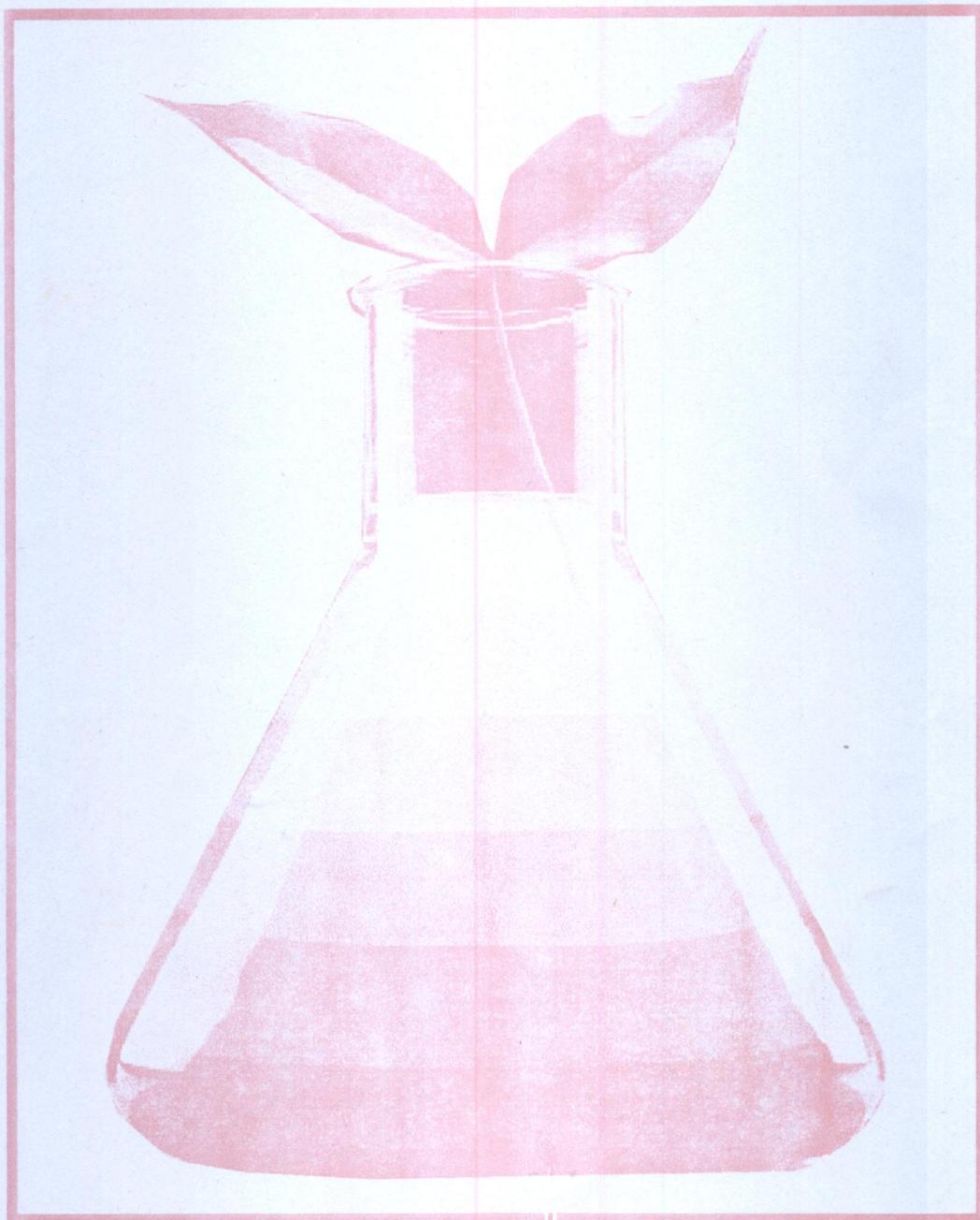


ALIMENTOS

CIENCIA E INGENIERIA



Nº 7 (1)
Febrero de 1999

Para muchos procesadores, comercializadores, proveedores, profesionales y consumidores de la industria de alimentos, los términos xenobiótico, nutraceutico y transgenético son muy novedosos, pero a la vez confusos. Esta confusión se puede absolver si nos remontamos al año 1985 en el que la medicina, utiliza el término xenobiótico para denominar a las alteraciones orgánicas causadas al ser humano por el consumo de alimentos contaminados por productos químicos tóxicos y que hoy incluyen también aquellas alteraciones que tienen su raíz en otros tipos de contaminaciones tóxicas, incluso las de origen bacteriano o fúngico.

En efecto gran parte de la dieta de nuestra población, en las ciudades y en el campo está compuesta de alimentos procesados, Alimentos que han sufrido unas veces intencionalmente la inclusión de aditivos (sustancias no nutritivas), con propósitos de mejorar su calidad y frescura, sabor o presentación. Y otras veces de contaminantes que son sustancias que se presentan en los alimentos en forma accidental, tal el caso de los pesticidas, drogas veterinarias, compuestos propios de los envases, contaminantes del medio. Entonces, la xenobiosis adquiere cada vez mayor dimensión, si consideramos que desde hace muchos años estamos consumiendo alimentos y bebidas contaminadas y no existe control alguno que evite los errores y excesos en el manejo de aditivos que utiliza la industria alimenticia peor aún no se estudian los niveles de contaminación con plaguicidas en los alimentos que consumimos los ecuatorianos.

La evolución de los patrones de consumo alimentario, se resumen en los nuevos deseos de los consumidores que demandan productos nutritivos, saludables, productos que contribuyan a la salud y a curar y productos de fácil preparación. Dentro de este esquema, los productos nutraceutico o funcionales, son aquellos que, además de alimentar pueden ayudar a prevenir las enfermedades y mantener la buena salud de los consumidores. La respuesta de los procesadores en este nuevo mercado de alimentos que tienen efecto sobre la salud, ha permitido introducir en sus productos elementos llamados aditivos funcionales que mejoran sus cualidades, especialmente en tres principales mercados como son los de bebidas, lácteos y de panificación. Así por ejemplo, la presencia en el yogur de la bacteria bifido tiene un efecto positivo en la prevención del estreñimiento, la estimulación de las funciones inmunológicas y la descomposición de los agentes carcinógenos; el ácido fólico está produciendo un impacto en la industria de panificación puede reducir defectos en el conducto neural que rodea a la columna vertebral; en las bebidas sin alcohol y jugos se incluyen elementos de botánica tales como aloe-vera, ginkgo o ginseng, que permiten combatir el estrés mental y físico, etc.

El marco legal para estos alimentos no está todavía bien definido en Estados Unidos de América y Europa, en Japón ya existe un primer marco legal para productos nutraceuticos en la categoría FOSHU para alimentos funcionales.

En esta época en que los alimentos biológicos están en auge, el desarrollo de la agricultura intensiva esta eliminado la posibilidad fundamental de elección sobre los alimentos que tomamos, circunstancia que plantea enormes preocupaciones sobre el futuro de nuestra alimentación y de nuestro medio ambiente. La diferencia fundamental entre una planta cultivada de forma tradicional y una modificada genéticamente es que el material genético de una especie de planta, bacteria, virus, animal o pez es literalmente insertada en otra especie con la cual nunca podría cruzarse en forma natural. No conocemos las consecuencias a largo plazo sobre la salud y el medio ambiente que provocaría la liberación de plantas modificadas genéticamente y del consumo de alimentos transgenéticos procesados obtenidos a partir de ellas tal el caso de papas fritas elaboradas a partir de papas con mayor nivel de almidón, la prolongación de la vida útil de vegetales como el tomate o la reducción de las propiedades alérgicas de la soya.

Aunque se manifiesta que las técnicas de modificación genética ayudarán a "alimentar al mundo" pueden haber medios mejores para alcanzar dichos fines; sin embargo se recomienda que haya una separación efectiva de los productos que contengan componentes modificados genéticamente, respaldada por un etiquetado completo a lo largo de toda la cadena alimentaria.

Para concluir se debe manifestar que los alimentos nutraceuticos de hoy, se pueden considerar como los precursores de lo que serán los alimentos del siglo XXI. De hecho se percibe una nueva tendencia que busca dividir las materias primas en compuestos sencillos o factores unitarios. Ya se están creando alimentos "de laboratorio" obtenidos por recombinación procesada de estos elementos unitarios. Frente a esta nueva tendencia los países de América Latina y el Caribe tienen una gran oportunidad para desarrollar estrategias que les permitan identificar productos promisorios cuyo desarrollo y comercialización genere grandes beneficios.

(1318)

EDITORIAL

CONTENIDO

Determinación de difusividad térmica en pulpa de frutas ecuatorianas. A. Canchiña, J. Alvarado	1
Hidrólisis ácida del almidón de maíz. J. Rosero, M. Valle, C. Vásconez	13
Manual de control de calidad de queso fresco "Miraflores". Pasantía industrial realizada en la S. I. HERTOBI C.A. G. Lescano, C. Urrutia, D. Morales	25
Uso de parámetros reológicos como índices de control en la elaboración de leche acidófila. L. Ortiz, L. Gutiérrez, J. Alvarado	51
Proyecto de factibilidad para la instalación de una planta extractora de Rojo Carmin a partir de la Cochinilla (<i>Dactylopius coccus costa</i>) C. Ortega, L. Anda	69
Aprovechamiento del banano (<i>Musa cavendishii</i>) y orito (<i>Musa auriens</i>) en el procesamiento de pulpa estabilizada por métodos combinados. E. Aucapiña, W. Pilco, C. Vásconez	82
Tiempos de vida útil en trucha "Arco Iris" (<i>Salmo gairdneri</i>) mediante congelación. E. Aguaguña, P. Escobar, D. Morales	93

DETERMINACION DE DIFUSIVIDAD TERMICA EN PULPA DE FRUTAS ECUATORIANAS

Angel Canchiña^{*}
Juan Alvarado^{**}

RESUMEN

Con la finalidad de recopilar datos técnicos, se determinó la difusividad térmica en pulpa de treinta frutas adquiridas en su madurez comercial. La difusividad térmica se determinó haciendo uso de las expresiones desarrolladas por Ball y Olson (1.957)¹⁹, tanto para cilindro finito como para cilindro infinito, expresiones válidas para un elevado coeficiente de transferencia de calor entre el medio de calentamiento y el envase. La difusividad térmica determinada bajo éstas condiciones requiere de menos de dos horas. En base a los valores de difusividad calculados se determina matemáticamente haciendo uso de la ecuación (1), donde α , δ , son valores experimentales, mientras que C_p son valores reportados por Moreno (1.981)¹⁶. Los valores determinados tanto de difusividad y conductividad térmica se compara con los valores encontrados en bibliografía o calculados según ecuaciones propuestas por varios autores.

INTRODUCCION

Dentro de los parámetros termofísicos se encuentra la difusividad térmica de un alimento, definido como la razón entre tres propiedades diferentes expresada de la siguiente manera:

$$\alpha = \frac{k}{C_p * \delta} \quad (1)$$

Este parámetro termofísico, es requerido para numerosos cálculos relacionados de manera especial con procesos en los que ocurre transferencia de calor variable con el tiempo.

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

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

Dado que la difusividad varía de un alimento a otro y en caso particular de las frutas, de una variedad a otra; se hace necesario su determinación experimental.

Existen varias publicaciones que reportan métodos diversos para la estimación de difusividad térmica, unos hacen uso de la estimación de mínimos cuadrados, o mediante el empleo de cartas de tiempo - temperatura, o se apoyan en curvas de penetración de calor o el empleo de soluciones analíticas, de entre estos se citará: J.I.Uno y K.L.Hayakawa (1.980)¹⁴, presenta una solución analítica para transferencia de calor por conducción en cilindro finito, para esto asume una aproximación del primer término de la ecuación general de conducción de calor, emplea datos de penetración de calor por conducción y recurre a parámetros empíricos como J y f; reporta difusividad térmica para pulpa de manzana. S.R. Bhowmik y K.I. Hayakawa (1.979)¹⁰, usaron una solución analítica para conducción de calor en un cilindro finito, determina los parámetros f y número de Biot, haciendo uso de datos de penetración de calor experimental, reporta valores de difusividad térmica para pulpa de tomate cerezo y pulpa de manzana. F. Albin, K.B.Narayana, S.S. Murthy (1.979)¹¹, utiliza curvas de historia tiempo - temperatura para ser aplicado en productos alimenticios congelados. R.Dickerson (1.965)², diseñó un aparato que permite la determinación rápida de difusividad térmica en alimentos, aparato y método diseñado para condiciones de transferencia de calor en estado variable, en el que la temperatura de la muestra se incrementa linealmente con respecto al tiempo, así minimiza la dificultad de satisfacer las condiciones de borde.

De igual manera se han publicado algunos modelos empíricos para la predicción de difusividad térmica en alimentos. Riedel (1.969)⁹, desarrolló una ecuación para el cálculo de la difusividad térmica en alimentos, como una función del contenido de humedad del alimento expresado como fracción unitaria.

$$\alpha = 0.088 * 10^{-6} + (\alpha_w - 0.088 * 10^{-6}) * X_w \quad (2)$$

Martens¹⁸ realizó un análisis de regresión múltiple sobre 246 valores de difusividad térmica publicados para una variedad de productos alimenticios y obtuvo la siguiente ecuación:

$$\alpha = [0.05736 * X_w + 0.000288(T + 273)] * 10^{-6} \quad (3)$$

Choi y Okos (1.986)²³, desarrollaron ecuaciones generales para predecir las propiedades térmicas de productos alimenticios basados en las fracciones en peso y en las propiedades térmicas de los componentes puros predominantes en su composición, indican que éste modelo es aplicable para determinar difusividad térmica en el rango de - 40°C. a 150°C.

$$\alpha = \sum \alpha_a * X_{iv} \quad (4)$$

La fracción en volumen correspondiente a cada componente puro X_{iv} puede ser determinado de la fracción másica X_i y densidad por:

$$X^v_i = X^w_i / \delta_i / \sum X^w_i / \delta_i \quad (5)$$

Los valores de difusividad térmica de los componentes predominantes puros, agua, carbohidratos, fibra, grasa, proteína y cenizas pueden ser calculados por:

$$\text{agua } \alpha_w = (1,3168 \cdot 10^{-1} + 6,2477 \cdot 10^{-4} \cdot T - 2,4022 \cdot 10^{-6} \cdot T^5) \cdot 10^{-6} \quad (6)$$

$$\text{carbohidratos } \alpha_c = (8,0842 \cdot 10^{-5} + 5,3052 \cdot 10^{-4} \cdot T - 2,3218 \cdot 10^{-6} \cdot T^5) \cdot 10^{-6} \quad (7)$$

$$\text{fibra } \alpha_f = (7,3976 \cdot 10^{-5} + 5,1902 \cdot 10^{-4} \cdot T - 2,2202 \cdot 10^{-6} \cdot T^5) \cdot 10^{-6} \quad (8)$$

$$\text{grasa } \alpha_g = (9,877 \cdot 10^{-2} - 1,2569 \cdot 10^{-4} \cdot T - 3,8286 \cdot 10^{-8} \cdot T^5) \cdot 10^{-6} \quad (9)$$

$$\text{proteína } \alpha_p = (6,8714 \cdot 10^{-2} - 4,7578 \cdot 10^{-4} \cdot T - 1,4646 \cdot 10^{-6} \cdot T^2) \cdot 10^{-6} \quad (10)$$

$$\text{cenizas } \alpha_z = (1,2461 \cdot 10^{-1} + 3,7321 \cdot 10^{-4} \cdot T - 1,2244 \cdot 10^{-6} \cdot T^5) \cdot 10^{-6} \quad (11)$$

De la misma manera para la conductividad térmica se han publicado métodos, ecuaciones y se han reportado recopilación de datos de esta propiedad como es la de E.E.Woodame y J.E.Nowrey (1.968)³, S.L.Polley, O.P.Snyder y P.Kotnoour (1.980)¹³.

Estudios específicos realizados en frutas, permitieron establecer modelos como el de Sweat (1.974)⁵, para productos con contenido de agua superior al 60%.

$$k = 0,148 + 0,00493 W_w \quad (12)$$

También con respecto a frutas, Miles (1.983)¹⁸, indica que según varios autores existe una relación lineal entre la conductividad térmica de productos alimenticios acuosos sin congelar y su contenido de agua; recopila y reporta ecuaciones de Comi y colaboradores y Bowman, obtenidas en base a datos de diferentes alimentos que incluye frutas.

$$k = 0,26 + 0,33 \cdot X_w \quad (13)$$

$$k = 0,26 + 0,567 \cdot X_w \quad (14)$$

Riedel (1.949)⁹, propuso la siguiente ecuación, únicamente para jugos y soluciones azucaradas con un contenido de sólidos superior al 60%,

$$k = (326,575 + 1,0412 \cdot T - 0,0033 \cdot T^2)(0,796 + 0,00934 \cdot W) \cdot 10^3 \quad (15)$$

Choi y Okos (1.986)²³, propusieron un modelo basado en la fracción en peso de sus componentes puros que conforman el producto alimenticio para rangos de temperatura entre -40°C. a 150°C.

$$k = \sum k_i \cdot X_{iv} \quad (16)$$

Y las ecuaciones para los componentes puros son:

$$\text{agua } k_w = 5,7109 \cdot 10^{-1} + 1,7625 \cdot 10^{-3} \cdot T - 6,7036 \cdot 10^{-6} \cdot T^5 \quad (17)$$

$$\text{proteína } k_p = 1,7881 \cdot 10^{-1} + 1,1958 \cdot 10^{-3} \cdot T - 2,7178 \cdot 10^{-6} \cdot T^5 \quad (18)$$

$$\text{grasa } k_g = 1,8071 \cdot 10^{-1} - 2,7604 \cdot 10^{-3} \cdot T - 1,7749 \cdot 10^{-7} \cdot T^5 \quad (19)$$

$$\text{carbohidratos } k_c = 2,0141 \cdot 10^{-1} + 1,3874 \cdot 10^{-3} \cdot T - 4,3312 \cdot 10^{-6} \cdot T^5 \quad (20)$$

$$\text{fibra } k_f = 1,83331 \cdot 10^{-1} + 1,2497 \cdot 10^{-3} \cdot T - 3,1683 \cdot 10^{-6} \cdot T^5 \quad (21)$$

$$\text{cenizas } k_z = 3,2962 \cdot 10^{-1} + 1,4011 \cdot 10^{-3} \cdot T - 2,9069 \cdot 10^{-6} \cdot T^5 \quad (22)$$

La conductividad térmica de jugo de frutas y vegetales puede ser estimado por una ecuación basada en el contenido de sólidos, temperatura y densidad, propuesta por Kalarov y Gromov (1.973)⁹, llamada ecuación universal, válida para rangos de 4% al 60% de sólidos y de 30°C. a 80°C. de temperatura,

$$k = \frac{[(5.75 - 0.0488) * 10^{-4}]}{1.11 - 0.0036 * T} (993 + 5 * S - 0.57 * T) \quad (23)$$

MATERIALES Y METODOS

Se trabajó con pulpa de treinta frutas adquiridas en dos fechas diferentes en los mercados de la ciudad de Ambato, libres de daños físicos, maduros, aptos para el consumo humano o uso industrial. Las frutas fueron lavadas, cortadas, peladas descorazonadas según el caso; la obtención de la pulpa se realizó previa trituración en molino manual de discos y tamizado en cedazo de cerda tejido con 18 hilos por pulgada o en equipo pulpatador Langsenkemp con tamiz 0,027 mm. de poro para el caso de uva, claudia. Inmediatamente se determinó la humedad por duplicado en estufa a 105°C., por dos horas o más hasta registro de peso constante; en la Tabla 1 se reportan las frutas consideradas con su nombre botánico y humedad.

Las determinaciones de la difusividad térmica efectiva se realizaron en baño termostático Julabo-EM con agitación del agua y precisión de 0,3°C.. Los cambios de temperatura se registraron con un equipo Ellab de sensibilidad ± 0,1°C. con termocupla tipo aguja de cobre-constantan de 1 mm. de diámetro localizado sobre el eje y el centro de los cilindros de cobre. Los cilindros de altura finita se construyeron con tapa de cobre con las dimensiones siguientes, radio 0,027 m. y altura 0,24 m.. Para confirmación de datos se trabajó con cilindros de altura infinita con tapas de caucho y corcho con las dimensiones de radio 0,027 m. y espesor de 0,0015 m.. En los dos casos se aplicaron las ecuaciones desarrolladas por Ball y Olson (1.957)¹⁹, presentada por Charm (1.981)⁴.

Ecuación para cilindro finito:

$$\alpha = \frac{0,398}{(1/R^2 + 0.426/b^2) * f} \quad (24)$$

Ecuación para cilindro infinito:

$$\alpha = \frac{0,398 * R^2}{f} \quad (25)$$

El cálculo de la conductividad térmica se realizó utilizando los valores de difusividad térmica, densidad experimentales y calor específico determinado en pulpa de frutas por Moreno (1.981)¹⁶, a 40°C. que es una temperatura promedio entre el agua del baño y la temperatura inicial de la pulpa, a la humedad correspondiente.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 1 se observa que la representación de la historia de temperaturas correspondiente a la pulpa de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum*), en escala semilogarítmica invertida, permite definir una línea recta durante la mayor parte del período experimental, lo anterior permite establecer que el principal mecanismo de transferencia de calor en pulpa de frutas es conducción y el cumplimiento de una de las condiciones básicas para la aplicación del método.

Los valores de f , que corresponde al tiempo requerido para que la porción recta atraviese un ciclo logarítmico, fueron establecidos después de realizar pruebas de regresión y correlación para seleccionar la recta que presentó el mejor ajuste con los datos experimentales. Estos valores son diferentes cuando se trabaja con sicilros finito e infinito; sin embargo, la aplicación de las ecuaciones correspondientes para el cálculo de la difusividad térmica efectiva permitió comprobar la concordancia de datos, según lo indicado en la Figura 1, la diferencia es del 1%. Igual situación se observó en la mayoría de frutas consideradas con excepción de aguacate, manzana, naranja, pera, tuna, con diferencias de hasta el 6%; que puede ser explicado por el comportamiento que tienen las frutas en el pulpatador y en la heterogeneidad de la pulpa resultante.

El valor de $1,50 \cdot 10^{-7}$ m²/s. establecido en pulpa de tomate riñón es comparable con los valores determinados con las ecuaciones propuestas por Riedel, Choi y Okos, Martens y reportados por S.R. Bhowmik y K.I. Hayakawa (1.979)¹⁰, a 26°C. para una variedad de tomate en el rango de $1,46 \cdot 10^{-7}$ m²/s. a $1,50 \cdot 10^{-7}$ m²/s.. En pulpa de banano seda (*Musa Cavendishii*), el valor establecido es de $1,38 \cdot 10^{-7}$ m²/s., es comparable con los valores determinados según Riedel, Martens, Choi y Okos y reportado por Riedel (1.969)⁹, a 5 C. $1,18 \cdot 10^{-7}$ m²/s. y $1,42 \cdot 10^{-7}$ m²/s. a 65°C. con una humedad de 76% para los dos casos. En adición, los valores establecidos en otras variedades; banano limeño, banano maqueño, banano orito, son similares y están en el rango de $1,30 \cdot 10^{-7}$ m²/s. a $1,38 \cdot 10^{-7}$ m²/s.

En la Tabla 2 se presentan los valores de difusividad térmica correspondientes a las treinta frutas consideradas. En pulpa de manzana existe diferencias; al respecto Sweat (1.982)¹², señala la dificultad de determinación en alimentos porosos como la manzana, por el aire atrapado en la estructura de la fruta, como el valor de $1,30 \cdot 10^{-7}$ m²/s. es inferior al $1,61 \cdot 10^{-7}$ m²/s. reportado por J.I. Uno, K.I. Hayakawa (1.980)¹⁴, como también al rango reportado por S.R. Bhowmik y K.I. Hayakawa (1.979)¹⁰, a 29°C. para una variedad de manzana de $1,58 \cdot 10^{-7}$ m²/s. a $1,62 \cdot 10^{-7}$ m²/s., y al dato recopilado por R.P. Sing (1.982)¹⁸, reporta para una variedad de manzana en un rango de temperatura de 0°C a 30°C, con un contenido de humedad del 85%, el valor reportado es de $1,37 \cdot 10^{-7}$ m²/s.. Es difícil encontrar datos reportados de difusividad térmica para pulpa de la mayoría de frutas, en consecuencia no se realizan otras comparaciones.

Los valores de conductividad térmica experimental y las calculadas con las ecuaciones propuestas, se reportan en la Tabla 3. El valor de 0,55 Watio/m²°K establecido en pulpa de tomate riñón es comparable con los valores determinados con las ecuaciones propuestas por Sweat, Riedel, Kalarov, Choi y Okos y los datos experimentales reportados por Sweat (1.974)⁵, para una variedad de tomate con un contenido de humedad del 92,3% están en el rango de 0,462 Watio/m²°K. a 0,527 Watio/m²°K. En pulpa de banano seda el valor establecido es de 0,44 Watio/m²°K que es comparable con el dato reportado por Sweat (1.974)⁵, para una variedad de banano con un contenido de humedad de 75,7% es de 0,481 Watio/m²°K., los valores establecidos en el presente trabajo en otras variedades de banano son similares y están en el rango de 0,38 Watio/m²°K. a 0,44 Watio/m²°K.. Sweat (1.974)⁵, reporta varios datos de conductividad térmica de frutas; para manzana roja, 0,513 Watio/m²°K., con una humedad del 84,9%; 0,422 Watio/m²°K. para manzana verde con un contenido de humedad de 88,5%, la temperatura para éstas dos variedades de manzana es de 28°C.

Para pulpa de aguacate el valor experimental establecido es de 0,39 Watio/m^oK. es comparable con 0,42 watio/m^oK. encontrado para una variedad de aguacate con contenido de humedad del 94%. En pulpa de pera el valor de conductividad térmica establecido es de 0,56 watio/m^oK. que es comparable con 0,595 watio/m^oK. reportado también por Sweat para una variedad de pera a 28°C. y 86.8% de humedad. Para pulpa de melón a 28°C. de temperatura y 92,8% de humedad Sweat (1.974)⁵, reporta el valor de 0,571 watio/m^oK. el mismo que no existe diferencia con el establecido en el presente trabajo. En pulpa de naranja se encontró en bibliografía el valor de 0,580 watio/m^oK. a 28°C. y humedad de 85,9%, el valor de establecido para ésta fruta es de 0,570 watio/m^oK.; de igual forma para lima a 28°C. con humedad de 89,9% se encontró el dato de 0,490 watio/m^oK. que es comparable con el experimental de 0,47 watio/m^oK.. La mayor diferencia que se encontró entre los datos bibliográficos, reportado por Sweat (1.974)⁵, y los establecidos con el presente trabajo se registró en las siguientes frutas: en pulpa de abridor, se estableció el valor de 0,48 watio/m^oK. y el bibliográfico es de 0,585 watio/m^oK., en pulpa de durazno el reportado a 28°C. de temperatura y con contenido de humedad del 88,5% la conductividad térmica reportada es de 0,581 watio/m^ok. que es mayor al 0,51 watio/m^oK. establecido experimentalmente. Para pulpa de piña con una humedad del 84,9% la conductividad térmica es de 0,549 watio/m^oK. y la experimental es de 0,50 watio/m^oK.

Al respecto de las diferencias establecidas de difusividad, conductividad térmica experimentales, encontradas al ser comparados con los datos bibliográficos encontrados o calculados según las ecuaciones propuestas se puede atribuir a las características físicas y de compactación de las muestras, al ser tamizadas, o al salir del pulpatador se presenta como masa semi sólidas con aire ocluido que dificulta la determinación experimental en estos alimentos no homogéneos, sin embargo de acuerdo con Charm (1.980)¹⁹, y Sweat (1.980)¹⁹, la técnica de estado variable se presenta como una buena alternativa para determinar la difusividad térmica en pulpa de frutas con características propias por la facilidad de implementación, ejecución y experimentación en una planta industrial.

BIBLIOGRAFIA

- C.P Lents, "Thermal Conductivity of Meat, Fats, Gelatin Gels, and Ice": Food Technology, (1.961).
- R.W.Dickerson Jr, "An Apparatus for the Measurement of Thermal Diffusivity of Foods":Food Technology, 19:198 (1.965).
- E.E.Woodams y J.E.Nowrey, "Literature Values of Thermal Conductivities of Foods":Food technology, 22:150 (1.968).
- Charm,S.E."The Fundamentals of Food Engineering": The Avi Pub.Co Inc. 119-188 (1.971).
- V.E.Sweat, "Experimental Values of thermal Conductivity of selected Fruit and Vegetables":J.of Food Sci.,39:1080 (1.974).
- D.A.Suter,K.K.Agrawal y B.L.Clary, "Thermal Properties of Peanut Pods, Hulls and Kernels":Trans.Asae, 370 (1.97%).
- E.A.Kazarian y C.W.Hall, "Thermals Properties of Grain": Trans.Asae,33 (1.975).

