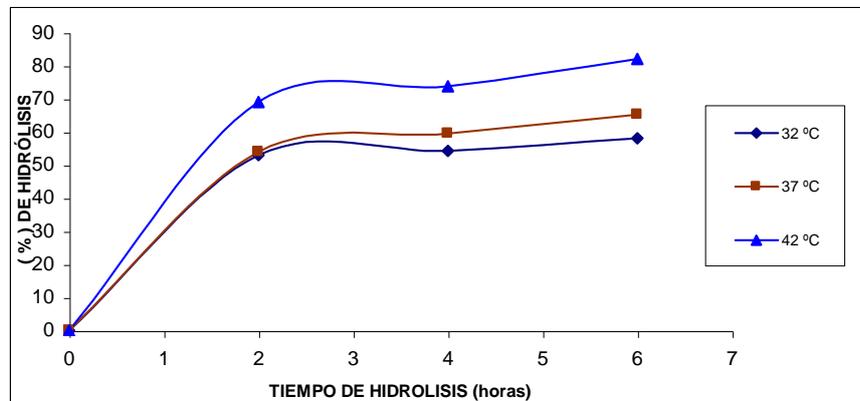
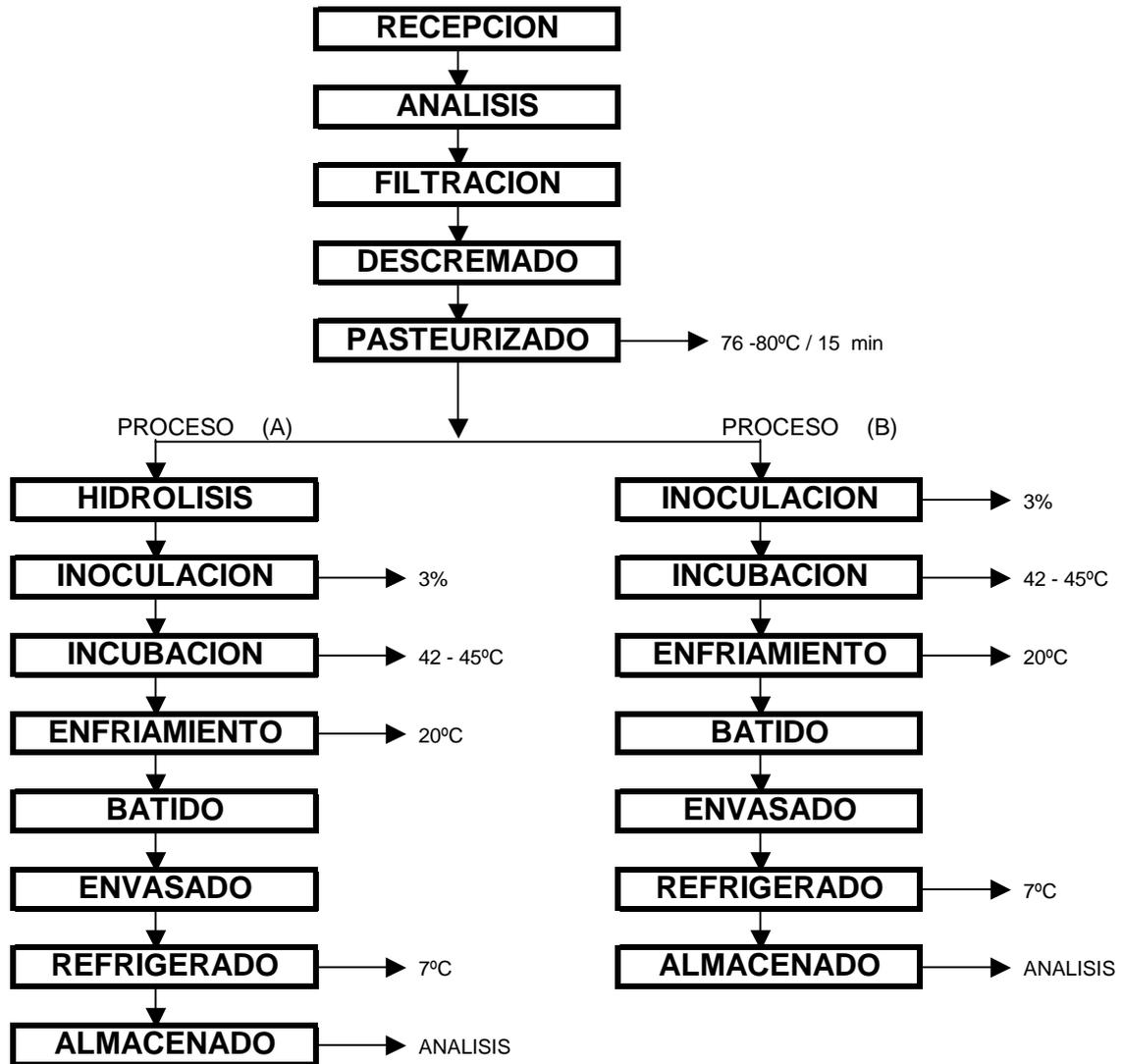


DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCION DE LOS DOS TIPOS DE YOGHURT



Los procesos se conocen como:

- A : Elaboración de yoghurt a partir de leche descremada hidrolizada
- B : Elaboración de yoghurt a partir de leche descremada tradicional

PRODUCCIÓN DE UNA BEBIDA FERMENTADA UTILIZANDO SUERO LÁCTEO DESMINERALIZADO

Carlos Ayala*
Diego Vázquez*
Mario Paredes**

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo la elaboración de bebidas fermentadas agregando diferentes porcentajes de suero en polvo desmineralizado (1.5%, 3.0% y 4.5%), sometiendo a la mezcla de suero y leche a diferentes temperaturas de pasteurización (80°C, 85°C y 90°C) e inoculando con diferentes porcentajes de cultivo microbiano (1%, 2% y 3%).

Buscando encontrar como objetivo principal, el tratamiento que con el uso de suero en polvo desmineralizado produzca una bebida en el menor tiempo posible.

A cada una de estas mezclas, se las incubó y controló el proceso de fermentación, midiendo el pH, la acidez y tomando el tiempo en que se tardan en llegar a un pH de 4.3, siendo este último (tiempo) como la respuesta experimental de estos tratamientos.

Una vez encontrados los dos mejores tratamientos es decir los que presentan el tiempo más reducido, se procede a evaluarlos microbiológicamente, en su parte nutricional, en su parte reológica, sensorialmente y en su comportamiento de crecimiento microbiano siempre comparándolos con un tratamiento que no contenga suero en polvo desmineralizado.

El análisis estadístico, determina que el tratamiento que presenta menor tiempo de fermentación es el que utiliza: 3% de suero lácteo, 85°C en el tratamiento térmico de la mezcla y 3% de cultivo microbiano.

INTRODUCCIÓN**Justificación**

El presente estudio intenta mostrar la aplicación del suero en polvo desmineralizado en la producción de una bebida fermentada como un factor que acelere el proceso de fermentación, mejore la consistencia, textura y cremosidad y sirva como un complemento nutricional. Incentivando de esta forma la producción de suero en polvo.

El interés mundial se ha volcado en los últimos años a evitar los graves problemas de orden ambiental que afectan al planeta en su globalidad, como a la totalidad de las regiones, ecosistemas y en consecuencia, a la calidad de vida de la población mundial tanto en países industrializados como en vías de desarrollo, por lo tanto con la realización de nuestro trabajo concienciamos a evitar acciones que puedan causar daños ecológico. Es común que el suero proveniente de quesos sea vendido o regalado para la alimentación de animales y en la mayoría de veces desechado por las cañerías de las industrias causando contaminación debido a su pH ácido, y la alta demanda biológica de oxígeno (DBO) causada por la proteína y los carbohidratos, formándose además medios apropiados para el desarrollo de microorganismos patógenos.

Objetivos

Objetivo general

- Producir una bebida fermentada utilizando suero lácteo desmineralizado.

