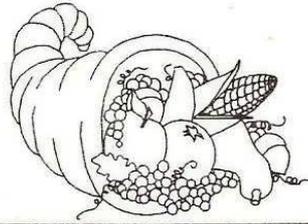
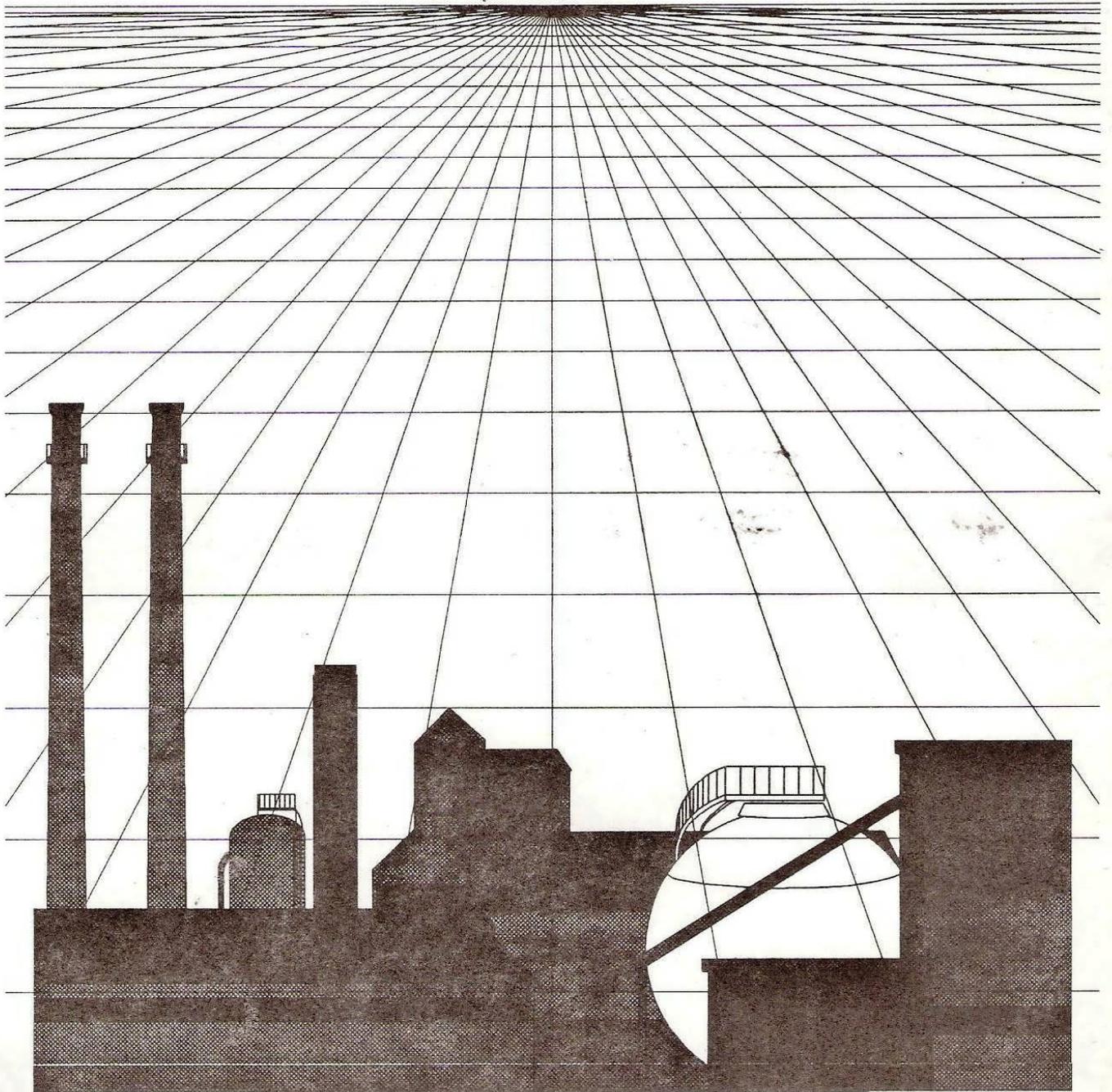


ALIMENTOS

CIENCIA E INGENIERIA



2/27/93
08.27.93



No. 2 (1)
Febrero 1993

La Revista **ALIMENTOS CIENCIA E INGENIERIA** es una publicación de resúmenes de Tesis de Grado y Trabajos de Investigación realizados en la FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS de la Universidad Técnica de Ambato. Las contribuciones a la presente publicación son responsabilidad exclusiva de los autores.

AUTORIDADES

RECTOR

Julio Saltos Abril

VICERRECTOR

Victor Hugo Jaramillo

DECANO

César German

SUBDECANO

Guillermo Poveda

COMISION DE PUBLICACIONES Y BIBLIOTECA

Guillermo Poveda
PRESIDENTE

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

Clelio Herrera
PRESIDENTE DE V AÑO

DISEÑO Y DIAGRAMACION

Javier Salazar

REVISION

Milton Ramos

IMPRESION

Trajano Santana

PORTADA

Los alimentos y su proyección a la indus-
tria.
Javier Salazar

EDITORIAL

A fines de 1992 el anhelo de profesores, investigadores y egresados de tener un informativo permanente de los estudios se refleja en la aparición de la revista ALIMENTOS CIENCIA E INGENIERIA.

Al tener como objetivo la extensión universitaria consideramos que la divulgación de los trabajos debe estar disponible para los estudiantes, investigadores, profesores y entidades estatales o privadas del Ecuador por lo que no hemos escatimado esfuerzos en poner a su orden la presente publicación.

El momento difícil que vive la universidad ecuatoriana obliga a las autoridades a priorizar las decisiones y repartir la crisis pero pensando que la institución es eterna, existen y existirán actividades que sobrevivirán para beneficio de las nuevas generaciones.

El escaso aporte de conocimiento científico de América Latina a la literatura mundial nos obliga a superarnos y esperando que ALIMENTOS CIENCIA E INGENIERIA sea una contribución modesta les reitero el compromiso de servicio para juntos construir una universidad más técnica, más humanística y más democrática.

Hasta la revista N° 3.

César German
DECANO

CONTENIDO

Almacenamiento de manzanas en cámara ambiental. E. Guerrero, A. Silva y A. Saltos	1
Determinación del contenido de fruta en mermeladas estándar. M. Endara y A. Jadán	9
Estudio del secado de la quinua (<i>Chenopodium quinoa Will.</i>). I. Sánchez, M. Alvarez y J. Alvarado	15
Elaboración de un subproducto lácteo "postre" flan mediante la sustitución parcial de leche por suero dulce. L. Pazán, C. Viteri y D. Morales	33
Los ácidos grasos en mantequilla de la provincia de Bolívar. J. Rubio y C. German	47

11-06-2008

HASS-032-08

(1003)

Elsa Guerrero*
Abraham Silva*
Aníbal Saltos**

RESUMEN

Actualmente a nivel de finca las manzanas son almacenadas en cuartos sin ningún acondicionamiento, lo cual produce desmejoramiento de su calidad. Entonces, la necesidad de efectuar el almacenamiento bajo condiciones controladas "in situ", resulta de importancia real para la zona.