- V.E.Sweat y C.E.Parmelee, "Measurement of thermal Conductivity of Dairy Products and Margarines": Asae,20:190 (1.978).
- R.Cuevas y M.Cheryan, "Thermal Conductivity of Liquit Foods a Review": J.Food Proc.Eng.,2:4 (1.978).
- S.R.Bhowmik y K.I.Hayakawa, "A New Method For Determining the Apparent Thermal Diffusivity of Thermally Conductive Food": JofFood Sci.,44:469 (.1979).
- F.V.Albin,K.B.Narayana.S.S.Murthy y M.V.K.Murthy. "Thermal Diffusivities of Some Unfrozen and Frozen Food Models": Food Technology,14:361 (1.979).
- J.E.Lozano,M.J.Urbicain y E. Rotstein, "Thermal Conductivity of Apples as a Function of Moisture Content". J.of Food Sci.,44:198 (1.979).
- S.L.Polley,O.P.Snyder y P.Kotnour, "A Compilation of Thermal Properties of Foods". Food Technology, 34:11 (1.980).
- J.I.Uno and K.I.Hayakawa, "A Method for Estimating Thermal Diffusivity of Heat Conduction Food in a Cylindrical Can". J.of Food Sci.,45:692 (1.980).
- G.Shilesinger J. y C.Goldberg S., "Esterilizacion de Conservas: Relaciones Entre Variables del Proceso". Rev. Alimentos. Vol.6,N°1, (1.981).
- C.Moreno. "Determinación de Calor Específico en Pulpa de Frutas": Tesis Universidad Técnica Ambato. (1.981).
- C.del Valle y M.I.Yeannes, "Difusividad Térmica Efectiva de Bonito (Sarda Sarda) en Aceite: Rev.Latinoam.Transf. Cal.Mat. 6,31 (1.982).
- R.Paul Singh, "Thermal Diffusivity in Food Processing". Food Technology,36:2 (1.982).
- D.R.Heldman, "Food Properties During Freezing": Food Technology 36:2 (1.982).
- J.W.Larkin y J.F.Steffe, "Error Analysis in Estimating Thermal Diffusivity From Heat Penetration Data" J.Food Proc.Eng.,6:3 (1.982).
- J.Alvarado, "Procesos de Calentamiento y Enfriamiento en Alimentos". Cuadernos Técnicos de Tecnología de Alimentos: Vol.I N°3 (1.986).
- J.Alvarado y C.Romero, "Propiedades Físicas de Frutas y Densidad de Jugos Como Función del Contenido de Sólidos solubles y de la Temperatura". (1.986).
- Y.Choi and M.Okos., "Effects of Temperature and Composition on the Thermal Properties of Foods": Food Engeniering and Process Aplicacions. U.I.Transports Phenomena. Ie. Magner,M.andJolen,P. (Eds).Englans Elsenier Aplied Science Publiahers. p.93-101.

NOMENCLATURA

α	Difusividad térmica m ² /s.
C_p	Calor específico Joule/Kg* K
k	Conductividad térmica wattio/m K
δ	Densidad Kg/m ³ ;
R	Radio del cilindro m
f	Recíproco de la asíntota de la curva de calentamiento en segundos, (inverso de la pendiente).
b	Longitud media del cilindro m
L	Longitud del cilindro m
r	Coordenada radial m
T_b	Temperatura del medio C
T₀	Temperatura inicial C.
t	Tiempo en segundos
s	Segundos
A	Razón lineal de calentamiento en C/hora
x	Fracción unitaria
w	Humedad%
j	Coefficiente de intersección para la porción lineal de la curva de historia de temperatura
TR	Temperatura en la superficie del cilindro C
T_c	Temperatura en el centro del cilindro de difusividad térmica C.
S	Fracción de sólidos
1	Cilindro finito
2	Cilindro infinito
	Gráfico
.	Cilindro finito
°	Cilindro infinito

TABLA 1: HUMEDAD (GRAMOS/100 GRAMOS) EN PULPA DE FRUTAS.

Producto	Nombre botánico	Muestras				Promedio
		1	2	3	4	
Abridor	<i>Prunus spp.</i>	86,7	86,4	86,8	86,5	86,6
Aguacate	<i>Persea drymifolia</i>	75,6	75,9	76,1	76,0	75,9
Babaco	<i>Carica pentagona</i>	92,8	92,9	92,9	92,7	92,8
Banano limeño	<i>Musa paradisiaca S.</i>	73,2	73,3	73,4	73,2	73,3
Banano maqueño	<i>Musa paradisiaca L.</i>	71,3	71,0	70,9	70,8	71,0
Banano orito	<i>Musa auriens</i>	68,3	68,0	68,1	68,1	68,1
Banano seda	<i>Musa Cavendishii</i>	75,1	75,4	75,3	75,1	75,2
Capulí	<i>Prunus capuli</i>	74,6	74,9	75,3	74,8	74,9
Claudia	<i>Prunus salicina</i>	88,7	88,3	88,9	88,9	88,7
Durazno	<i>Prunus persia</i>	87,3	87,4	87,4	87,3	87,4
Fresa	<i>Fragaria vesca</i>	91,8	91,9	91,7	91,6	91,8
Frutilla	<i>Fragaria chiloensis</i>	90,6	91,0	90,9	90,7	90,8
Guayaba	<i>Psidium guajaba</i>	86,3	86,5	86,4	86,3	86,4
Lima	<i>Citrus limetta</i>	90,2	90,0	90,1	90,1	90,1
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	87,3	87,1	87,5	87,2	87,3
Manzana	<i>Malus comunis</i>	86,7	86,9	86,9	86,6	86,8
Melón	<i>Cucumis melo</i>	93,4	93,7	93,8	93,9	93,7
Mora	<i>Rubus glaucus</i>	86,9	86,5	86,7	86,6	86,7
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	85,5	85,3	85,1	85,4	85,3
Naranjilla	<i>Solanum quitoense</i>	91,9	92,4	92,1	91,7	92,0
Papaya	<i>Carica papaya</i>	89,5	89,2	89,8	89,5	89,5
Pera	<i>Pyrus communis</i>	81,9	82,1	82,4	81,9	82,1
Pepino	<i>Solanum muricatum</i>	83,4	83,5	83,3	83,4	83,4
Piña	<i>Ananas comosus</i>	85,2	85,5	85,1	85,4	85,3
Sandía	<i>Citrullus vulgaris</i>	92,8	92,3	92,7	92,7	92,6
Tomate de árbol	<i>Cyphomandra betacea</i>	87,6	87,4	87,8	87,7	87,6
Tomate riñón	<i>Lycopersicon esculentum</i>	94,9	94,8	94,9	94,9	94,9
Toronja	<i>Citrus paradisi</i>	88,6	88,5	88,2	87,9	88,3
Tuna	<i>Opuntia tuna</i>	83,9	83,5	83,4	83,4	83,6
Uva	<i>Vitis vinifera</i>	81,6	81,6	81,5	81,7	81,6

TABLA 2: VALORES DE DIFUSIVIDAD TÉRMICA DE PULPA DE FRUTAS ESTABLECIDOS EXPERIMENTALMENTE Y CALCULADOS MEDIANTE ECUACIONES

Producto	Ecuaciones			
	Experimental	Riedel	Martens	Choi y Okos
Abridor	1,42*10 ⁻⁷	1,43*10 ⁻⁷	1,40*10 ⁻⁷	1,40*10 ⁻⁷
Aguacate	1,16*10 ⁻⁷	1,36*10 ⁻⁷	1,34*10 ⁻⁷	1,29*10 ⁻⁷
Babaco	1,30*10 ⁻⁷	1,47*10 ⁻⁷	1,43*10 ⁻⁷	1,46*10 ⁻⁷
Banano limeño	1,33*10 ⁻⁷	1,34*10 ⁻⁷	1,32*10 ⁻⁷	1,26*10 ⁻⁷
Banano maqueño	1,30*10 ⁻⁷	1,33*10 ⁻⁷	1,31*10 ⁻⁷	1,24*10 ⁻⁷
Banano orito	1,33*10 ⁻⁷	1,33*10 ⁻⁷	1,31*10 ⁻⁷	1,29*10 ⁻⁷
Banano seda	1,38*10 ⁻⁷	1,35*10 ⁻⁷	1,33*10 ⁻⁷	1,28*10 ⁻⁷
Capulí	1,55*10 ⁻⁷	1,35*10 ⁻⁷	1,33*10 ⁻⁷	1,28*10 ⁻⁷
Claudia	1,49*10 ⁻⁷	1,44*10 ⁻⁷	1,41*10 ⁻⁷	1,42*10 ⁻⁷
Durazno	1,57*10 ⁻⁷	1,43*10 ⁻⁷	1,40*10 ⁻⁷	1,41*10 ⁻⁷
Fresa	1,47*10 ⁻⁷	1,46*10 ⁻⁷	1,43*10 ⁻⁷	1,45*10 ⁻⁷
Frutilla	1,30*10 ⁻⁷	1,45*10 ⁻⁷	1,42*10 ⁻⁷	1,44*10 ⁻⁷
Guayaba	1,40*10 ⁻⁷	1,42*10 ⁻⁷	1,40*10 ⁻⁷	1,40*10 ⁻⁷
Lima	1,32*10 ⁻⁷	1,45*10 ⁻⁷	1,42*10 ⁻⁷	1,44*10 ⁻⁷
Mandarina	1,31*10 ⁻⁷	1,43*10 ⁻⁷	1,40*10 ⁻⁷	1,41*10 ⁻⁷
Manzana	1,30*10 ⁻⁷	1,43*10 ⁻⁷	1,40*10 ⁻⁷	1,40*10 ⁻⁷
Melón	1,59*10 ⁻⁷	1,47*10 ⁻⁷	1,44*10 ⁻⁷	1,47*10 ⁻⁷
Mora	1,60*10 ⁻⁷	1,43*10 ⁻⁷	1,40*10 ⁻⁷	1,40*10 ⁻⁷
Naranja	1,56*10 ⁻⁷	1,42*10 ⁻⁷	1,39*10 ⁻⁷	1,39*10 ⁻⁷
Naranja	1,31*10 ⁻⁷	1,46*10 ⁻⁷	1,43*10 ⁻⁷	1,45*10 ⁻⁷
Naranja	1,32*10 ⁻⁷	1,44*10 ⁻⁷	1,42*10 ⁻⁷	1,43*10 ⁻⁷
Papaya	1,32*10 ⁻⁷	1,44*10 ⁻⁷	1,42*10 ⁻⁷	1,43*10 ⁻⁷
Pepino	1,31*10 ⁻⁷	1,41*10 ⁻⁷	1,38*10 ⁻⁷	1,37*10 ⁻⁷
Pera	1,60*10 ⁻⁷	1,40*10 ⁻⁷	1,37*10 ⁻⁷	1,36*10 ⁻⁷
Piña	1,81*10 ⁻⁷	1,42*10 ⁻⁷	1,39*10 ⁻⁷	1,39*10 ⁻⁷
Sandía	1,37*10 ⁻⁷	1,46*10 ⁻⁷	1,43*10 ⁻⁷	1,46*10 ⁻⁷
Tomate de árbol	1,38*10 ⁻⁷	1,43*10 ⁻⁷	1,40*10 ⁻⁷	1,41*10 ⁻⁷
Tomate riñón	1,50*10 ⁻⁷	1,48*10 ⁻⁷	1,45*10 ⁻⁷	1,48*10 ⁻⁷
Toronja	1,30*10 ⁻⁷	1,44*10 ⁻⁷	1,41*10 ⁻⁷	1,42*10 ⁻⁷
Tuna	1,43*10 ⁻⁷	1,41*10 ⁻⁷	1,38*10 ⁻⁷	1,37*10 ⁻⁷
Uva	1,25*10 ⁻⁷	1,39*10 ⁻⁷	1,37*10 ⁻⁷	1,35*10 ⁻⁷

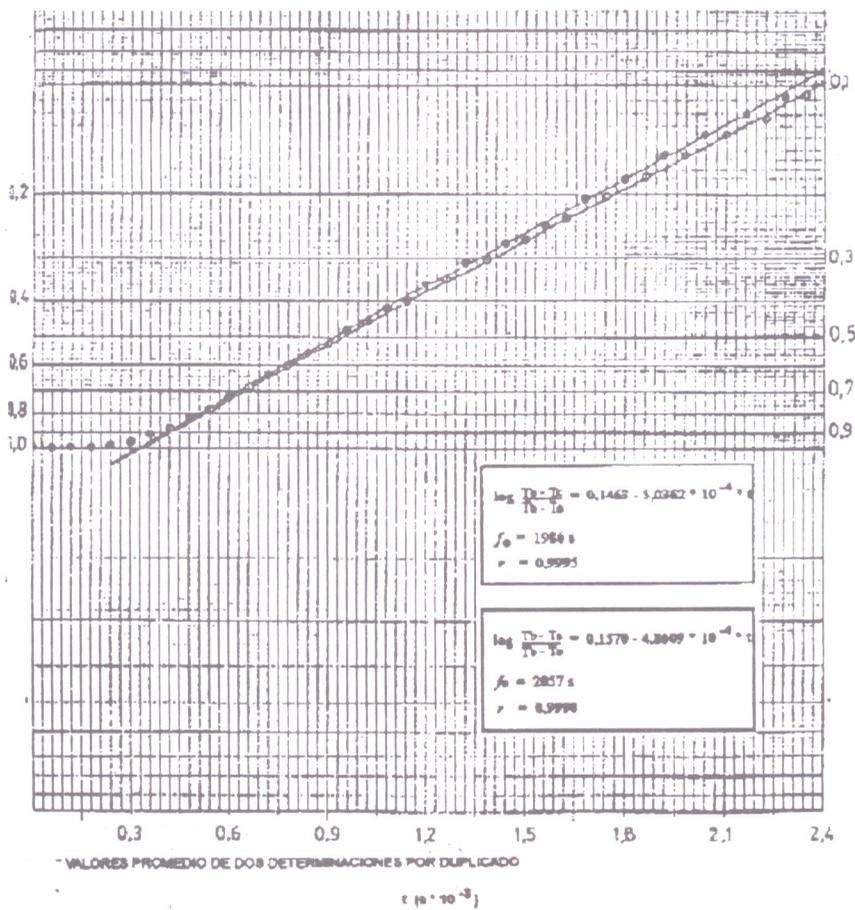
Valores experimentales promedios de dos muestras, en determinaciones realizadas en cilindros finito e infinito, por duplicado.

TABLA 3: VALORES DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA EN PULPA DE FRUTAS ESTABLECIDOS EN BASE A DATOS EXPERIMENTALES Y MEDIANTE ECUACIONES

Producto	Valores experimentales				Valores según ecuación			
	α (promedio)	δ	Cp*	k	Sweat	Riedel	Kalaro u	Choi Okos
Abridor	1,42*10 ⁻⁷	946	3572	0,48	0,57	0,58	0,55	0,60
Aguacate	1,16*10 ⁻⁷	973	3442	0,39	0,52	0,55	0,52	0,57
Babaco	1,30*10 ⁻⁷	963	3764	0,47	0,61	0,60	0,56	0,61
Banano limeño	1,33*10 ⁻⁷	966	3315	0,43	0,51	0,54	0,51	0,56
Banano maqueño	1,30*10 ⁻⁷	992	2962	0,38	0,50	0,53	0,50	0,55
Banano orito	1,33*10 ⁻⁷	987	2981	0,39	0,48	0,52	0,49	0,55
Banano seda	1,38*10 ⁻⁷	968	3308	0,44	0,52	0,54	0,52	0,57
Capulí	1,55*10 ⁻⁷	977	3243	0,49	0,52	0,54	0,52	0,56
Claudia	1,49*10 ⁻⁷	986	3673	0,54	0,58	0,59	0,55	0,60
Durazno	1,57*10 ⁻⁷	951	3422	0,51	0,58	0,58	0,55	0,60
Fresa	1,47*10 ⁻⁷	963	3626	0,51	0,60	0,60	0,56	0,61
Frutilla	1,29*10 ⁻⁷	927	3564	0,43	0,60	0,60	0,56	0,61
Guayaba	1,40*10 ⁻⁷	1006	3512	0,49	0,57	0,58	0,55	0,60
Lima	1,32*10 ⁻⁷	967	3675	0,47	0,59	0,59	0,56	0,61
Mandarina	1,31*10 ⁻⁷	1029	3634	0,49	0,58	0,58	0,55	0,60
Manzana	1,30*10 ⁻⁷	870	3523	0,40	0,58	0,58	0,55	0,60
Melón	1,59*10 ⁻⁷	977	3667	0,57	0,61	0,61	0,56	0,62
Mora	1,60*10 ⁻⁷	960	3612	0,55	0,57	0,58	0,55	0,60
Naranja	1,56*10 ⁻⁷	1020	3602	0,57	0,57	0,58	0,55	0,59
Naranjilla	1,30*10 ⁻⁷	881	3645	0,42	0,60	0,60	0,56	0,61
Papaya	1,32*10 ⁻⁷	965	3444	0,44	0,59	0,59	0,55	0,60
Pepino	1,31*10 ⁻⁷	971	3321	0,42	0,56	0,57	0,54	0,59
Pera	1,60*10 ⁻⁷	977	3589	0,56	0,55	0,57	0,54	0,58
Piña	1,81*10 ⁻⁷	810	3410	0,50	0,57	0,58	0,54	0,59
Sandía	1,37*10 ⁻⁷	972	3899	0,52	0,60	0,60	0,56	0,61
Tomate de árbol	1,38*10 ⁻⁷	950	3467	0,45	0,58	0,59	0,55	0,60
Tomate riñón	1,49*10 ⁻⁷	934	3925	0,55	0,62	0,61	0,57	0,62
Toronja	1,29*10 ⁻⁷	1003	3561	0,46	0,58	0,59	0,55	0,60
Tuna	1,43*10 ⁻⁷	1028	3546	0,52	0,56	0,57	0,54	0,59
Uva	1,25*10 ⁻⁷	981	3503	0,43	0,55	0,57	0,53	0,58

* Valores reportados por Moreno (1. 981)

FIGURA 1: EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL CENTRO DE ENVASES CILÍNDRICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE DIFUSIVIDAD POR PENETRACIÓN DE CALOR EN PULPA DE ABRIDOR *.



HIDRÓLISIS ÁCIDA DEL ALMIDÓN DE MAÍZ (*Zea mays*)

Jaime Rosero*
Mario Valle*
César Vásconez**

RESUMEN

El equivalente en dextrosa se refiere a cuantificar el porcentaje de azúcares reductores expresado como dextrosa, mientras que la viscosidad es un parámetro que permite determinar la estabilidad en base a las temperaturas dadas en el viscosímetro de Brookfield.

INTRODUCCIÓN

La gran demanda de almidón por parte de la industria hace necesario buscar nuevas fuentes de este carbohidrato por tal motivo nuestro estudio se orienta a partir de la hidrólisis ácida para obtener " dextrinas ", que son productos resultantes de la hidrólisis parcial del almidón. Las dextrinas son utilizadas en la fabricación de pegamentos y adhesivos pero abarcan también innumerables usos en la industria de papel, textil, cartones, estampillas, en alimentos el almidón es el principal constituyente de las harinas como los bollos, pastelería, etc.

Generalmente la dextrina es usada como adhesivo, preparándose en base a la utilización del bórax. Esto es necesario porque el efecto del mismo difiere en la viscosidad del producto.

El almidón de maíz (*Zea mays*), en el caso de las dextrinas es el mas empleado puesto que da una buena adhesividad, bajo costo y proporciona una finura del gránulo, ya que los precios de las dextrinas de tapioca son mas altos y mas variables que aquellas de las dextrinas de maíz debido a las amplias fluctuaciones en el precio y calidad del almidón importado, es por esto que las dextrinas de maíz tienen el volumen de ventas más grande de todas las dextrinas.

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

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

HIPÓTESIS DE TRABAJO

Es posible que trabajando a partir de almidón de maíz en medio ácido, calor e hidrólisis obtener dextrinas. El diseño experimental planteado fue: pH (3.0, 3.2 y 3.5), temperatura (90, 100 y 120°C) y tiempo (1 y 2 horas).

Las respuestas experimentales evaluadas al final de los ensayos de la hidrólisis ácida fueron: % E.D. y viscosidad aparente (mPa.s).

OBJETIVOS

- Estudiar el proceso de la hidrólisis ácida del almidón de maíz (*Zea mays*) para obtener dextrinas con el fin no alimenticio.
- Estudiar la influencia del pH en la hidrólisis ácida del almidón de maíz.
- Estudiar la influencia del calor en la hidrólisis ácida del almidón.
- Estudiar la influencia del tiempo en la hidrólisis ácida del almidón.
- Determinar el tamaño de dextrina que se ha llegado mediante la respuesta experimental.

MATERIALES Y MÉTODO

MATERIALES

MATERIA PRIMA

Almidón de maíz.. Origen: Vegetal.

EQUIPOS UTILIZADOS

- Mezclador termostatzado con plancha de calentamiento H11M/159362/J1, C.O. Ltd. GOMSHALL SURRY.
- Polarímetro Modelo B. Spectronic 20
- pH metro digital ORION, lectura 0.01, elect. 1041- 011-00
- Viscosímetro Brookfield STOUGHTON, MA 02072, USA.

- Hidrómetro MN 615.
- Refractómetro MILTON ROY LR 45227, 120 V
- Balanza METTLER LP 16
- Balanza METTLER HK 16.
- Termómetro de mercurio: escala de -20EC A 150Ec..
- Baño María Julabo EM D -7633, 220 V.
- Equipo de titulación : Determinación de azúcares reductores.
- Vasos de vidrio de 200 ml de capacidad, en un número de 36.

REACTIVOS

- Hidróxido de sodio 0.1 N.al 10%. T. Baker.
- Acido clorhídrico concentrado al 0.8%. T. Baker.
- Eter de petróleo. T. Baker.
- Acetato de plomo básico. T. Baker.
- Solución de Fehling A. T. Baker.
- Solución de Fehling B. T. Baker.
- Ácido Acético. T. Baker.
- Cloruro cálcico al 10%. T. Baker.
- Ácido Oxálico. T. Baker.
- Azul de metileno al 1%. T. Baker.
- Solución diluida de la muestra dextrinizada al 20%.
- Borax. T. Baker.
- Glicerina. T. Baker.

ANÁLISIS

- Humedad : se utilizó la balanza METTLER LP 16 con dispositivo determinador de humedad. Con 4 a 5 g. de muestra a 105 °C por 30 minutos.
- Azúcares reductores: según el método de Fehling descrito por R. LEES. (1969)
- Viscosidad: por el método del Viscosímetro de Brookfield. Traducido del Manual NE M/91-210, USA. Brookfield Digital Reometer por Alvarado. (1994).
- Grado de rotación específica según el método descrito por Gerard Litwack. (1967).
- Grado de dextrinización según el método de alcohol, descrito por Vásconez.. (1993).
- Solubilidad: método del hidrómetro, según Anónimo. (1996).
- pH de acuerdo al método descrito por R. Lees. (1969).
- Ensayos de pureza, según el método descrito por E. Sales y Battle (1956).

METODOLOGÍA

Siguiendo el diagrama de flujo (Anexo C.1), se procedió a utilizar el almidón de maíz.

El almidón así tratado se efectuó la acidificación en base a un aspersor manual permitiendo de esta manera una lluvia ácida de ácido clorhídrico concentrado al 0.8%, con lo cuál se obtuvo diluciones de pH (3.0, 3.2 y 3.5).

Del producto así tratado se tomó 454 g para cada tratamiento y se colocó en el sartén con mango del equipo mezclador termostatizado que cuenta con una plancha de calentamiento, tacómetro de 0 a 1000 rpm, permitiendo el control de la agitación a 80 rpm constantes en todos los tratamientos.

En cuanto al control de torrefacción (90, 100 y 120EC) se lo efectuó en base a una plancha de calentamiento que cuenta el equipo. Para optimizar el control del pH (3.0, 3.2 y 3.5) se registró cada 45 minutos su valor y se mantuvo constante durante la fase de cada tratamiento con una nueva aspersion de ácido clorhídrico al 0.8%. En el proceso siguiente se realizó un enfriamiento a una temperatura ambiente (22E), y se colocó en frascos de vidrio el producto dextrinizado.

Una vez obtenido el dextrinizado, se procedió a disolver 1g de bórax en una pequeña cantidad de agua caliente el cuál se agregó disuelto sobre el glicerol. Posteriormente se agregó cuatro gotas de hidróxido de sodio al 10% sobre la mezcla. Luego sobre una superficie de vidrio se colocó 30 g del producto dextrinizado y se agregó poco a poco el glicerol; finalmente mediante una espátula se extendió la pasta que fue muy fluida.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla A.1 se reportan valores de E. D para todos los tratamientos con sus respectivos promedios graficado en la figura D1 , teniéndose valores comprendidos para el tratamiento A3B1C1 de 35.97% y el valor más alto A1B3C2 de 67.43% de E. D. Como podemos observar otros tratamientos no llegan al E.D requerido de 67.43%, debido al pH experimentado (3.2 y 3.5), temperatura (90 y 100°C) y tiempo de proceso (1 hora). Esto en relación al E.D más alto cuyo valor es de 67.43%.

En lo referente a viscosidad se encuentra reportado en la tabla A.2 y graficado en la Figura D.2 la óptima estabilidad que se presenta en el producto dextrinizado a la temperatura de 80°C en el baño termostatizado en el Viscosímetro de Brookfield El mejor tratamiento que presenta la óptima estabilidad es el A1B3C2 con un valor de 1.97 mPa.s, ya que la hidrólisis causada por el ácido clorhídrico concentrado al 0.8% origina una rotura de enlaces en la molécula de almidón donde a menor pH, mayor temperatura y mayor tiempo se produce un tamaño de molécula menor.

Al realizar las pruebas de Tukey en base a los valores de E.D y viscosidad aparente (respuestas experimentales planteadas en el diseño experimental) se determinó como mejor tratamiento: A1B3C2, correspondiente a pH (3.0), temperatura (120°C) y tiempo de (1 hora) (ver Anexo B.1).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Una vez finalizado el presente estudio, se logró cumplir con el objetivo general planteado, consistente en estudiar el proceso de la hidrólisis ácida del almidón de maíz (*Zea mays*) para obtener dextrinas con el fin no alimenticio.
- Con respecto a la materia prima, es conveniente trabajar con el almidón de maíz el cual cumplió con unas buenas características de adhesividad, facilidad de conversión, disponibilidad y bajo precio, que a diferencia de otros almidones el gránulo es más fino.
- Al analizar los tratamientos en base al porcentaje de azúcares reductores, expresado como dextrosa comercial, y viscosidad aparente observamos que influyen los factores de estudio pH, temperatura, tiempo siendo indicadores preponderantes en el desarrollo de la investigación.
- La mejor alternativa luego del análisis de los resultados aplicando el diseño experimental fue el pH (3.0), temperatura (120°C), y trabajando con el tiempo de 2 horas, que corresponde al tratamiento A1B3C2 con un valor de E.D. igual a 67.43% y viscosidad aparente de 1.97 mPa.s.
- En cuanto a la viscosidad aparente es necesario tener en cuenta que dependiendo de las condiciones de fabricación se producen pastas o soluciones con viscosidades bajas a altas, en nuestro caso se recomienda una temperatura de 80°C en donde se alcanzó la óptima estabilidad en la viscosidad en el proceso de dextrinización, parecido reportado por Whistler (1984).
- De igual forma la etapa de acidificación permite en base a la lluvia ácida manual un buen desdoblamiento de la molécula de almidón que ocurre con una aspersión de ácido clorhídrico concentrado al 0.8%, en tal virtud el transcurso de la investigación en cada tratamiento es satisfactorio.
- Por otro lado el comportamiento de los adhesivos a base de dextrinas es drásticamente modificado por la acción del bórax (tetraborato de sodio). La presencia del bórax aumenta la viscosidad, estabilidad de las pastas de dextrinas, permitiendo así mismo que se obtenga una adhesividad más rápida, para nuestro caso específico se empleó 1g. dando una acción eficaz en la pasta de dextrina.
- Se recomienda por lo tanto utilizar el almidón de maíz en la industrialización como adhesivo, pues cumple con unas buenas características de adhesividad, en nuestro caso el pegamento para su utilización requiere de una fina película para que su acción sea eficaz.
- Se recomienda además tener mucho cuidado en la variable pH puesto que a niveles inferiores a pH igual a 2.9 el curso de la reacción es rápida, impidiendo un mejor control de los factores en cuestión.
- Se recomienda para cada aplicación seleccionar cuidadosamente el tipo adecuado de dextrina, debido a que diferencias en solubilidad, viscosidad y estabilidad pueden alterar significativamente el producto final.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBUJA, G. Tesis de Grado. Construcción de una planta piloto para dextrinización de almidón. E.P.N. F.I.Q. Quito. (1995)
- ALVARADO, J. Ingeniería de Procesos I. Manual NE M/91-210, USA. Brookfield Digital Reometer. Catedrático F.C.I.AL. 1994.
- ANÓNIMO. Dextrinización. Abril. 1996.
- ARMSTRONG, F. BENNETT P. Bioquímica. Editorial Reverte. Zaragoza - España. 1977. pp. 168.
- BOLLENBACK, G. Carbohydrates and Health. Colección AVI. Publishing Company. 1977.
- BRAVERMANN, J. Introducción a la Bioquímica. Tercera edición. Editorial Omega. Barcelona. 1980. pp. 100-102-103.
- BREWSTER, R. Química Orgánica. Editorial México - Quirúrgica. Buenos Aires. 1969.
- CELSI, S. Química Orgánica. Editorial Kapelusz. Buenos Aires. 1964. pp 205.
- COMPENDIO AGROPECUARIO. MAG. 1995. pp 43.
- CHARLEY, H. Tecnología de Alimentos. Editorial Limusa. México. 1987. pp 163-164.
- CHEFTEL, J.C. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos. Tomo I. Editorial Acribia. Zaragoza-España. 1976. pp. 127.
- DESROSIER, N. Elementos de Tecnología de Alimentos. AVI. Publishing Company. Editorial Continental. 1983.
- FERNANDEZ, M. Congreso de Anales Reológicos de Alimentos. 1982.
- FIESER, L. Química Orgánica. Cuarta edición. Editorial Grijalbo. México. 1968.
- GRAHAM, H. Food Colloids. Westport, AVI Publishing Company. 1977.
- KENT, N. 1971. Tecnología de los Cereales. Zaragoza - España. Editorial Acribia.
- KIRK, O. Enciclopedia de Tecnología Química. Tomo II. Primera edición. Editorial UTEHA. 1961. pp. 9-10-11.
- LAGUNA, J. Bioquímica. Segunda edición. Editorial Fournier. México. 1978. pp. 176-177.
- LEES, R. Análisis de Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza - España. 1969. pp. 116-117-118-119-121.
- LINEBACK, D. Food Carbohydrates. Editorial AVI. Publishing Company. 1982. pp. 268.