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

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

Objetivos específicos

- Seleccionar el porcentaje de suero en polvo desmineralizado más adecuado en la producción de la bebida fermentada en función del tiempo de acidificación.
- Determinar el tratamiento térmico más adecuado para la mezcla (leche y suero lácteo desmineralizado).
- Determinar el mejor porcentaje de cultivo microbiano en función del tiempo de acidificación de la bebida fermentada
- Establecer curvas de crecimiento microbiano por turbidimetría en los dos mejores tratamientos y comparación con una leche fermentada.
- Cuantificar la presencia de aminoácidos esenciales, proteína y grasa en los dos mejores tratamientos.
- Efectuar un control microbiológico y sensorial en los dos mejores tratamientos.
- Determinar la viscosidad en los dos mejores tratamientos y establecer comparación con la viscosidad de una leche fermentada.
- Realizar un estudio económico para el mejor tratamiento.

Suero de leche, descripción

El suero es la parte acuosa de la leche que se separa en el cortado del proceso de elaboración de queso. El suero de quesería se define como el líquido resultante de la coagulación o acidificación de la leche, tras la separación de la caseína y la mayor parte de la grasa (Mouling, 1974).

Aproximadamente diez libras de leche producen una libra de queso y de seis a nueve libras de suero lo que representa un considerable impacto en la economía y en el medio ambiente (Gillies, 1974).

El suero contiene un 93% de agua y alrededor de un 0,6% de proteína por lo que debe ser concentrado para su utilización como ingrediente proteico. Debido a que la proteína de suero tiene varias propiedades funcionales puede ser usado en un rango amplio en alimentos.

MATERIALES Y MÉTODOS**Materiales**

En el presente trabajo se utilizó leche cruda fresca proveniente de la parroquia Juan B. Vela de la Provincia de Tungurahua, adquirida a un solo proveedor, suero en polvo desmineralizado adquirido de la industria NESTLE, situada en la provincia de Pichincha.

Equipos y materiales utilizados

- Incubadora Blue M
- Cámara de asepsia
- Mechero de Bunsen
- Refrigeradora Durex
- pHmetro analógico (ORION)
- Espectrofotómetro Labor Med
- Autoclave
- Reometro de Brookfield
- Balanza Owa Labor
- Cocineta Ecasa
- Lactodensímetro
- Butirómetro
- Erlenmeyer de 100 c.c.
- Vasos de precipitación de 1000 c.c.
- Bureta de 50 c.c.
- Pipetas de 5 y 10 c.c.
- Cajas Petri

Reactivos

- Hidróxido de Sodio 0.1N
- Fenoftaleína
- Acido sulfúrico concentrado
- Alcohol amílico

Metodología

Recepción. Se trabaja con leche cruda fresca

Tratamiento previo de la materia prima. Utilizando una descremadora eléctrica pequeña se realiza el descremado de la leche cruda fresca hasta llegar a un porcentaje de grasa del 1.5%.

Mezclado. Se procede a mezclar la leche descremada y el suero en polvo desmineralizado en porcentajes de 1.5, 3.0 y 4.5%.

Tratamiento térmico de la mezcla. Se pasteuriza a 3 temperaturas: 80, 85 y 90°C por un tiempo de 5 minutos.

Enfriamiento. Se procede a enfriar hasta llegar a una temperatura de 42°C

Inoculación. Se inocula con 1, 2 y 3% de cultivo microbiano.

Incubación. Se procede a incubar a una temperatura de 42°C hasta llegar a un pH de 4.3.

Enfriamiento. Se enfría la bebida fermentada hasta a una temperatura de 10°C

Batido. Mediante agitación ligera a una temperatura de 10°C.

Envasado. En envases de plástico, utilizados para la mayoría de productos fermentados.

Métodos de análisis

Para el análisis de la leche cruda fresca se siguió los siguientes métodos:

- | | |
|------------|----------------------|
| - Acidez | INEN 013:84 |
| - pH | pHmetro |
| - Densidad | Lactodensímetro |
| - Grasa | Método GERBER |
| - Proteína | Método Microkjeldahl |

En los dos mejores tratamientos se realizó los siguientes análisis:

- | | |
|--------------------------|---------------------------------------|
| - Acidez | INEN 162:84 |
| - pH | pHmetro |
| - Proteína | Microkjeldahl |
| - Aminoácidos esenciales | Cromatografía Líquida de Alta Presión |
| - Grasa | Método GERBER |
| - Viscosidad aparente | Método Brookfield |

El diseño experimental empleado en este trabajo corresponde a un diseño factorial 3ⁿ con dos replicas:

FACTORES	NIVELES
A. Porcentaje de suero desmineralizado	a ₀ = 1.5% a ₁ = 3.0% a ₂ = 4.5%
B. Tratamiento térmico de la mezcla	b ₀ = 80°C b ₁ = 85°C b ₂ = 90°C
C. Porcentaje de cultivo microbiano	c ₀ = 1% c ₁ = 2% c ₂ = 3%

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

Como se puede notar claramente en la Figura 1 que corresponde al tratamiento más deficiente ($a_2b_0c_0$) (mayor tiempo de fermentación) existe una zona de acidificación lenta, lo que no ocurre en la Figura 3 donde se muestra que el mejor tratamiento ($a_1b_1c_2$) (menor tiempo de fermentación) presenta una zona de acidificación acelerada y existe un aumento radical de la acidez en un rango pequeño de tiempo. El valor de acidez que oscila en todos los tratamientos un rango de 0.83 - 0.84% de ácido láctico, los mismos que se aproximan a los reportados por Foster (1965) (0.85%-0.90%).

De igual forma ya que el pH guarda estrecha relación con la acidez, en este caso el primero de los nombrados sufre una disminución de su valor conforme avanza el proceso de fermentación y aumenta la acidez.

Es necesario aclarar que en este trabajo el pH al que se llegó en todos los tratamientos fue de 4.3, como se observa en las Figuras 2 y 4 que muestran la disminución gradual del pH. Cabe destacar que en el mejor tratamiento ($a_1b_1c_2 = 120$ minutos) existe una disminución rápida del pH a diferencia del tratamiento más deficiente ($a_2b_0c_0$) en donde se tarda mas tiempo (210 minutos).

Dentro de esta investigación fue necesario realizar un seguimiento del crecimiento microbiano del mejor tratamiento para comparar con una muestra en donde no intervino el suero en polvo desmineralizado. Observando la Tabla 1 se puede notar claramente que en el mejor tratamiento (tiempo de fermentación = 120 minutos), existe un crecimiento microbiano mayor que el tratamiento en donde no se le adicionó el suero en polvo desmineralizado, cabe indicar que el suero en polvo desmineralizado ayuda a un crecimiento acelerado de las bacterias que aquí intervienen.

TABLA 1 Comparación del crecimiento microbiano del mejor tratamiento y del tratamiento blanco

TRATAMIENTO	Recuento ufc / ml
$a_1b_1c_2$	1.9E ⁶
Blanco	1.4E ⁶

Discusión

La tabla 2 reporta los tiempos de acidificación codificados de los dos mejores tratamientos y de los dos más deficientes tratamientos, los mismos que varían desde 120 minutos correspondientes al tratamiento $a_1b_1c_2$ hasta 210 minutos correspondiente a los tratamientos $a_2b_0c_0$ y $a_2b_2c_0$.