Para esto se construyó una cámara ambiental provista de ventoleras para entrada y salida del aire y en ella se almacenaron frutas correspondientes a las dos variedades más destacadas, vale decir, "Emilia" y "Flor de mayo", cosechadas con un grado de madurez "pintona"

La fruta seleccionada se embolsó en cajones de madera de tamaño uniforme; para el almacenamiento se dispusieron en dos bloques separados por 1,50 m, cada bloque formado de cuatro apilamientos de tres cajones superpuestos. Se tuvo cuidado de mantener espacios libres para circulación del aire.

La temperatura durante el almacenamiento se determinó mediante termómetros colocados a la entrada y salida del aire, en diferentes sitios y alturas de la cámara. La humedad relativa se controló con un higrómetro situado a 1,20 m del piso.

La madurez se registró semanalmente cuantificando: pérdidas de peso y por defectos, resistencia a la penetración, sólidos solubles y acidez titulable, dando por terminado el almacenamiento al obtener un promedio global de un 35% de pérdidas por defectos.

INTRODUCCION

El cantón Cevallos está ubicado dentro de la sub-área Montalvo-Huachi, importante zona de producción de manzanas que en 1989 representó el 61,30% de la superficie cosechada y el 65,84% de la producción en la provincia de Tungurahua (MAG-T).

La manzana se comercializa en estado fresco. Actualmente los pequeños fruticultores la almacenan en cuartos improvisados que no reúnen las condiciones ambientales e higiénicas que la fruta requiere para su adecuado almacenamiento.

Durante el período de máxima producción existe sobreoferta lo que ocasiona una disminución considerable en el precio de venta, afectando directamente a los ingresos del pequeño fruticultor. Sin embargo, al terminar la época de cosecha, los precios alcanzan valores que representan, dos, tres y hasta cuatro veces el obtenido durante la máxima cosecha.

Con el presente trabajo se pretende contribuir a la disminución de las pérdidas post-cosecha de las manzanas en ciertas etapas que inciden sobre aquellas, vale decir, selección y almacenamiento de la fruta a nivel de finca. Por

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

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

otro lado, las pérdidas post-cosecha ocasionan pérdidas económicas que representan un 17% de los ingresos por venta de la fruta.

Si bien, se conoce que existe la práctica de almacenar las manzanas en cuartos sin ningún acondicionamiento con el propósito de obtener mejores precios en el mercado, cuando la oferta disminuye al final de la temporada, no hay datos precisos sobre el deterioro que sufre la fruta en tal período de almacenamiento, que se prolonga hasta un mes. Entonces, la necesidad de efectuar un estudio bajo condiciones controladas es evidente, pues de ese modo podrían sugerirse alternativas factibles de aplicarse en pequeñas e incluso medianas fincas productoras de manzanas.

MATERIALES Y METODOS

Materiales

- Materia prima: manzanas de las variedades Emilia y Flor de Mayo
- Cámara ambiental
- Equipo utilizado consistente en:
 - Balanza de triple haz
 - Penetrómetro McCormik
 - Brixómetro manual
 - Higrómetro
 - Equipo de titulación
- Asistente de cocina
- 24 cajones de madera de tamaño uniforme para el embalaje de la fruta

Metodología

Para el presente estudio se siguió la siguiente secuencia de operaciones:

Construcción de una cámara ambiental con una superficie útil de 2,70 m x 2,50 m, es decir, 6,75 metros cuadrados y un volumen útil de 16,88 metros cúbicos. Está dotada de una puerta de 1,80 m x 0,90 m; es decir, 1,62 metros cuadrados, construida de madera. Posee además tres ventoleras de 0,40 m x 0,20 m; 0,08 metros cuadrados, para favorecer la circulación del aire, una de tales ventoleras está ubicada a 0,26 m de la esquina inferior, orientada al Sur y al ras del piso, sirve para la captación de aire exterior y está dotada de malla protectora para impedir el ingreso de roedores. Las dos ventoleras restantes están dispuestas en la parte superior, en la pared que hace frente a la anterior a una distancia de 2,50 m y a 0,20 m del tumbado, sirve para la evacuación del aire caliente. Está construida a base de cemento y cascajo, columnas de hormigón, techo de ladrillo, piso encementado, puerta de madera y tumbado de malla con mortero de cemento.

La capacidad total de la cámara es de 72 cajones de 14 kg de fruta, vale decir, una tonelada métrica de manzanas. Las condiciones ambientales sin carga de fruta se determinó previo al almacenamiento, para lo cual se dispusieron termómetros en diferentes sitios, así como se registró la humedad relativa cada hora y de igual manera la velocidad del aire en m/s por medio de un anemómetro. Los registros se reportan en la Tabla 1.

La cosecha de las dos variedades de fruta, "Emilia" y "Flor de mayo" que se utilizaron para el ensayo se realizó al iniciar el mes de abril. El grado de madurez fue intermedio, es decir, el conocido como "pintona". La cosecha fue de responsabilidad directa por uno de los autores. Luego de cosechada la fruta se procedió a clasificarla por tamaño y a seleccionarla, eliminando aquellas manzanas que tenían magulladuras, picadura de pájaros y otros defectos visibles. La fruta seleccionada se embolsó en cajones de madera cepillada, de tamaño uniforme, provistos de bastidores de soporte en sus esquinas interiores. Tales cajones poseen las siguientes características: capacidad 14 kg de fruta; dimensiones de los cajones: 0,50 m x 0,30 m x 0,28 m.

La madurez inicial de la fruta se la consideró aquella con la cual la fruta entra en la cámara; se determinó mediante las mediciones que se reportan en la Tabla 2.

El control de la maduración se realizó semanalmente, escogiendo aleatoriamente dos cajones por bloque (uno por variedad), se enumeró y pesó cada manzana y el peso total de cada cajón constituyó el peso inicial. La pérdida de peso se obtuvo por diferencia entre el peso inicial y el peso registrado semanalmente. Para la evaluación de resistencia a la penetración, sólidos solubles y acidez titulable se escogieron aleatoriamente y de la misma manera. De cada cajón se tomaron manzanas indistintamente y se procedió a realizar las determinaciones.

RESULTADOS

Los promedios de pérdida de peso, pérdidas por defectos, resistencia a la penetración, sólidos solubles y acidez titulable en manzanas durante el período de almacenamiento en cámara ambiental se reportan en la Tabla 3.

Las relaciones, resistencia a la penetración y acidez titulable vs. tiempo de almacenamiento es cuadrática, según se demuestran en las Figuras 3 y 4; 6 y 7, respectivamente. Las relaciones pérdidas de peso, pérdidas por defectos y sólidos solubles vs. tiempo de almacenamiento es lineal, según se demuestran en las Figuras: 1, 2 y 5, respectivamente.