- LITWACK, G. *Bioquímica Experimental*. Ediciones Omega. Barcelona. 1967.
- MATZ, S. *Cereal Technology*. AVI. Publishing Company. 1970.
- MESTRES, C. *Estados Físicos de Almidón*. 1996. pp. 1-2-3.
- MOSCOSO, W. Tesis de Grado. Cuantificación de las principales biomoléculas de la *Colasia esculenta* para posibles aplicaciones industriales. ES. PO. CH. F.I.Q. Riobamba. (1992).
- MULLER, G. *Introducción a la Reología de los Alimentos*. Editorial Acribia. 1978.
- NOLLER, C. *Química Orgánica*. Tercera edición. México. 1968. pp. 273.
- OSTERTAG, C. *El Almidón, Producción y Mercados Mundiales*. Cali - Colombia. 1996. pp. 229-230-231.
- PACHECO, E. Tesis de Grado. Extracción y Estudio del Almidón de Achira. Ambato. (1989). U.T.A - F.C.I.AL.
- PAZOS, C. *Propiedades funcionales del Almidón Conferencia Internacional del Almidón*. Quito. 1996.
- POTAPOV, V. M. *Química Orgánica*. Segunda edición. Editorial MIR. Moscú. 1983.
- POLIT, P. *Simposio en Carbohidratos*. Quito - Ecuador. 1993. pp. 83.
- RADLEY, E. *Examination and Analysis of Starch*. Colección Elsevier. Editorial Applied Science Publisher. 1976.
- SALES, E. y BATTLE. *Farmacopea Española. Medicamenta. Tomo II*. Editorial Labor, S.A. 1956. pp. 486-487.
- TOVAR, J. *Almidones Resistentes. Producción e Interés Industrial*. Venezuela. 1996.
- VALENCIA, J. Tesis de Grado. Proyecto de Factibilidad para la instalación de una planta productora de almidón de maíz. Ambato. (1978)
- VALENCIA, S. Tesis de Grado. Estudio de las modificaciones del Almidón de quinua usando diferentes tratamientos térmicos. E. P. N. F. I. Q. Quito. (1990)
- VASCONEZ, C. *Química de los Alimentos. Catedrático de la F. C. I. AL. Tercer Año*. 1993. U.T.A - F.C.I.AL.
- WHISTLER, R. *Polysaccharides and Their Derivatives*. E. P. N. Quito. 1984.
- ZAKHIA, N. y CHUZEL, G. *Functional Properties of Native and Modified Starches. Alternatives for new industrial uses*. France. 1993. pp. 126-133.

TABLA A1: VALORES EXPERIMENTALES DE EQUIVALENTE EN DEXTROSA (% E.D.)

TRATAMIENTOS	R1	R2
A1B1C1	39.57	39.65
A1B1C2	57.05	56.15
A2B1C1	37.15	38.06
A2B1C2	54.10	54.61
A3B1C1	35.90	36.04
A3B1C2	53.17	53.95
A1B2C1	43.62	44.26
A1B2C2	61.55	60.95
A2B2C1	41.66	41.94
A2B2C2	59.88	60.73
A3B2C1	40.09	40.18
A3B2C2	58.91	57.78
A1B3C1	51.34	51.03
A1B3C2	67.95	66.91
A2B3C1	50.04	49.90
A2B3C2	64.23	64.00
A3B3C1	46.91	46.55
A3B3C2	62.21	63.10

Fuente: Los Autores

TABLA A2: VALORES EXPERIMENTALES DE VISCOSIDAD APARENTE (mPa.s), A 80°C.

TRATAMIENTOS	R1	R2
A1B1C1	0.93	0.93
A1B1C2	0.70	0.83
A2B1C1	1.06	1.02
A2B1C2	1.38	1.38
A3B1C1	0.98	0.90
A3B1C2	0.96	0.92
A1B2C1	1.06	0.92
A1B2C2	0.86	1.08
A2B2C1	0.57	0.53
A2B2C2	0.37	0.35
A3B2C1	0.83	0.80
A3B2C2	0.90	0.92
A1B3C1	0.60	0.37
A1B3C2	1.99	1.95
A2B3C1	0.98	0.95
A2B3C2	0.73	0.70
A3B3C1	0.48	0.55
A3B3C2	1.04	1.08

Fuente: Los Autores

TABLA B1: ANALISIS DE VARIANZA CORRESPONDIENTE AL PORCENTAJE DE EQUIVALENTE EN DEXTROSA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR DE F
Replicación	1	0.010	0.010	0.027
Factor A	2	85.346	42.673	192.215*
Factor B	2	694.672	347.336	1564.529*
AB	4	2.679	0.670	3.017*
Factor C	1	2555.976	2555.976	11513.056*
AC	2	0.901	0.451	2.029
BC	2	10.206	5.103	22.986*
ABC	4	2.809	0.702	3.163*
Error	17	3.774	0.222	
TOTAL	35	3356.37		

CV	=	0.92 %
F0.05,1,17	=	4.45
F0.05,2,17	=	3.59
F0.05,4,17	=	2.96

*Existe diferencia significativa.

PRUEBA DE RANGOS DE TUCKEY

FACTOR A

Orden Original

Media 1 = 53.34 A
 Media 2 = 51.38 B
 Media 3 = 49.57 C

Orden Arreglado

Media 1 = 53.34 A
 Media 2 = 51.38 B
 Media 3 = 49.57 C

FACTOR B

Orden Original

Media 1 = 46.28 A
 Media 2 = 50.96 B
 Media 3 = 57.01 C

Orden Arreglado

Media 1 = 57.01 A
 Media 2 = 50.96 B
 Media 3 = 46.28 C

INTERACCION AB**Orden Original**

Media 1 = 48.11 F
Media 2 = 52.60 D
Media 3 = 59.31 A
Media 4 = 45.98 G
Media 5 = 51.05 E
Media 6 = 57.04 B
Media 7 = 44.77 H
Media 8 = 49.24 F
Media 9 = 54.69 C

Orden Arreglado

Media 1 = 59.31 A
Media 2 = 57.04 B
Media 3 = 54.69 C
Media 4 = 52.60 D
Media 5 = 51.05 E
Media 6 = 49.24 F
Media 7 = 48.11 F
Media 8 = 45.98 G
Media 9 = 44.77 H

INTERACCION BC**Orden Original**

Media 1 = 37.73 F
Media 2 = 54.84 C
Media 3 = 41.96 E
Media 4 = 59.97 B
Media 5 = 49.30 D
Media 6 = 64.73 A

Orden Arreglado

Media 1 = 64.73 A
Media 2 = 59.97 B
Media 3 = 54.84 C
Media 4 = 49.30 D
Media 5 = 41.96 E
Media 6 = 37.73 F

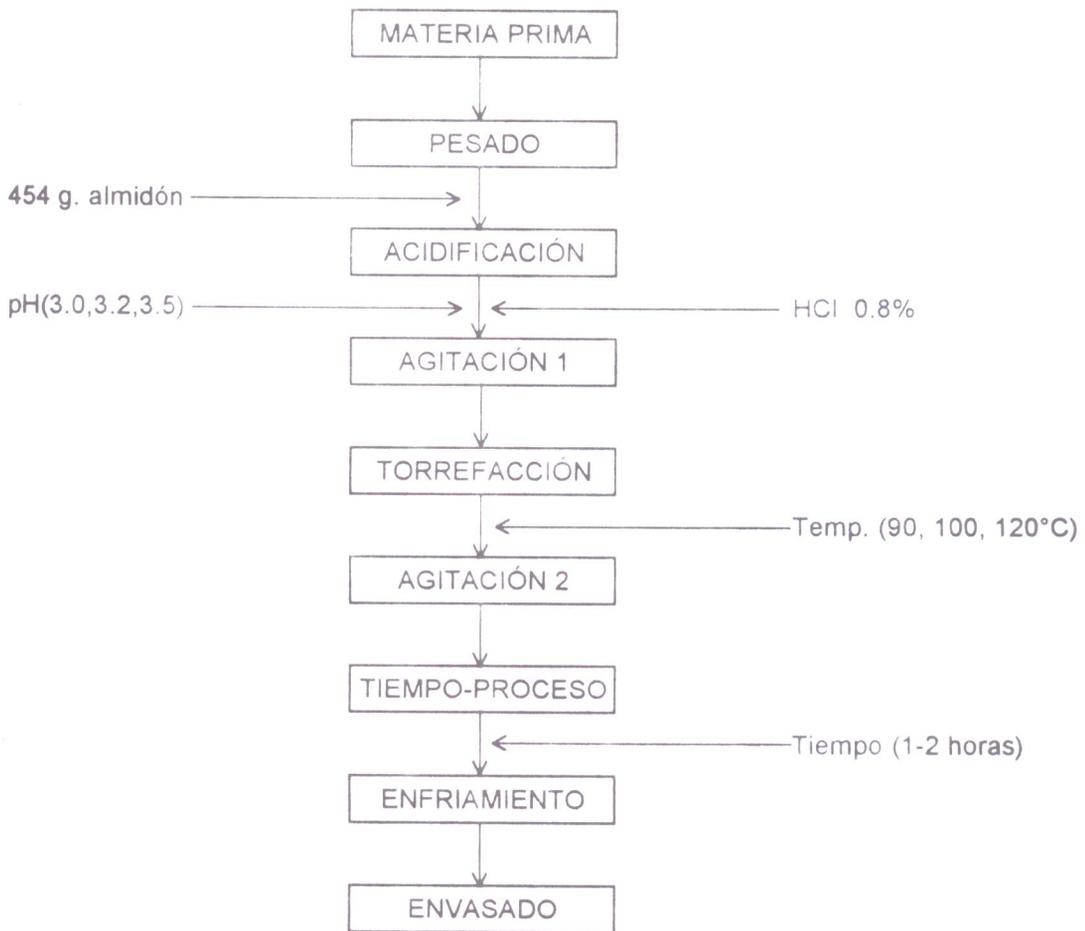
INTERACCION ABC**Orden Original**

Media 1 = 39.61 K
Media 2 = 56.60 E
Media 3 = 43.94 I
Media 4 = 61.25 CD
Media 5 = 51.19 G
Media 6 = 67.43 A
Media 7 = 37.61 L
Media 8 = 54.36 F
Media 9 = 41.80 J
Media 10 = 60.31 D
Media 11 = 49.97 G
Media 12 = 64.11 B
Media 13 = 35.97 L
Media 14 = 53.56 F
Media 15 = 40.14 JK
Media 16 = 58.35 E
Media 17 = 46.73 H
Media 18 = 62.66 BC

Orden Arreglado

Media 1 = 67.43 A
Media 2 = 64.11 B
Media 3 = 62.66 BC
Media 4 = 61.25 CD
Media 5 = 60.31 D
Media 6 = 58.35 E
Media 7 = 56.60 E
Media 8 = 54.36 F
Media 9 = 53.56 F
Media 10 = 51.19 G
Media 11 = 49.97 G
Media 12 = 46.73 H
Media 13 = 43.94 I
Media 14 = 41.80 J
Media 15 = 40.14 JK
Media 16 = 39.61 K
Media 17 = 37.61 L
Media 18 = 35.97 L

ANEXO C1: DIAGRAMA DE FLUJO: HIDROLISIS ACIDA DEL ALMIDON DE MAIZ



CONTROLES FISICOS, QUÍMICOS Y REOLÓGICOS

GRAFICO D1: EQUIVALENTE DE DEXTROSA VS pH.

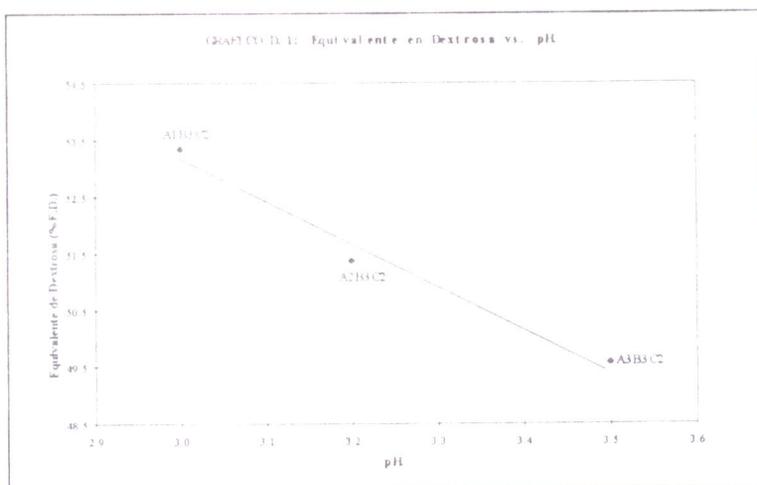
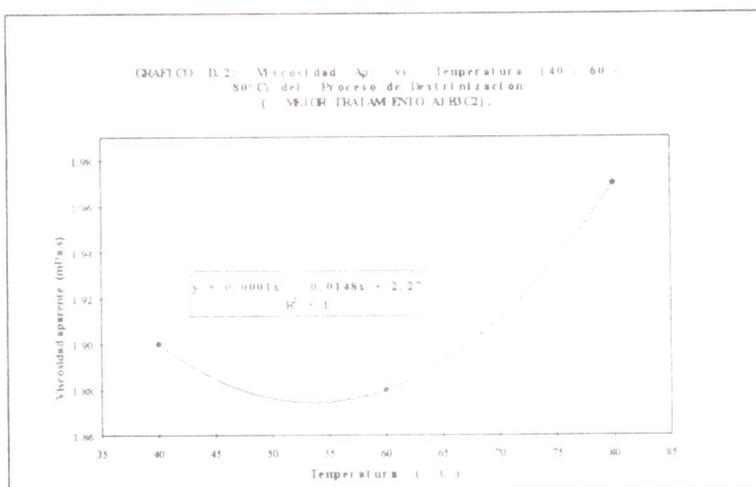


GRAFICO D2: VISCOSIDAD VS TEMPERATURA (40-60-80 °C) DEL PROCESO DE DEXTRINIZACIÓN (MEJOR TRATAMIENTO A1B3C2)



MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD DE QUESO FRESCO "MIRAFLORES" PASANTIA INDUSTRIAL REALIZADA EN LA S.I. HERTO B C.A.

Geovanna Lescano*
Carmita Urrutia*
Danilo Morales**

RESUMEN

El presente trabajo se realizó mediante un convenio de Pasantía Industrial entre la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos con la "S.I. HERTO B C.A" que estaba empeñada en buscar una tecnología propia y aplicable, teniendo como base el criterio de que: La Calidad Total de una Empresa se evalúa en función de un Manual de Control de calidad.

La elaboración del Manual de Control de calidad del "Queso Fresco Miraflores" comprende la organización, procedimientos, métodos, instrucciones, para mantener un proceso bajo control, sintetizado en los siguientes puntos básicos:

1. Diagnóstico del proceso
2. Control del proceso
3. Normas Internas
4. Manual de Control de Calidad

El Diagnóstico del Proceso es la etapa en la cual se identificará cada una de las variables que están fuera de control y en el Control del proceso se establecen los respectivos Límites de control que regirán cada una de las variables, sea en función de normas específicas o de acuerdo a las necesidades de la empresa, a partir de los cambios introducidos a nivel del proceso, mano de obra, maquinaria, etc.

Las Normas Internas (Flow Sheet simplificado) abarca el conjunto de métodos, procedimientos, normas, controles en función de lo cual se optimizará el proceso de elaboración de Queso Fresco Miraflores.

A esto se añade la evaluación sensorial, evaluación económica, tiempo de conservación, diseño de planta, cálculos de suministros, mano de obra, capacidades y dimensiones de maquinaria y equipos, etc, con el fin de determinar el beneficio neto y rentabilidad que tiene este producto dentro de la S.I HERTO B C.A.

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

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

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador y en los países en desarrollo, la producción y la demanda de alimentos son urgentemente prioritarios. Expertos de la FAO (1983) enfatizan en programas especiales, encaminados al mejor aprovechamiento de las proteínas, al mejoramiento de la calidad y producción en masa de derivados lácteos, basándose en la premisa que en tales regiones del "Queso" es un producto tan importante como la leche fresca.

Cuando la empresa llega a la conclusión de que es necesario un enfoque más ordenado aparece el primer "Manual", tiende a enfatizar los procedimientos de mejora de la efectividad del departamento de la calidad más que a optimizar los resultados de la empresa, sin embargo a medida que va evolucionando tiende a ampliar su campo de acción hacia todas las actividades afectadas por la calidad.

El desarrollo de la Industria Quesera Nacional en la mayoría de los casos se ha venido dando en forma artesanal, es así como la "Tecnología para Quesos" varía de empresa a empresa y las Normas de Control de Calidad, no han sido aplicadas en forma eficiente, esto podría deberse a que las exigencias del mercado no son estrictas en cuanto a las características del producto final.

La elaboración de un queso fresco estandarizado y de buena calidad es muy importante para S.I HERTOBA C.A. por cuanto a más de entregar al mercado un producto con buenas características, pretende mejorar la rentabilidad del mismo, con lo cual se logrará implementar la demanda y la disminución de costos, con los consiguientes beneficios para la empresa.

Según el folleto sobre el Programa de Capacitación en Control de Calidad (Industrias ALES C.A. Manta 1993) definen los siguientes términos:

CALIDAD.- Es la totalidad de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren aptitud para su utilización y que se logran manteniendo los costos a un nivel adecuado.

INSPECCION.- Es una evaluación del producto para determinar si cumple con los requisitos de calidad y decidir a continuación su aceptación o rechazo.

CONTROL ESTADISTICO DE LA CALIDAD.- El Control de calidad es una operación que sirve para controlar la producción de una empresa.

CARTAS DE CONTROL.- Se fundamenta básicamente en un principio cuales son los límites: máximo y mínimo, dentro de los cuales es permisible que ocurran o caigan los valores.

MUESTREO.- El objetivo es obtener una muestra representativa del todo que refleje fielmente la composición del material objeto del análisis.

EVALUACION SENSORIAL.- Se refiere a las características evaluables por medio de los sentidos, siendo subjetiva y particular de cada individuo. (Juran, 1973)

OBJETIVOS

General

- Elaborar un Manual de Control de Calidad del "Queso Fresco Miraflores" de la empresa S.I HERTOBI C.A.

Específicos

- Establecer mediante hojas de control, las variables que estén fuera de control (Diagnóstico del proceso).
- Definir las variables dentro de rangos apropiados (Control del Proceso).
- Establecer Normas Internas para el proceso.
- Realizar un balance económico para la primera y segunda parte (Diagnóstico del proceso y Control del Proceso), respectivamente.

MATERIALES Y REACTIVOS

MATERIALES

- **Materia prima:** Leche cruda fresca, la misma que procede de las haciendas de la zona de Cayambe (Pichincha), cuajo en polvo, Cloruro de calcio, sal.
- **Equipos del proceso:** Unidad de vapor, balanza electrónica, tina de acero inoxidable y accesorios, mesas, prensas manuales, tina de salmuera, tanque de suero, cámara fría, descremadora.
- **Utensilios:** Liras, arpas y removedores, moldes, mallas, rodajas de madera, tablas, canastillas, etc.
- **Instrumentos de Laboratorio:** Termómetro, Balanza analítica de plato, Centrífuga Gerber, pHmetro, Balanza Mettler LJ16, Equipo de Titulación, Lactodensímetro, Autoclave, Salómetro, Butirómetro Gerber para leche y queso, Equipo para Antibiótico, Estufa, Baño termostático, Mechero de Bunsen, Mechero de alcohol y material de laboratorio en general.
- **Material de embalaje:** Fundas plásticas, cinta adhesiva, láminas de cartón.
- **Reactivos:** Hidróxido de sodio, Fenolftaleína, Ácido sulfúrico, Alcohol amílico, Alcohol etílico, Medios de Cultivo: Caldo Mac-Conkey, Caldo Bilis Verde brillante, Placas petrifilm, Solución Ringer, Indicador púrpura de bromo cresol, Agua esterilizada, Agua destilada, Soluciones Buffer de pH 4 y 7

PROCEDIMIENTO

PRIMERA PARTE: DIAGNOSTICO DEL PROCESO (A) Y SEGUNDA PARTE : CONTROL DEL PROCESO (B)

- **Materia prima:** Será sometida a las respectivas pruebas de recepción teniendo en consideración los límites establecidos para las variables, caso de no cumplirse la leche recibida será destinada a otro proceso.
- **Metodología:** Las etapas del método de elaboración de "Queso Fresco Miraflores" permanecerán constantes y rigiéndose por los respectivos límites de control.
- **Maquinaria y Equipos:** Para las dos partes.
 - Cálculo de las capacidades de la maquinaria y equipos:
 - Dimensión y características de la maquinaria y equipos:
 - Características de los utensilios y material de embalaje.
- **Diseño de Planta:** En esta etapa se incluirán las dimensiones y el espacio ocupado por la sección destinada a la elaboración de queso fresco "Miraflores" para las dos partes.
- **Suministros:** El proceso de elaboración de queso fresco "Miraflores" como todo proceso industrial requiere de los siguientes suministros: requerimientos de vapor, agua, electricidad, combustible, lubricantes.
 - a) **Requerimiento de vapor:** Esta fuente calórica se usara como medio de calefacción en la pasteurización de la leche en la tina de acero inoxidable de doble camisa, así como también en la desinfección de utensilios utilizados en el proceso como son moldes, mallas, tacos en el tanque de desinfección y para desinfectar las liras, removedores, etc. pasándolos por vapor.
 - b) **Agua:** Utilizada en el proceso, para la preparación de salmuera, enfriamiento de la tina de acero inoxidable, para el prensado, para el caldero en la primera parte y en la segunda parte se añade a esto el agua utilizada para el enfriamiento de la tina de salmuera.
 - c) **Electricidad:** Para determinar la cantidad de Kw-h que gasta cada equipo, caldero, generador de frío, equipos de laboratorio.
 - d) **Combustible:** Diesel utilizado para los calderos.
 - e) **Lubricantes:**
 - Aceite hidráulico
 - Aceite Kapella
 - f) **Grasa**

- **Organigrama de la Empresa:** No se tiene un Organigrama específico que abarque la distribución de personal en las diferentes secciones (Primera parte: Diagnóstico del Proceso: A), en la segunda parte se procedió a elaborar el respectivo Organigrama.
- **Requerimiento de Mano de Obra:** Para establecer el número de personas con las que debe contar la quesería, se determina el número de horas/hombre requeridas en cada etapa del proceso, para las dos partes.

Muestreo:

- **Leche cruda fresca:** Debe ser tomada previamente agitada, se toman pequeñas cantidades de diferentes partes del recipiente hasta un total de por lo menos 200 ml. Se tomaron 5 muestras de acuerdo a la carta de Control del INEN. Igual particularidad se aplicó para el suero, cuajada y salmuera.
- **Queso Fresco:** Se toman 3 muestras, realizándose un corte circular en el centro y lados del queso para tomar las correspondientes alícuotas
- **Defectuosos:** En función de la Tabla ABC o Militar Standard tomando en cuenta el volumen de leche (3000 l.), AOQL = 0.10, letra código K, inspección normal, dando un plan de muestreo:
 $n = 125; c = 0$

Control de calidad y análisis del queso fresco a y b:

Se han realizado con el fin de comparar el Queso Fresco A (Primera Parte: Diagnóstico del proceso) y Queso fresco B (Segunda Parte: Control del proceso).

Análisis físicos, químicos y microbiológicos:

Especificados para materia prima, leche cruda fresca, leche estandarizada, puntos críticos durante la elaboración de queso fresco, producto terminado y limpieza e higiene.

Hojas de control de calidad y gráficas de control por variables:

Las cartas de control se fundamentan básicamente en un principio, cuales son los límites: superior, central e inferior que comprende lo siguiente:

- Determinación del número de muestras
- Realizar sumatorias de media aritmética y rangos (\bar{X}_m y \bar{R}_m)
- Determinar promedios para media aritmética y rangos (\bar{X}_m y \bar{R}_m)
- Determinar los límites de control para media aritmética y rangos

Para \bar{X}_m : $LCC = \bar{X}_m$	Para \bar{R}_m : $LCC = \bar{R}_m$
$LSC = \bar{X}_m + A_2\bar{R}_m$	$LSC = \bar{R}_m * D_4$
$LIC = \bar{X}_m - A_2\bar{R}_m$	$LIC = \bar{R}_m * D_3$

A_2, D_4 Y D_3 son valores constantes reportados en tablas

- Se grafican los valores en los respectivos gráficos de control por variables.(Anexos).
- Si los valores salen fuera de control se realizan los recálculos respectivos tanto para **media aritmética** como para rangos.
- Se fijan los límites específicos para cada variable del proceso tanto a nivel de **materia prima, proceso** y **producto terminado**.

Análisis sensorial: producto terminado

El **producto terminado** se somete a un análisis sensorial mediante el empleo de **escalas hedónicas adecuadas** y el empleo del **diseño experimental por bloques** (Saltos, 1993) partiendo de lo siguiente:

- **4 variedades** de quesos de la localidad: Queso Fresco Miraflores, Gonzalez, Dulac y **Monteros**.
- **17 catadores** de la S.I HERTO B C.A que comprende supervisores y trabajadores de las **distintas secciones**.
- **7 características**: olor, sabor, textura, acidez, apariencia, aceptabilidad y preferencia.

Se lo realiza para comparar el queso fresco antes y después de **poner en vigencia el Manual de Control de Calidad**.

- **Capacidad de Conservación**: Comprende control físico, químico y microbiológico para las **dos partes**.
- **Localización Geográfica**: Está instalada en una zona lechera, la empresa brinda **asesoramiento a ganaderos** en la producción de leche, la mano de obra pertenece al sector, cuenta con todos los servicios, **está ubicada** fuera del perímetro urbano en Ayora cercana al Cantón Cayambe.
- **Seguridad Industrial**: La protección personal y de la **maquinaria** es primordial en toda industria para evitar accidentes, lo cual se recomienda sea aplicado en la S.I HERTO B C.A..

Análisis Económico:

Se realiza una evaluación económica para la primera parte (Diagnóstico del proceso) y para la **segunda parte** (Control del proceso) a base de datos recolectados en la S.I HERTO B C.A

RESULTADOS Y DISCUSION

METODOLOGÍA: Los resultados correspondientes a la **primera y segunda parte** han sido sintetizados en una sola tabla en función de valores promedios previamente establecidas según las cartas de control y los **gráficos de control por variables**.
(Anexos)

MAQUINARIA Y EQUIPOS: Para las dos partes.

DISEÑO DE PLANTA: El espacio físico de la planta es el siguiente:

PROCESO	LARGO (m)	ANCHO (m)	TOTAL (m)
Recepción	12.09	7.25	87.65
Sala de quesos	16.60	6.05	100.46
Laboratorio	13.23	5.33	70.16
Bodega	17.07	7.60	129.73
Caldero	06.46	7.03	115.71
Compresor	1.29	0.60	0.77
Contabilidad	5.67	5.01	28.41

Elaboración: Las autoras

SUMINISTROS: Especificado para las dos partes de la siguiente manera:.

a) **Requerimiento de vapor:** Son los siguientes:

Primera parte:

$$QT = Q \text{ (Tina de acero inoxidable)} + Q \text{ (Tina de desinfección)}$$

$$QT = 202.82 \text{ Kg/h} + 16.76 \text{ Kg/h}$$

$$QT = 219.58 \text{ Kg/h} = 7.8\% \text{ del consumo Total de vapor.}$$

Segunda parte:

$$QT = Q \text{ (Tina de acero inoxidable)} + Q \text{ (Tina de desinfección)}$$

$$QT = 212.63 \text{ Kg/h} + 16.76 \text{ Kg/h}$$

$$QT = 229.40 \text{ Kg/h} = 8.1\% \text{ del Consumo Total.}$$

b) **Agua:**

Primera Parte: $22.76 \text{ m}^3 / \text{día}$ $5467.00 \text{ m}^3 / \text{año}$

Segunda Parte: $29.11 \text{ m}^3 / \text{día}$ $7061.61 \text{ m}^3 / \text{año}$

c) **Electricidad:**

Electricidad Luminarias TOTAL

Primera Parte: 421.95 Kw-h 25.68 Kw-h 447.63 Kw-h

Segunda Parte: 422.40 Kw-h 25.68 Kw-h 448.08 Kw-h

d) **Combustible:** Diesel utilizado para los calderos: $18 \text{ gal/h} = 108432 \text{ gal/año}$

Primera parte: Como la sección quesera consume sólo el 7.8% = 8457.7 gal/año

Segunda parte: Consumo el 8.1% = 8783.0 gal/año .



e) **Lubricantes:**

Aceite hidráulico: 4 gal / año (Bombas de la tina de acero)

Aceite Kapella: 8 gal / año (Banco de Hielo)

f) **Grasa: 2 libras / año****Requerimiento de Mano de Obra**

Primera parte: 29.83 Horas-hombre 3 hombres

Segunda parte: 16.33 Horas- hombre 2 hombres

Control de Calidad y Análisis del Queso Fresco A y B

Para la elaboración de queso fresco en la empresa de productos lácteos S.I HERTO B C.A se sigue el siguiente procedimiento: (Ver tablas respectivas para la primera y segunda parte.)

Análisis físicos y químicos**Leche cruda fresca**

- **Densidad:** Se fijan como límites específicos (1029.35 - 1030.33); Norma de Comparación (1027 - 1032), valores mayores o menores indican que hubo descremado o adición de agua u otros sólidos.
- **Grasa:** Límites específicos (3.32% - 3.59%); N.C (3%), dependiendo más de factores físicos pasan del 3%.
- **Acidez:** Se fijan (0.177% A.L - 0.187% A.L); N.C (0.16% A.L - 0.18% A.L), esto se debe a contaminaciones de la leche en el ordeño o el paso de impurezas en la leche al ser tamizada en recepción.

Leche estandarizada

- **Densidad:** Límite fijados (1031.8 - 1032.08); N.C (1027 - 1032), la presencia de valores mayores se debe a que la leche ha sido estandarizada, el descremado aumenta la densidad.
- **Grasa:** Límites fijados (1.93% - 2.2%); N.C (2%) se mejora el rendimiento y las características propias de la cuajada.
- **Acidez:** Límites fijados (0.163% A.L - 0.175% A.L); N.C (0.16% A.L - 0.18% A.L)
- **Temperatura:** Límites fijados (19.3°C - 24.2°C), está sujeta a factores externos, presentando variaciones debido al lugar de procedencia.
- **Extracto seco:** Límites fijados (11.27% - 11.61%); N.C (11.7%), valores menores indicaran la adición de agua.