Por lo manifestado anteriormente se hizo necesario efectuar un análisis de varianza que se identifica con un diseño 3ⁿ, posteriormente se determinó que las desviaciones existentes entre los datos de tiempo de acidificación provienen de los efectos simples, las interacciones dobles y la interacción triple, por lo tanto se rechaza las hipótesis nulas de igualdad y se acepta las hipótesis alternativas, es decir: el porcentaje de suero en polvo desmineralizado en sus tres diferentes niveles (Factor A) provoca diferencia entre los tiempos de acidificación a los diferentes niveles de la temperatura del tratamiento térmico de la mezcla (Factor B), de la misma forma los diferentes niveles del Factor A producen diferencia significativa entre los valores de tiempos de acidificación a los diferentes porcentajes de cultivo microbiano (Factor C).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilera J. M. 1985. "Gelation of Whey Proteins". Food Technology. p. 83 - 89.
- Alvarado, J. de D. 1987. "Propiedades Físicas de la Leche" Cuadernos Técnicos de Tecnología e Ingeniería de Alimentos. Año VI. Volumen 4. No.1. Ambato - Ecuador
- Alvarado, J. de D. 1996. "Principios de Ingeniería Aplicados a Alimentos" Editorial Radio Comunicaciones. Quito - Ecuador. 523p.
- Beerens, H. 1987. "Guía para análisis microbiológico de la leche y los productos lácteos". Editorial Acribia S>A. Zaragoza - España. 151p.
- Black, M. 1980. "Producción casera de mantequilla, quesos y yogur" Editorial Aurora. Barcelona - España. 78p.
- Brock, D.T. 1970. "Biology of microorganisms". Prentice Hall. New Jersey - U.S. 540p.
- Bu' Lock, J. y Kristiansen, B. 1991. "Biotecnología Básica". Editorial Acribia S.A. Zaragoza - España. 261p.
- Buss, D. Barber, S. 1987 "Manual de Nutrición". Zaragoza - España. 280p.
- Bylund, G. 1978 "Tratamento e Utilacao Do Soro". Revista ILCT. p. 29 - 43.
- Cleveland, P. 1980. "Making chesses, butters, cream and yogur at home". Wellinghororough. 127p.
- Dannenberg, F., Kessler, H. 1988. "Reactions Kinetics of the Denaturation of Whey Proteins in Milk". Journal of Food Science. 53(1).258 - 263.
- De Soroa Pineda, J. 1974. "Industrial Lácteos". Editorial Dossat S.A. 5ta Edición Barcelona - España. p.169
- Diggins, R. Clarence , E. Virgil, W. 1986 "Vacas, leche y sus derivados" Editorial Continental S.A. Mxico D.F. 323p.
- Ena, J. M. Van Beresteijen, E.C.H. 1994 "Whey protein antigenicity reduction by fungal proteinases anticarbohydrate wall system". Journal of Food Science. p. 98 - 103
- Equipo Regional de Fomento y Capacitació en Lechería FAO para Améca Latina. 1983.
- Escobar, J. 1980. "Fabricación de Productos Lácteos" Editorial Acribia S.A. Zaragoza - España 343p.
- Excellention Yogurth Report 93.6 DMV Fermentation Enhancers An Opportunity to Optimize Your Fermentation Process. (199).
- Foster, E. 1965. "Microbiología de la Leche". Herrero Hermanos S>A> México. p.30,470.
- Gillies, M.T. 1974. "Whey processing and utilization". Noyes Data Corporation. New Jersey, U.S. p.9-10,30-33,78-88.
- Harper, J. Hall, W. 1976. "Dairy Technology an Engineering". The AVI Publishing Company Inc. Wesport - Connecticut.p.631.
- Hodgson, R. Reed, O. E. 1964. "La Industria Lechera en América)". Editorial Pax. México 368p.

- Huffman, L. 1996. "Processing Whey Protein for Use as a Food Ingredient". Food Technology. p. 49 - 52.
- Jundkins, H. , Keener , H. Harry, A. 1989. "La leche, su producción y procesos industriales" . Editorial Continental S.A. México. p. 37, 230 - 231
- Luquet, F. Keilling, J. Wilde, R. 1991. "Leche y Productos Lácteos". Editorial Acribia S.A. Zaragoza - España. p.3 - 110
- Madrid, V. Cenzano del C, E. 1986. "Tecnología de elaboración de helados". Editorial Mundi Prensa. Madrid - España. p. 376
- Mc Elroy, W. 1971. "Cell Physiology and Biochemistry". Prentice Hall. New Jersey. p. 60 - 82
- Métodos de Evaluación Ambiental. 1994. Corporación Financiera Nacional. P.1.
- Meyer, M. R. 1982. "Elaboración de Productos Lácteos". Editoairl Trillas . México D.F. 122p.
- Mouling, G. Galzy, P. Joux, J. L. 1974. "Remarsk on the of single cell yeast on whey". IV International Congress of F.S.T. Ecole Nationals Superier Agronomique France . Vol. II. p. 47 - 53
- Mulvihill, D.M. , Kinsella, J.E. 1987. "Gelation Characteristics of Whey Protein and Beta - Lactoglobulin. Journal of Food Science. p. 102 - 110
- Paulson, M., Hegg, P., Casterberg, H. 1986. "Heat - Induced Gelation of Individual Whey Proteins A Dynamic Rheological Study". Journald of Food Science. 51(1).87-90
- Penna, A., Baruffaldi, R., Oliveira, M. 1979. "Aproveitamento Do Soro De Leitena Fermentacao De Sadinha Revista ILCT
- Pérez, R. 1980. "Manual de Alimentación Sana". Editorial Pax. México D.F.
- Perzow, B. 1974 "Presentation Delivered at the Whey Utilization Symposium".Ontario - Canadá.530p.
- Porter, J. 1980 "The roel milk constituents en the human diet". FIL - IDF. Doc. 125. Bélgica. P. 14 - 21.
- Salazar, B. 1985. "Nutrición, Salud y Energía". Guayaquil - Ecuador. P. 270-285
- Saltos,H. A. 1993. " Diseño Experimental". Editorial Universitaria. 116p.
- Seeley, H. 1973. "Microbios en Acción". Manual de Laboratorio de Microbiología. Editorial Blumed 2da Edición. Madrid - España. P55 - 57.
- Singleton, A.D. 1979. "Food Use for Whole Whey Products". Illinios - E.E.U.U.
- Spreer, E. 1975. "Lactología Industrial". Editorial Acribia S.A. Zaragoza - España p. 9 - 26, 299 - 308
- Stryer, L. 1976. "Bioquímica". Editorial Reverte Venezolana. Caracas - Venezuela. P.245 - 278.
- Suárez, J. Jácome, P. 1985. "Utilización de suero de queso en la elaboración de dulce de leche" Tesis de Grado FCIAL - UTA. Ambato - Ecuador. P. 19 - 20.
- Tamime, A. Y. Robinson, R.K. 1991. "Yogur: Ciencia y Tecnología" Editorial Acribia. Zaragoza - España. P. 323.

- Vadji, M., Pereira, R. 1979. "The Feasibility of Whey utilization for the production of various drinks".
- Veisseyre, R. 1980. "Lactología Técnica". Editorial Acribia S.A. Zaragoza - España. P. 25 -27, 230 - 231
- Vidal - Cal J. " Ultrafiltracao de Soro Latico e Aproveitamento de Seus Componentes" .Revista ILCT
- Warner, J. 1980. "Principios de la Tecnología de Lácteos". Editorial Springer. P. 32
- Watts, B. Ylimaki, G. Jeffery, L. 1992. " Métodos Sensoriales Básicos para la evaluación de alimentos". Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo". Ottawa - Canadá. 545p.