El análisis de varianza indica que: pérdida de peso, pérdidas por defectos y acidez titulable, son altamente significantes con la variedad y el tiempo de almacenamiento; la interacción variedad/tiempo no es significativa. La resistencia a la penetración no es significativa con la variedad, es significativa con el tiempo de almacenamiento y con la interacción variedad/tiempo. Los sólidos solubles no es significativa con la variedad ni con la interacción variedad/tiempo, pero sí con el tiempo de almacenamiento. La temperatura de la cámara se concluye que, hay variación significativa entre la temperatura de entrada y la temperatura de salida del aire; en cambio, no se evidencia diferencia significativa entre los distintos sectores que mide cada termómetro al centro de la cámara. Puede afirmarse que en promedio general, la temperatura tiene un gradiente de 1,4°C entre el sitio frío (12,48°C) y el sitio más caliente (13,90°C), lo cual demuestra poca dispersión.

El tiempo óptimo de comercialización de la manzana en el mercado local es a partir de la sexta semana de almacenamiento, obteniéndose un precio de venta de 3 veces al obtenido en la temporada de máxima cosecha. Cabe indicar que las manzanas presentaron una calidad apreciada en el mercado y fácilmente fueron vendidas. Adicionalmente fue también comercializada la fruta considerada defectuosa, para lo cual se logró un precio de venta correspondiente a fruta de primera calidad en la época pico de cosecha, es preciso reportar que el daño por pudrición fue inferior al 1% de las frutas.

A continuación se reportan algunas características físico-químicas de las manzanas comercializadas luego del almacenamiento indicado.

	"Emilia"	"Flor de mayo"
Pérdida de peso promedio (%)	7,0	5,9
Resistencia a la penetración (kg)	5,0	5,8
Acidez titulable (% Acido málico)	0,32	0,50
Sólidos solubles (°Brix)	14,5	15,0

CONCLUSIONES

- La temperatura promedio de 13,2°C obtenida durante el almacenamiento de las variedades de manzanas "Emilia" y "Flor de mayo" en cámara ambiental, ha permitido conservarlas durante seis semanas, tiempo suficiente para que su precio de venta se incremente en alrededor del 300% con relación al correspondiente durante la máxima cosecha.
- La humedad relativa promedio de 94,6% obtenida durante el almacenamiento de las manzanas ha resultado adecuada, ya que las pérdidas de peso por deshidratación no han producido el arrugamiento de la piel de la fruta.

c.- Después de seis semanas de almacenamiento en la cámara ambiental, las manzanas alcanzaron coloración uniforme y calidad comercial aceptada en el mercado local.

d.- Considerando la capacidad total de la cámara, vale decir, setenta y dos cajones de 14 kg (aproximadamente 1000 kg de fruta) y que el precio de venta se triplica, entonces la rentabilidad es suficiente para recuperar los costos de construcción en el primer año de funcionamiento de la cámara, lo cual implica que los años subsiguientes el beneficio para el fruticultor será mucho mayor.

TABLA 1: REGISTRO DE CONDICIONES AMBIENTALES EN EL INTERIOR DE LA CAMARA SIN CARGA DE FRUTA - MEDICIONES HORARIAS -

T1	TEMPERATURA (°C)				T5	VELOCIDAD AIRE m/s	HR %
	T2	T3	T4	T5			
12,4	12,5	12,5	12,9	12,9	0,96	92,0	
12,9	12,9	12,8	12,5	14,4	0,86	90,0	
14,5	14,0	13,9	14,0	14,8	2,91	82,0	
14,4	14,3	14,1	14,2	15,4	0,00	80,0	
14,5	14,8	14,4	14,5	16,0	1,41	78,0	
14,6	15,0	14,7	14,6	16,0	0,69	76,0	
14,9	15,2	15,2	15,0	15,9	0,96	78,0	
13,8	14,9	14,5	14,0	15,2	0,64	78,0	
14,0	14,6	14,0	14,0	15,1	1,05	81,7	

Tm: 14,2

TABLA 2: MADUREZ INICIAL DE LAS MANZANAS

	"Emilia"	"Flor de mayo"
Resistencia a la penetración	9,2 kg	8,2 kg
Sólidos solubles	14,4 °Brix	15,2 °Brix
Acidez titulable (Acido málico)	0,55 %	0,49 %

TABLA 3. PROMEDIOS: PERDIDA DE PESO(%), PERDIDAS POR DEFECTOS (%), RESISTENCIA A LA PENETRACION (kg), SOLIDOS SOLUBLES (°BRUX) Y ACIDEZ TITULABLE (% ACIDO MALICO) EN MANZANAS DURANTE EL PERIODO DE ALMACENAMIENTO EN CAMARA AMBIENTAL.

TIEMPO (SEMANAS)	"EMILIA"					"FLOR DE MAYO"				
	PP	PD	RP	SS	AT	PP	PD	RP	SS	AT
1	1,52		8,38	13,84	0,54	1,36		9,22	13,96	0,67
2	2,74		5,59	13,90	0,43	2,33		9,09	14,83	0,65
3	4,16		6,21	14,53	0,40	3,59		7,26	14,90	0,56
4	5,77	5,68	6,07	13,65	0,37	4,91	8,76	6,07	14,90	0,69
5	6,11	13,99	6,22	14,15	0,40	5,21	14,03	5,87	15,45	0,58
6	7,20	19,20	5,01	14,47	0,33	5,88	20,00	5,76	15,45	0,51
7	8,15	20,85	5,73	14,15	0,33	6,68	25,07	6,35	15,00	0,45
8	8,97	23,13	5,55	14,80	0,35	7,43	27,76	6,19	15,85	0,54
9	10,02	27,37	5,67	14,61	0,42	8,54	30,64	6,26	16,10	0,56
10	10,57	33,32	5,89	15,25	-	9,21	36,73	5,65	15,19	0,58

FIGURA 1: AJUSTE DE DATOS EXPERIMENTALES SOBRE PERDIDA DE PESO MEDIANTE REGRESION LINEAL PARA LAS VARIETADES "EMILIA" Y "FLOR DE MAYO". PROMEDIOS SEMANALES

PP: $0,963 + 1,014$ (semanas) y $0,850 + 0,848$ (semanas), respectivamente.
 $r : 0,970$ $r : 0,962$