- **Proteína:** Límites fijados (3.05% - 3.07%): N.C (2.5%), presentándose valores mayores pero que de ninguna manera aseguran buena calidad en la leche, ya que depende de la distribución en la Tabla respectiva.

Proceso de Elaboración

Recepción y Pesaje

- **Volumen de leche:** Límites fijados (2962l. - 3058l.): N.C (3000l.) depende directamente de la planificación de la producción y de los pedidos del Departamento de Ventas.

Pasteurización

- **Temperatura de Pasteurización:** Límites fijados (69.7°C - 70.3°C): N.C (70°C), variaciones se deben a fallas en el mantenimiento del equipo.
- **Tiempo de calentamiento:** Límites fijados (55.3min. - 92.8min.) dependiendo directamente de la producción de vapor y su consumo en otras secciones.
- **Tiempo de retención:** Límites fijados (2.6min. - 6.3min.): N.C (5min.), logrando mantener constante el tiempo y temperatura en este control.

Enfriamiento

- **Temperatura de enfriamiento:** Límites fijados (38.8°C - 39.4°C), N.C (39°C), variaciones se debieron a la falta de apreciación y responsabilidad de los trabajadores mejorándose mediante incentivos.
- **Tiempo de enfriamiento:** Límites fijados (48.7min. - 63.5min.), varía por el abastecimiento de agua el mismo que no es constante o está sujeta su utilización en otros procesos.

Adición de Cloruro de Calcio

- **Peso de Cloruro de calcio:** Límites fijados (559.6g. - 578.4g.): N.C (0.2 g/l.), se disminuye el valor de la especificación obteniéndose buenos resultados.
- **Temperatura de adición:** Límites fijados (38.8°C - 39.4°C): N.C (39°C), es la temperatura óptima para añadir este aditivo.

Adición de cuajo

- **Fuerza de cuajo:** Límites fijados (1:40508 - 1:56768): N.C cuajo en polvo (1:100000) para asegurar una mejor consistencia en la cuajada.
- **Cuajo y sal agregados:** Límites fijados (82.38g. - 85.86g.): N.C (0.03 g/l.), disminuyéndose la cantidad a un valor menor a la especificación se logra buenos resultados y disminuir costos.

- **Temperatura de Coagulación:** Límites fijados (35.5°C - 36.3°C): N.C (36°C), se considera como temperatura óptima para lograr una buena coagulación.
- **Tiempo de Coagulación:** Límites fijados (28.4min. - 32.1min.): N.C (30min.) se considera el tiempo óptimo para lograr una buena cuajada, valores mayores o menores ocasionarían una cuajada muy dura o pérdidas por cuajada desmenuzada.

Cuajada y corte

- **Temperatura de la cuajada:** Límites fijados (32.15°C - 34.04°C), se presenta variaciones debido al tiempo que permanece la cuajada en el extremo de la tina.
- **Tiempo de corte:** Límites fijados (3.2min. - 5.3min.): N.C (4.0min.), tiempos muy cortos originaría pérdidas por desmenuzamiento de la cuajada en polvillo que sale conjuntamente con el suero.
- **Tiempo de agitación (máquina):** Límites fijados (5.5min. - 7.3min.): N.C (8.0min.), con lo cual se logra obtener granos de cuajada de tamaño adecuado que faciliten la salida del suero.
- **Tiempo de agitación (manual):** Límites fijados (8.35min. - 17.05min.): N.C (12.0min.), la incidencia del límite superior o inferior no causa variaciones siempre y cuando se produzca la maduración de los gránulos de cuajada.

Desuerado

- **Tiempo de desuerado:** Límites fijados (16.6min. - 29.2min.), dependiendo la variación a la capacidad de succión de la bomba utilizada.
- **Volumen de suero:** (1200l. - 2000l.) dependiendo directamente del volumen de leche inicial.
- **Temperatura de la cuajada:** Límites fijados (31.26°C - 32.63°C): N.C (31°C - 33°C), está en relación directa con el tiempo de desuerado ya que al ser éste mayor la cuajada se enfriará más al estar en un extremo de la tina.
- **pH de la cuajada:** Límites fijados (6.18 - 6.42): N.C (6.42), considerado como óptimo, el descenso de pH acorta el tiempo de coagulación.
- **Acidez del suero:** Límites fijados (1.13cm³ - 1.28cm³), dependerá exclusivamente de la acidez de la leche inicial, en lo posible debe tener un valor bajo ya que la lactosa puede difundir libremente desde el suero hasta el interior de los granos de cuajada.
- **Grasa del suero:** Límites fijados (0.18% - 0.32%): N.C (0.36%), está relacionada directamente con la grasa en la leche inicial, debe ser baja ya que de acuerdo a las cifras de transición sólo el 10% pasa al suero, al presentar valores menores indican que la pérdida en el suero es menor.

Prensaje

- **Tiempo de prensaje:** Límites fijados (60 min.) permite mejorar la textura y tiempo de conservación del producto terminado.

- **Peso de quesos (muestras):** Límites fijados (452.67g. - 510.37g.) con el fin de establecer pérdidas durante el proceso.

Salado

- **Tiempo de Salado:** Límites fijados (60 min.) lográndose la concentración de sal en la corteza, disminuyendo al acercarse a la parte central del queso.
- **Peso de quesos (muestras):** Límites fijados (442.1g. - 500.8g.) para establecer pérdidas de peso durante el proceso, esto se debe a que en esta etapa se da la salida de suero del interior del queso y la entrada de salmuera.
- **Temperatura de la salmuera:** Límites fijados (14.7°C - 16.3°C), se establecen mediante un enfriamiento con lo cual se logra evitar contaminaciones de microorganismos y mejorar la conservación del producto terminado.
- **Concentración de salmuera:** Límites fijados (22.41°Be - 23°Be) para lograr una corteza más o menos dura, se mantiene constante esta concentración corrigiéndola diariamente con cloruro de sodio.
- **Acidez de la salmuera:** Límites fijados (0.18cm³ - 0.60cm³), al llegar al límite superior se procederá a pasteurizar o cambiar la salmuera dependiendo de las características organolépticas de la misma, esto ocurre a los 15 días y 2 meses respectivamente.

Pesaje

- **Peso promedio de los quesos:** Límites fijados (438.5g. - 506.6g.) siempre buscando disminuir el rango ya que al ser mayor afecta la rentabilidad de la empresa y al ser menor estaría perjudicando al consumidor.

Almacenamiento

- **Temperatura:** Límites fijados (4°C - 10°C) mientras menor es la temperatura mejora la conservación del producto terminado.

Producto Terminado

- **Humedad:** Límites fijados (56.79% - 58.21%): N.C (55%) con el fin de lograr una buena consistencia en el producto terminado lo cual estará directamente influenciado con la relación agua/queso.
- **Grasa:** Límites fijados (10.79% - 11.55%): N.C (12%), estará influenciado directamente por la grasa de la leche inicial y el porcentaje de grasa que pasa al suero y al queso durante el proceso según las cifras de transición.
- **Acidez:** Límites fijados (1.81cm³. - 2.80cm³.): N.C (20°Th = 2cm³), dependiendo directamente de las características de la materia prima y la manipulación del producto en cada una de las etapas del proceso.
- **Rendimiento:**

- **Quesos:** Límites fijados (711 - 809), las variaciones se dan debido a que algunas etapas del proceso son manuales o al volumen inicial de leche con el que se parte.
- **Defectuosos:** Límites fijados (7 -13) en lo posible debe ser bajo lo cual se corrige con un posterior prensado.
- **Rendimiento:** Límites fijados (3.70l. - 4.16l.) en función del número de quesos obtenidos y el volumen de leche empleado.

Análisis microbiológicos

• Leche cruda fresca

- **Coliformes Totales:** Límites fijados (3680 - 4422 ufc/cm³) x 10⁻¹: N.C (Menor a 1')
- **Recuento Total:** Límites fijados (4595 - 5647 ufc/cm³) x 10⁻²: N.C (Máximo 50.000)
- **Coliformes Fecales:** Límites fijados (46 - 102 NMP/cm³): N.C (Máximo 100 para escherichia coli). Se dan contaminaciones que ocasiona la proliferación de m/o lo cual se corrige con una adecuada limpieza y desinfección. Las coliformes totales se identifican por la formación de gas y el color fresa que presentan, los mohos y levaduras presentan coloraciones amarillentas o verdosas en sus colonias, las coliformes fecales se identifican por la formación de gas esta prueba es cualitativa sólo representa el número más probable.

• Leche estandarizada

- **Coliformes Fecales:** Límites fijados (40 - 94 NMP/cm³)

Proceso de elaboración

Leche pasteurizada (coliformes fecales): Límites fijados (26 - 61 NMP/cm³).

Salado: Salmuera (Recuento Total): Límites fijados (63 - 109 ufc/cm³) x 10⁻²

• Producto Terminado

- **Coliformes fecales:** Límites fijados (27 - 69 NMP/g)
- **Coliformes Totales:** Límites fijados (3086 - 3994 ufc/g)
- **Mohos y levaduras:** Límites fijados (4506 - 5898 ufc/g)

• Limpieza e Higiene

Maquinaria y Equipos:

Tina de acero inoxidable: Coliformes Totales: Límites fijados (32 - 61 ufc/cm³), se evita contaminaciones con una adecuada limpieza y desinfección, sobre todo durante las etapas de calentamiento y enfriamiento donde da lugar la formación de películas aptas para la proliferación microbiana.

Tina de salmuera: Coliformes Totales: Límites fijados (35 - 59 ufc/cm³), ya que no se realiza una limpieza continua en este equipo sino que depende del momento en que se pasteurice o cambie la salmuera.

Mesas de acero inoxidable: Coliformes Totales: Límites fijados (26 - 34 ufc/cm³), la contaminación se da por los residuos que quedan adheridos al terminar las etapas de moldeo y volteo.

Tanque de suero: Coliformes Totales: Límites fijados (41 - 60 ufc/cm³), la contaminación se da por el suero contenido el cual es propenso a sufrir contaminaciones y a dañarse más fácilmente.

Análisis Sensorial: Producto Terminado

Primera parte

Al realizar las comparaciones respectivas se tiene que las variedades presentan diferencia significativa en el olor, textura, acidez, apariencia y preferencia pero similitud en el sabor y la aceptabilidad

Presentando mejores características organolépticas la variedad 4 correspondiente al queso fresco Dulac, no así en cuanto a su tiempo de vida útil muy corto y al apareamiento temprano de suero.

En lo que se refiere al queso fresco "Miraflores" presenta menor preferencia a sus características organolépticas bajas comparadas con el queso fresco Dulac e inclusive con las otras variedades utilizadas en la comparación, tal como lo demuestra el análisis sensorial mediante DMS (Diferencia mínima significativa).

Segunda Parte

Al realizar las comparaciones respectivas se tiene que las variedades presentan diferencia significativa en el sabor, textura, acidez, apariencia, aceptabilidad, preferencia y similitud en el olor.

Al realizar el análisis sensorial se encuentra que se han mejorado las características organolépticas del queso fresco "Miraflores" siendo comparable con el queso fresco Dulac e inclusive con las demás variedades utilizadas como comparación y más aún si el queso fresco "Miraflores tiene mayor tiempo de vida útil, no presenta desuerado y tiene mejor consistencia.

Todo esto permite que el queso fresco "Miraflores" salga al mercado, en óptimas condiciones con lo que se logra así una mejor comercialización del producto a nivel de los diferentes centros de consumo con los consiguientes beneficios para la empresa S.I HERTOBI C.A

Capacidad de Conservación

Se establece un tiempo de vida útil para el queso en la primera parte de 5 días y en la segunda parte con la aplicación del Manual de Control de Calidad de 15 días.

Análisis Económico

Se reporta una evaluación económica para la primera y segunda parte, encontrándose un mejor beneficio neto en la segunda parte a pesar de haber disminuido la capacidad de producción, pero justificado con el aumento de la calidad del producto terminado.

	Punto de equilibrio	Beneficio neto
Primera Parte:	75%	7.62%
Segunda Parte:	70%	10.76%

NORMAS INTERNAS (FLOW SHEET)

Es una síntesis de los datos recopilados y permiten establecer las respectivas Normas que registrarán el proceso de elaboración de Queso Fresco "Miraflores". (Ver Anexo)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El presente Manual de Control de Calidad establecido para la elaboración de queso fresco "Miraflores" permitió mantener la materia prima, proceso y producto terminado bajo control, tomando como base especificaciones y normas de control así como los requerimientos propios de la empresa.
- Se estableció en la primera parte en base a las Hojas de Control las variables que estuvieron fuera de control a nivel de materia prima, proceso y producto terminado.
- Se colocan las variables dentro de límites o rangos apropiados de acuerdo a normas específicas o a los requerimientos propios de la empresa.
- Las Normas internas sintetizan los datos y establecen normas que registran el proceso.
- El Balance Económico permite determinar la incidencia que tuvo el Manual de Control de calidad encontrándose en la primera parte un beneficio neto que da una utilidad del 7.62% y en la segunda parte llega al 10.76%, a su vez el punto de equilibrio en la primera parte es de 75% y en la segunda parte del 70%, esto quiere decir que ha disminuido la capacidad de producción pero se logró incrementar el beneficio con la salida al mercado de un producto con mejores características.
- Se determinó la capacidad de maquinarias y equipos en (Kg/h) igualmente se realizó el cálculo respectivo en la determinación de la capacidad del caldero y el generador de frío, según los requerimientos en cada etapa del proceso.
- La dimensión y características de la maquinaria y equipos fue detallada adecuadamente anteriormente, a fin de lograr una mejor distribución de áreas para equipos como para circulación de personal.

- El diseño de planta realizado para la primera y segunda parte visualiza la distribución de planta antes y después de poner en vigencia el Manual de Control de Calidad, recalcando que no hay normas específicas que digan como realizar este diseño sino se lo realiza en función de las necesidades de la empresa.
- Se establecieron los suministros utilizados en el proceso de elaboración de queso fresco "Miraflores" en lo referente a vapor, agua, electricidad, luminarias, etc.
- Se realizó el respectivo Organigrama de la Empresa abarcando a todos los procesos ya que no es una sección aislada sino que está relacionada con las demás secciones tal como lo demuestran los respectivos diagramas, se procedió a detallar funciones correspondientes a áreas que tienen relación con la sección quesera específicamente.
- Los requerimientos de mano de obra fueron realizados para las dos partes, primera parte y segunda parte encontrándose que en la primera parte hay exceso de personal o está mal distribuido, se redujo la cantidad y se procedió a organizar a fin de que en todas las etapas del proceso cada obrero sepa su tarea específica o a su vez todos estén capacitados para realizar cualquier trabajo dentro de la sección.
- Se determinó el muestreo específico para leche cruda fresca, estandarizada, suero, salmuera estableciéndose en 5 muestras y producto terminado debido al costo en tres muestras cumpliendo con la especificación de las hojas de control de calidad, mientras que para los defectuosos se realizó en base a la tabla ABC o Militar Standard.
- En el análisis sensorial se procedió a entrenar al personal adecuado para las cataciones fijándose en 17 personas, las mismas que intervinieron en las dos etapas seleccionadas.
- El tiempo de conservación del producto se fijó en 15 días a partir de lo cual las características propias del producto comienzan a disminuir haciéndole inaceptable.
- La localización geográfica de la planta permite contar con los servicios básicos sean estos luz por la presencia de una planta hidráulica propia, agua proveniente de pozos, tratamiento que se aplica al agua de las acequias completando con el agua potable, en cuanto al personal que labora pertenece al sector o a sitios aledaños los cuales han sido capacitados para las tareas específicas.
- La seguridad industrial si bien cuenta con medios necesarios sin embargo falta implementar materiales que permitirían un mejor desarrollo de trabajos.

RECOMENDACIONES

- Las recomendaciones específicas para este proceso son explicadas detalladamente en el Capítulo concerniente a NORMAS INTERNAS, se procederá a detallar normas que se cree complementaran la información anterior.
- Incentivar a la empresa S.I HERTOBI C.A, en la elaboración de productos estandarizados que mantengan sus características en el tiempo, mediante la aplicación de Manuales de Control de Calidad que describan la organización, procedimientos, instrucciones, control de maquinarias y personal a seguir para mantener un proceso bajo control.

- Hacer notar que la clave de un producto en buen estado y de buena calidad dependerá exclusivamente de las características óptimas de la materia prima y los materiales utilizados como materias primas.
- El Control de calidad en una empresa comenzando por la materia prima hasta el producto terminado determina la salida de un producto óptimo al mercado, evitándose de esta manera las devoluciones y evitando por consiguiente pérdidas para la empresa.
- Incentivar al personal con implementos indispensables en el trabajo que realizan sean estos a nivel de materiales o en la persona misma, a esto se añadiría la capacitación del personal para un mejor desenvolvimiento de actividades dentro de la empresa.
- Que los productos elaborados en la S.I HERTOBI C.A, mantengan las características propias de la empresa.

BIBLIOGRAFIA

- ALVARADO, J. Propiedades Físicas de la Leche. Serie Cuadernos Técnicos de Tecnología e Ingeniería de Alimentos. Ambato - Ecuador. (1987) pp: 2 - 32
- Código Latinoamericano de Alimentos . 8vo congreso latinoamericano de Química. 2da. edición. Buenos Aires. (----)
- Código de trabajo. Leyes conexas. Reglamentos. Corporación de estudios y publicaciones. Quito - Ecuador. Mayo de 1994 pp 63 - 344
- CONDE, R. Control Estadístico de la Calidad. Centro interamericano de enseñanza de Estadística. Santiago - Chile. (1981). pp 35 - 40
- DUBACH, J. El ABC para la Quesería Rural del Ecuador 1a. edición. Cooperación Técnica del gobierno suizo. (1980.) pp 23 - 80
- Folleto NESTLE - Ecuador S.A. Fábrica Cayambe. Queso Fresco, Queso Bombell, Queso Gruyere. (1993). Septiembre 1993. pp 1 - 23.
- Folleto Programa de Capacitación en Control de calidad. Curso para inspectores. Manta - Ecuador. Septiembre de 1993. pp 32
- Folleto Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos. 26 de junio de 1997.
- Folleto sobre Importancia del Análisis de Alimentos en la Industria Alimenticia y Control de Calidad (----) pp 3 - 13
- Folleto Métodos estadísticos de Control (1993). pp 11 - 28

Folleto. Curso para Inspectores. Manta . Septiembre 1993. pp 30

Folleto de Analisis de Muestreo. 1983. pp 45

GARCIA, E. Control de la Calidad Estadística. 1972. pp 155

Guía para elaborar un Manual de Control de Calidad. Norma INEN - ISO - COPANT - OIML. (1980) pp. 10

JURAN, M. Manual de Control de Calidad. Vol. I. Editorial McGraw-Hill. Madrid - España. (1973) pp. 6,32

Manual correspondiente al Módulo III-B. Elaboración de Quesos. Equipo Regional de Fomento y Capacitación en lechería de FAO para América Latina. Santiago. (1985) pp 1.1 - 13.2

Manual sobre el significado Empresarial de un Programa de Control de Calidad. Equipo Regional de Fomento y Capacitación en lechería de FAO para América Latina. Santiago. (1980) pp 1.1- 10.0

Manual Correspondiente al Módulo III-B. Requisitos generales en la elaboración de Productos Lácteos. Manual de Tecnología y Control de Calidad fr Productos lácteos. Equipo Regional de Fomento y Capacitación en lechería de FAO para América Latina. Santiago. (1983) pp 1.1 - 10.0

Manual Correspondiente al Módulo III-B. Introducción al trabajo de laboratorio. Equipo Regional de Fomento y Capacitación en lechería de FAO para América Latina. Santiago. (1980) pp 1.1 - 12.11

Manual sobre cálculos de quesería. Equipo Regional de Fomento y Capacitación en lechería de FAO para América Latina. Santiago. (1980) pp 21

RIOS, E. PLTN. Manual de Embarque Internacional B.T. Pastaza. Escuela de la Marina mercante Nacional Armada del Ecuador. Tesis de Grado. Guayaquil - Ecuador. (1991). pp. 19 - 30

SALTOS, A, . Diseño Experimental. Ambato - Ecuador. Aplicación de Procesos Tecnológicos. Editorial Universitaria. UTA. (1993). pp 36 - 111.

URRESTA, F. La Gestión de la Calidad al estilo japones y los círculos de calidad. Significado empresarial de un programa de Control de Calidad. (1990) pp 1 - 11.

ANEXOS

PRIMERA PARTE : DIAGNOSTICO DEL PROCESO

FIGURA 1. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO

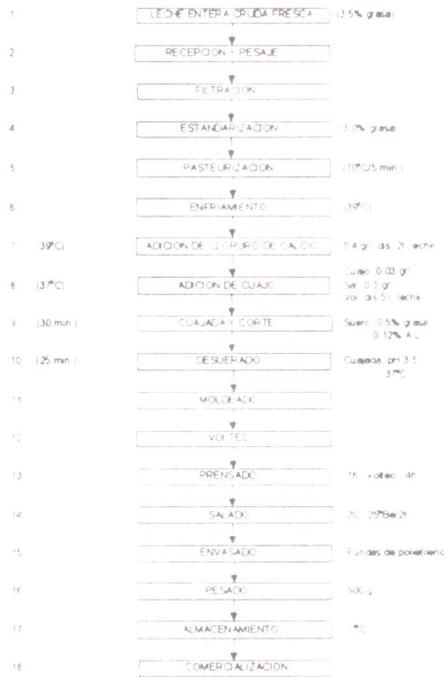


FIGURA 2. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO

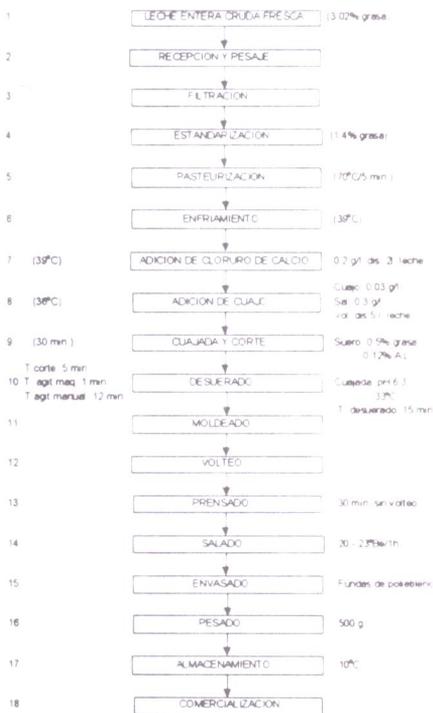


FIGURA 3. BALANCE DE MATERIALES



SEGUNDA PARTE: CONTROL DEL PROCESO

FIGURA 4. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO

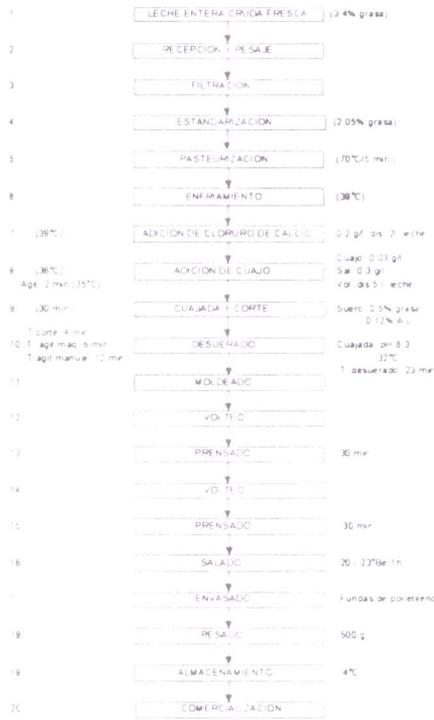


FIGURA 5. BALANCE DE MATERIALES

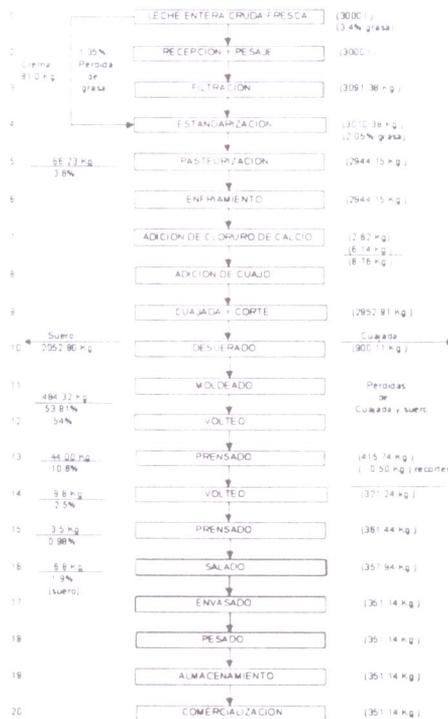


TABLA 1: CAPACIDADES DE LAS MAQUINARIAS Y EQUIPOS.

EQUIPO	CAPACIDAD (kg/H) PRIMERA PARTE	CAPACIDAD (kg/h) SEGUNDA PARTE
Recepción y pesaje		
1 balanza electrónica	8352.00	8352.00
1 descremadora	3094.00	3091.00
Estandarización, pasteurización, enfriamiento, adición de aditivos, cuajada y corte		
1 tina de acero inoxidable y accesorios	4317.00	4313.00
Desuerado		
1 bomba de succión	6637.40	8211.00
1 tanque para suero	6637.40	8211.00
Moldeo y volteo		
1 mesa de acero inox	221 30*	22130*
1 mesa de acero inox	292 20*	292.20*
Prensado		
5 estructuras metálicas	367 00*	351 40*
Salado		
1 tina para la salmuera	1984.00*	1984.00*
Otros		
1 tanque para la desinf	150.00*	150.00*
1 mesa de acero inox	100.00*	100.00*
1 equipo de control	-----	

* Los datos indicados corresponden a un valor constante de las capacidades de los equipos, no pueden ser expresados en Kg/h sino solamente en Kg

CONTROL DE CALIDAD Y ANALISIS DEL QUESO FRESCO A Y B**TABLA 2: ANALISIS APLICABLES A LA MATERIA PRIMA LECHE CRUDA**

ANALISIS	METODO	PUNTO DE PROCESO	FRECUENCIA
FISICOS			
Densidad	Lactodensímetro	1	Cada día
QUIMICOS			
Acidez	Norma INEN 13	1	Cada día
Grasa	Método Gerber	1	Cada día
Antibióticos	Método Penzime	1	Cada semana
MICROBIOLOGICOS			
Coliformes totales	Placa Petrifilm	1	Cada semana
Coliformes fecales	INEN 719	1	Cada semana

TABLA 3: ANALISIS APLICABLES A LA LECHE ESTANDARIZADA

ANALISIS	METODO	PUNTO DE PROCESO	FRECUENCIA
FISICOS			
Densidad	Lactodensímetro	4	Cada tina
Extracto seco	Tabla de Peluffo y Giribaldo	4	
QUIMICOS			
Acidez	Norma INEN 13	4	Cada tina
Grasa	Método Gerber	4	Cada tina
Proteína	Tabla de Peluffo y Giribaldo	4	Cada tina
MICROBIOLOGICOS			
Coliformes fecales	INEN 719	4	Cada semana

TABLA 4: PUNTOS CRITICOS DURANTE EL PROCESO

ANALISIS	METODO	FRECUENCIA
Recepción y pesaje		
Volúmen de la leche en la tina	Balanza	Cada tina
Pasteurización		
Temperatura	Termómetro	Cada tina
Tiempo de calentamiento		Cada tina
Tiempo de retención		Cada tina
Coliformes fecales	INEN 719	Cada tina / semana
Enfriamiento		
Temperatura	Termómetro	Cada tina
Tiempo		Cada tina
Adición de cloruro de calcio		
Peso de cloruro de calcio	Balanza	Cada tina
Temperatura	Termómetro	Cada tina
Adición de cuajo		
Fuerza de cuajo		Cada tina
Peso de cuajo	Balanza	Cada tina
Temperatura de coagulación	Termómetro	Cada tina
Tiempo de coagulación		Cada tina
Cuajada y corte		
Temperatura de la cuajada	Termómetro	Cada tina
Tiempo de corte		Cada tina
Tiempo de agitación		Cada tina
Desuerado		
Tiempo de desuerado		Cada tina
Temperatura de la cuajada	Termómetro	Cada tina
pH de la cuajada	pHmetro	Cada tina
Acidez del suero	INEN 13	Cada tina
Grasa del suero	Método Gerber	Cada tina
Volúmen de suero		
Prensaje		
Tiempo		Cada tina
Peso de quesos muestra	Balanza	Cada tina
Salado		
Tiempo		Cada tina
Peso de quesos muestra	Balanza	Cada tina
Temperatura de la salmuera	Termómetro	Cada tina
Conc. de la salmuera	Salómetro	Cada tina
Acidez de la salmuera	INEN 13	Cada tina
Recuento en salmuera	Placas petrifilm	Cada tina / semana
Cambio de salmuera		Cada 15 días
Pesaje		
Peso promedio de los quesos	Balanza	10 por tina
Almacenamiento		
Temperatura	Termómetro	Cada tina

TABLA 5: ANALISIS APLICABLES A PRODUCTO TERMINADO

ANALISIS	METODO	FRECUENCIA
FISICOS		
Humedad	Balanza Mettler LJ16	Cada día
Rendimiento	Contaje	Cada día
QUIMICOS		
Acidez	Norma FAO	Cada tina
Grasa	Método Gerber	Cada tina
MICROBIOLÓGICOS		
Coliformes totales	Placas petrifilm	Cada semana
Mohos y levaduras	Placas petrifilm	Cada semana
Coliformes fecales	INEN 719	Cada semana
EVALUACION SENSORIAL		
Olor	Evaluación por puntajes	
Sabor	#	
Textura	#	
Acidez	#	
Apariencia	#	
Aceptabilidad	#	
Preferencia	#	
CAPACIDAD DE CONSERVACION		
Análisis físicos, químicos y microbiológicos aplicados al producto terminado en el almacenamiento durante 1 mes		

TABLA 6: FORMAS DE CONTROL DE LIMPIEZA E HIGIENE

Maquinaria y equipos (acero inoxidable)	Recuento superficial	Cada semana
	Limpieza manual	Cada día
	Limpieza química	Cada día
Utensillos	Limpieza manual	Cada día
	Limpieza manual	Cada día
Pisos y paredes	Limpieza manual	Cada día
	Limpieza manual y química	Cada día
Desagues		

TABLA 7: VALORES PROMEDIOS DEL PROCESO DE ELABORACION DE QUESO FRESCO MIRAFLORES EN LA S.I HERTOBI C.A.