FIGURA 1 AUMENTO DE ACIDEZ (% ac. láctico) DEL TRATAMIENTO MAS DEFICIENTE VS. TIEMPO

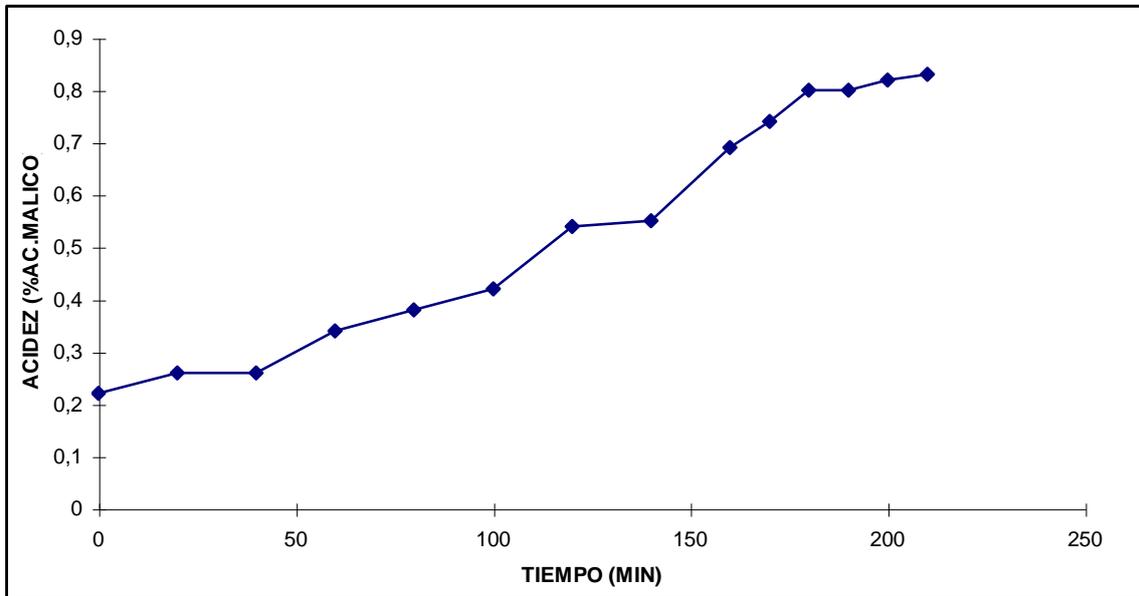


FIGURA 2 DESCENSO DEL pH DEL TRATAMIENTO MAS DEFICIENTE VS. TIEMPO

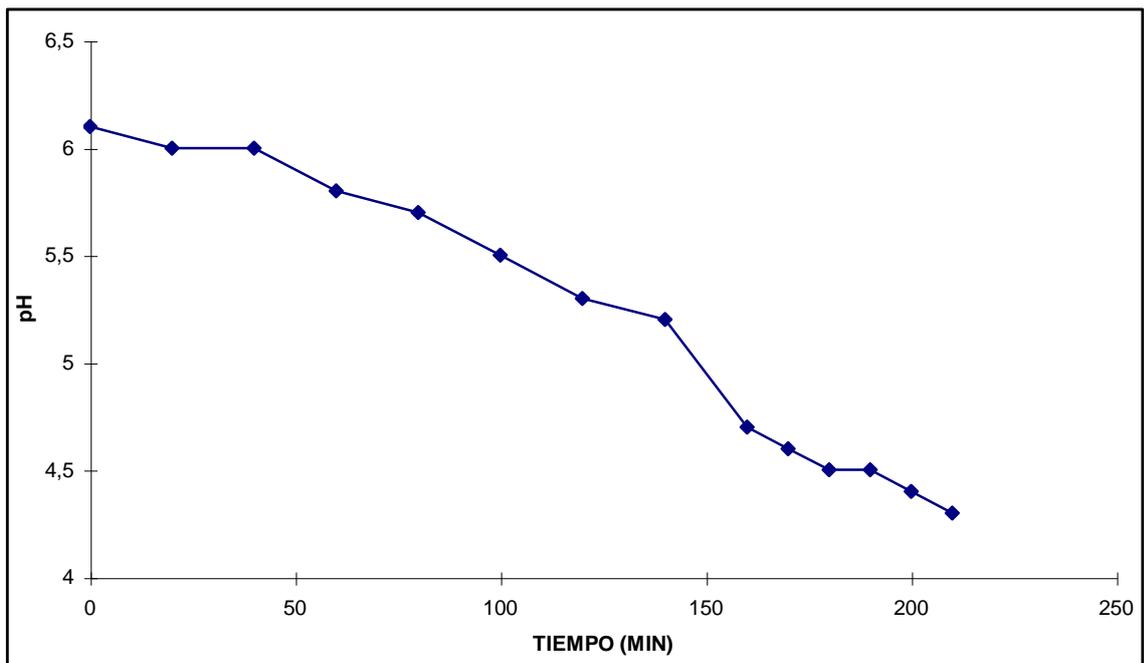


FIGURA 3 AUMENTO DE ACIDEZ (% ac. Láctico) DEL MEJOR TRATAMIENTO VS. TIEMPO

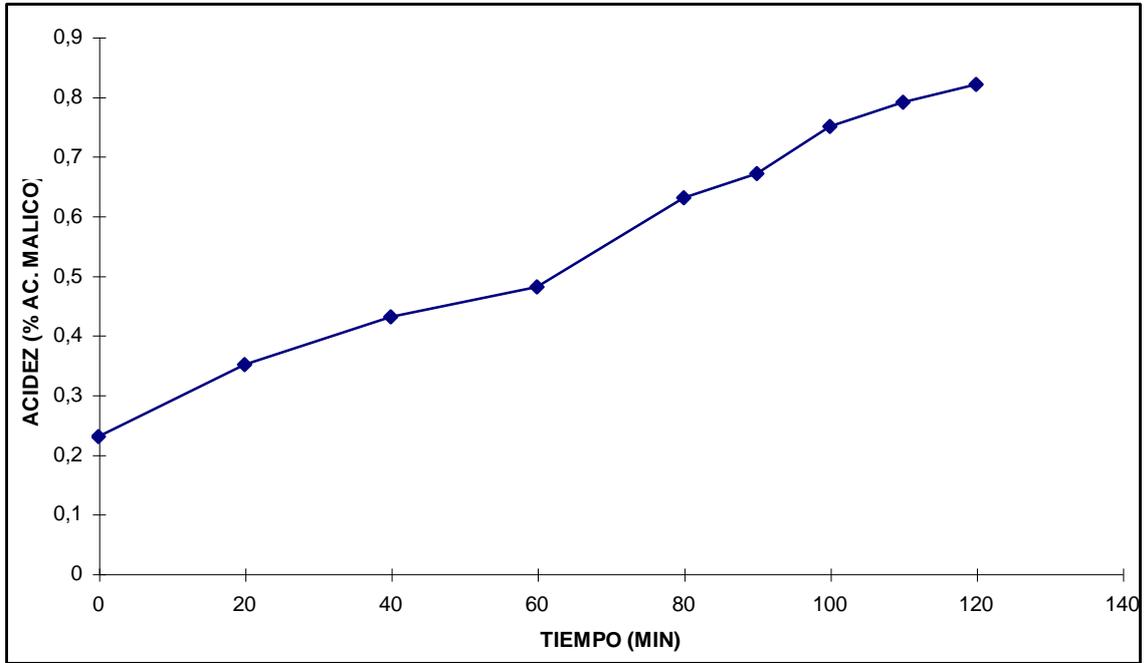
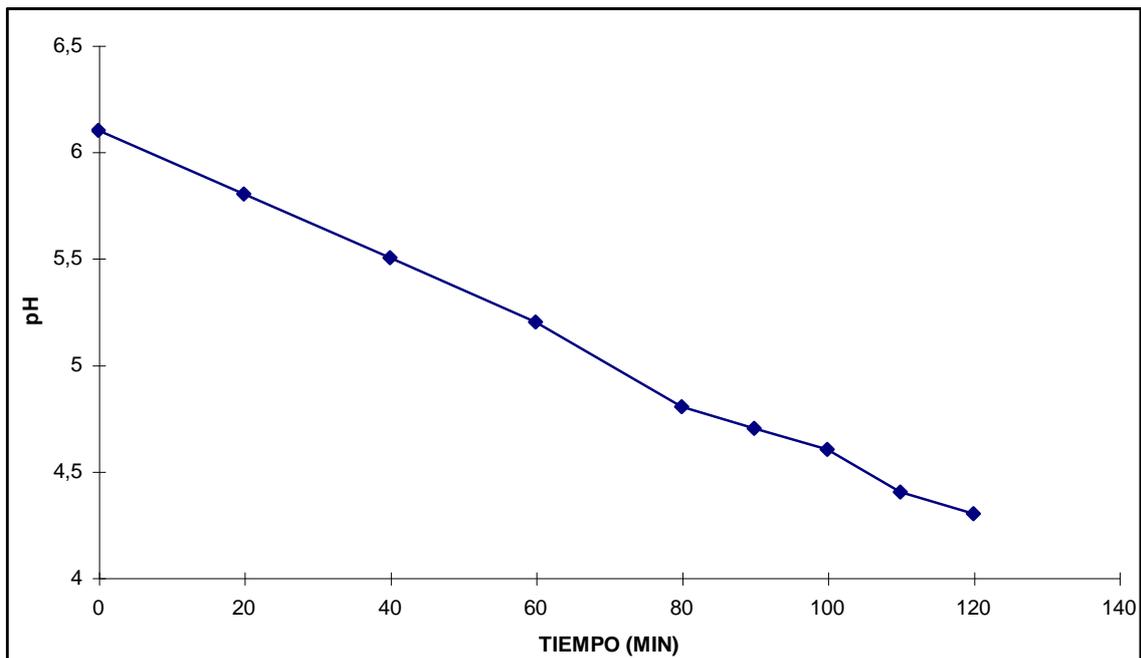