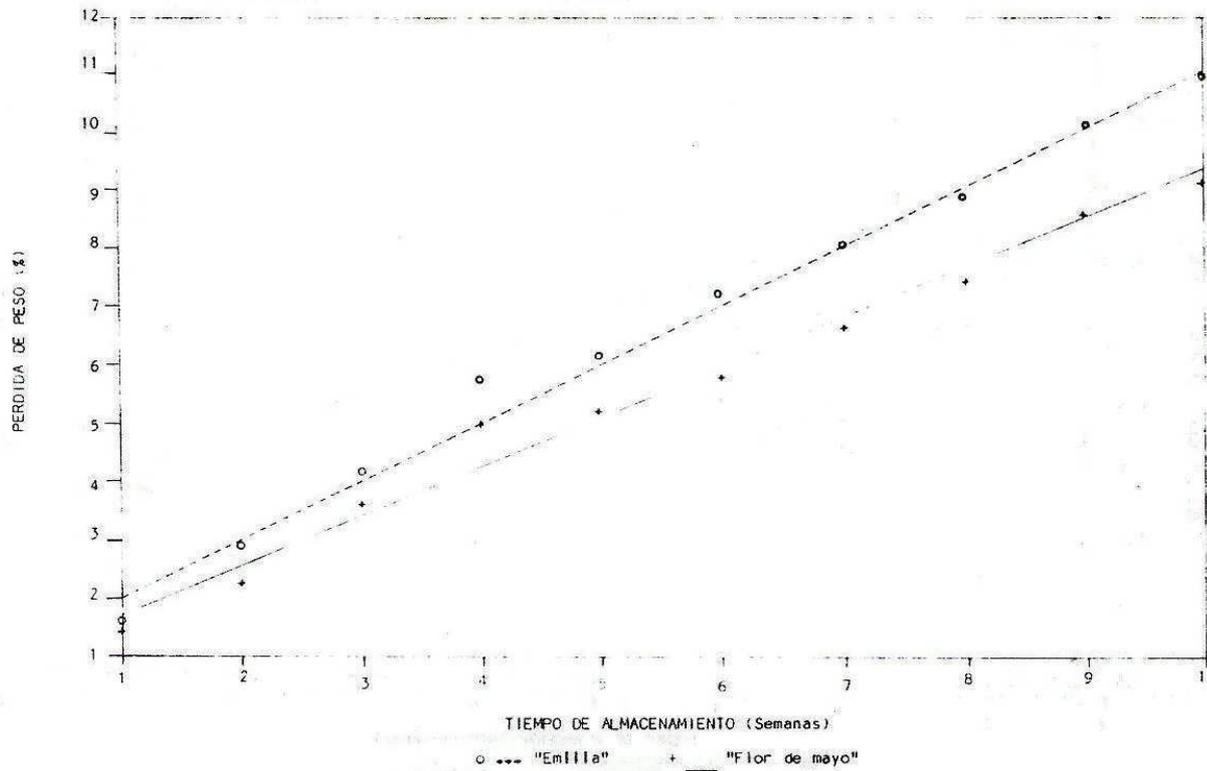


FIGURA 2: AJUSTE DE DATOS EXPERIMENTALES SOBRE PERDIDAS POR DEFECTOS MEDIANTE REGRESION LINEAL PARA LAS VARIETADES "EMILIA" Y "FLOR DE MAYO". PROMEDIOS SEMANALES

PD: $-7,90 + 4,057$ (semanas) y $-7,98 + 4,470$ (semanas)
 $r : 0,961$ $r : 0,959$

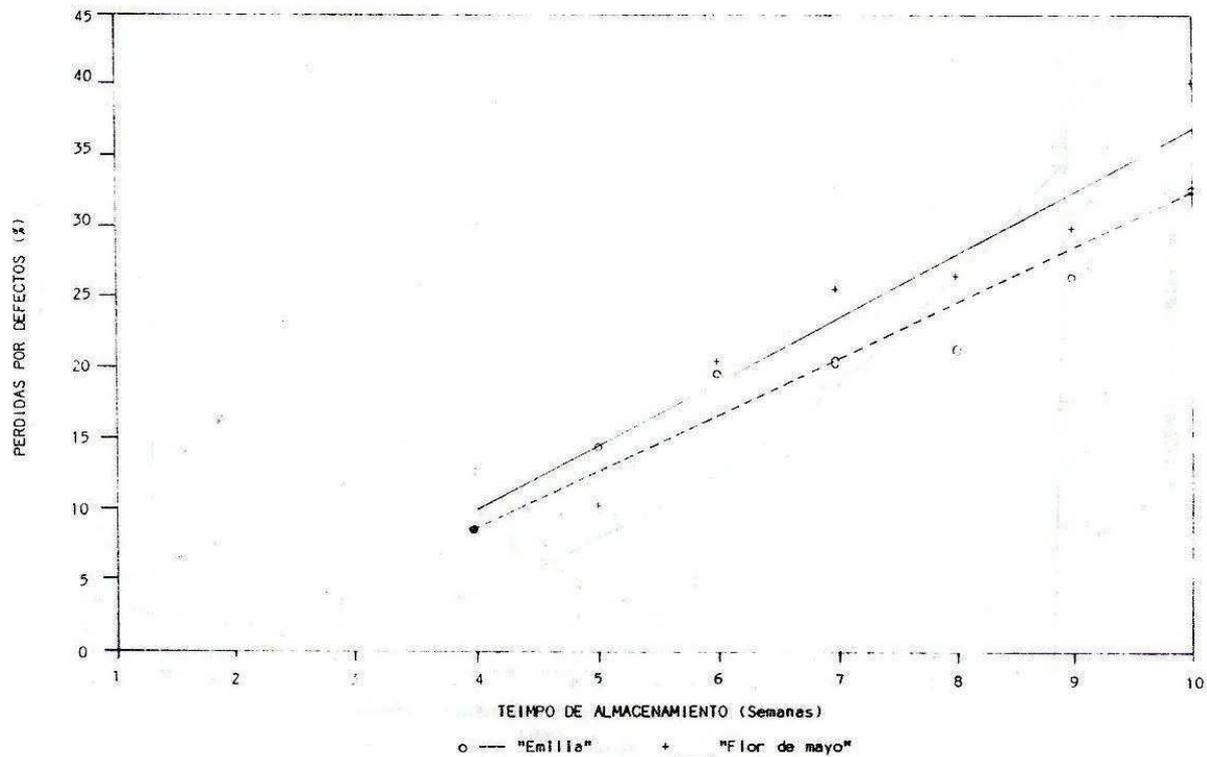


FIGURA 3: AJUSTE DE DATOS EXPERIMENTALES DE RESISTENCIA A LA PENETRACION MEDIANTE REGRESION CUADRATICA PARA VARIEDAD "EMILIA"