PARAMETROS DE FABRICACION	PRIMERA PARTE	SEGUNDA PARTE	PARAMETROS DE FABRICACION	PRIMERA PARTE	SEGUNDA PARTE
LECHE CRUDA FRESCA			PROCESO DE ELABORACION		
Densidad (g/cm ³)	1031.31	1030.50	Recepción y pesaje		
Grasa (%)	3.02	3.40	Volúmen de leche (l.)	3010.00	3000.00
Acidez (%)	0.190	0.184	Pasteurización		
Antibiótico (+/-)	Negativo	Negativo	Temperatura (°C)	70.00	70.00
Coliformes totales (ufc/cm ³) x 10 ¹	4802.00	3721.00	Tiempo de calentamiento (min.)	74.03	68.00
Recuento total (ufc/cm ³) x 10 ²	5975.00	5184.00	Tiempo de retención (min.)	4.50	4.97
Coliformes fecales (NMP/cm ³)	118.00	74.00	Coliformes fecales (NMP/cm ³)	43.00	31.00
			Enfriamiento		
			Temperatura (°C)	39.60	39.10
			Tiempo (min.)	56.10	59.90
LECHE ESTANDARIZADA			Adición de cloruro de calcio		
Densidad (g/cm ³)	1030.99	1031.92	Peso de cloruro de calcio (g.)	579.00	560.00
Extracto seco (%)	10.41	11.44	Temperatura (°C)	39.60	39.10
Temperatura (°C)	21.00	22.00	Adición de cuajo		
Grasa (%)	1.41	2.05	Fuerza de cuajo (l.)	48638.82	47826.78
Proteína (%)	3.07	3.06	Peso de cuajo (g)	84.70	83.00
Acidez (% A.L.)	0.179	0.173	Temperatura de coagulación (°C)	35.40	35.90
Coliformes fecales (NMP/cm ³)	94.00	46.00	Tiempo de coagulación (min.)	29.60	30.30
			Cuajada y corte		
			Temperatura de la cuajada (°C)	33.12	33.21
			Tiempo de corte (min.)	5.10	4.30
			Tiempo de agit. manual (min.)	12.50	12.40
			Tiempo de agit. máquina (min.)	1.97	6.40
PRODUCTO TERMINADO			Desuerado		
Humedad (%)	59.80	57.35	Tiempo de desuerado (min.)	15.30	22.90
Acidez (cm ³)	8.00	11.00	Volúmen de suero (l.)	616.70	2000.00
Grasa (%)	2.90	2.34	Temperatura de la cuajada (°C)	31.55	31.90
# quesos	772.00	743.00	pH de la cuajada	6.34	6.30
# defectuosos	26.00	10.00	Acidez del suero (cm ³)	1.25	1.20
Rendimiento (l.)	3.91	4.04	Grasa del suero (%)	0.199	0.230
Coliformes fecales (NMP/g.)	87.00	48.00	Prensaje		
Coliformes totales (ufc/g.) x 10	3752.00	3540.00	Tiempo de prensaje (min.)	30.00	60.00
Mohos y levaduras (ufc/g.) x 10 ²	5375.00	5345.00	Peso de quesos muestra (g)	489.33	480.48
Capacidad de conservación			Salado		
Tiempo de conservación (min.)	5.00	15.00	Tiempo de salado (min.)	60.00	60.00
Balance económico			Peso de quesos muestra (g.)	476.53	471.52
Punto de equilibrio (%)	75.00	70.00	Temperatura de la salmuera (°C)	19.42	15.21
			Conc. de salmuera (°Be)	21.32	22.61
			Acidez de la salmuera (cm ³)	0.550	0.401
			Recuento total (ufc/cm ³) x 10 ²	129.00	71.00
LIMPIEZA E HIGIENE			Pesaje		
C.T Tina de acero inox. (ufc/cm ³) x 10	76.00	46.00	Peso promedio de los quesos (g.)	475.19	472.65
C.T Tanque de suero (ufc/cm ³) x 10 ¹	74.00	51.00	Almacenamiento		
C.T Tina de salmuera (ufc/cm ³) x 10 ¹	84.00	47.00	Temperatura (°C)	10.00	4.00
C.T Mesas de acero inox (ufc/cm ³) x 10 ¹	40.00	28.00			

**EJEMPLO DE HOJA DE CONTROL Y GRAFICA DE CONTROL POR VARIABLES
PARA QUESO FRESCO "MIRAFLORES"**

ACIDEZ DEL PRODUCTO TERMINADO (ml.)

#	FECHA	MUESTRAS			Xm	Rm
1	3-V-95	3.00	2.80	2.60	2.80	0.40
2	5-V-95	4.40	4.00	4.00	4.10	0.40
3	6-V-95	2.60	2.60	3.00	2.70	0.40
4	8-V-95	4.00	3.80	3.80	3.90	0.20
5	9-V-95	4.20	4.00	3.80	4.00	0.40
6	10-V-95	3.40	2.40	2.60	2.50	0.20
7	11-V-95	3.00	3.00	3.20	3.10	0.20
8	12-V-95	2.00	2.00	2.20	2.10	0.20
9	17-V-95	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00
10	19-V-95	3.70	3.50	3.50	3.60	0.20
11	22-V-95	4.00	4.00	4.00	4.00	0.00
12	23-V-95	2.40	2.40	2.00	2.30	0.40
13	25-V-95	2.70	2.70	2.50	2.60	0.20
14	26-V-95	2.54	2.60	2.60	2.60	0.06
15	31-V-95	2.80	2.80	2.80	2.80	0.00
16	1-VI-95	3.20	3.00	3.00	3.10	0.20
17	2-VI-95	2.90	2.90	3.00	2.90	0.10
18	13-VI-95	3.40	3.20	3.20	3.30	0.20
19	14-VI-95	3.00	3.00	3.00	3.00	0.00
20	15-VI-95	3.04	3.00	3.10	3.05	0.10
21	17-VI-95	3.10	3.00	3.00	3.03	0.10
22	21-VI-95	2.30	2.50	2.50	2.40	0.20
23	23-VI-95	3.00	3.20	3.00	3.07	0.20
24	26-VI-95	2.60	2.60	2.70	2.60	0.10
25	27-VI-95	3.40	3.20	3.20	3.30	0.20
26	28-VI-95	3.20	3.40	3.20	3.30	0.20
27	30-VI-95	3.00	3.00	3.00	3.00	0.00
28	1-VII-95	2.80	2.80	3.80	2.80	0.00
29	3-VII-95	2.20	2.00	2.00	2.07	0.20
30	4-VII-95	2.50	2.50	2.50	2.50	0.00
TOTAL					88.52	5.06

n = 3

k = 30

$EXm = 88.52$

$ERm = 5.06$

$A2 = 1.02$

$D4 = 2.57$

$D3 = 0$

$Xm = EXm / K = 88.52 / 30 = 2.90$

$Rm = ERm / K = 5.06 / 30 = 0.20$

PARA Xm

$LCC = Xm = 2.90$

$LSC = Xm + A2Rm = 2.90 + (1.02 * 0.20) = 3.10$

$LIC = Xm - A2Rm = 2.90 - (1.02 * 0.20) = 2.70$

PARA Rm

$LCC = Rm = 0.20$

$LSC = Rm * D4 = 0.20 * 2.57 = 0.50$

$LIC = Rm * D3 = 0.20 * 0 = 0$

GRAFICO X

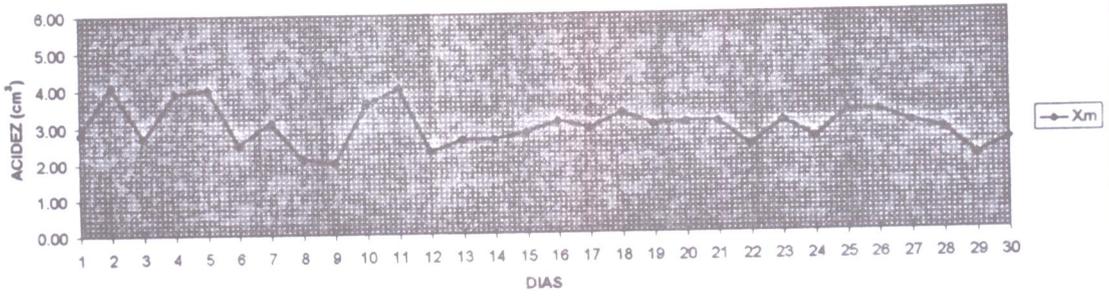
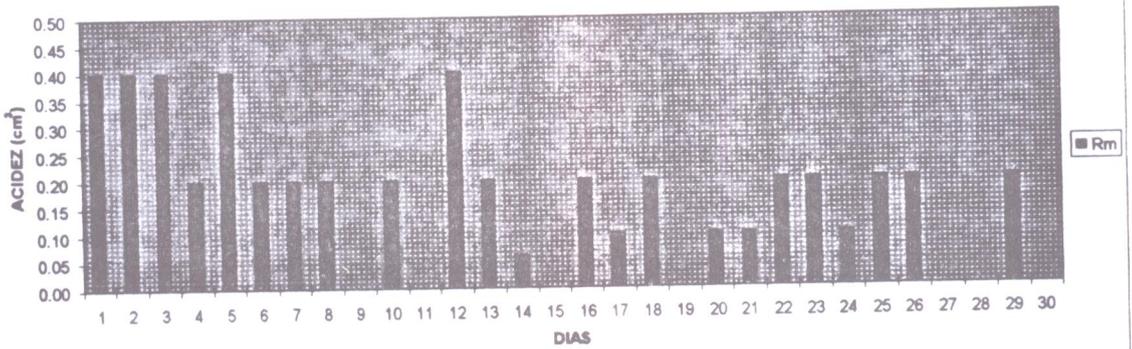


GRAFICO R



USO DE PARÁMETROS REOLÓGICOS COMO ÍNDICES DE CONTROL EN LA ELABORACIÓN DE LECHE ACIDÓFILA

Lourdes Ortiz^{*}
Leoncio Gutiérrez^{*}
Juan Alvarado^{**}

RESUMEN

En el presente trabajo se utilizó tres tipos de leche, para la elaboración de leche acidófila, a la cual se determinó el tiempo y temperatura de pasteurización para eliminar microorganismos no competitivos. Se realizó un seguimiento en la elaboración de esta leche acidófila utilizando análisis físicos, químicos y microbiológicos. Entre los físicos, se determinó los parámetros reológicos, realizados desde leche cruda fluida, hasta leche acidófila en la que se tiene una formación del coágulo firme; así como también un análisis químico de acidez titulable, pH al inicio y final de la elaboración del producto. Además se realizaron análisis microbiológicos, de recuento total; hongos y levaduras; patógenos; y, coliformes, siguiendo los requerimientos de normas para leche acidófila.

Luego de seleccionar los mejores tratamientos (que presentan mejores condiciones reológicas), se estudió la estabilidad y/o viabilidad, tanto del producto elaborado como del L acidophilus, utilizando los parámetros reológicos, pH y microbiológicos durante determinado tiempo y temperatura de almacenamiento. La leche acidófila presentó las mejores condiciones de estabilidad, a los cinco días de almacenamiento, se realizó un análisis sensorial, mediante la elaboración de una escala hedónica en la cual se evaluaron seis características de calidad que son: Apariencia, Consistencia, Color, Olor, Sabor, y Aceptabilidad.

Los mejores tratamientos encontrados son A2B2C1; A3B1C2; A1B1C1; presentando un valor alto de índice de consistencia que es el parámetro que sirve para evaluar la calidad del producto. En cuanto a estabilidad la leche acidófila entera y semidescremada saborizada presentan un índice de consistencia alto que están en el orden de 5,1 a 2,1, caso contrario sucede en leche acidófila descremada que tiene un índice de consistencia más bajo, se observa que estos tratamientos se contaminan fácilmente durante el almacenamiento.

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

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

INTRODUCCIÓN

El presente estudio trata de dar a conocer un derivado lácteo a base de leche fermentada utilizando un microorganismo no tradicional como es el caso del L. acidophilus para obtener una bebida probiótica que ofrece grandes beneficios tanto terapéuticos como alimenticios para el hombre. La leche acidófila es un producto relativamente nuevo, es una bebida muy parecida al yoghurt [11].

Los alimentos exhiben un determinado comportamiento mecánico, reaccionan de cierto modo cuando intentamos deformarlos. Para estudiar estos comportamientos nos valemos de la reológica o ciencia de deformación de la materia que se ocupa preferentemente de la deformación de los cuerpos aparentemente continuos y coherentes [7].

La medida de este factor puede ser hecha no solamente para indicar la consistencia de productos acabados, sino también como una herramienta de control de calidad en la materia prima, como también durante varias etapas del proceso para predecir la consistencia final, caracterizar la estabilidad y textura de alimentos.

Igualmente para asegurar la calidad de este producto utilizamos a la microbiología para conocer el comportamiento del L acidophilus.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Materia Prima

Se utilizó leche entera, leche semidescremada y leche descremada, proveniente de la Planta Productos Lácteos La Delicia, caseinato de sodio en polvo, L. acidophilus y jalea de fruta natural.

Equipos Utilizados

Equipo digital de termistores Cole - Parmer. Destilador para microkjeldhal marca LABCONCO. Brookfield Digital / Viscosímetro LVTD. Rotor SC4-18-31 y UL. Equipo de titulación (PYREX). Equipo de microbiología. Refrigeradora. Cocinetas eléctricas marca HACEB.

Reactivos

Acido sulfúrico. Alcohol amílico. Medio PCA, MRS, PDA. Rojo de metilo. Hidróxido de sodio 0,1N. Fenolftaleína. Oxido de selenio. Cloruro de sodio (sal). Sulfato de cobre. Sulfato de potasio.

Métodos

Análisis proximal de la materia prima

Previo a la elaboración de leche acidófila se realizaron los siguientes análisis en la materia prima. Determinación del pH. Acidez (% de ácido láctico). Determinación de grasa. Determinación de Proteína. Sólidos Totales.

Procesos térmicos

La pasteurización de leche entera, leche semidescremada y leche descremada se realizó a tres temperaturas: 70, 80 y 90°C. se prepararon muestras por duplicado, realizadas por dos ocasiones cada muestra, llevadas a una fuente de calor donde se registraron datos de temperatura a intervalos de un minutos hasta alcanzar las temperaturas requeridas. Cuando la muestra alcanzó la temperatura adecuada, el recipiente fue retirado a un baño maría con agua helada y sin dejar de agitar se registraron las temperaturas hasta 35-40°C.

Se procede a calcular los tiempos de procesos de pasteurización, tomando como referencia datos bibliográficos de D y z para tres microorganismos en estudio: Lactobacillus, hongos y levaduras y Clostridium botulinum tipo E. [1].

Mediante la construcción de gráficos usando escalas corregidas de temperaturas. Una vez calculadas las razones letales para cada temperatura se procede a realizar el primer gráfico que corresponde a Razón letal (1/t) vs. Temperatura (°C), a partir del cuál un segundo gráfico en donde la escala que corresponde al eje de coordenadas se divide según los valores de razón letal, asignando a cada división la temperatura correspondiente, en el eje de las abscisas se ubica el tiempo, de esta forma podemos determinar el tiempo de pasteurización mediante integración o cálculos matemáticos del área bajo la curva.

Diseño Experimental

En la evaluación de las condiciones Tecnológicas, se aplicó un diseño de tipo factorial AxBxC. Los factores y niveles se detallan a continuación:

FACTORES

A: Tipo de leche:

B: % de caseinato de sodio:

C: % de iniciador:

NIVELES

a₁: Leche entera

a₂: Leche semidescremada

a₃: Leche descremada

b₁: 0.5%

b₂: 0.1%

c₁: 1,0%

c₂: 3,0%

En la estabilidad del producto (leche acidófila saborizada) se aplicó un diseño factorial AxBxCxD. Los factores y niveles se detallan a continuación:

FACTORES

A: Tipo de leche acidófila:

NIVELES

a₁: Leche acidófila entera

a₂: Leche acidófila semidescremada

a₃: Leche acidófila descremada

B: % de Jalea:	b ₁ : 15 %
	b ₂ : 30 %
C: Temperatura de almacenamiento:	c ₁ : 5 °C
	c ₂ : 15 °C
	c ₃ : 30 °C
D: Tiempo de Almacenamiento	d ₁ : 0 días
	d ₂ : 5 días
	d ₃ : 10 días
	d ₄ : 15 días

En todos los tratamientos

Parámetros reológicos

Se establecieron los valores calculados de viscosidad η (Pa.s) en el caso de un fluido newtoniano, el Índice de consistencia K (Pa.sⁿ), Índice de comportamiento de flujo n (adimensional) y umbral de fluencia o tensión mínima de deformación c (Pa.) en el caso de un fluido no-newtoniano (seudoplástico), durante la elaboración del producto, hasta alcanzar su acidez óptima

Las lecturas se realizaron en un viscosímetro rotacional Brookfield modelo LVTD de ocho velocidades (0,3; 0,6; 1,5; 3,0; 6,0; 12,0; 30,0 y 60 rpm) utilizando el adaptador de muestras pequeñas UL, SC4-18 y SC4-31. Los datos del viscosímetro se expresan como porcentaje de lectura (%FS), los cuales sirven de base para el cálculo de los parámetros reológicos.

Análisis microbiológicos

Se realizaron análisis microbiológicos de Bacterias Coliformes, Bacterias patógenas, Mohos y Levaduras, Recuento Total, y Lactobacillus para cada uno de los tratamientos. Tanto en la materia prima como en el producto elaborado.

Análisis proximales

Se hizo un seguimiento en la materia prima (leche), igualmente se determinó durante y al final de la elaboración del producto pH, acidez (% de ácido láctico), grasa, proteína y sólidos totales.

En los mejores tratamientos

En los mejores tratamientos se realizó un test de conservación (estabilidad).

Parámetros reológicos

Se establecieron los valores de índice de consistencia K (Pa.sⁿ), índice de comportamiento de flujo n (adimensional) y umbral de fluencia c (Pa.) para cada uno de los tratamiento estudiados dentro del segundo diseño experimental planteado.

Análisis Microbiológico

Se realizó un seguimiento microbiológico mediante el Recuento total del Lactobacillus acidophilus, y la presencia o no de microorganismos contaminantes como son Mohos y Levaduras durante el tiempo de almacenamiento a los 0, 5, 10 y 15 días de estabilidad, en cada uno de los tratamientos estudiados.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Cálculo para la estandarización de Leche Semidescremada

La cantidad de cada uno de los componentes necesarios para la estandarización de la leche mediante, la mezcla de la leche entera y leche descremada puede ser fácilmente calculada por el método de Pearson. Con este cálculo se obtienen los diferentes % de leche entera y descremada necesarios para obtener una leche semidescremada.

Cálculo del tiempo y temperatura de pasteurización

Método general

Para el cálculo del tiempo - temperatura de pasteurización se utilizaron los datos de Lactobacillus , Mohos y Levaduras y de Clostridium botulinum Tipo B, se utilizaron los valores de D y z, reportados.

Lactobacillus - Mohos y levaduras:

D = 0,0095 (min)
T = 82,2°C
z = 7

Clostridium Botulinum Tipo E

D = 2,5 (min)
T = 82,2°C
z = 9

De lo anterior y mediante la curva TDT se calculó el valor de la constante a para el Clostridium botulinum Tipo B:

$$\begin{aligned} \log (7 * 2,5 * 60) &= a - (1/z) * T \\ \log 1050 &= a - (1/9) * 82,2^\circ\text{C} \\ a &= 12,1545 \text{ s} \end{aligned}$$

Reemplazando en la ecuación de la función de una curva TDT se tiene:

$$\begin{aligned} \log t &= a - (1/z) * T \\ \log t &= 12,1545 - 0,1111 * T \end{aligned}$$

Dando valores de temperatura se obtiene el tiempo (t) y el inverso del tiempo de muerte térmica (1/t) (tabla A.1)

Para determinar el tiempo de pasteurización se señala el área letal de referencia a una temperatura de ensayo y se compara con el área que muestra la curva de letalidad representativa del proceso, se dice entonces, que cuando el área de referencia es igual o menor al área de la curva experimental, el microorganismo es inactivado.

Es así que el área debajo la curva obtenida a 80°C es igual a 0,473 cm² que es menor al área de referencia para este microorganismo, esta área equivale a 4,46 cm² extrapolando el tiempo hasta que se igualen las áreas, nos da un tiempo de retención de 23 minutos, antes de iniciar el enfriamiento, se obtiene un proceso adecuado para las condiciones planteadas.

Para asegurarse de la total destrucción de los microorganismos patógenos, es necesario que la leche calentada llegue a la temperatura adecuada y permanezca a esta temperatura por un cierto tiempo (tiempo de retención) antes de ser enfriada de nuevo.

Cálculo de parámetros reológicos

A continuación se presentan dos ejemplos que siguen la ley de la potencia, para fluidos newtoniano y fluidos no-newtonianos.

- Fluidos newtonianos

Se utilizó en el caso de la leche entera (cruda) hasta leche incubada por un tiempo 7 horas que sigue este comportamiento.

Primero se determina el esfuerzo de cortante τ (Pa), utilizando la ecuación indicada por la casa fabricante:

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

$$\tau = 673,7 \cdot 10^{-7} \text{ N.m} \cdot 16.5 / (100 \cdot 2 \cdot 3,1416 \cdot 0,09239 \text{ m} \cdot 0,012573^2 \text{ m}^2)$$

$$\tau = 0,12109 \text{ Pa.}$$

Y la velocidad de deformación $\dot{\gamma}$ (1/s), con el uso de la ecuación dada también por la casa fabricante:

$$\dot{\gamma} = (2R_e^2 / (R_e^2 - R_i^2)) (2\pi N)$$

$$\dot{\gamma} = (2 \cdot 0,013815 / (0,01381^2 \text{ m}^2 - 0,012575^2 \text{ m}^2)) (2 \cdot 3,1416 \cdot 60 / 60 \text{ s})$$

$$\dot{\gamma} = 73,54839 \text{ (1/s)}$$

Para calcular la viscosidad utilizamos la ecuación :

$$\tau = \eta (\dot{\gamma})$$

$$\eta = \tau / \dot{\gamma}$$

$$\eta = 0,12109 \text{ Pa} / 73,54839 \text{ s}^{-1}$$

$$\eta = 0,0016 \text{ Pa.s}$$

Como se indica en la Tabla 1 utilizando todos los valores a diferentes revoluciones por minuto (rpm) se realiza una regresión lineal, el valor de la pendiente equivale a la viscosidad obtenida en el producto.

TABLA 1: VALORES DE ESFUERZO CORTANTE (τ) Y VELOCIDAD DE DEFORMACIÓN A DIFERENTES VELOCIDADES DE ROTACIÓN.

RPM	%FS	τ (Pa)	$\dot{\gamma}$ (1/s)
0,3	0,1	0,000734	0,3677
0,6	0,5	0,003696	0,7355
1,5	0,6	0,004403	1,8387
3,0	0,9	0,006605	3,6774
6,0	1,7	0,012476	7,3549
12,0	3,3	0,024219	14,7097
30,0	8,1	0,059447	36,7743
60,0	16,5	0,121096	73,5486

Elaborado por: Gutiérrez y Ortiz

La leche fresca se comporta como un fluido newtoniano, con la agregación de sólidos la viscosidad aumenta, mientras que con la adición del iniciador la viscosidad baja, durante el desarrollo de la fermentación en las siete primeras horas sigue este comportamiento newtoniano es decir la viscosidad aumenta progresivamente.

- **Fluido no newtoniano.**

Se utiliza la ley potencial. Un ejemplo del cálculo se presenta a continuación con el rotor SC4-18, como en el caso anterior se usa la ecuación para calcular el esfuerzo cortante τ (Pa):

$$\tau = 673,7 \cdot 10^{-7} \cdot 34,6 / (100 \cdot 2 \cdot 3,1416 \cdot 0,03172 \cdot 0,00874^2)$$

$$\tau = 1,5311 \text{ Pa.}$$

la velocidad de deformación $\dot{\gamma}$ (1/s) que según Steffe (1992) utiliza la siguiente ecuación:

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

donde n es el índice de comportamiento al flujo, se determina previamente por la pendiente de un gráfico $\ln(2\pi N/60)$ vs. $\ln \tau$. Por regresión tenemos:

$$A = -0,89605$$

$$B = 0,70325 = n$$

$$r = 0,99659$$

tenemos que:

$$\alpha = R_c/R_i$$

$$\alpha = 0,009525/0,00874 = 1,08982$$

$$\dot{\gamma} = (4 \cdot 3,1416 \cdot 60 / (60 \cdot 0,70325)) (1,08982^{2/0,70325} / (1,08982^{2/0,70325} - 1))$$

$$\dot{\gamma} = 82,3628 \text{ (1/s)}$$

utilizando la ecuación para calcular el índice de consistencia $\dot{\gamma}$ (Pa.sⁿ), este valor corresponde al antilogaritmo del punto de corte de la ecuación, graficando $\log \tau$ vs. $\log \dot{\gamma}$ tenemos:

$$A = -1,17514$$

$$B = 0,70330$$

$$r = 0,99659$$

la ecuación es:

$$\log \tau = -1,17514 + 0,70324 \log \dot{\gamma}'$$

$$K = 0,0668 \text{ Pa.s}^n$$

Este valor es la viscosidad aparente inicial en la formación del coágulo o fermentación del producto (leche acidófila). En la Tabla 2 se presentan los valores que se obtiene a diferentes velocidades de rotación.

TABLA 2: VALORES DE CONSTANTES PARA FLUIDOS NO NEWTONIANOS CON UN ROTOR SC4-18

RPM	%FS	τ (Pa)	$2\pi N/60$	$\dot{\gamma}'$ (1/s)
0,3	0,9	0,0398	0,03142	0,412
0,6	1,3	0,0575	0,06283	0,824
1,5	2,0	0,0885	0,15708	2,059
3,0	4,4	0,1950	0,31416	4,118
6,0	7,3	0,3230	0,62832	8,236
12,0	10,3	0,4540	1,25664	16,473
30,0	20,6	0,9120	3,14159	41,182
60,0	34,6	1,5300	6,28319	82,364

Elaborado por: Gutiérrez y Ortiz

A mayor tiempo de fermentación el fluido se comporta como no newtoniano, teniendo como parámetro el índice de consistencia (K) en Pa.sⁿ.

Desarrollando el análisis de varianza para los valores de índice de consistencia a las 9 horas de incubación se observa que no hay diferencias significativas entre los factores B, C y en réplicas pero si hay significancia en el factor A y las interacciones dobles para la probabilidad (α) 0,05. El índice de comportamiento de flujo, es el que nos indica el grado de desviación del comportamiento newtoniano, cuando es menor que la unidad el fluido es no newtoniano, y cuando este valor es menor que 0,7 es pseudoplástico.

Para calcular la tensión mínima de deformación o umbral de fluencia c (Pa) en el caso de un no-newtoniano Bingham-pseudoplástico usamos la ecuación de Casson (1959) y tenemos, en la Tabla 3 tenemos los valores para calcular el valor de (c) que realizando una regresión entre $(\Omega/L)^{0,5}$ vs. $N^{0,5}$, tenemos el intercepto igual a $(\Omega/L)_0^{0,5}$, basándonos en el ejemplo nos da:

$$A = 0,003387 = (\Omega/L)_0^{0,5}$$

$$c = (\Omega/L)_0 (1/2 * \pi * Ri^2)$$

$$c = 0,00001147 * (1/2 * 3,1416 * 0,009525^2)$$

$$c = 0,02012 \text{ Pa.}$$

TABLA 3: VALORES DE DIFERENTES CONSTANTES PARA EL CÁLCULO DEL UMBRAL DE FLUENCIA C (PA) ROTOR SC4-18.

RPM	N	(Ω/L)	$N^{0,5}$	(Ω/L) ^{0,5}
0,3	0,005	$1,9115 \cdot 10^{-5}$	0,0707	0,00437
0,6	0,010	$2,7611 \cdot 10^{-5}$	0,1000	0,00525
1,5	0,025	$4,2478 \cdot 10^{-5}$	0,1581	0,006518
3,0	0,050	$9,3452 \cdot 10^{-5}$	0,2236	0,009667
6,0	0,100	$1,5504 \cdot 10^{-4}$	0,3162	0,012452
12,0	0,200	$2,1664 \cdot 10^{-4}$	0,4472	0,014719
30,0	0,500	$4,3752 \cdot 10^{-4}$	0,7071	0,020917
60,0	1,000	$7,3487 \cdot 10^{-4}$	1,0000	0,027108

Elaborado por: Gutiérrez y Ortiz

Este valor de c correspondiente al umbral de fluencia que viene ha ser el esfuerzo necesario del flujo para desarrollarse el fluido, nos indica el momento en el que el fluido empieza a desarrollarse. Este valor de c es muy pequeño el esfuerzo que realiza el fluido es mínimo pues esta en el orden de 10^{-3} a 10^{-1} . En la Tabla A.2 se presenta un resumen de los parámetros reológicos obtenidos.

Análisis proximales

En cuanto a los valores de acidez obtenidos experimentalmente están en el orden de 0,734 - 0,784 % de ácido láctico, que se encuentran en el limite de la acidez planteada.

Los valores de pH durante la elaboración de leche acidófila son valores puntuales. Estos valores van disminuyendo con el transcurso del tiempo de fermentación hasta 4,5.

El análisis de grasa se realizó al inicio, en los diferentes tipos de leches crudas, y en el producto final (leche acidófila). Determinándose un incremento mínimo de grasa por la adición del caseinato de sodio.

De la misma forma se realizó el análisis de proteína en leche cruda, y se confirma el porcentaje de proteína en la leche acidófila elaborada, el cual incrementa debido al aumento de % de caseinato de sodio.