FIGURA 4 DESCENSO DEL PH DEL MEJOR TRATAMIENTO VS. TIEMPO



**ELABORACION DE MERMELADA DE MORA (*Rubus glaucus*)
UTILIZANDO MANZANA EMILIA (*Malus s.p.*), COMO FUENTE DE PECTINA**Manuel Chadán*
Oswaldo Larrea****RESUMEN**

La finalidad de este estudio es desarrollar una formulación de elaboración de mermelada de mora, determinando las proporciones óptimas de fruta, azúcar, y pectina, para lo cual se utilizó moras y manzanas adquiridas en el mercado mayorista de la ciudad de Ambato

Las respuestas experimentales evaluadas al final de los ensayos en la elaboración de mermelada de mora – manzana, fueron; Consistencia, pH, Acidez, Sólidos solubles, Azúcar invertido, Hongos, Levaduras, Aroma, Color, Sabor, y Aceptabilidad.

Desde el punto de vista económico, el tratamientos A1 B0 C0 (sustitución de pulpa de manzana 30 %, azúcar 70%, pectina 0 0), como el mejor, en base a las pruebas físicas, químicas y sensoriales.

Reportando balance de materiales y análisis económico, para la instalación de una pequeña industria.

INTRODUCCION

Al escudriñar profundamente la realidad nacional, se encuentran lacerantes problemas de tipo socio económico, que van sumiendo a la población en un hoyo abismal del que difícilmente se podrá salir.

Hoy, de cara al siglo XXI, Ecuador se ve en la necesidad de desarrollarse y competir, pero, ¿cómo, desarrollar?. El desarrollo ha tenido, tiene y tendrá su origen, en la investigación científica sistemática y aplicada a cada necesidad. Del mismo modo el competir tiene sentido, solamente cuando busca un saldo favorable y que esto conduzca al progreso.

De este modo la investigación conducirá al desarrollo, éste a la competencia de aquí un signo positivo y con ello el país podrá buscar vías de solución a sus principales problemas, como el nutricional que tiene relación con los Ingenieros en Alimentos.

Unicamente de esta manera, se justifica que el país se vea inmerso en proceso de ésta naturaleza, donde los profesionales de cada sector deben contribuir al desarrollo, es en éste sentido que el presente trabajo busca investigar, si la pulpa de la manzana emilia reemplaza a la pectina comercial, porcentaje de azúcar adecuado, mediante procedimiento físico químico determinar; grados brix, pH, temperatura de gelificación, textura, azúcar invertido, acidez titulable, microorganismos, y evaluación sensorial como; aroma, color, sabor, aceptabilidad.

Se pretende buscar opciones al uso de la pulpa de la manzana como del azúcar, cimentado en él conocimiento del comportamiento del producto que posteriormente buscaría competir en el mercado con ciertas ventajas competitivas como sabor, color, olores naturales. Las frutas constituye una de las principales fuente de vitaminas y minerales y además son un complemento nutricional de alto consumo en la población.

En la manzana emilia en estado madura reporta el mejor rendimiento, respecto a la materia prima (9.7% de pectina) (4).

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

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

Importancia de estudio

La serie de operaciones que interviene en un proceso ingeniería, deben darse bajo la premisa de conservar al máximo las características sensoriales del producto original, así como, causar el mínimo deterioro de las propiedades nutricionales y muchas veces terapéuticas de los alimentos.

Si bien es cierto que la tecnología de elaboración de mermeladas, es muy antigua y ha sido extensamente estudiadas en otros países, no es menos cierto que para la aplicación de esta tecnología, en la elaboración de mermelada es necesario utilizar pectina comercial.

Es necesario ensayar y seleccionar algunos parámetros de proceso donde podamos indicar requerimientos como; aumento de nutrientes naturales, porcentaje adecuado de pulpa de manzana donde podamos añadir la cantidad necesaria de pectina para tener una buena y textura, índice de madurez óptima de la mora para obtener un pH adecuada de la mermelada.

La mora tiene la ventaja de su color, que siendo rojo oscuro, que al mezclar con la manzana que es de color amarilla, se tiene una mermelada de color muy similar, a la mermelada de mora comercial, a cuya importancia se sumaría el valor económico de su comercialización (2).

La producción de mermelada de mora – manzana tiene perspectivas económicas muy interesantes por lo tanto que hace necesario desarrollar tecnológicamente los procesos de la elaboración, con lo que se obtendría ventajas como:

- Mayores fuentes de trabajo.
- Incentivo al sector agrícola, con la consiguiente especialización y mejoras en el fruto
- Sustitución de importaciones de productos derivados de la manzana
- Oferta de producto de alta calidad y alto contenido nutricional.
- Abastecimiento de producto derivado de mora - manzana durante todo el año.

Antecedentes

Este estudio tiene por objeto principal desarrollar una tecnología para elaborar mermelada de mora de Castilla (*Rubus glaucus*) con mezclas de manzana emilia (*Malus sp.*). Además se pretende obtener un producto altamente nutritivo siendo recomendada para los niños, mayores y por los enfermos.

La mora de castilla (*Rubus glaucus*) es muy apetecida tanto en el mercado Nacional e Internacional, rica en minerales y vitaminas, la mora tiene un gran futuro como producto de exportación en forma congelada y fresca (4).

Fructificación: Salazar (1982), con relación a la cosecha, expresa que la planta de mora produce aproximadamente de 6 a 8 meses, dependiendo del clima. La cosecha se la realiza semanalmente o dos veces por semana. Esta planta es un arbusto con tallos arqueado sarmentosos puede encontrarse en producción hasta los 20 – 25 años.

En la provincia de Tungurahua la producción de la mora representa aproximadamente el 60% de la producción Nacional. Sin embargo el estudio realizado por el proyecto “Pitalpro”, ha establecido que las pérdidas post – cosecha es muy alta, alcanzando hasta el 70 % del producto total.

La mora en su parte estructural no contiene pectina necesaria, por lo que es necesario añadir pectina comercial, para bajar costo de producción y aprovechar la materia prima de medio he visto conveniente utilizar pulpa de manzana como sustituto de la pectina comercial.

La manzana emilia (*Malus sp.*) es una variedad rica en sustancias pépticas y en acidez. En su valor alimenticio reside la facilidad que posee para transformarse en gelatinas, se encuentra en abundancia en el corazón del fruto, en las semillas y en la piel de aquí la necesidad de utilizar todo el fruto.

Desde el punto de vista de la tecnología alimentaria la propiedad más importante de las pectinas es su aptitud para formar geles que dependen esencialmente de dos factores, longitud de la molécula y su grado de metilación.(1).

MATERIALES Y METODO

Materia prima

Mora. En la elaboración de mermeladas se utilizó moras, entre maduras y pintonas, almacenadas hasta alcanzar la acidez adecuada

Manzanas. Se utilizó manzanas maduras.

La mora y la manzana se compró en el mercado mayorista y llevada a la Universidad Técnica de Ambato, en canasto y cajones de madera respectivamente

Tecnología de la elaboración de mermelada

Materiales y equipos

- Mora de castilla (*Rubus glaucus*)
- Manzana emilia (*Malus sp.*)
- Azúcar refinado
- Pectina
- Envases de vidrio de 250 ml con tapa de cierre sistema twist/off
- Olla de cocción con camisa de calentamiento a vapor, Hamilton Kettles, capacidad para 15 galones.
- Generador de vapor de agua, Kewanee Boiler Corporation, serie # 42097. capacidad 159 lbs. de vapor, 30 HP.
- Licuadora semi – industrial, de fabricación nacional
- Balanza Pelonze – Evanston, ILL, Capacidad de 60 lb.
- Juego de refractómetro manual ATAGO, American Optical T/C modelo 10430, escala 0 – 30, 45 – 80 °Brix
- Termómetro
- Penetrómetro Ridgelimeter Gelec – Toppa 120 Ecuador, 1/10 millimeter división K.I.C.
- pH – metro
- Balanza de 0.1 g. de precisión
- Recipientes de acero inoxidable, y otros utensilios
- Materiales de vidrio Pyrex (vasos de precipitación, Erlenmeyer, Probetas, Pipetas, etc.).