RP: $7,71 - 0,93 (\text{Semanas}) + 0,07 (\text{Semanas})^2$

r = 0,640

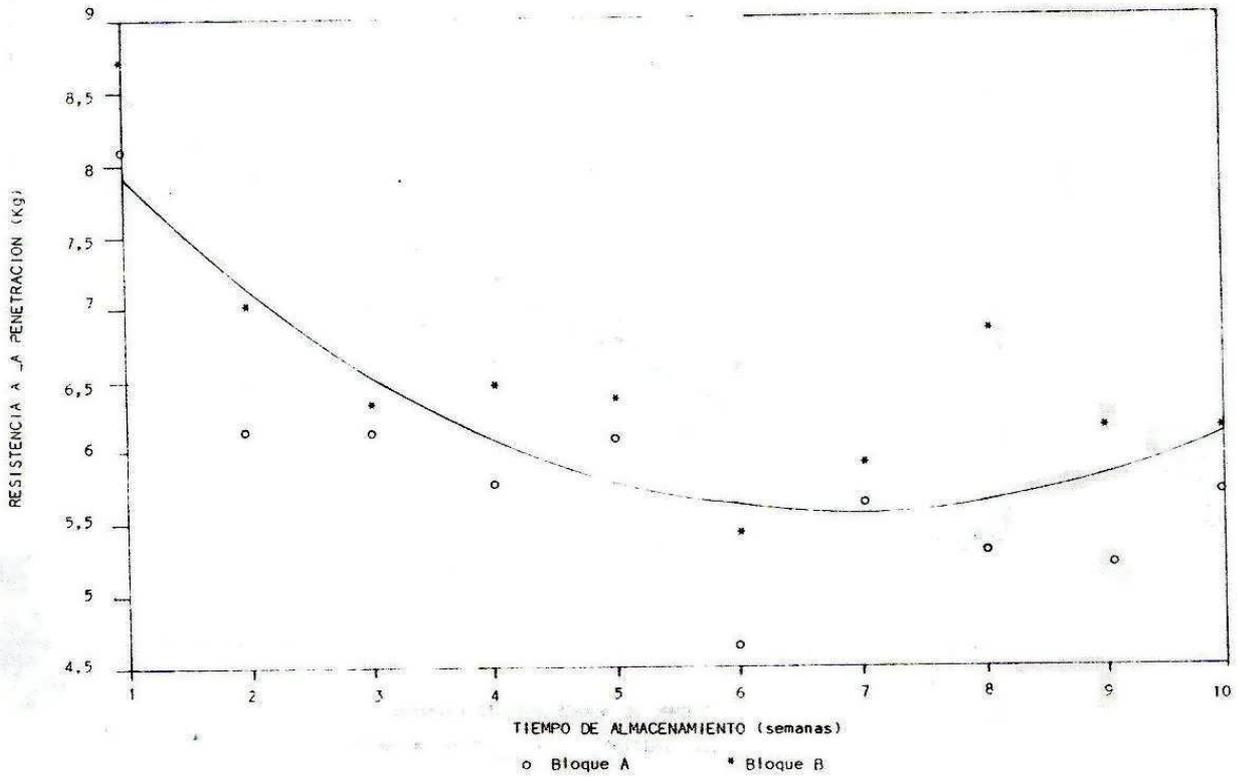


FIGURA 4: AJUSTE DE DATOS EXPERIMENTALES DE RESISTENCIA A LA PENETRACION MEDIANTE REGRESION CUADRATICA PARA VARIEDAD "FLOR DE MAYO"

RP: $10,58 - 1,30 (\text{Semanas}) + 0,09 (\text{Semanas})^2$

r = 0,780

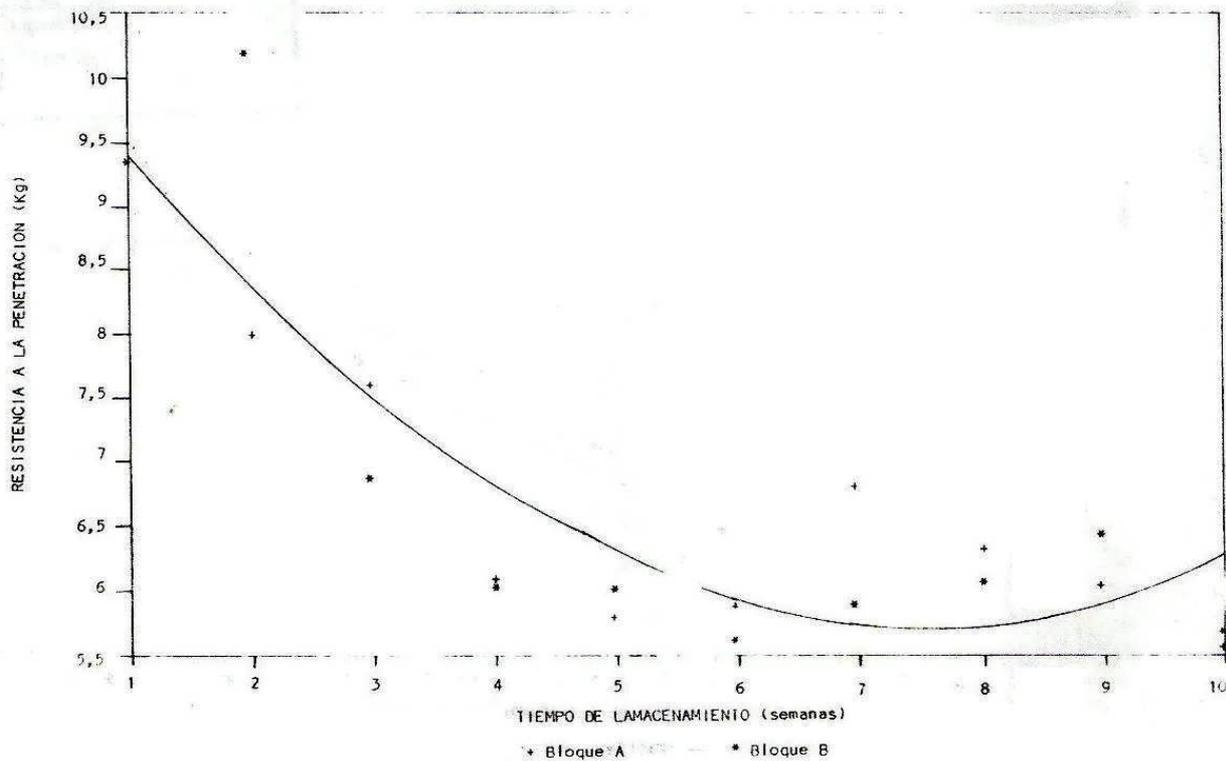


FIGURA 5: AJUSTE DE DATOS EXPERIMENTALES SOBRE SOLIDOS SOLUBLES MEDIANTE REGRESION LINEAL PARA LAS VARIETADES "EMILIA" Y "FLOR DE MAYO", PROMEDIOS SEMANALES