Los resultados de sólidos totales también aumentan en el producto final comparados con los valores iniciales. Estos sólidos se incrementan debido a la adición de caseinato de sodio, por el tratamiento térmico y la adición fermentativa de la leche acidófila.

Análisis Microbiológicos

El recuento microbiológico obtenido en el producto final es negativo en los tres últimos géneros de microorganismos, por lo que se cumple con los requisitos microbiológicos establecidos por las Normas INEN No.709. En cuanto se refiere a los Lactobacillus con una carga de 10^7 - 10^8 ufc/ml. Esta carga es alta debido a la presencia y sobrevivencia del Lactobacillus acidophilus ya que estos se encuentran activos y se ven favorecidas las condiciones finales del producto.

De los análisis microbiológicos obtenidos este producto se encuentra apto para el consumo humano, debido a que se encuentra en los límites establecidos por las Normas INEN No.709.

Estabilidad del producto.

Parámetros Reológicos

EL índice de consistencia de la leche acidófila saborizada presenta cambios en el almacenamiento, permaneciendo estable hasta los 5-7 días de almacenamiento, a partir de este día este índice de consistencia decrece, la estructura físico química del gel cambia durante el almacenamiento.

Realizando el análisis de varianza para estos valores de índice de consistencia **K**, se observa que no hay significancia en la réplica (A), y existe significancia en los factores de estudio (B, C, D y E), realizándose las pruebas de Tukey para estos factores a $\alpha = 0,05$.

Este tipo de fluido es no-newtoniano se puede decir sigue un comportamiento pseudoplástico con una tendencia a ser Bingham pseudoplástico. Se comprueba el comportamiento pseudoplástico con el índice de comportamiento de flujo n (adimensional) ya que este debe ser menor a 0,7.

El umbral de fluencia c (Pa), el incremento y decremento de este valor esta directamente relacionado al índice de consistencia, existen valores mayores a los 5 y 10 días de almacenamiento, por lo tanto el índice de comportamiento de flujo en estos tiempos es mayor. Se presentan datos de índices de consistencia durante el almacenamiento, en la Tabla A.3.

PH

El pH inicial de la leche acidófila es decir a los cero días es de 4,60 - 4,75, hay una disminución gradual durante todo el período de almacenamiento de 15 días. El cambio drástico de pH se puede deber a la temperatura alta de almacenamiento como es de 25°C, en el se producen diferentes cambios en la estructura del producto.

Estabilidad y/o viabilidad del Lactobacillus.

A una temperatura de 5°C el conteo de Lactobacillus se mantiene en el orden de 10^6 , lo que demuestra una mejor viabilidad del L. acidophilus y las células viables permanecieron ligeramente en menos de 1 millón luego de 15 días de almacenamiento.

Realizaron Rajiv y Nagendra (1997), un estudio en el cambio de conteos de bacterias probióticas, en el período 0 h, los conteos de L. acidophilus fueron similares; sin embargo, a 0 días, los conteos fueron más altos, y permanecieron bien dentro del límite recomendado de un millón de células por gramo de leches ácidas durante todo el período de almacenaje.

Cambios en los conteos de bacterias en la leche acidófila.

Según los conteos microbiológicos realizados se ve claramente que la leche acidófila se mantiene casi estable a una temperatura de 5 - 10°C por un tiempo de 5 - 10 días, el producto tiene una contaminación microbiana a los 15 días, por lo que viene a ser un alimento no apto para el consumo.

Datos microbiológicos tomados a los 5 días de almacenamiento, se presentan en la Tabla A.4.

Según Cardoso, y colaboradores (6), el tiempo de conservación de la leche acidófila es de 7 días a 10°C, los análisis microbiológicos de organismos coliformes, mohos filamentosos y levaduras viables dan resultados negativos, mientras que a los 9 días hay la presencia de hongos y levaduras.

Evaluación sensorial

Para la evaluación sensorial se seleccionó personal de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos; utilizando un volumen de muestra de 30 ml.

Para el efecto se estableció un panel de cataciones con 4 personas por muestra y por duplicado, dándoles a catar 3 tratamientos, tomados al azar. Las cataciones se realizaron en la mañana y en la tarde. Las muestras son mantenidas a temperatura ambiente $\pm 18^\circ\text{C}$. Para el efecto se utilizó leche acidófila almacenada por un tiempo de 5 días.

Según las respuestas proporcionadas por los catadores para apariencia, consistencia, olor, sabor, color y aceptabilidad, se aplica la prueba de rangos de Wilcoxon para establecer básicamente diferencias entre las muestras elaboradas sobre las características antes mencionadas. Se establece del análisis sensorial lo siguiente: existe significancia a $\alpha = 0,05$ entre tratamiento con la consistencia, olor, sabor y aceptabilidad, presentando una mayor significancia en la aceptabilidad. Se realiza la prueba de rangos de Tukey para estos valores.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El tratamiento que se debe dar a una leche para elaborar leche acidófila que esté exenta de microorganismos patógenos y competitivos es una temperatura alta y tiempo largo como es de 80°C por 23 min., lo cual nos garantiza el desarrollo posterior del microorganismo Lactobacillus acidophilus y por lo tanto da las característica de una leche acidófila.
- Las muestras que presentan un buen comportamiento reológico son leche semidescremada con un bajo nivel de caseinato de sodio y un alto porcentaje de iniciador. Leche descremada con un bajo nivel de caseinato y un bajo % de iniciador y leche entera con bajos niveles de caseinato e iniciador.
- La elaboración de leche acidófila producida en los laboratorios de la Facultad, presenta buenas características organolépticas y microbiológicas, determinando estas características un buen índice de calidad y aceptabilidad para el consumo humano, encontrándose así dentro de los límites legales de la Norma INEN No. 709.
- En lo referente a la estabilidad, la leche acidófila se mantiene mejor a 5°C de almacenamiento y por un tiempo no mayor a 10 días.

- Uno de los factores que permite verificar la estabilidad en el almacenamiento de la leche acidófila es el pH, el mismo que debe permanecer a un valor de 4,5. Por lo tanto se detiene el almacenamiento cuando este valor desciende.
- Los objetivos planteados al inicio del presente trabajo se han cumplido, pues se logró un producto de alta calidad y aceptación con una Tecnología de elaboración definida, la cual presenta grandes ventajas nutricionales y terapéuticas presentando una alternativa diferente de un subproducto lácteo muy rico en proteínas y grasas.
- Utilizando las propiedades reológicas, como índices de control de proceso de elaboración, se puede establecer el tiempo mínimo y máximo de incubación de diferentes productos fermentados (yoghurt, leche acidófila, kefir, etc.).
- La reología presenta una alternativa no tradicional para el control de calidad, ya que por medio de la viscosidad e índice de consistencia se puede caracterizar un alimento antes, durante y después de un proceso de transformación de un alimento.

Recomendaciones

- Para la elaboración de productos fermentados se recomienda realizar un tratamiento térmico, temperatura alta y tiempo largo, con el que se consigue la destrucción total de microorganismos patógenos no deseables y así obtener un producto de alta calidad.
- Las leches cultivadas, en particular la leche acidófila, deben ser recomendadas en la formulación de dietas para individuos intolerantes a la lactosa, además regulando problemas intestinales, combatiendo el colesterol, cáncer.
- Por el pobre sabor y aroma que tiene la leche acidófila con y sin la adición de caseinatos, se recomienda la utilización de saborizantes en especial naturales en un alto porcentaje y el consumo inmediato del producto para evitar alteraciones tanto nutricionales como infecciones microbiológicas.

REFERENCIAS

ALVARADO, Juan de Dios., "Principios de Ingeniería Aplicados a los Alimentos". Editorial Radio Comunicaciones. Artes Gráficas. Ambato-Ecuador. 1996. pp. 201-217, 376-398.

ALVARADO, Juan de Dios., "Cambios en las Propiedades Reológicas Durante la Elaboración de Yogurt". Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ambato-Ecuador. 1992, pp. 1-16.

BENEZCH, T. y NAINGONNAT, J., "Caracterización de las Propiedades Reológicas del Yogurt - una Revisión". I.N.R.A. Laboratorio de Ingeniería de Procesos y Tecnología Alimenticia, Edit. 369 Rue Jules , Gues de Francia 1993.

- BROOKFIELD, INC., "Viscosimeters Rheometers., Brookfield Laboratories s.f. Engineering., 1985. E.U.A.
- DZIEZAK, Judie., TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS, " Mediciones de la Viscosidad". Editora de Food Technology's Special Reports.
- JOFRÉ, Héctor y BRITO, Carmen. "XXV Curso Regional de Desarrollo y Capacitación en Lechería de la FAO para América Latina". Centro Tecnológico de la Leche para Chile y América Latina. Universidad Austral. Chile-Valdivia. 1980. pp. 1-37.
- MULLER, H.G. "Introducción a la Reología de los Alimentos". Editorial Acribia. Zaragoza-España 1977.
- OSORIO, F. y STEFFE, J. "Kinectic energy calculations for non-Newtonian fluids in circular tubes". J Food Sci., 49: 1295-1296, 1315.
- RAJIV, Dave y NAGENDRA, Shah, "Viabilidad de Bacterias del Yogurt y Probióticas en Yogurts hechos de Cultivos Iniciadores Comerciales". Int.Dairy Journal 7, Elsevier Science Limited, Printed in Great Britain, 1997, pp. 31-40.
- ROBINSON, R.K. "Developments in Food Microbiology-2". Edit. Galliard Ltd. Great Britain Inglaterra. 1986. pp. 153-176.
- SOROA, J. y RINDA. "Industrias Lácteas". Editorial Aedos. Barcelona - España. 1984. Pp.136.
- TAMINE, A.Y. y ROBINSON, R.K. "Yogur Ciencia y Tecnología". Editorial Acribia S.A. Zaragoza-España. 1991. pp. 320 - 356.
- TOLEDO, Romeo. "Fundamentals of Food Process Engineering". AVI Publishing Company. Westport-Connecticut. 1980. pp. 152-196, 242-255
- SALTOS, Aníbal. "Diseño Experimental" Aplicación de Procesos Tecnológicos. Editorial Universitaria UTA. Ambato-Ecuador. 1993.

TABLA A1: RAZÓN DE TIEMPO - TEMPERATURA REQUERIDOS PARA REDUCIR LA CARGA MICROBIANA CON RELACION A *Clostridium botulinum*, TIPO E.

T (°C)	log t (s)	t (s)	1/t (1/s)
70	4.38	2809.2	4.20E-05
72	4.16	14273.2	7.00E-05
74	3.93	8556.6	1.17E-04
76	3.71	5129.5	1.95E-04
78	3.49	3075.1	3.25E-04
80	3.27	1843.5	5.42E-04
82	3.04	1105.1	9.05E-04
84	2.82	662.5	1.51E-03
86	2.6	397.2	2.52E-03
87	2.49	307.5	3.25E-03
88	2.38	238.09	4.20E-03
89	2.27	184.3	5.42E-03
90	2.15	142.7	7.01E-03

TABLA A2: VALORES PROMEDIOS DE PARAMETROS REOLOGICOS DE LECHE ACIDÓFILA A LAS 9 HORAS DE INCUBACIÓN.

Tratamiento	Índice de	Índice de	Umbral de
	Consistencia K (Pa.s ⁻¹ n)	Comportamiento al flujo (n)	Fluencia c (Pa)
	Promedio	Promedio	Promedio
A1B1C1	0.660477	0.568506	0.066640
A1B1C2	0.414200	0.445866	0.284824
A1B2C1	0.114374	0.629486	0.049668
A1B2C2	0.285246	0.517452	0.162702
A2B1C1	0.273484	0.501455	0.149410
A2B1C2	0.387390	0.583584	0.190551
A2B2C1	0.697079	0.380870	0.152834
A2B2C2	0.149536	0.563716	0.079679
A3B1C1	0.143710	0.543473	0.078168
A3B1C2	0.677525	0.723803	0.067898
A3B2C1	0.676350	0.737296	0.084854
A3B2C2	0.478832	0.339677	0.178574

A: tipo de leche
 B: % de caseinato
 C: % de iniciador

TABLA A3: VALORES PROMEDIOS DE INDICE DE CONSISTENCIA (Pa.sⁿ), EN ALMACENAMIENTO.

Tratamiento	0 días Promedio	5 días Promedio	10 días Promedio	15 días Promedio
A1B1C1	2.40983	3.08826	2.87961	2.33888
A1B1C2	2.40983	3.05938	3.26412	1.49619
A1B1C3	2.40983	3.51045	3.01229	2.64003
A1B2C1	3.31478	4.95213	4.76758	3.66113
A1B2C2	3.31478	5.12770	3.36692	2.20966
A1B2C3	3.31478	4.52506	4.28052	3.65010
A2B1C1	1.66704	1.98667	1.47898	1.37742
A2B1C2	1.66704	2.09504	1.89238	1.26285
A2B1C3	1.66704	2.27808	0.99350	0.79423
A2B2C1	1.94357	2.26300	2.03222	1.83110
A2B2C2	1.94357	2.45871	1.27601	1.04951
A2B2C3	1.94357	2.81975	2.49795	1.83564
A3B1C1	1.16719	1.54102	1.51498	1.45254
A3B1C2	1.16719	1.48282	1.30112	1.18609
A3B1C3	1.16719	1.68133	1.38298	0.95807
A3B2C1	1.73000	2.16243	1.56763	1.37160
A3B2C2	1.73000	1.38698	1.40933	1.32557
A3B2C3	1.73000	2.43014	1.51267	1.42049

A: tipo de leche acidófila

B: % de jalea

C: temperatura de almacenamiento

D: tiempo de almacenamiento.

TABLA A4: ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE LECHE ACIDÓFILA A LOS 5 DÍAS DE ALMACENAMIENTO.

Muestra	Tratamiento	Recuento Total ufc/ml		Lactobacillus ufc/ml		Levaduras y Hongos ufc/ml	
		R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂
1	A1B1C1	1.70E+06	2.60E+06	3.80E+05	4.10E+05	neg.	neg.
2	A1B1C2	1.20E+07	7.00E+07	4.00E+05	5.60E+05	20	neg.
3	A1B1C3	3.50E+06	4.00E+06	2.00E+06	2.00E+06	neg.	neg.
4	A1B2C1	1.60E+06	8.00E+07	3.00E+05	2.90E+06	neg.	neg.
5	A1B2C2	4.50E+07	3.80E+07	1.90E+04	6.50E+07	40	100
6	A1B2C3	1.50E+06	1.30E+07	3.60E+06	8.20E+06	10	neg.
7	A2B1C1	2.00E+06	1.00E+07	1.50E+07	9.60E+06	4.00E+03	2.60E+02
8	A2B1C2	3.40E+06	7.10E+07	1.20E+06	1.00E+07	1.80E+02	1.10E+03
9	A2B1C3	1.10E+07	8.00E+07	6.80E+06	5.20E+07	2.50E+02	1.00E+04
10	A2B2C1	3.10E+06	4.10E+07	1.80E+06	6.30E+06	1.90E+02	2.00E+03
11	A2B2C2	2.30E+06	1.00E+07	1.80E+07	5.00E+07	3.50E+02	1.40E+04
12	A2B2C3	1.30E+07	4.30E+07	7.30E+06	3.10E+06	1.50E+02	5.00E+03
13	A3B1C1	4.70E+06	1.00E+07	2.30E+06	1.00E+07	neg.	neg.
14	A3B1C2	1.10E+06	1.00E+06	1.00E+07	5.80E+06	10	30
15	A3B1C3	7.80E+06	2.60E+07	3.00E+06	2.80E+05	neg.	neg.
16	A3B2C1	8.80E+06	1.20E+07	6.60E+07	1.10E+07	neg.	neg.
17	A3B2C2	2.40E+06	2.00E+07	1.10E+07	3.00E+07	1.40E+02	2.80E+03
18	A3B2C3	5.80E+06	4.00E+07	4.00E+06	1.00E+07	4.00E+02	8.00E+03

A: tipo de leche acidófila, B: % de jalea, C: Temperatura de almacenamiento y D: tiempo de almacenamiento

FIGURA 1: MÉTODO GRÁFICO PARA ESTABLECER TIEMPOS DE PASTEURIZACIÓN EN DIFERENTES TIPOS DE LECHE A 80°C SEGÚN DATOS DEL *Clostridium botulinum*.

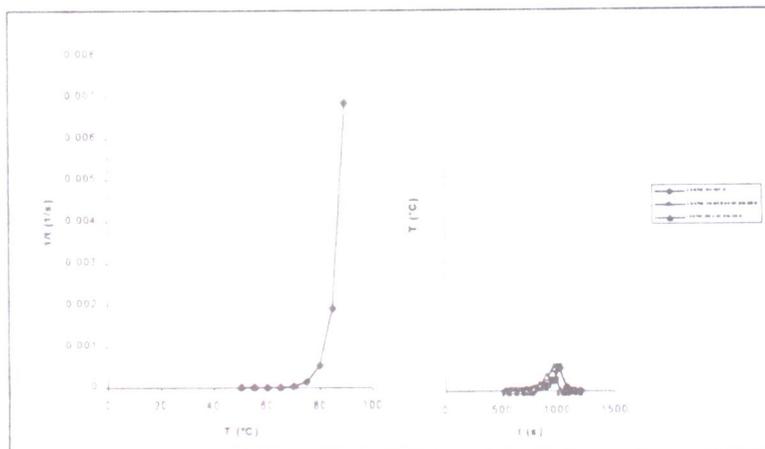


FIGURA 2.1: GRAFICO DE VELOCIDAD DE DEFORMACIÓN (1/s) vs. ESFUERZO CORTANTE (Pa). PRUEBA A3B1C1 EN EL INICIO DE LA ELABORACION DE LECHE ACIDÓFILA. USANDO EL ROTOR UL (MUESTRAS PEQUEÑAS).

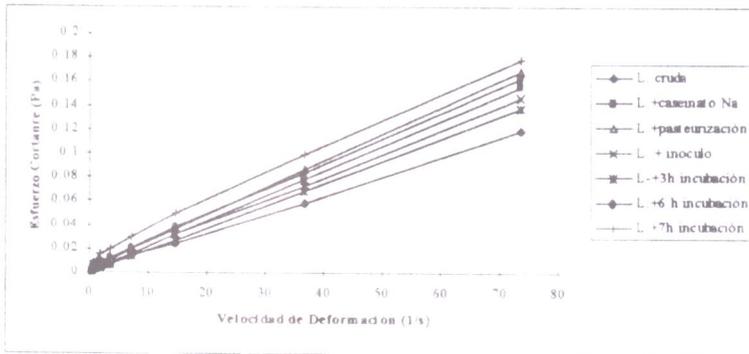


FIGURA 2.2: GRAFICO DE VELOCIDAD DE DEFORMACIÓN (1/s) vs. ESFUERZO CORTANTE (Pa). DURANTE LA FASE DE FERMENTACION DE LECHE ACIDÓFILA. USANDO EL ROTOR SC4-18-31 (MUESTRAS PEQUEÑAS).

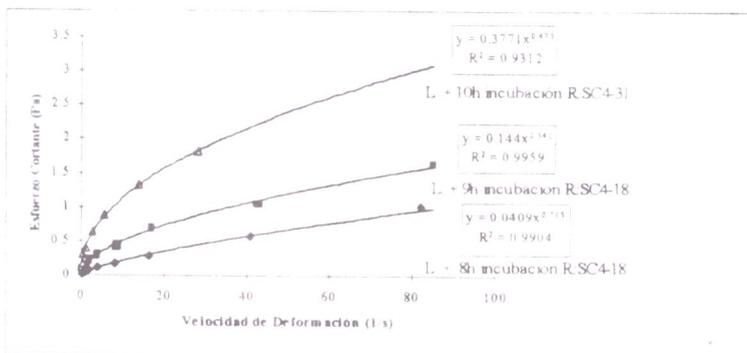
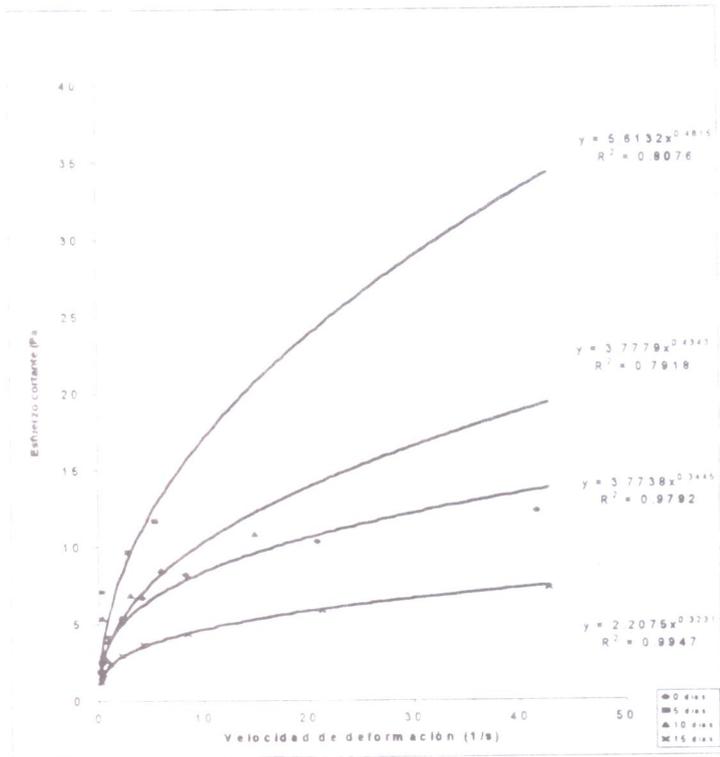


FIGURA 3: CURVAS DE FLUJO EN MUESTRAS DE LECHE ACIDÓFILA A DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO. PRUEBA A1B2C2.



APROVECHAMIENTO DEL BANANO (*Musa cavendishii*) Y ORITO (*Musa auriens*) EN EL PROCESAMIENTO DE PULPA ESTABILIZADA POR MÉTODOS COMBINADOS

Elvia Aucapiña*
Wilma Pilco*
César Vásquez**

RESUMEN

Tomando en cuenta que en el país existen grandes cantidades de banano (*Musa cavendishii*) consideradas como no aptas para exportación se ha decidido aprovechar estos volúmenes de fruta rechazada procurando ayudar a la visualización de solucionar el problema.

Por las características mismas de las frutas escogidas se descartó cualquier proceso drástico, eligiéndose aplicar una tecnología de conservación que emplea diversos factores en sus niveles más bajos ésta tecnología se denomina "Conservación por Métodos Combinados" los factores a investigarse fueron : Temperatura de pasteurización a 70 y 75 °C , como agente controlador de pH el ácido cítrico en concentraciones de 0.4 y 0.5% , para conservadores se eligieron al benzoato de sodio y sorbato de potasio a dos distintos porcentajes cada uno (0.03 y 0.05%) ; estableciéndose además el efecto de la temperatura de almacenamiento a 18 °C y 25 °C.

Por el número de variables presentes se trabajó con un diseño 2^{k-p} (2^{5-1}) para cada fruta, obteniéndose 16 tratamientos que fueron estudiados por un período de tres meses durante el cual se efectuaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos cada 15 días. Del análisis estadístico se desprende que todos los factores son significativos e influyen directamente en la respuesta experimental, lo que demuestra que no existe igualdad de tratamientos y la hipótesis nula se rechaza y se acepta la hipótesis alternativa.

Para verificar el comportamiento de cada tratamiento se elaboró una muestra testigo de pulpa para cada variedad.

En todos los tratamientos se realizó un análisis sensorial a los cuatro meses de almacenamiento de muestras control elaboradas y conservadas para éste fin , los atributos elegidos fueron: color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general , verificándose la incidencia de cada variable.

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

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

INTRODUCCIÓN

En la última década se ha puesto mucha atención en las propiedades de calidad y frescura, textura, sabor y apariencia de las frutas, desarrollándose nuevas técnicas de preservación de alimentos para producir elaborados de fruta con un mínimo procedimiento, mejorando su calidad y extendiendo su tiempo de vida útil. Estas nuevas tecnologías están basadas en la combinación de factores de inhibición para combatir los efectos del deterioro causado por microorganismos en las frutas, así como los factores adicionales que pueden disminuir, el grado de reacciones bioquímicas de secuencia rápida o cambios de calidad. Los factores seleccionados para la formulación del procedimiento de preservación se basan en leves tratamientos térmicos, adición de preservantes y aditivos antimicrobiológicos y reducción de pH.

En la preservación utilizando Métodos Combinados se adecúan para conservar frutas en temporadas de sobreproducción que contribuyen a la diversificación de las industrias frutícolas, a la reducción de las pérdidas postcosecha y a evitar la severidad de las técnicas basadas en el empleo de solamente un factor de conservación.

Estas frutas mínima o levemente procesadas son productos que tienen los atributos de conveniencia y calidad de los frescos, siendo más estables que las frutas en estado natural por el tratamiento térmico aplicado, sin que esto implique una pérdida de caracteres específicos de la frescura.

MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIALES

- Banano (*Musa cavendishii*)
- Orito (*Musa auriens*)
- Báscula
- Balanza analítica
- Estufa
- Pulpatador
- Exhauster
- Olla de cocción
- Refractómetro
- Espectrofotómetro
- Cuentacolonias
- pHmetro
- Envases plásticos
- Termómetro
- Utencillos
- Sorbato de potasio

- Metabisulfito de sodio
- Benzoato de sodio
- Acido cítrico
- Hidróxido de sodio
- Fenoltaleína
- Acido tartárico
- Peptona
- Agar PDA

PROCEDIMIENTO

Para efectuar el presente estudio se utilizará banano (*Musa cavendishii*) y Orito (*Musa auriens*) provenientes de las regiones Costa y Amazónica respectivamente y con las siguientes características: banano con un contenido de sólidos solubles correspondientes a 23.5°brix, un pH de 5.3 y un contenido de ácido málico de 0.312%; el orito contiene 26.5°Brix, pH de 5.7 y porcentaje de ácido málico 0.530%.

Estas variedades serán tratadas como se indica a continuación:

- Se selecciona la fruta con un grado de madurez adecuado para la producción de pulpas, es decir que no estén golpeadas, magulladas ni contaminadas. La fruta será lavada con agua fría.
- La fruta será partida transversalmente por la mitad, de modo que facilite la penetración del calor para facilidad en el pelado.
- Se somete a un tratamiento térmico con vapor (15lb/plg²) utilizando un escaldador durante 20 minutos. Este tratamiento tiene como objetivo fundamental inactivar las enzimas causantes del empardeamiento enzimático (polifenoloxidasas) y contribuir al control de la carga microbiana inicial.
- Se pelan las frutas ejerciendo presión sobre cada extremo de ésta.
- Se pasan a través de un despulpador, utilizando una malla de 0.045plg, con lo cual se logrará separar las semillas y obtener una pulpa fina.
- Se baja el pH de la pulpa a límites entre 4.0 y 4.2 adicionando ácido cítrico (0.4 y 0.5%). Se agrega 300 ppm de metabisulfito de sodio con el propósito de mantener el color (evitar el oscurecimiento enzimático y no enzimático) y controlar la carga microbiana.
- Se pasteriza la pulpa a 70 y 75°C por 15 minutos, utilizando para ello una olla de cocción con doble camisa de calefacción.
- Se adiciona 0.03% de benzoato de sodio y 0.03% de sorbato de potasio para ciertos tratamientos y 0.05% de benzoato de sodio y 0.05% de sorbato de potasio para los demás tratamientos como conservantes.

- Se envasa en caliente en envases plásticos de tapa rosca de sellado hermético.
- Se procede al enfriamiento y almacenado a temperaturas de 18 y 25°C, correspondientes a las temperaturas ambientales promedio de la Sierra y la Costa respectivamente.
- Con cada variedad de fruta se elabora pulpa sin adición de químicos, las cuales servirán para comparaciones con los demás tratamientos planteados.
- Se determina la cinética de empardeamiento en la muestra testigo, y se comparará con los demás tratamientos en caso de que éste fenómeno se presente.
- Se realizan análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales en la pulpa durante el almacenamiento.

MÉTODOS DE ANÁLISIS

Se realizaron los siguientes análisis :

Fisicoquímicos

Transmitancia.- Se determinan los valores de transmitancia de acuerdo a la Norma 28050 de la AOAC en diluciones de pulpa de banano y orito.

Parámetros reológicos.- Para su determinación se utilizó un viscosímetro rotacional marca Brookfield LVTD. Considerándose para las muestras diluciones 1:1.

Sólidos solubles.- Se utilizó un refractómetro de acuerdo a la norma 22024 de la AOAC.

Índice de pH.- Se determinó utilizando un pH-metro digital siguiendo la Norma 14002 de la AOAC.

Acidez total.- Su determinación se realizó por titulación siguiendo el procedimiento que detalla la Norma 22060 de la AOAC.

Microbiológicos

Se realizó un recuento total de mohos y levaduras utilizando medio PCA inoculados en concentraciones - 2 y -3 incubados a 20°C por 48 horas; el conteo se efectuó en un cuenta colonias.

Sensoriales

Las pruebas sensoriales constituyeron :color,olor,sabor,textura y aceptación general.Los resultados se estimaron con un panel de catadores de 10 personas, utilizándose una escala hedónica de 1-5.

Estadístico matemático

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

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Se realizó el análisis estadístico de la respuesta experimental (recuentos microbianos) con los datos obtenidos a los 90 días de almacenamiento; considerando un nivel de significancia $\alpha = 0.05$ se obtuvo un valor de $f_{(1,15)}$ de la tabla de distribución de Fisher igual a 4.56, menor a f calculado para los factores temperatura de pasteurización, porcentaje de ácido cítrico, adición de benzoato de sodio, y las interacciones : temperatura de pasteurización/adición de benzoato de sodio y porcentaje de ácido cítrico/adición de benzoato de sodio de acuerdo al análisis de varianza para la respuesta experimental de pulpa de banano. Para el caso de pulpa de orito la razón de varianza del factor A (temperatura de pasteurización) y la interacción porcentaje de ácido cítrico/adición de benzoato de sodio es mayor que f de tablas; por lo tanto las variable de estudio e influyen directamente sobre el desarrollo microbiano en las pulpas.