Diseño experimental

Hipotesis

¿Reemplazará la pulpa de manzana a la pectina comercial, en la elaboración de mermelada de mora?.

Factores en estudio

Para cumplir con lo planeado en el presente estudio, se aplicó un plan factorial $3 \times 2 \times 2$, con dos replicaciones, con un total de 24 tratamientos:

Los factores de estudio son los siguientes:

Factor A: Sustitución con jugo de manzana

Nivel A0 = 20 %

Nivel A1 = 30 %

Nivel A2 = 40 %

Factor B: Porcentaje de pectina

Nivel B0 = 0.3 %

Nivel B1 = 0.0 %

Factor C: Sustitución de azúcar en la mezcla

Nivel C0 = 70%

Nivel C1 = 80%

Respuesta experimental

Textura del gel

Mediante la utilización de un equipo denominado, penetrómetro Rigelimeter Gelec – Toppa 120 Ecuador 1/10 millimeter división K.I.C. Los valores de textura de mermelada de mora – manzana expresados en mm, determinados al final del almacenamiento, estos valores se encuentra en un rango de 52.0 a 95.4(Tabla A – 1).

Temperatura de gelificación

Los valores de temperatura de gelificación de mermelada de mora manzana, expresados en grados centígrados (Tabla A – 1), determinado en el momento de tener la mermelada a 68 °Brix, Estos valores se encuentran en un rango de 96.6 a 97.2.

Procedimiento

Recepción de Materia Prima. Se transportó en canastos y cajones hasta la Universidad Técnica de Ambato.

Selección. Tiene por objeto clasificar las frutas, según su grado de madurez. Para el procesamiento se utilizó frutas maduras y pintonas, se descartaron las frutas en mal estado, las moras pintonas se separaron de las maduras y luego se mezcló con 80 % de madura y 20 % de pintonas, las manzanas se utilizaron las maduras.

Lavado. Una vez retirada pedúnculo en la mora, pedúnculo y semillas en la manzana, las seleccionadas se colocaron en un tanque, se llevó a un tanque, donde se lavó con choros de agua una a una, luego se realizó enjuagues sucesivos para una limpieza total.

Pesado. Las frutas libre de impurezas indeseables fueron pesadas para determinar rendimiento.

Troceado de la manzana. Para obtener trozos en partes iguales, se cortó en cuatro partes.

Precocción. La manzana troceada, se colocó en una olla con camisa de vapor, añadiendo un volumen de agua adecuado, y se calentó por un tiempo de 10 a 20 minutos a 1.5 kg/cm².

Pulpatado. Es una etapa preliminar, separa semillas y fibras de la mora, y separar el material grueso, fibras, resto de cáscara de la manzana.

Regulación de pH. El pH de la mora se determinó previamente en el jugo(2,8) y la manzana (3,4) al realizar la mezcla en diferentes concentraciones con pulpa de manzana se obtuvo el pH 3.1 – 3.2.

Dosificación. En base al diseño experimental propuesto en el plan, se estableció las proporciones jugo de mora, pulpa de manzana, azúcar y pectina.

Las proporciones planteadas de mora – manzana; 80 – 20, 70 – 30 y 60 – 40

La mezcla de jugo de mora – manzana y azúcar; 30 – 70 y 20 - 80

La mezcla de jugo de mora – manzana y pectina; 100 – 0.0 y 99.7 – 0.3.

Según las características sensoriales de las frutas se puede tener una infinidad de relaciones con los dos ingredientes, llegando siempre a un porcentaje de sólidos solubles no menor de 67 % en el producto final. En el proceso no se añadió especias, colorantes ni conservantes.

Calentamiento. El jugo de mora se calentó a ebullición, en este momento se añadió el azúcar en un 50 %, del porcentaje propuesto, se llevó a ebullición hasta obtener una concentración de 55 °Brix, y luego se añade la pulpa de manzana, finalmente el resto de azúcar. Agitando continuamente se llevó nuevamente a vigorosa ebullición hasta llegar a una correcta concentración de sólidos solubles o sea 68.0 ° Brix. El control del punto final de la ebullición es sumamente importante para así evitar pérdidas y obtener un punto uniforme. Para el control exacto del punto final, es necesario hacer las lecturas tanto la temperatura como del contenido de sólidos solubles del lote en ebullición. El punto final de ebullición de un lote de estos productos con 68° Brix, es 5 ° C. más alto que el punto de ebullición del agua.

De la misma forma realizamos con pectina (0.3 %), la misma que es añadida junto con el azúcar en la última adición

Envasado. El producto fue envasado en frascos de vidrio de 250 ml. de capacidad. Los envases deben estar previamente esterilizados con la finalidad de evitar contaminaciones. El envasado en caliente (80 °C), evita el proceso de esterilización, ya que a altas temperaturas y altas concentraciones de sólidos se hace imposible la vida microbiana. Por tratarse de envases de vidrio con tapas twist/off se procedió a cerrar en forma manual.

Enfriado. Una vez envasado el producto se puede enfriar en forma lenta sobre una mesa de trabajo, hasta llegar a temperatura ambiente y ayudar a una gelificación adecuada.

Etiquetado. Los frascos fueron etiquetados manualmente, en la que se debe resaltar la fecha de elaboración, caducidad, número de registro sanitario los ingredientes que contiene.

Almacenado. Terminado el proceso y obtenido el producto, se procede al almacenamiento a temperatura ambiente, por un período de 40 días, realizando luego los análisis de laboratorio.

Análisis físico y químicos de la mermelada

Fundamento

Para el análisis estadístico de este estudio se plantea la hipótesis de no existencia de diferencias entre los tratamientos, de acuerdo a la siguiente:

$$H_0: T_1 = T_2 = \dots = T_{12}$$

Se rechaza la hipótesis planteada si el valor de F calculada como la razón de varianza entre y dentro de los tratamientos es mayor que el valor teórico determinado en tablas al nivel de significación de P(0.05).

En la (Tabla A - 1), se reporta los valores de textura, pH, acidez, ° Brix, azúcar invertido, temperatura de gelificación y microorganismos de mermelada de mora – manzana, determinados al final del almacenamiento.

Textura

Los valores de textura de mermelada de mora – manzana expresados en 1/10 mm. de penetración, determinados al final del almacenamiento, se encuentran en un rango de 52.0 a 95.4. (Tabla A – 1).

Los valores de textura en mermeladas de mora - manzana presenta dispersibilidad, que se afirma con el análisis de varianza, del que se determina, que existe diferencia significativa para los factores e interacciones dobles a P (0.05), con los valores promedios se aplican la prueba de TUKEY y se determina significancia para los factores y las interacciones, las medias más altas para pulpa de manzana 20% con 80.63, azúcar 70% con 79.03, pectina 0.0 con 78.91

pH

Los valores de pH de mermelada de mora – manzana, determinados al final del almacenamiento, se encuentran en un rango de 2.82. a 3.3 (Tabla A – 1).

Los valores de pH en mermeladas de mora - manzana presenta dispersibilidad, que se afirma con el análisis de varianza, del que se determina, que existe diferencia significativa para los factores e interacciones dobles a P (0.05), con los valores promedios se aplican la prueba de TUKEY y se determina significancia para los factores y las interacciones, la media más alta para pulpa de manzana 40% con 3.25.

Acidez

Los valores de acidez de mermelada de mora – manzana expresados como porcentaje a ácido cítrico, determinados al final del almacenamiento, se encuentran en un rango de 0.253 a 0.514. (Tabla A – 1).

Los valores de acidez en mermeladas de mora - manzana presentan dispersibilidad, que se afirma con el análisis de varianza, del que se determina, que existe diferencia significativa para los factores e interacciones dobles a P (0.05), con los valores promedios se aplican la prueba de TUKEY y se determina significancia para los factores y las interacciones, la media más alta para pulpa de manzana 20% con 0.48.