SS: $13,641 + 0,126$ (semanas) y $14,336 + 0,14$ (semanas)

r: $0,81$ $0,534$

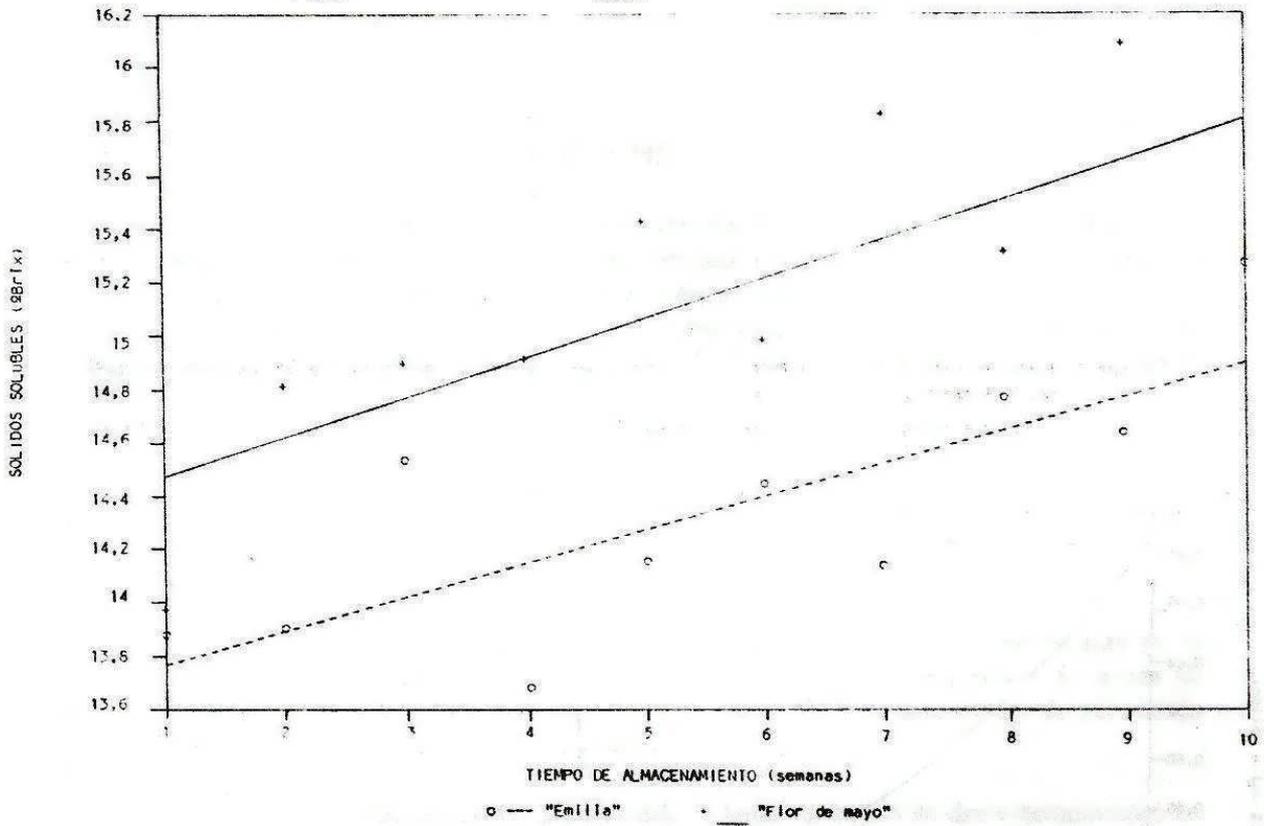


FIGURA 6: AJUSTE DE DATOS EXPERIMENTALES DE ACIDEZ TITULABLE MEDIANTE REGRESION CUADRATICA PARA VARIETADE "EMILIA", PROMEDIOS SEMANALES

AT: $0,60 - 0,09$ (Semanas) + $0,01$ (Semanas)²

r = $0,860$

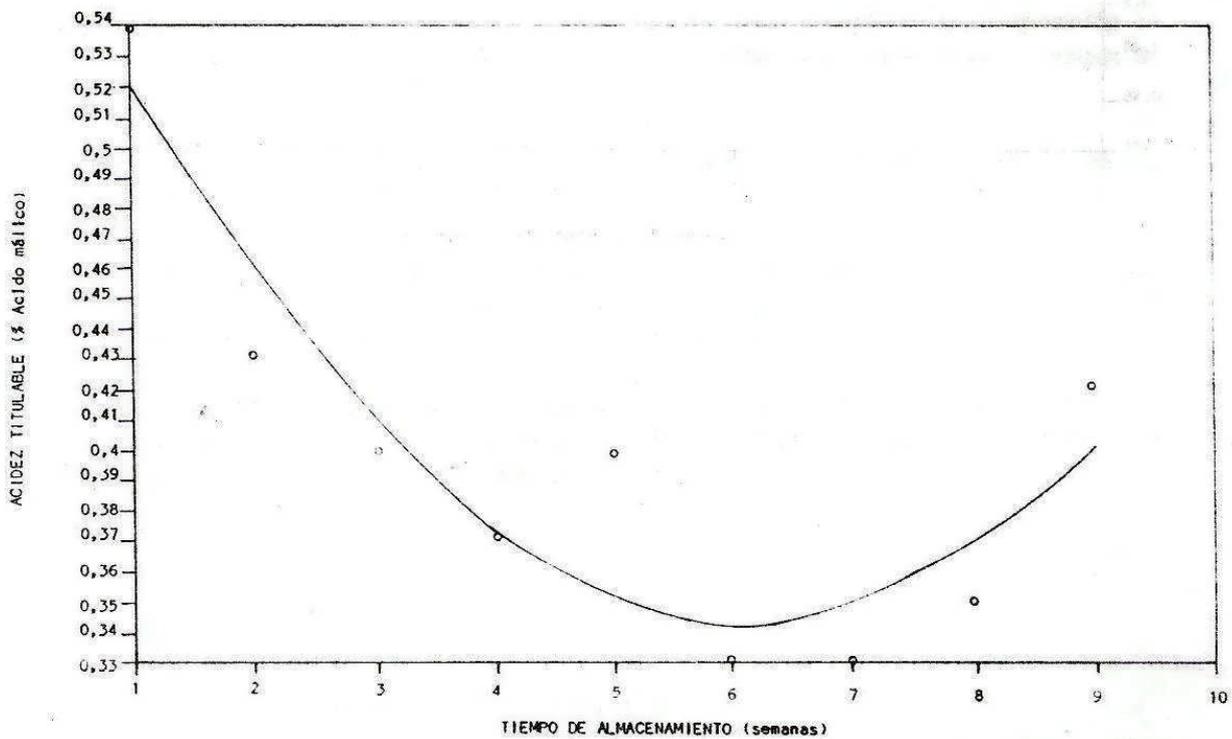
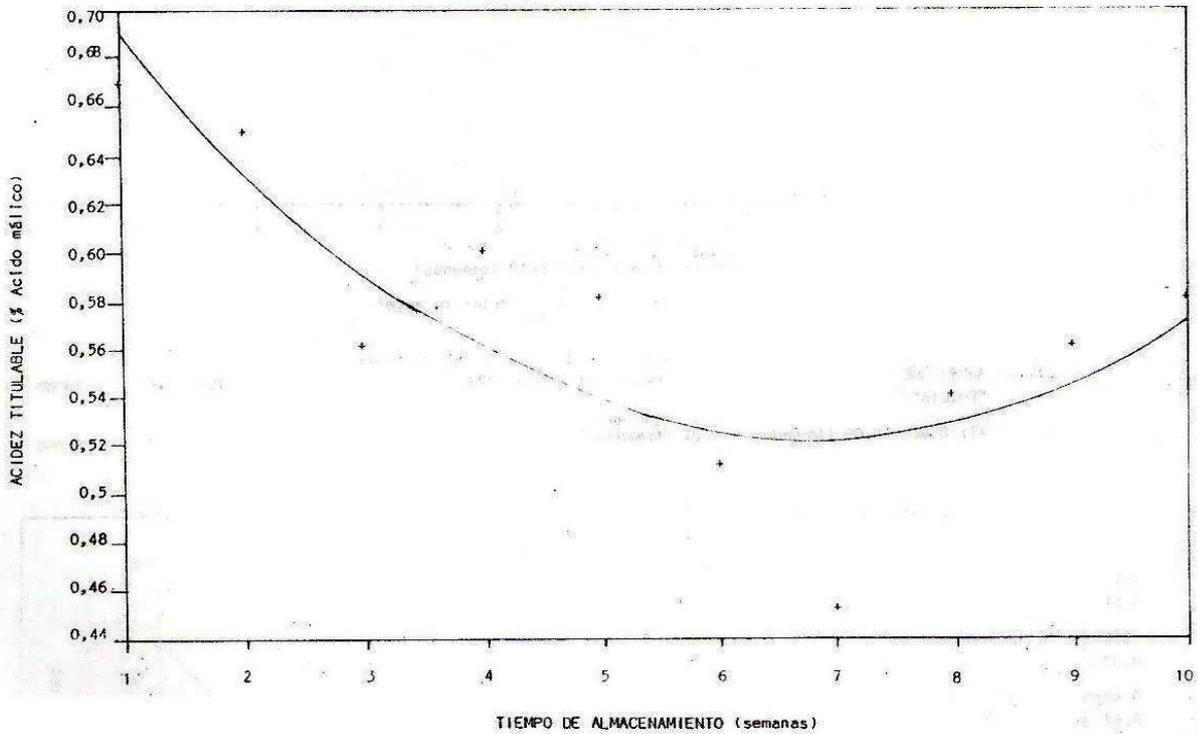