Posteriormente a partir de las pruebas de significancia de Duncan con un nivel $\alpha = 0.1$ se determinó los mejores tratamientos para banano y orito; resultando para pulpa de banano el tratamiento $A_0B_1C_1D_0$ que corresponde a temperatura de pasteurización 70°C , porcentaje de ácido cítrico 0.5%, adición de benzoato de sodio 0.05% y adición de sorbato de potasio 0.03%; y para pulpa de orito el tratamiento $A_1B_1C_1D_1$ que corresponde a temperatura de pasteurización 75°C , porcentaje de ácido cítrico 0.5%, adición de benzoato de sodio 0.05% y adición de sorbato de potasio 0.05% respectivamente.

Las características fisicoquímicas de los mejores tratamientos para pulpa de banano y orito, se reportan en las Tablas 1 y 2. En pulpa de banano los sólidos solubles disminuyen ligeramente de 45.5°brix a los cero días a 41°brix a los 90 días de almacenamiento; variaciones similares presenta la pulpa de orito como se puede observar el el gráfico N.1.

La variable pH igualmente sufre una ligera variación durante el almacenamiento de las pulpas. En el gráfico 2 se observa que existe una variación inversamente proporcional del pH respecto al tiempo.

La acidez expresada como porcentaje de ácido málico va a la par con los cambios de pH, valores que se representan en el gráfico N. 3 La acidez en pulpa de banano alcanza un valor de 0.997% al inicio del estudio, llegando a 1.376% al final del mismo, en cambio que la acidez en pulpa de orito aumenta de 0.854 a 0.917% durante el almacenamiento.

Se realizó un conteo total de levaduras y mohos durante tres meses a intervalos de 15 días, las pulpas obtenidas se lograron conservar por mayor tiempo libres de contaminación y se extendió su vida en anaquel. En este trabajo se partió de cargas microbianas nulas, pues en todos los tratamientos los conteos iniciales y hasta 45-60 días los conteos fueron < 10 ufc/g.

Para el mejor tratamiento de pulpa de banano la variación microbiana se muestra en la Gráfico 4 donde hasta los 75 días la contaminación es nula y a partir de los 75 días la pulpa empieza a deteriorarse llegando a los 90 días con un contenido microbiano de 50×10^2 ufc/g. En el Gráfico 5 se representan los valores para pulpa de orito, en este caso la contaminación inicia a los 75 días con 200 colonias y se duplica a 400 colonias a los 90 días; por lo tanto el tratamiento se acepta microbiológicamente.

Las pruebas sensoriales se realizaron para los atributos color, olor, sabor, textura y aceptabilidad; el análisis estadístico efectuado a un nivel de significancia $\alpha = 0.05$ indica que todas las variables tienen efectos significativos sobre los tratamientos y cada una de ellas interviene en la apreciación positiva de las pulpas tanto de banano como de orito. Los mejores tratamientos definidos fueron aceptados sensorialmente por los catadores que son los que fijan la aceptación general.

CONCLUSIONES

- La combinación de factores determina nuevas posibilidades de conservar pulpa de banano, orito y varias frutas más y constituir productos intermedios para la producción de la industria conservera del país.
- Se verificó la extensión del tiempo de vida útil del alimento basada en la interacción producida por los factores considerados en los cambios fisicoquímicos y microbianos estimándose que éste tiempo máximo se establece con el criterio de rechazo microbiológico; éste rechazo se prolongó en el tiempo por la acción adecuada de los conservantes utilizados, que inhibieron y destruyeron células viables de mohos, levaduras y bacterias, a esta acción contribuyeron además la combinación de otras variables establecidas; definiéndose por tanto que el sorbato de potasio y el benzoato de sodio, ácido cítrico y metabisulfito de sodio con la interacción de la temperatura de pasteurización causaron la destrucción de mohos y levaduras durante un tiempo prudencial.
- Los valores registrados de los análisis fisicoquímicos determinados por pH, sólidos solubles y acidez reflejan una variación poco significativa durante el período de almacenamiento; demostrándose por tanto la incidencia del ácido cítrico como agente controlador del empardeamiento y la conservación es eficiente.
- Se estableció que la mejor temperatura de almacenamiento resulta ser 18°C debido a que existe más inhibición que a 25°C que frecuentemente es la óptima para las células microbianas. Considerándose entonces que con adecuados tratamientos mínimos se prolonga la vida en anaquel a temperaturas poca admitidas para conservar.
- La pulpa de banano y orito fue estable microbiológicamente durante un tiempo promedio considerable de cuatro muestras en la muestra de control, sin embargo las muestras manipuladas para los análisis a que estuvieron sujetos tuvieron un promedio útil de tres meses.
- El estudio sensorial proyectó una amplia aceptabilidad del producto en general; no obstante hubo mayor inclinación por las cualidades presentadas por la pulpa de orito con respecto al color y sabor, en lo que se refiere a olor no hubo una clara diferenciación entre variedades volviendo neutral su aceptación.

De igual modo la variable textura tanto del banano como del orito no tuvieron diferencias de opinión debido a la similitud del tratamiento térmico aplicado para lograr uniformidad; en tales circunstancias se considera que las pulpas conservadas por métodos combinados resultan ser elaborados intermedios óptimos para la industria.

RECOMENDACIONES

- Como una consecuencia de este estudio, se explica la gran importancia de conocer los enlaces entre el sector productivo y las instituciones de investigación para que se sigan estudiando acciones que ayuden a encontrar mejores alcances académicos y agrícolas y probar nuevas técnicas para obtener productos tipo fresco garantizados, para cada uno de los campos.
- Los resultados fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales reflejan la estabilidad en el tiempo que adquieren los productos; por tanto conviene que a futuro se discutan mejor los aspectos de rentabilidad, aprovechamiento y disponibilidad que ofrece la aplicación de métodos combinados.

BIBLIOGRAFIA

- Alvarez de la Peña. 1981. "Cultivo de la platanera". Madrid-España. Ministerio de agricultura. pp. 17-18.
- Alvarado, J de D. 1996. "principios de Ingeniería Aplicados a Alimentos. Ambato-Ecuador. Artes gráficas de Radio Comunicaciones. pp. 180-230
- Alzamora, S.M. 1994. Minimally Processed Fruits by Combined Methods. Food Preservation By Moisture Control Fundamental and Applications. Food Research. International. Vol.26 pp. 463-487.
- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. 14 th. de. Asociación of. Official. Analytical Chemist. Washington D.C.
- Argaiz, A y Bergara, F. 1991. Durazno conservado por Factores Combinados . México. Boletín internacional de divulgación N.1. pp. 22-30
- Bouman, G. 1979. Aprovechando los Bananos Rechazados . Agricultura de las Américas. San José de Costa Rica. pp. 32-39.
- CENDES. 1979. Centro de Desarrollo Industrial del Ecuador. "Aprovechamiento del Banano Rechazado ". Guayaquil-Ecuador. 115 p.
- Cheftel, Jc. y Cheftel, H. 1976. "Introducción a la Bioquímica y Tecnología de Alimentos ". trad. Lopez, F. Zaragoza-España. Vol. 2 . Ed . Acribia. pp. 202-205; 316-320.

- De Martin, Z. 1995. "Procesamiento : Productos, características, e utilizacao. Banana, Revista Ampliada. Brasil-Ital, Campinas. 2^{da} de. Serie Frutas Tropicales. N.6. pp. 19, 197 - 211.
- Del Valle, J. y Aguilera, L. 1994. Conservación por Métodos Combinados . Un enfoque de Ingeniería de Alimentos. México. Boletín Internacional de Divulgación N.1. pp. 56-59.
- Flores del Valle, W. 1993. Aspectos Prácticos en la Obtención de Pulpa de Papaya Conservada por Factores Combinados. México. Boletín Internacional de Divulgación N. 1. pp. 42-45.
- Formoso, A. 1971. "Formoso 2000, Procedimientos Industriales al Alcance de Todos ". España. 2^{da}. ed. pp. 340-344.
- ICMSF. 1980. "Microorganismos". Vol. I y II. 2^{da}. ed. Trad. Moreno, B. y otros. Zaragoza - España. p. 76.
- Multon, J. 1988. "Aditivos y Auxiliares de Fabricación en las Industrias Agroalimentarias" Zaragoza-España. Ed. Acribia. PP. 175-179.
- Pearson, D. 1976. " Técnicas de Laboratorio para Análisis de Alimentos " Trad. Romero, C Zaragoza-España. Ed. Acribia. pp. 83-92.
- Viquez, F. 1994. Pulpa de Banano Estabilizada por Métodos Combinados. Centro de Investigaciones Tecnológicas de Alimentos. Costa Rica. pp. 51-64.

TABLA 1: CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE PULPA DE BANANO DEL MEJOR TRATAMIENTO

Tiempo (días)	Sólidos Solubles (°brix)	pH	Acidez (% Acido álico)
0	37.2	4.29	0.997
15	36.8	4.42	1.014
30	32.0	4.30	1.031
45	32.0	4.35	1.039
60	31.6	4.32	1.064
75	31.1	4.26	1.098
90	29.8	3.56	1.376

TABLA 2: CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE PULPA DE ORITO DEL MEJOR TRATAMIENTO

Tiempo (días)	Sólidos Solubles (°brix)	pH	Acidez (% Acido málico)
0	45.4	4.39	0.854
15	43.8	4.32	0.871
30	42.6	4.22	0.894
45	42.1	4.18	0.894
60	42.0	4.17	0.891
75	41.8	4.11	0.901
90	41.6	4.10	0.917

TABLA 3: RECUENTO TOTAL DE MOHOS Y LEVADURAS EN PULPA DE BANANO PARA EL MEJOR TRATAMIENTO

Tiempo (días)	ufc / g	
	Réplica 1	Réplica 2
0	< 10	< 10
15	< 10	< 10
30	< 10	< 10
45	< 10	< 10
60	< 10	< 10
75	< 10	< 10
90	50*10 ²	30*10 ²

TABLA 4: RECUENTO TOTAL DE MOHOS Y LEVADURAS EN PULPA DE ORITO PARA EL MEJOR TRATAMIENTO

Tiempo (días)	ufc / g	
	Réplica 1	Réplica 2
0	< 10	< 10
15	< 10	< 10
30	< 10	< 10
45	< 10	< 10
60	< 10	< 10
75	20*10 ¹	10*10 ¹
90	50*10 ²	30*10 ²

TABLA 5: ANALISIS DE VARIANZA DE LA RESPUESTA EXPERIMENTAL (RECUENTOS MICROBIANOS) PARA BANANO .

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Razón de Varianza	Probabilidad
Réplicas	1	31250	31250	0.0778	
Factor A	1	1901250	1901250	4,7305	0,0460 *
Factor B	1	4961250	4961250	12,3440	0,0031 *
AB	1	720000	720000	1,7914	0,2007
Factor C	1	3645000	3645000	9,0690	0,0088 *
AC	1	2311250	2311250	5,7506	0,0299 *
BC	1	9031250	9031250	22,4705	0,0003 *
ABC	1	980000	980000	2,4383	0,1393
Factor D	1	605000	605000	1,5053	0,2388
AD	1	1901250	1901250	4,7305	0,0460 *
BD	1	61250	61250	0,1524	
ABD	1	125000	125000	0,3110	
CD	1	320000	320000	0,7962	
ACD	1	7411250	7411250	18,4398	0,0006 *
BCD	1	1250	1250	0,0031	
ABCD	1	980000	980000	2,4383	0,1393
Error	15	6028750	401916		
Total	31	41015000			

TABLA 6: ANALISIS DE VARIANZA DE LA RESPUESTA EXPERIMENTAL (RECUEENTOS MICROBIANOS) PARA ORITO.

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Razón de Varianza	Probabilidad
Réplicas	1	253,125	253,125	0,0007	
Factor A	1	2593503,125	2593503,125	7,3962	0,0158 *
Factor B	1	257403,125	257403,125	0,7341	
AB	1	687378,125	687378,125	1,9603	0,1818
Factor C	1	253,125	253,125	0,0007	
AC	1	67528,125	67528,125	0,1926	
BC	1	5686878,125	5686878,125	16,2180	0,0011 *
ABC	1	9757153,125	9757153,125	27,8257	0,0001 *
Factor D	1	522753,125	522753,125	1,4908	0,2409
AD	1	6725278,125	6725278,125	19,1793	0,0005 *
BD	1	430128,125	430128,125	1,2266	0,2855
ABD	1	517653,125	517653,125	1,4763	0,2431
CD	1	93528,125	93528,125	0,26670	
ACD	1	253,125	253,125	18,4398	0,0007
BCD	1	1252153,125	1252153,125	3,5709	0,0783
ABCD	1	1018878,125	1018878,125	2,69057	0,1089
Error	15	5259796,875	350653,125		

Total 31

GRAFICO 1: VARIACION DE SOLIDOS SOLUBLES EN PULPA DE BANANO Y ORITO PARA LOS MEJORES TRATAMIENTOS.

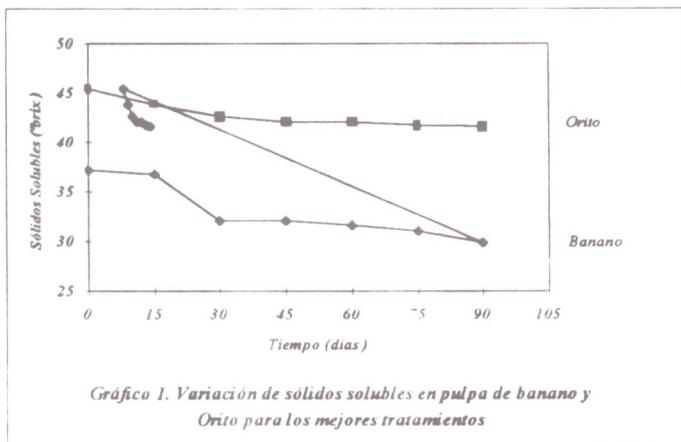


GRAFICO 2: VARIACION DE PH EN PULPA DE BANANO Y ORITO PARA LOS MEJORES TRATAMIENTOS.

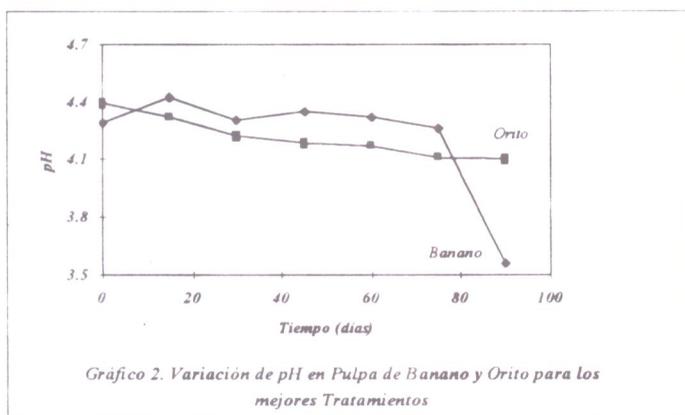


GRAFICO 3: VARIACION DE ACIDEZ EN PULPA DE BANANO Y ORITO DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS.

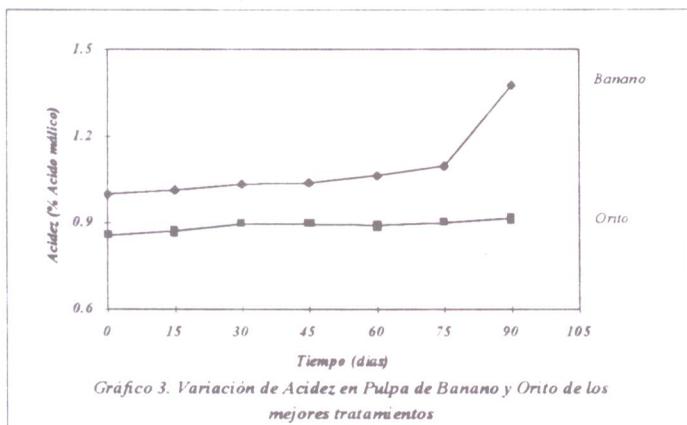


GRAFICO 4: DESARROLLO DE MOHOS Y LEVADURAS EN PULPA DE BANANO DEL MEJOR TRATAMIENTO.

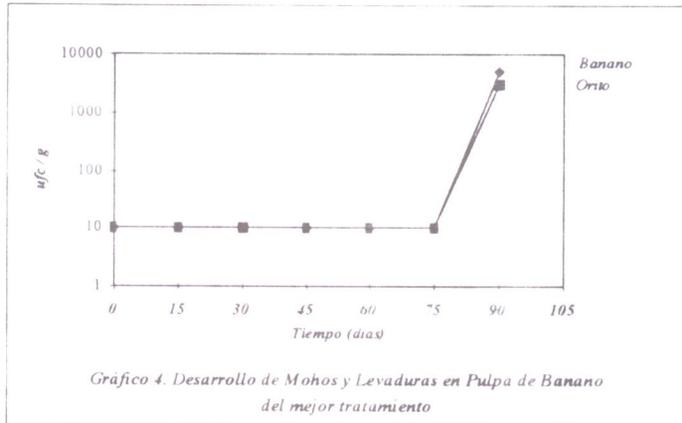
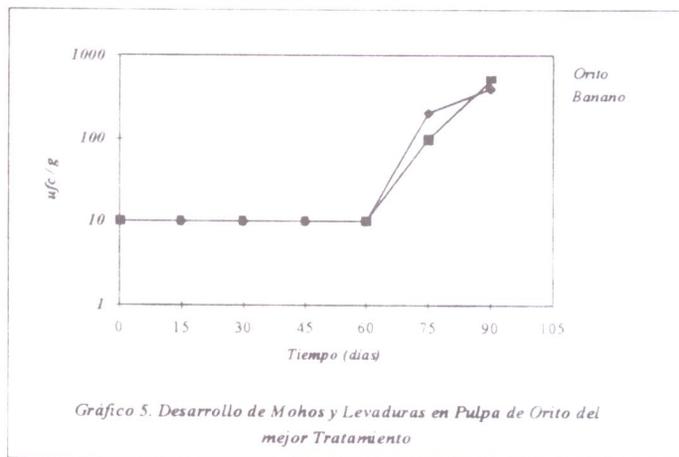


GRAFICO 5: DESARROLLO DE MOHOS Y LEVADURAS EN PULPA DE BANANO DEL MEJOR TRATAMIENTO.



PROYECTO DE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA EXTRACTORA DE ROJO CARMÍN A PARTIR DE LA COCHINILLA (*Dactylopius coccus costa*)

Carlos Ortega*
Luis Anda**

RESUMEN

El presente estudio, investiga la factibilidad para instalar en la provincia del Tungurahua, una planta extractora de Rojo Carmín a partir de la cochinilla. En vista, que este tipo de producto no se elabora industrialmente en el Ecuador, el estudio de mercado se desarrolló en base a la cantidad de Rojo Carmín importado en los últimos años al país. Lo que determinó la capacidad de la planta, de acuerdo a la demanda nacional.

Como parte de la Tecnología e Ingeniería del proyecto, se procedió a extraer el colorante de la cochinilla, para lo cual, se determinaron dos condiciones muy importantes dentro del área de proceso como son: Tiempo de extracción del colorante y Temperatura de secado por atomización. Para luego verificar mediante cromatografía de capa fina, si el colorante extraído es Rojo Carmín. Finalmente, el colorante extraído se añadió como aditivo en la elaboración de un producto cárnico.

La ejecución de este tipo de proyectos en los que se involucran productos no tradicionales, contribuye con la actividad económica del país, ya que se detiene la importación de estos productos con los consiguientes beneficios sociales y económicos que ello conlleva. Además, la elaboración de este producto tiene un mínimo impacto ambiental, y por ser de origen natural es inocuo al ser humano.

INTRODUCCIÓN

El color es la primera sensación que se percibe de un alimento, y la que determina el primer juicio sobre su calidad. Es también un factor importante dentro del conjunto de sensaciones que aporta el alimento, y tiende a veces a modificar subjetivamente otras sensaciones como el sabor y el olor.

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

** Ingeniero Químico, Profesor de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Los colores permitidos para el uso de los alimentos, según la FAO [1], se clasifican como certificados y exentos de certificación. Los aditivos exentos de certificación, incluyen los pigmentos derivados de fuentes naturales tales como vegetales, minerales o animales; como es el caso del rojo carmín de cochinilla producido comercialmente.

La principal materia prima para la obtención del Rojo Carmín es la cochinilla (*Dactylopius coccus costa*), la misma que tiene como componente principal el ácido carmínico, materia fundamental para la elaboración del carmín. La cochinilla es un insecto que vive impregnado como huésped sobre distintas variedades de cactus, generalmente sobre el nopal (*Opuntia ficus-indica*) familia de las *cactáceas*.

Importancia del Proyecto

El uso del Rojo Carmín está recomendado por organismos internacionales como la Comunidad Económica Europea (CEE), en la que cada colorante es identificado con la letra E, para el caso del Rojo Carmín su código es E 120. Otros organismos que recomienda su uso son: La Administración Federal de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos de Norteamérica (FDA) y la Organización de Alimentos y Agricultura (FAO) en cooperación con la Organización Mundial de la Salud (OMS) cuyo número de índice de color para el caso del Rojo Carmín es CI. 75470 o Ponceau 4R. En el país esta permitido su uso, siempre y cuando su origen sea de la cochinilla [2]. Cabe recalcar que el Carmín no debe ser confundido con el Indigo carmín (E132) o con la Carmisina (E122) que son colorantes sintéticos.

Este colorante natural, a más de ser inofensivo al ser humano, presenta un gran poder colorante que reduce costos de fabricación y tiene una alta resistencia a la luz y al calor. Además tiene gran afinidad con las proteínas de allí que su uso está recomendada en la industria cárnica para salchichas cocidas de ave, cerdo; así como también, es muy utilizado en la industria láctea, para yogures, helados, bebidas a base de leche. Teñido de frutas en conserva como cerezas. Bebidas tipo campari. Mezclas en seco, para bebidas hidratables de pH 4.5 hacia básico. Caramelos, rellenos de dulces, repostería. Diferentes tonalidades rojo-violáceas dependiendo de la aplicación.

Actividad Industrial

En la actualidad, la industria del carmín a partir de cochinilla se centra en varios países, siendo los principales en orden de importancia: Perú, España (Islas Canarias), Chile, México y Bolivia.

Todo el carmín que utilizan las industrias alimenticias en el Ecuador, se lo importa a precios muy altos, donde la diferencia entre costo de elaboración y precio de venta es grande.

De allí la necesidad de producirlo y así satisfacer la demanda nacional y concientizar al resto de industrias alimenticias al uso de este colorante natural en lugar de los colorantes sintéticos que utilizan actualmente, los mismos que no están bien controlados, tanto en la proporción debida como también en el tipo de colorante utilizado, ya que su utilización en muchos de los casos es prohibido.

Ubicación del Proyecto en la Economía Nacional.

Siendo la empresa una pequeña industria, la misma representa un gran aporte económico - social al país, ya que a más de producir divisas, genera fuentes de trabajo. Estas fuentes de trabajo estarán sujetas a todos los beneficios salariales que rigen en la ley ecuatoriana.

Dentro de la economía nacional, la empresa está orientada a la sustitución de importaciones de este producto al país, ahorrando al consumidor tiempo y dinero. Así como también, el impacto ambiental juega un papel muy importante, ya que el proceso de elaboración del producto no causa daños al medio ambiente y el producto final por ser natural es inocuo al ser humano.

ESTUDIO DE MERCADO

En el pasado, la oferta y el precio del carmín estuvo afectada por la escasez de materia prima (cochinilla) para su elaboración. Sin embargo, durante el período 1990 - 1994 existió un estable aumento en la disponibilidad de la cochinilla, dando como resultado una reducción gradual en el precio del carmín y subsecuentemente un aumento en la demanda.

Demanda Actual de Carmín de Cochinilla

El país que registra una amplia producción de carmín de cochinilla es Perú, con una cantidad exportada en los últimos tres años de 231 toneladas a un precio FOB de 34 millones de dólares [3].

En el Ecuador, la demanda de este producto no es muy significativa, debido a que el mismo no se elabora en el país, por lo que se lo importa de otros países como son España, Chile, y Perú; dando un trámite burocrático al industrial para adquirir dicho producto.

Las referencias históricas de la demanda de carmín en el país, se registran en el Departamento de Comercio Exterior del Banco Central del Ecuador desde el año de 1993, como se puede observar en la Tabla 1.

TABLA 1: DEMANDA DE CARMÍN DE COCHINILLA EN EL ECUADOR

AÑO	DEMANDA (kg.)	FOB (Dólares)	CIF (Dólares)
1993	1.530	9.910	10.540
1994	9.510	37.970	23.650
1995*	2.820	17.770	19.080
1996*	6.900	63.345	65.467
1997*	7.200	75.988	80.077

Fuente : Departamento de Comercio Exterior del Banco Central del Ecuador. Arancel #3203.00.21 [4].

Demanda Futura de Carmín de Cochinilla

Partiendo de la serie histórica de la demanda de este producto en los últimos tres años se determinó la siguiente ecuación:

$$Y = 2.19 X - 4365.6 \quad (r = 0.895)$$

La misma que nos permitirá calcular la demanda para los próximos diez años.

Capacidad a Instalarse en el proyecto y Programa de Producción

La capacidad de la planta a instalarse satisfecerá en el año normal de operaciones aproximadamente el 100 % del consumo de carmín de cochinilla en el país. Por tal motivo, la capacidad inicial de producción de la planta será de 12 toneladas anuales, con proyecciones a aumentar su oferta según se incremente la demanda. Para aumentar la capacidad de producción de la planta, únicamente se incrementaría las horas de trabajo según fuese sus requerimientos.

Dentro del programa de producción, se tomará en cuenta el primer año con el 84% y el año normal con el 100% de producción respectivamente.

ESTUDIO DE LA MATERIA PRIMA

Nopal (*Opuntia ficus-indica*)

El nopal o tunera, pertenece a la familia de las Cactáceas, del género *Opuntia*, es originaria de América tropical y crece también espontánea en la costa septentrional de África y en las costas meridional y este de España. Desde épocas prehispánicas las plantas del género *Opuntia* fueron utilizadas como sustrato para cultivar la cochinilla.

Cochinilla (*Dactylopius coccus costa*)

La cochinilla es un insecto que vive como parásito impregnado en la nopal, tiene en su cuerpo como componente principal ácido carmínico. Es una especie hermafrodita, la hembra es capaz de autofecundarse dando como resultado huevos hembras. Los huevos no fecundados dan machos que son muy raros y realizan un papel mínimo y casi nulo en la reproducción. Cada hembra pone de 600 a 800 huevos y el ciclo dura por lo menos tres meses. El ciclo vital es relativamente sencillo.

Posibles Fuentes de Abastecimiento

El abastecimiento de la Cochinilla como materia prima principal para el proceso en la planta, se la adquirirá en su totalidad del Sector de Salasaca en la provincia de Tungurahua.

Acido Carmínico

El ácido carmínico es muy soluble en agua, y su color en una solución depende del pH. Es de color naranja en soluciones ácidas y violeta en soluciones alcalis, con un cambio rápido a color rojo cuando el pH cambia de 5.0 a 7.0. La intensidad de color es dos veces menor que la intensidad del rojo carmín.

Sal de Aluminio

La sal de aluminio tiene como finalidad el formar la laca del carmín, esto se produce mediante la reacción del ácido carmínico con dicha sal al final de la extracción, formando un complejo muy estable de aluminio del ácido carmínico, aumentando y acentuando de esta manera su poder de coloración con la formación del carmín.

ESTUDIO DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA

La extracción sólido-líquido consiste en la disolución de un componente (o grupo de componentes) que forman parte de un sólido, empleando un disolvente adecuado en el que es insoluble el resto del sólido, que se denomina inerte. [5]

Proceso de Fabricación

Materia prima

Después de ser recogida muy cuidadosamente la cochinilla del nopal al cabo de tres meses de crecimiento en el mismo, se procede a eliminar todo tipo de impurezas que provienen del nopal previo al secado; de allí, se procura retirar las espinas que se mezclaron en el momento de la recolección, siendo las mismas en poca cantidad. También, se debe extraer la parte grasa que cubre el cuerpo de las cochinillas (5%), utilizando éter y así evitar complicaciones en el proceso de extracción.

Secado de la Materia Prima

Tomando en cuenta que la temperatura de descomposición del Acido carmínico es de 136°C, el secado se lo realiza a una temperatura de 90°C durante 90 minutos, utilizando bandejas construidas de malla metálica bajo condiciones constantes. La humedad óptima a la que tiene que llegar es de 9.5%.

Molienda

La molienda se lo realiza con el fin de reducir el tamaño de materia seca y así facilitar la penetración del solvente extractor en el sólido, ahorrando tiempo de extracción e incrementando sustancia extraída. Esta operación se la realiza utilizando un molino eléctrico, hasta obtener un tamaño de partícula óptimo.

Extracción del Colorante

El sistema de extracción será en corriente directa con tres etapas y está diseñado para recuperar a temperatura de ebullición del agua durante 70 minutos, manteniendo en cada una de las etapas una relación sólido : agua de 1 : 17, 1 : 5, 1 : 2 respectivamente, con lo cual se recupera el 90% del colorante contenido en la cochinilla. En la etapa final de la extracción se añade una sal de aluminio o comúnmente llamado mordedor, este tiene la finalidad de acentuar más el pigmento, pasando de ácido carmínico a carmín. El extractor debe ser de acero inoxidable, provisto de un agitador de hélice, funcionando a la velocidad necesaria para evitar la sedimentación de sólidos en el recipiente.

Filtración

El extracto antes de pasar al secador debe ser filtrado en un filtro-prensa para separar de la solución los sólidos inertes y el colorante que aún está sin extraer. La presión de entrada de la solución al filtro debe estar entre 3.4 a 4.1 atm.; la misma, que será proporcionada por una bomba centrífuga de 1.0 HP.

Secado por Atomización

Este tipo de secado se realiza mediante la utilización de un equipo Spray Dryer, el mismo que es alimentado por la solución colorante proveniente del tanque de la última etapa de extracción. El secador funciona con un atomizador de disco centrífugo de 2 pulgadas de diámetro que gira a 33000 r.p.m., lo cual produce el tamaño de partícula deseado. La temperatura de entrada de aire a la cámara del secador será de 180°C.