Grados brix

Los valores de sólidos solubles de mermelada de mora – manzana, expresados en porcentaje, determinados al final del almacenamiento, estos valores se encuentran en un rango de 67.6 a 68.8. (Tabla A – 1).

Los valores de sólidos solubles en mermeladas de mora - manzana no presenta dispersibilidad, que se afirma con el análisis de varianza, del que se determina, que no existe diferencia significativa para los factores e interacciones dobles a P (0.05).

Azúcar invertido

Los valores de azúcar invertido de mermelada de mora – manzana expresados en g/100 gr, determinados al final del almacenamiento, estos valores se encuentran en un rango de 23.1 a 35.6. (Tabla A – 1).

Los valores de azúcar invertido en mermeladas de mora - manzana presenta dispersibilidad, que se afirma con el análisis de varianza, del que se determina, que existe diferencia significativa para los factores e interacciones dobles a $P(0.05)$, con los valores promedios se aplican la prueba de TUKEY y se determina significancia para los factores y las interacciones, las medias más altas para pulpa manzana 20% con 30.58, azúcar 70 con 30.41, pectina 0.3 con 28.99.

Temperatura de gelificación

Los valores de temperatura de gelificación de mermelada de mora – manzana, expresados en grados centígrados, determinado en el momento de tener la mermelada a 68 °Brix, estos valores se encuentran en un rango de 96.6 a 97.2. (Tabla A – 1).

Los valores de temperatura de gelificación en mermeladas de mora - manzana no presenta dispersibilidad, que se afirma con el análisis de varianza, del que se determina, que no existe diferencia significativa para los factores e interacciones dobles a $P(0.05)$, con los valores promedios se aplican la prueba de TUKEY y se determina significancia para los factores y las interacciones, la media más alta para azúcar 70 con 97.10.

Microorganismos

La determinación de hongos y levaduras es fundamental para conocer la calidad microbiológica de las mermeladas, en todos tratamientos no se detectó la presencia de dichos microorganismos. Lo que significa que la formulación, el proceso tecnológico, el tipo de envase y las condiciones de almacenamiento fueron las adecuadas (Tabla A – 1).

Análisis sensoriales

Se reporta los datos numéricos de los análisis sensoriales: aroma, color, sabor, aceptabilidad, en las mermeladas de mora – manzana (Tabla A – 2), (Tabla A – 3), (Tabla A – 4), (Tabla A – 5), respectivamente.

Aroma

En el análisis de varianza para el caso de la variable aroma, según el cual no existe diferencia estadísticas entre los tratamientos. El promedio para esta variable es de 3.77 en el caso del tratamiento A1BOC0, es decir que los catadores consideran que la mermelada de mora – manzana (los dos tratamientos evaluados) tiene un aroma “normal característico”.

El aroma de mermelada de mora – manzana, objeto de estudio, aporta positivamente a la aceptación del producto

Color

Para el caso de la variable color, el análisis de varianza según este, determina que no hay diferencia significativa estadística para los tratamientos con un nivel de $P(0.05)$.

La calificación promedio para los tratamientos en estudio es de 3.70, es decir que la mermelada de mora manzana es de color “brillante”, aunque no es índice de calidad, si representa un parámetro importante en la aceptación del producto.

Sabor

En el análisis de varianza para el caso de la variable sabor, determina que no existe diferencia estadísticas entre los tratamientos. El promedio para esta variable es de 3.75 en el caso del tratamiento A1BOC0, es decir que los catadores consideran que la mermelada de mora – manzana (los dos tratamientos evaluados), tiene un sabor “muy bueno”.

El sabor de mermelada de mora – manzana, objeto de estudio, aporta positivamente a la aceptación del producto

Aceptabilidad

Para el caso de la variable aceptabilidad, se determina según el análisis de varianza, que no hay diferencia significativa estadística para los tratamientos con un nivel de $P(0.05)$.

La calificación promedio para los tratamientos en estudio es de 3.75, es decir que la mermelada de mora - manzana “gustó mucho”, se puede considerar al producto como de alta aceptación entre los consumidores.

EVALUACION ECONOMICA DE LA MEJOR ALTERNATIVA TECNOLOGICA

Condiciones escogidas

De los tratamientos aplicados al proceso de elaboración de mermelada mora – manzana, se escogió el que presentó mejores características físico, químico y sensoriales.

Este tratamiento fue el A1 B0 C0 cuya formulación es mora – manzana – azúcar.

Capacidad a instalarse

Se estima que la capacidad de producción para la pequeña planta será alrededor de 226.8 Kg de mora y 94.5 Kg. de manzana a procesarse por día, trabajando 8 horas diarias y 240 días al año, se tendrá una producción de 371.420 Kg de mermeladas mora – manzana, que equivale a 210000 envases de 250 ml., a un costo de venta al público de 8250 sucres.

Costo totales

Para producir la capacidad estimada, se necesita un capital de operación de S/. 153575293. Del análisis económico se determinó que sería necesario una inversión total de S/. 443955818, y según estado de pérdidas y ganancias se reportó un valor de S/.519661475, de utilidad neta en ventas, descontando a este valor gastos de venta, gasto de administrativos y financieros se tiene una utilidad real de S/. 239517329, estimando una rentabilidad de 53.95 %.

Además se indica que para instalar la pequeña industria la sociedad aporta con el 40% de la inversión total, el 60% restante se financiará a través del Banco de Fomento con un interés de 48 % anual a un plazo de 10 años.

Balance de materiales para mermelada de mora – manzana

El balance de material para elaborar mermelada de mora - manzana se puede observar en él (Diagrama 1).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

La importancia de analizar la posibilidad de aplicar la tecnología adecuada para la industrialización de la mora y de la manzana, que influye directamente sobre la agroindustria, y por ende en el sector agropecuario, pues aumentando la demanda de un producto, se incentiva a mejorar la productividad del mismo y por consiguiente la economía del agricultor.

La selección de la fruta es necesario tener en cuenta aspectos como: estado de madurez, color, textura, acidez adecuada de la mora, ya que una buena materia prima dará un producto terminado de buena calidad.

Del análisis físico – químicos de la materia prima, se deduce que el porcentaje de pulpa de mora se obtiene 83.33 % y en la manzana se obtiene un 95%.

Del procesamiento de mermelada mora - manzana se estableció que el tratamiento A1B0C0 tiene los valores más altos de los análisis sensoriales y por lo tanto las proporciones óptimas para la elaboración de mermelada mora – manzana es 70% de mora, 30 % de manzana, 70 % de azúcar, y 0.0 de pectina.

Del análisis físico – químicos (pH, acidez, sólidos solubles, azúcar invertido, y temperatura gelificación), y sensorial se deduce que el tratamiento A1B0C0 tiene valores dentro del rango permitidos .

Del análisis microbiológico se establece la ausencia de microorganismos en la mermelada(hongos y levaduras), concluyéndose que el proceso se ha realizado correctamente.

- Realizando un balance de materiales, se determinó un rendimiento de 68.50 % respecto a la materia prima.

- Se ha estimado la posible instalación de una pequeña planta industrial de mermeladas de mora - manzana, determinando una rentabilidad de 53.95%.

La hipótesis planteada de no existencia de diferencia significativa entre los tratamientos, se deduce que en la mayoría de los análisis propuesto se acepta por que el valor de F calculado es menor que el valor teórico determinado en tablas al nivel de significación de P(0.05).

RECOMENDACIONES

En el procesamiento de mermeladas de mora –manzana se recomienda tener al jugo de mora con un pH de 2.8, y a la pulpa de manzana con un pH 3.4, para obtener mermeladas con un pH óptimo.

Al tomar la muestra para la lectura refractométrica se recomienda enfriar hasta temperatura ambiente antes de realizar la medición. Esto asegura una medida correcta y evitar que se dañe el prisma del refractómetro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAVERMAN, J. “Introducción a la Bioquímica de los Alimentos”. Editorial. Omega, Tercera edición, Barcelona, 1980. pp. 111 –115.