FIGURA 7: AJUSTE DE DATOS EXPERIMENTALES DE ACIDEZ TITULABLE MEDIANTE REGRESION CUADRATICA PARA VARIEDAD "FLOR DE MAYO" . PROMEDIOS SEMANALES
 AT: $0,75 - 0,07 (\text{Semanas}) + 4,96 \cdot 10^{-3} (\text{Semanas})^2$ $r = 0,710$



DETERMINACION DEL CONTENIDO DE FRUTA EN MERMELADAS ESTANDAR

Myriam Endara P.
Angel Jadán

RESUMEN

Inicialmente y como premisa se proponía la determinación por cálculo matemático de la cantidad de fruta natural que debía o podía estar presente en una mermelada comercial. Utilizando la Ecuación de Bonney como fórmula de cálculo en una mermelada con 45:55 de relación fruta-azúcar; donde intervienen variables determinables como sólidos solubles (°Brix), porcentaje de cenizas de materia prima (fruta) y producto terminado (mermelada) expresado en la siguiente ecuación:

$$X = \frac{5790 B}{AD - BC}$$

donde: X = libras de fruta por cada 55 libras de azúcar; B = porcentaje de cenizas en la mermelada; A = porcentaje de sólidos solubles en fruta; D = porcentaje de ceniza en fruta; C = porcentaje de sólidos solubles en fruta y 5790 = equivalente de porcentaje de sólidos solubles a 55 libras de sacarosa.

Para la aplicación de la ecuación, se ve la necesidad de tener un banco de datos bromatológicos de frutas ecuatorianas, los cuales en la actualidad no se los tiene al alcance, por lo que, se ve la imperiosa necesidad de estructurar éstas tablas requiriendo el aporte de varios trabajos como éste, en el cual se exponen datos de veinte muestras analizadas de Frutilla (*Fragaria sp*), Mora (*Rubus spp*), y Piña (*Anana sativa*) como se indica en las Tablas 1, 2 y 3.

Es importante tener en cuenta que para la elaboración de tablas completas de composición de frutas, se ha necesitado algunos años de trabajo en este campo, como es el caso de centros de investigación como el FDA e INCAP.

En esta aplicación debe tomarse en consideración las correcciones en las que intervienen los ingredientes como azúcar, pectina y otros como conservantes.

Este tipo de trabajo en los que están relacionadas empresas privadas, gubernamentales y públicas promoverá a obtener datos propios de nuestra localidad que serán fundamentales para el conocimiento de las características con las que podemos contar.

La realización de un programa de caracterización de frutas, con miras al control de calidad de productos terminados, en cuanto a contenido de ingrediente de fruta de composición natural tiene varias limitaciones de orden financiero, administrativo y técnico.

Egresada de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

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

INTRODUCCION

El interés puesto en el procesamiento de productos hortofrutícolas con miras a la exportación, requiere que se procuren los medios adecuados para su producción; esto conlleva a la determinación de normas específicas que requieren la calidad del producto elaborado, para que el mismo pueda ingresar en el mercado extranjero.

Uno de los problemas principales que debe afrontar la Industria Conservera, es la calidad de las materias primas. La mayor parte de industrias se han establecido por considerar que existían excedentes en el mercado de frutas y vegetales sin tomar en cuenta que para la industrialización se requiere en muchos casos de variedad con características específicas no siempre apreciados para el mercado directo.

Dentro del ámbito industrial, el control de calidad es una actividad que persigue el mantenimiento de la calidad a niveles adecuados a las exigencias del consumidor, a la vez que una mejora de la rentabilidad de la empresa industrial. Para la fabricación así como en el producto terminado. La importancia del control de la materia prima se debe a la gran variabilidad de la misma en el momento de ingresar a la fábrica y deberá ser realizada sobre la base de especificaciones bien elaboradas, tanto desde el punto de vista científico como comercial.

Es esencialmente importante que la materia prima reúna ciertas características de calidad industrial que mejore la calidad del producto terminado y el rendimiento de la fabricación, esto es forma, color, textura y características químicas.

MATERIALES Y METODOS

En el análisis bromatológico se procedió a determinar porcentaje de sólidos solubles, porcentaje de cenizas, porcentaje de sólidos insolubles, pH y acidez en veinte muestras de tres tipos de frutas (frutilla, mora y piña) y de igual manera en las mermeladas.

Los métodos de análisis se realizaron de acuerdo a las normas INEN correspondientes.