Envasado y Sellado

El envasado se lo debe realizar en un material en el cual el producto final no pierda sus características principales; para lo cual, se utiliza fundas plásticas de polietileno no transparentes de 1 kg. de capacidad. Las mismas que serán selladas por una soldadora de sobremesa modelo Sealboy de marca Audion

Suministros

Los suministros que se utilizarán durante el proceso son : Agua potable, energía eléctrica, combustible, detergentes y lubricantes.

Ubicación Geográfica de la Planta

La planta industrial se ubicará en la Provincia de Tungurahua y específicamente en el Parque Industrial Ambato, ubicado en el kilómetro 8 de la Panamericana Norte. Ha sido seleccionado este lugar, debido a que cuenta con los siguientes servicios : Energía eléctrica de alta y baja tensión, agua potable, alcantarillado pluvial, alcantarillado sanitario, red vial interna, aceras, bordillos de hormigón, cisterna de 40 m³ de hormigón armado, pozo séptico, colector, entre otros.

Dentro del presente proyecto de factibilidad para instalar una planta productora de Rojo carmín a partir de la Cochinilla, se elabora un análisis económico para el primer año de producción con una operación equivalente al 84% de la capacidad total; así como también, para el segundo año de producción denominado como año normal de operaciones, el mismo que trabaja con el 100% de la capacidad programada.

CONCLUSIONES

- La cochinilla utiliza para su siembra y su cultivo lugares semidesérticos, es decir, lugares donde la tierra no es apta para la agricultura ni para la ganadería. Ayudando de esta manera a evitar la erosión, ya que las raíces del nopal donde se impregna la cochinilla se fijan firmemente a la tierra.
- La elaboración de colorantes alimenticios a partir de fuentes naturales como es el caso del rojo carmín, son inocuos al ser humano, por tal motivo, su utilización está recomendada por organismos como la FAO, FDA, Comunidad Económica Europea, Organización Mundial de la Salud.
- La economía del Ecuador se basa en la exportación de pocos productos tradicionales tales como: banano, café, flores, petróleo, cacao, los mismos que tienen precios inestables a nivel internacional. Por tal motivo, el país debe diversificar su producción exportable de productos no tradicionales, empezando por sustituir las importaciones como es el caso del Carmín de Cochinilla; y así, cubrir la demanda nacional y por que no competir con la demanda internacional, ya que el valor comercial de carmín elaborado en nuestro país sería trece veces menor al valor comercial que ofrecen las industrias extranjeras.
- Experimentalmente, se determinaron dos parámetros muy importantes dentro de la elaboración del producto, como fueron el Tiempo de Extracción del colorante y la Temperatura de secado en el equipo Spray Dryer. El mejor tiempo de extracción para el ensayo realizado fue de 70 min. Mientras que la mejor temperatura de secado en el Spray Dryer fue de 180°C. Obteniendo un producto en su mayor parte soluble en agua, para un mejor manejo del colorante como aditivo en la elaboración de productos alimenticios.
- El colorante obtenido en la prueba experimental, (Carmín de cochinilla) presenta varias tonalidades de colores según el medio a disolverse. Estas tonalidades van de anaranjado en medio ácido a violeta oscuro en medio básico, teniendo una coloración rojiza en medio neutro. Dando a la industria de alimentos varias alternativas de colores a utilizar. En la prueba experimental se utilizó el colorante extraído en la elaboración de Paté de Jamón (0.03% de colorante) dando una coloración agradable a la vista.
- El impacto ambiental que podría producir la ejecución de este proyecto es relativamente mínimo por los siguientes motivos : Para la obtención de la materia prima se utiliza lugares semidesérticos, la extracción del colorante utiliza como disolvente agua, genera fuentes de trabajo que va desde el nivel agrícola hasta el nivel comercial, dando como resultado un beneficio social.

BIBLIOTECA FICIL

- Dentro del estudio económico del proyecto, el punto de equilibrio en el año normal, se ubicó en 30.76 %, este valor garantiza al inversionista seguridad sobre su capital, ya que a partir de este punto se generan ingresos para la planta.
- La evaluación económica para el año normal de operaciones, reporta valores que demuestran que el proyecto es factible a ser instalado, es así, que los indicadores económicos preveen una rentabilidad neta respecto a la inversión total de 60.01 %, una capacidad efectiva de la empresa para remunerar los capitales invertidos (ROI) de 98.14 %, un Periodo de Retorno de la Inversión de 1.7 años y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 98.26 %, rentabilidad que está por encima del costo del capital y la inflación, por todos estos indicadores se concluye que el proyecto es rentable.

REFERENCIAS

COUNSELL, J. 1990. "Natural Colours for Food and Other Uses". Applied Science Publishers. London.

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. 1997. Aditivos para Alimentos. Norma INEN 2074. Quito - Ecuador.

ADEX. 1997. Información sobre el Mercado Peruano y el Comercio Internacional. Partida 3203002100. Lima - Perú. Asociación de exportadores. Web: <http://WWW.adexperu.org.pe>.

ANUARIO DE IMPORTACIONES. 1997. Carmín de Cochinilla. Arancel # 3203.00.21. Quito - Ecuador. Departamento de Comercio Exterior del Banco Central del Ecuador.

OCON, J; TOJO, G. 1982. " Problemas de Ingeniería Química". Tomo II. México D.F. Aguilar.

LI - 03.005. 1996. Colorantes Alimentarios - Cromatografía de Capa fina. Quito - Ecuador

CORPORACIÓN FINANCIERA NACIONAL. 1993. "Manual de Evaluación Ambiental Para Proyectos de Inversión". Quito - Ecuador. CFN.

IDEM 7

TIEMPOS DE VIDA ÚTIL EN TRUCHA ARCO IRIS (*Salmo gairdneri*) MEDIANTE CONGELACIÓN

Edison Aguaguña*
Paulo Escobar*
Danilo Morales**

RESUMEN

El presente estudio de investigación tuvo como finalidad buscar el método más adecuado para determinar los tiempos de vida útil en los filetes de trucha arco iris (*Salmo gairdneri*), utilizando aditivos como: salmuera (15%), polifosfatos (0,5%) y una mezcla de estos dos compuestos, comparados con muestras control y se evaluó la descomposición físico-química durante el almacenamiento por congelación.

Durante el almacenamiento por congelación se realizaron: pruebas microbiológicas (recuento total); pruebas proximales en la materia prima (proteína, grasa, humedad, pH, nitrógeno básico volátil); y pruebas sensoriales.

Se estudiaron tres respuestas experimentales: nitrógeno básico volátil, pH y pérdida de peso "drip". Utilizando un diseño factorial AxBxC; se seleccionó el mejor tratamiento por cada respuesta experimental. En el mejor tratamiento y con los resultados de nitrógeno básico volátil se realizaron pruebas de rancidez oxidativa, de la misma manera se determinaron ecuaciones experimentales de primer orden, y a base de ellas se establecieron los tiempos de vida útil para filetes de trucha arco iris (*Salmo gairdneri*) en todos los tratamientos.

INTRODUCCIÓN

La finalidad de congelar el pescado tanto fresco como procesado consiste en obtener un producto que pueda almacenarse durante algunos meses y que después de descongelarse apenas haya cambiado en absoluto sus características iniciales a consecuencia del tratamiento. Las ventajas potenciales de congelación frente a otros métodos tradicionales de conservación como la salazón, el ahumado y la desecación son enormes, el producto casi no es modificado por el tratamiento, de tal forma que el pescado fresco debidamente congelado, almacenado y descongelado es virtualmente indistinguible del pescado fresco mantenido en hielo.

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

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

Se estima conveniente tratar los filetes de pescado abierto con salmuera antes de la congelación, al objeto de reducir las pérdidas del líquido o "drip" después de la descongelación, el producto a congelar puede sumergirse en una salmuera fría que contenga del 10 al 15% de sal pura, es decir una salmuera que posea de 40 a 60 grados Baumé.

MATERIALES

Como materia prima se utilizó trucha arco iris (*Salmo gairdneri*) provenientes del cantón Baños, provincia del Tungurahua. Los equipos y reactivos se mencionan a continuación:

Balanza analítica, pH-metro digital, termómetros de mercurio, congelador industrial, equipo de titulación, equipo de destilación, estufa, balanza METLER HK. 16, equipo Goldfish, esterilizador, aparato cuenta colonias, vasos de precipitación, erlenmeyers. Los reactivos utilizados se mencionan a continuación:

Hidróxido de sodio 0,1N; óxido de magnesio; ácido sulfúrico; alcohol amílico; solución de rojo de metilo; permanganato de potasio 1/100 N; ácido oxálico 1/100N; ácido sulfúrico al 20%.

MÉTODOS

Para la determinación de las pruebas proximales, físico-químicas y microbiológicas en la materia prima (humedad, grasa, proteína, pH, nitrógeno básico volátil y recuento total) se utilizaron métodos propuestos tanto por las normas INEN así como por las normas americanas A.O.A.C.

Además de la utilización del Manual de prácticas de laboratorio reportadas por Vásconez (1993), (rancidez oxidativa). Para evaluar las respuestas experimentales las truchas fueron fileteadas, se prepararon soluciones de salmuera 15%; polifosfatos 0,5%; y una combinación de salmuera/polifosfatos, en éstas soluciones se sumergieron los filetes por tiempos de 30 y 60 minutos y luego se almacenaron a -10°C y -18°C. en éstas muestras almacenadas se realizaron las respuestas experimentales siguientes:

Nitrógeno básico volátil (nitrógeno amoniacal) (método de destilación)

El objeto de esta determinación es el de medir la cantidad de nitrógeno básico volátil (o amoniacal) y sus sales de amonio por adición de óxido de magnesio usando el aparato de destilación kjeldahl.

En el laboratorio se trabajó de la siguiente manera:

Se tomaron 10 gramos de muestra, se pasaron a un balón kjeldahl (600-800 ml de capacidad), con ayuda de 150 ml de agua destilada libre de CO₂ (hervida y enfriada) se adjuntó a la mezcla 1 gramo de óxido de magnesio y unos gránulos de piedra pómez.

Se conectó el balón en la trampa de destilación. Se recibió el destilado en un erlenmeyer que contiene 5 - 10ml de ácido sulfúrico 0,1N. más 2 - 3 gotas de rojo de metilo al 1%. Se destiló por espacio de 15 minutos tomados a partir de la ebullición de la muestra. Se tituló el exceso de amoníaco con hidróxido de sodio 0,1N. hasta aparición de color amarillo. Expresar los resultados en miligramos de amoníaco por 100 gramos de muestra.

Pérdida de peso "drip" o goteo

Para determinar las pérdidas de peso por congelación "drip" se tomaron las muestras por duplicado, los filetes obtenidos así se pesaron en una balanza de precisión, por diferencias de peso se evaluaron las pérdidas cada 15 días, cuidando que este tiempo sea mínimo, en realizar las determinaciones para evitar fluctuaciones de la temperatura

pH

La determinación del pH del músculo de pescado se realizó siguiendo las normas INEN. Se tomó 1 gramo de músculo perfectamente homogenizada y se diluyeron con 9 gramos de agua destilada, con la ayuda de un pH.metro digital.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se obtuvieron de nitrógeno básico volátil, pH y pérdida de peso están dentro de los límites establecidos por las normas INEN así como las normas propuestas en bibliografía.

Los valores de nitrógeno básico volátil (ver tablas D1 y D2) son dependientes directamente de las temperaturas de almacenamiento, es decir aquellas muestras de trucha arco iris (*Salmo gairdneri*) almacenadas a -18°C presentaron valores menores al final del almacenamiento, en comparación con la temperatura de -10°C . Sus resultados se ajustaron perfectamente a la cinética de reacción de primer orden, pudiendo manifestar que la temperatura de -18°C es la que mayor coeficientes de determinación presentaron. Los resultados de nitrógeno básico volátil a -18°C presentaron constantes de velocidad mucho menores comparadas con la temperatura de -10°C .

La salmuera ayudó a mantener los resultados de nitrógeno básico volátil controlables, cosa similar ocurrió con los polifosfatos (ver Graf. 1-4).

Los resultados experimentales de pH (ver tablas F1 y F2) en los filetes de trucha mantuvieron sus valores dentro de los límites establecidos por las normas INEN, tanto aquellos tratados con salmuera y polifosfatos, comparados con los filetes considerados como control cuya evolución fue más progresiva. La temperatura de almacenamiento constituye en un factor que incide directamente sobre los resultados de pH a -18°C , los resultados fueron menos progresivos con relación a -10°C , (ver Graf. 13 y 14). Los tiempos de inmersión de los filetes en las soluciones no tienen significancia sobre sus resultados de pH.

Los filetes de trucha arco iris (*Salmo gairdneri*) presentaron resultados de pérdida de peso "drip" o goteo diferentes en todos los tratamientos. Los tratamientos que menores pérdidas de peso "drip" o goteo presentaron fueron aquellas muestras que se trataron con polifosfatos 0,5% (ver tablas E1 y E2), seguido de los tratamientos que se trataron con salmuera 15%, los tiempos de inmersión no tuvieron diferencias significativas sobre sus resultados. La temperatura es un factor de primordial importancia en la conservación de humedad de los filetes, a los -18°C los filetes resistieron mayor tiempo de almacenamiento, comparados con la temperatura de -10°C (ver Graf. 9 y 10).

Los resultados experimentales de los tiempos de vida útil determinados para los filetes de trucha arco iris (*Salmo gairdneri*) como se indica en el cuadro 3, tuvieron una variabilidad en todos los tratamientos y se encontró valores aceptables para este tipo de alimentos. Al final del almacenamiento y a la temperatura de -10°C el tratamiento con mayor tiempo de vida útil fue: salmuera 15%; 60 minutos de inmersión en dicha salmuera, en tanto que a la temperatura de -18°C el tratamiento que mayor tiempo de vida útil presentó fue: polifosfatos 0,5%; con 60 minutos de inmersión.

CONCLUSIONES

- Los polifosfatos utilizados en el presente estudio en solución, luego de una inmersión y difusión de los filetes en dicha solución permitieron reducir las pérdidas de agua en los filetes de trucha arco iris (*Salmo gairdneri*) durante el almacenamiento, cosa similar ocurrió con la salmuera, pero ésta tiene menos efectividad en la reducción de las pérdidas de agua por exudado.
- El parámetro nitrógeno básico volátil permitió evaluar los cambios químicos que se producen durante el tiempo de conservación en congelación. Se observó un comportamiento lineal entre el logaritmo natural de la concentración de nitrógeno básico volátil contra el tiempo. Se observó que a la temperatura de -10°C los resultados experimentales presentaron constantes de velocidad mucho mayores comparados con los resultados obtenidos a -18°C , lo que se concluye que a la temperatura de almacenamiento de -18°C la velocidad de reacción para que se produzca una alteración físico-química de los filetes es bastante reducida.
- Paralelamente el pH y el nitrógeno básico volátil son parámetros que nos permitieron determinar el grado de frescura de los filetes de trucha arco iris (*Salmo gairdneri*), puesto que el nitrógeno amoniacal al tener un pH cercano al neutro, al ir incrementándose conforme se produce la descomposición del músculo, el pH tiende también a incrementarse, existiendo una relación directa entre estos parámetros de control de calidad en filetes.

REFERENCIAS

Alvarado, J. de D. 1996. "Principios de Ingeniería Aplicados a Alimentos". Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Quito - Ecuador. Radio Comunicaciones. Dimisión de Artes Gráficas. Pp 63,73,74.

- Belitz, H. Y Grosch, W. 1988. "Química de los Alimentos". Trad. Cáceres, L. Edit. Acribia S.A. 2^{da}. Edición. Zaragoza España. Pp 493,497.
- Connel, J. s/f. "Advances in fish Science and Technology". Published by Fishing News Books. Gran Bretaña. Pp. 210,217.
- Chang, C. and Regenstein, J. 1997. "Water Uptake, Protein solubility, and Protein Changes of Cod Mince Stored on Ice as Affected by Poliphosphates". J. of Food, Sci. Vol. 62 (2).
- Deng, J.C. 1977. "Effect of Freezing and Frozen Storage on Salt Penetration in to Fish Muscle Immersed in Brine". J. of Food. Sci. Vol 42 (2).
- Hannes, M. and Martinsdottir, E. 1995. "Storage Quality of Fresh. and Frozen Thawed. Fish in Ice". J. of Food. Sci. Vol 60 (2).
- Herrman, K. 1977. "Alimentos Congelados". Tecnología y Comercialización". Trad. Bernaldo, C. Edit. Acribia. S.A. Zaragoza España. 258p.

APÉNDICES

TABLA DI: EVOLUCION DEL NITRÓGENO BÁSICO VOLÁTIL EN LOS FILETES DE TRUCHA ARCO IRIS (*Salmo gairdneri*) DURANTE EL ALMACENAMIENTO CON SALMUERA 15% EN CONGELACIÓN COMO FUNCIÓN DEL TIEMPO (mg. NH₃/100 g.)

TIEMPO (días)	TRATAMIENTOS			
	A0B0C0	A0B0C1	A0B1C0	A0B1C1
0	21.3	21.3	21.3	21.3
15	27.4	19.7	18.0	22.2
30	26.3	27.3	26.6	29.5
45	36.0	26.0	31.7	27.3
60	45.0	32.8	31.7	31.9
75	*	34.0	*	39.1
90	*	40.0	*	40.0

*No se obtienen resultados por cuanto los filetes pierden estabilidad.

TABLA D2: EVOLUCION DEL NITRÓGENO BÁSICO VOLÁTIL EN LOS FILETES E TRUCHA ARCO IRIS (*Salmo gairdneri*) DURANTE EL ALMACENAMIENTO CON POLIFOSFATOS 0,5% EN CONGELACIÓN COMO FUNCIÓN DEL TIEMPO (mg. NH₃/100 g.)

TIEMPO (días)	TRATAMIENTOS			
	A1B0C0	A1B0C1	A1B1C0	A1B1C1
0	20.5	20.5	21.3	20.5
15	19.7	22.2	22.3	20.5
30	36.0	28.6	34.3	27.7
45	44.6	29.0	36.9	24.7
60	38.2	32.8	41.2	30.2
75	*	40.8	*	38.3
90	*	38.3	*	38.3

*No se obtienen resultados por cuanto los filetes pierden estabilidad.

TABLA E1: PERDIDA GRADUAL DE PESO (EN GRAMOS) EN FILETES DE TRUCHA ARCO IRIS (*Salmo gairdneri*) DURANTE EL ALMACENAMIENTO CON SALMUERA 15% EN CONGELACION COMO FUNCION DEL TIEMPO.

TIEMPO (días)	TRATAMIENTOS			
	A0B0C0	A0B0C1	A0B1C0	A0B1C1
0**	126.87	74.10	100.90	112.37
15	15.30	3.56	20.59	4.30
30	22.39	6.43	22.70	7.69
45	29.45	15.87	25.25	13.27
60	35.25	21.82	32.00	25.94
75	*	34.36	*	34.46
90	*	40.28	*	39.01

*No se obtienen resultados por cuanto los filetes pierden estabilidad.

**Valores correspondientes a los pesos iniciales de los filetes.

TABLA E2: PERDIDA GRADUAL DE PESO (EN GRAMOS) EN FILETES DE TRUCHA ARCO IRIS (*Salmo gairdneri*) DURANTE EL ALMACENAMIENTO CON POLIFOSFATOS EN 0.5% EN CONGELACION COMO FUNCION DEL TIEMPO.

TIEMPO (días)	TRATAMIENTOS			
	A1B0C0	A1B0C1	A1B1C0	A1B1C1
0**	143.18	93.91	120.87	104.08
15	11.60	3.75	12.28	4.73
30	31.60	7.78	31.10	7.11
45	35.15	14.46	30.60	16.75
60	39.78	21.93	35.20	27.17
75	*	36.06	*	38.70
90	*	39.99	*	40.86

*No se obtienen resultados por cuanto los filetes pierden estabilidad.

**Valores correspondientes a los pesos iniciales de los filetes.

TABLA F1: VARIACION DEL PH EN FILETES DE TRUCHA ARCO IRIS (*Salmo Gairdneri*) DURANTE EL ALMACENAMIENTO CON SALMUERA 15% EN CONGELACION COMO FUNCION DEL TIEMPO.

TIEMPO (días)	TRATAMIENTOS			
	A0B0C0	A0B0C1	A0B1C0	A0B1C1
0	6.14	6.14	6.15	6.15
15	6.13	6.25	6.15	6.17
30	6.14	6.27	6.08	6.25
45	6.10	6.25	6.10	6.17
60	6.40	6.33	6.40	6.26
75	*	6.25	*	6.36
90	*	6.35	*	6.35

*No se obtienen resultados por cuanto los filetes pierden estabilidad.

TABLA F2: VARIACION DEL PH EN FILETES DE TRUCHA ARCO IRIS (*Salmo Gairdneri*) DURANTE EL ALMACENAMIENTO CON POLIFOSFATOS 0.5% EN CONGELACION COMO FUNCION DEL TIEMPO.

TIEMPO (días)	TRATAMIENTOS			
	A1B0C0	A1B0C1	A1B1C0	A1B1C1
0	6.11	6.11	6.10	6.10
15	6.19	6.29	6.30	6.25
30	6.18	6.33	6.37	6.27
45	6.19	6.33	6.38	6.38
60	6.55	6.35	6.50	6.53
75	*	6.37	*	6.57
90	*	6.48	*	6.65

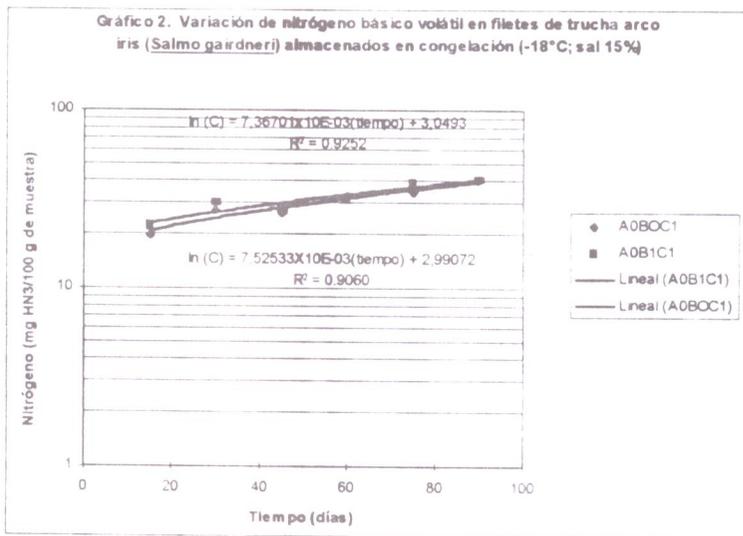
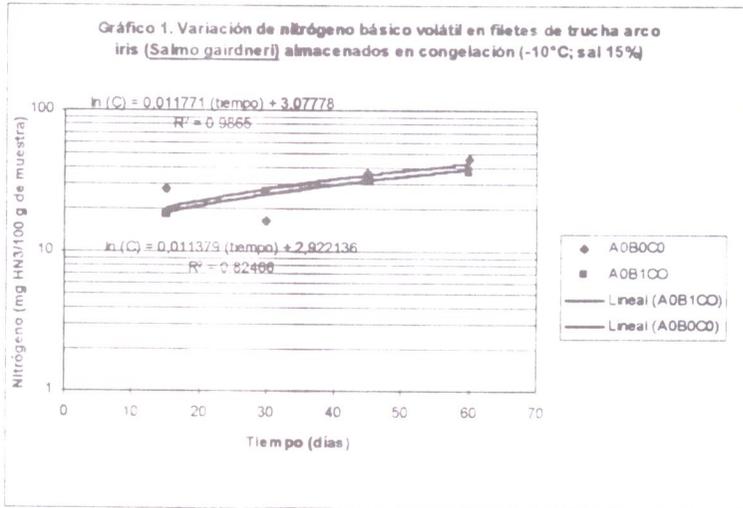
*No se obtienen resultados por cuanto los filetes pierden estabilidad.

CUADRO 3: TIEMPOS DE VIDA UTIL DETERMINADOS EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EN LOS FILETES DE TRUCHA ARCO IRIS (*Salmo Gairdneri*) DURANTE EL ALMACENAMIENTO EN CONGELACION (días).

TRATAMIENTOS T = (-10°C) T (días)		TRATAMIENTOS T = (-18°C) T(días)	
A0B0C0	27	A0B0C1	55
A0B1C0	42	A0B1C1	48
A1B0C0	39	A1B0C1	47
A1B1C0	30	A1B1C1	55
A2B0C0	32	A2B0C1	50
A2B1C0	40	A2B1C1	47
A3B0C0	36	A3B0C1	43
A3B1C0	26	A3B1C1	46

Elaboración: Los Autores

GRAFICOS



BIBLIOTECA FCIAL

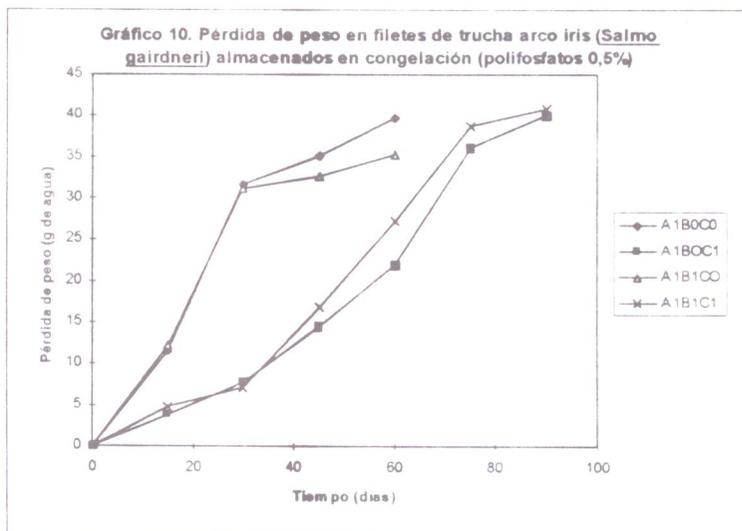
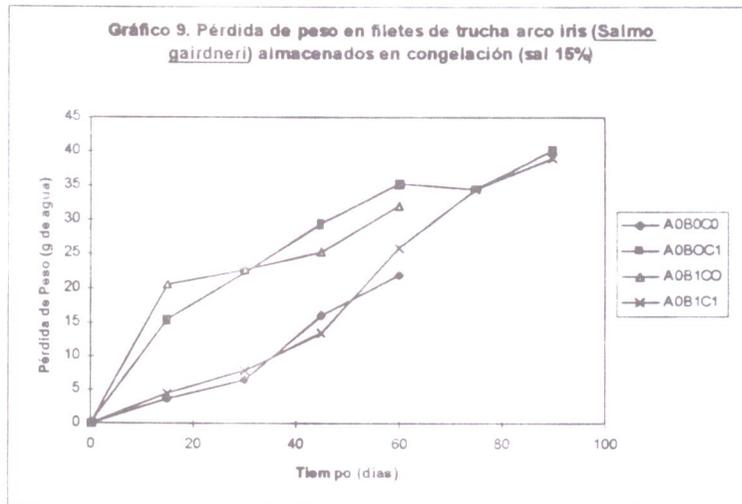


Gráfico 13. Variación de pH en filetes de trucha arco iris (*Salmo gairdneri*) almacenados en congelación (sal 16%)

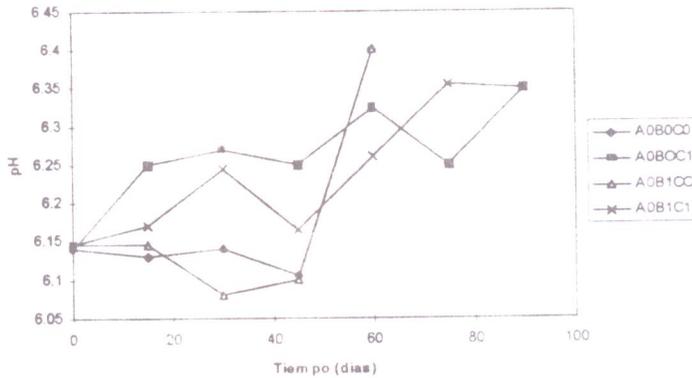
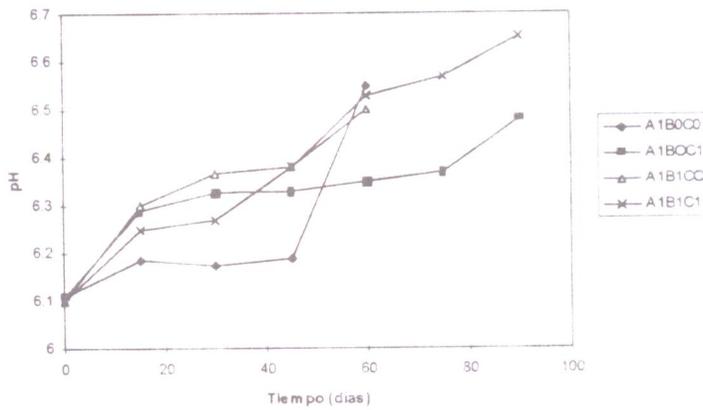


Gráfico 14. Variación de pH en filetes de trucha arco iris (*Salmo gairdneri*) almacenados en congelación (polifosfatos 0,5%)



EN EL PRÓXIMO NUMERO

Extracción de almidón de zanahoria blanca (Arraccacia xanthorrhiza), y modificación por oxidación y acetilación.

Obtención de concentrado proteico a partir de torta desengrasada de semilla de zambo (Curcubita pepo)

Proyecto de Factibilidad para la instalación de una planata productora de panela granulada en el cantón Pangua.

Desarrollo y caracterización de Alimentos expandidos a base de maíz (Zea mays) y soya (Glycine max).

Determinación de las características reológicas de pulpa de frutas ecuatorianas.



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos
Av. Colombia y Chile (Cda. Ingahurco)
Teléfono: 849520 Telefax 593-03-849555
Casilla Postal: 18-01-0334
E-mail: fcial_uta@altavista.net uta@uio.satnet.net
Ambato - Ecuador

Se acepta canje y donación de publicaciones