EDMONA, J. B. “Principio de Horticultura”. Editorial Continental, México, 1984, pp. 499 – 5000.

MAZAQUIZA C. / Titulo de Ingeniero en Alimentos./ Universidad Técnica de Ambato, 1992. pp. 35 - 64.

POVEDA V. / Titulo de Ingeniero en Alimentos./ Universidad Técnica de Ambato, 1981. p. 157.

RAUCH, G. “Fabricación de Mermeladas”. Editorial Acribia, Zaragoza, 1978. pp. 20 – 99.

RODRIGUEZ D. / Titulo de Ingeniero en Alimentos./ Universidad Técnica de Ambato, 1990. pp. 36 - 58.

TABLA A - 1: VALORES DE TEXTURA, pH, ACIDEZ, °BRIX, AZUCAR INVERTIDO, TEMPERATURA DE GELIDIFICACION Y MICROORGANISMOS

TRATAMIENTO	TEXTURA		pH		ACIDEZ		°BRIX		AZUCAR INVERTIDO		TEMPERATURA DE GELIDIFICACION (°c)		MICROORGANISMO	
	(mm. pent.)				(%)		(%)		(g/100g)				(ufc/ml.)	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
A0B0C0	90,8	95,4	2,8	3,0	0,514	0,462	68,0	67,8	35,6	30,0	96,8	96,6	0	0
A0B0C1	84,0	89,5	2,9	3,1	0,482	0,445	68,2	68,2	35,6	34,2	96,6	96,8	0	0
A0B1C0	78,8	68,9	3,0	3,0	0,476	0,495	67,6	67,6	27,1	27,4	97,0	97,2	0	0
A0B1C1	65,2	72,4	3,1	2,9	0,495	0,466	68,0	68,0	27,5	27,2	97,0	97,0	0	0
A1B0C0	85,5	84,8	3,1	3,1	0,399	0,390	68,0	68,0	26,7	25,4	96,6	96,8	0	0
A1B0C1	70,5	74,4	3,2	3,3	0,407	0,389	68,4	68,4	27,5	27,2	96,6	96,6	0	0
A1B1C0	75,2	70,9	3,3	3,2	0,370	0,353	67,8	67,8	27,0	27,1	97,0	97,0	0	0
A1B1C1	58,4	64,5	3,3	3,3	0,380	0,370	68,4	68,5	28,5	29,5	97,0	97,2	0	0
A2B0C0	80,0	74,2	3,2	3,2	0,303	0,276	68,0	68,4	32,5	22,1	96,8	96,8	0	0
A2B0C1	60,0	59,2	3,3	3,2	0,253	0,284	68,4	68,0	28,1	30,5	96,6	96,8	0	0
A2B1C0	69,4	73,0	3,3	3,3	0,274	0,265	68,4	67,6	23,1	23,1	97,2	97,0	0	0
A2B1C1	52,0	56,3	3,2	3,3	0,270	0,253	68,8	68,2	26,9	27,5	97,2	97,2	0	0

TABLA A - 2: RESULTADOS DE LAS PRUEBAS SENSORIALES ATRIBUTO
AROMA DE MERMELADA MORA - MANZANA

CATADORES										
TRATAMIENTO	1		2		3		4		5	
	R1	R2								
A0B0C0	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3
A0B0C1	3	4	4	3	4	4	3	4	3	3
A0B1C0	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3
A0B1C1	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4
A1B0C0	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3
A1B0C1	4	3	4	4	3	4	4	3	4	3
A1B1C0	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3
A1B1C1	3	4	4	4	3	2	4	4	4	3
A2B0C0	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3
A2B0C1	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3
A2B1C0	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3
A2B1C1	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3

TABLA A - 3: RESULTADOS DE LAS PRUEBAS SENSORIALES ATRIBUTO,
COLOR DE MERMELADA DE MORA - MANZANA

CATADORES										
TRATAMIENTO	1		2		3		4		5	
	R1	R2								
A0B0C0	5	4	3	3	4	5	4	3	4	4
A0B0C1	4	3	4	5	4	5	4	3	4	5
A0B1C0	4	4	3	4	5	3	4	5	4	3
A0B1C1	5	4	3	4	3	4	3	5	4	4
A1B0C0	3	4	3	3	2	4	3	4	3	3
A1B0C1	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3
A1B1C0	4	3	4	3	3	4	3	3	3	4
A1B1C1	3	4	3	4	3	3	4	3	3	4
A2B0C0	3	3	2	5	2	3	3	3	2	3
A2B0C1	2	2	4	3	3	2	4	4	3	2
A2B1C0	3	2	3	2	2	3	4	3	2	3
A2B1C1	2	4	3	2	1	4	3	2	3	3

TABLA A - 4: RESULTADOS DE LAS PRUEBAS SENSORIALES ATRIBUTO,
SABOR DE MERMELADA DE MORA - MANZANA

CATADORES										
TRATAMIENTO	1		2		3		4		5	
	R1	R2								
A0B0C0	3	5	4	3	3	4	5	3	4	3
A0B0C1	5	3	4	3	3	3	3	5	3	4
A0B1C0	5	4	4	4	3	4	5	3	4	3
A0B1C1	4	5	3	4	4	3	3	4	5	3
A1B0C0	4	5	2	3	3	3	3	4	3	3
A1B0C1	5	3	4	3	2	4	3	4	3	3
A1B1C0	3	4	3	3	4	3	4	3	3	3
A1B1C1	3	4	3	3	4	3	4	4	3	4
A2B0C0	3	2	2	3	2	2	3	2	3	4
A2B0C1	2	3	2	3	3	4	3	4	2	1
A2B1C0	3	1	3	2	3	3	3	2	3	2
A2B1C1	3	2	3	2	4	2	3	2	4	2

TABLA A - 5: RESULTADOS DE LAS PRUEBAS SENSORIALES ATRIBUTO,
ACEPTABILIDAD DE MERMELADA DE MORA - MANZANA

CATADORES										
TRATAMIENTO	1		2		3		4		5	
	R1	R2								
A0B0C0	5	4	3	3	3	5	4	3	4	3
A0B0C1	4	5	3	4	3	3	4	4	5	4
A0B1C0	4	3	4	3	5	3	4	4	3	3
A0B1C1	5	4	3	4	4	3	4	5	3	3
A1B0C0	3	3	4	3	4	3	3	4	3	4
A1B0C1	3	5	4	3	3	4	4	3	3	4
A1B1C0	4	3	3	3	4	3	4	5	3	3
A1B1C1	4	3	3	3	4	3	4	3	5	2
A2B0C0	3	5	3	3	3	5	3	3	2	4
A2B0C1	2	4	3	4	3	2	4	3	5	2
A2B1C0	4	4	3	2	3	5	3	4	3	2
A2B1C1	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3

CONTENIDO

Sustitución parcial de carne de bovino con carne de trucha arco iris (<i>salmo gairdneri</i>) en la elaboración de salchichas tipo Frankfurt. Sebastián Acurio, Nancy Arévalo, Danilo Morales.....	1
Efecto de los estabilizantes en la elaboración de leche chocolatada. Marco Sánchez F, Cesar German T.....	16
Obtención de polvo soluble, a partir de cacao fermentado y seco, variedad arriba. Fabiola J. Jácome A., Silvia S. Paredes C, Juan Alvarado.....	28
Almacenamiento refrigerado de cuartos de canal posterior de pollo, empleando revestimientos con películas comestibles. David Recalde, Nancy Pacheco, Mario Manjarrez.....	40
Obtención de ácido cítrico a partir del concentrado de remolacha (beta vulgaris), utilizando aspergillus niger (proceso superficial) Javier Buenaño, Medardo Garcés, Mario Paredes.....	53
Elaboración de yogurt con lactosa hidrolizada utilizando la enzima β -galactosidasa Richard Mera, Alberto Meneses, Gladys Navas.....	64
Producción de una bebida fermentada utilizando suero lácteo desmineralizado. Carlos Ayala, Diego Vásquez, Mario Paredes.....	80
Elaboración de mermelada de mora (<i>Rubus glaucus</i>) utilizando manzana Emilia (Matas sep), como fuente de pectina. Manuel Chalán, Oswaldo Larrea.....	89