La elaboración de las mermeladas estándar se realizó de acuerdo a la formulación establecida en relación 45:55 de fruta:azúcar [1] de la siguiente manera:

Pulpa de fruta natural 41 kg
 Pectina cítrica 125-170 g
 Azúcar 50 kg
 Solución estándar de ácido para ajustar el pH hasta 3,3
 Agua 10 kg

formulación desarrollada para 500 g de muestra de producto de pulpa de fruta natural.

Para la elaboración de las mermeladas se procedió de acuerdo a los diagramas de flujo correspondientes (Figuras 1, 2 y 3).

En el cálculo de contenido de fruta se aplica la ecuación de Bonney [2] con los datos obtenidos de los análisis bromatológicos, cuya ecuación es:

$$X = \frac{5790 B}{AD - BC}$$

donde: X = cantidad de fruta presente en mermelada; B = porcentaje de cenizas en mermelada; A = sólidos solubles en mermelada; D = porcentaje de cenizas en fruta; C = sólidos solubles en fruta.

Los datos obtenidos del cálculo se encuentran en la Tabla N° 4. para el contenido de fruta.

DISCUSION

Los análisis bromatológicos realizados en las muestras de frutas, arrojan datos con variaciones sin significancia, es decir los rangos de variación son pequeños, sin embargo se puede obtener con un análisis estadístico de rango múltiple de Duncan que las muestras de piña varían un tanto con respecto a las muestras de frutilla y mora por su propia naturaleza.

El contenido de fruta calculado a partir de la Ecuación de Bonney puede ser corregido, puesto que existen algunos factores que interfieren en resultados tales como pureza de azúcar, pectina, etc.

CONCLUSIONES

El objetivo de hacer una tabla de composición de frutas ecuatorianas tiene un aporte en lo que se refiere a frutilla, mora y piña, sin embargo debe ser completado con otros trabajos siguientes con respecto a otras frutas.

La aplicabilidad de la ecuación de Bonney es factible, pero es necesario obtener una mayor cantidad de datos de los análisis de frutas para tener datos promedios más confiables.

REFERENCIAS

- [1] Sun Kist. Manual de Conservas. 1980.
 [2] Hart, L. y Fisher, H. Análisis Moderno de los Alimentos. 1971

TABLA N° 1. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE CARACTERIZACION BROMATOLOGICA DE FRUTILLA

Muestra	°Brix	Sól.inso.	pH	Acidez	Cenizas	Potasio*	Fósforo**
1	7,80	0,69	3,62	1,60	0,52	275,00	33,80
2	7,80	0,62	3,62	1,57	0,48	275,00	33,80
3	7,00	0,92	3,61	0,83	0,34	288,00	38,80
4	7,00	0,92	3,62	0,82	0,39	288,00	38,80
5	8,00	1,02	3,56	0,89	0,39	267,00	38,00
6	8,00	0,91	3,59	0,89	0,45	267,00	38,00
7	8,00	0,96	3,60	0,97	0,48	296,00	40,50
8	8,00	1,13	3,59	1,05	0,46	296,00	40,50
9	9,00	1,46	3,62	0,94	0,52	269,00	38,70
10	9,00	1,49	3,60	0,99	0,48	269,00	38,70
11	7,00	1,04	3,55	0,99	0,54	287,00	38,60
12	7,00	1,03	3,54	1,04	0,46	287,00	38,60
13	8,00	1,41	3,53	0,80	0,34	268,00	40,20
14	8,00	1,30	3,57	0,77	0,41	268,00	40,20
15	7,00	1,45	3,22	0,94	0,40	279,00	38,30
16	7,00	1,36	3,26	0,94	0,34	279,00	38,30
17	8,00	1,87	3,38	0,91	0,38	266,00	37,90
18	8,00	1,68	3,35	0,92	0,41	266,00	37,90
19	8,00	1,76	3,15	0,79	0,34	277,00	38,70
20	8,00	1,55	3,18	0,79	0,47	277,00	38,70

* Expresado como K₂O en mg/100 g

** Expresado como P₂O₅ en mg/100 g

TABLA Nº 2. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE CARACTERIZACION BROMATOLOGICA DE MORA

Muestra	°Brix	Sól.inso.	pH	Acidez	Cenizas	Potasio*	Fósforo**
1	9,00	1,52	3,07	2,62	0,53	201,80	46,00
2	9,00	1,67	3,07	2,62	0,54	201,80	46,00
3	9,50	1,84	3,07	2,78	0,41	202,00	56,50
4	9,50	1,97	3,13	2,87	0,41	202,00	46,50
5	12,00	1,78	3,15	2,66	0,48	203,11	47,00
6	12,00	1,92	3,10	2,64	0,42	203,10	47,00
7	8,00	2,41	2,85	2,39	0,53	202,00	46,00
8	8,00	2,33	2,86	2,41	0,38	202,00	46,00
9	7,80	2,45	2,93	2,65	0,45	203,00	45,80
10	7,80	2,54	2,88	2,58	0,41	203,00	45,80
11	9,00	1,94	2,87	3,10	0,62	201,00	45,20
12	9,00	1,83	2,88	3,09	0,73	201,00	45,20
13	6,50	1,50	2,79	2,49	0,48	202,20	47,00
14	6,50	1,62	2,81	2,40	0,39	202,20	47,00
15	7,00	1,32	2,70	2,38	0,48	201,00	45,90
16	7,00	1,28	2,72	2,29	0,43	201,00	45,90
17	10,00	2,50	2,75	2,71	0,41	203,00	46,00
18	10,00	2,26	2,74	2,70	0,45	203,00	46,00
19	9,00	2,16	2,71	2,60	0,49	202,50	45,80
20	9,00	2,17	2,72	2,58	0,45	202,50	45,80

* Expresado como K₂O en mg/100 g** Expresado como P₂O₅ en mg/100 g

TABLA Nº 3. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE CARACTERIZACION BROMATOLOGICA DE PIÑA

Muestra	°Brix	Sól.inso.	pH	Acidez	Cenizas	Potasio*	Fósforo**
1	10,50	0,85	3,88	0,35	0,10	244,00	30,30
2	10,50	0,89	3,87	0,36	0,10	244,00	30,30
3	12,00	0,95	3,51	1,01	0,46	246,00	33,00
4	12,00	0,96	3,52	1,03	0,31	246,00	33,00
5	12,50	0,89	3,56	0,68	0,15	240,00	30,90
6	12,50	0,81	3,58	0,77	0,30	240,00	30,90
7	14,00	0,86	3,95	0,48	0,15	242,00	31,20
8	14,00	0,89	3,94	0,48	0,23	242,00	31,20
9	15,00	1,15	3,54	0,93	0,29	244,00	37,00
10	15,00	0,91	3,57	0,93	0,31	244,00	32,00
11	11,00	1,30	4,47	0,36	0,36	240,00	30,00
12	11,00	1,31	4,40	0,36	0,23	240,00	30,00
13	12,00	1,79	4,40	0,45	0,14	241,00	31,80
14	12,00	1,48	4,40	0,44	0,33	241,00	31,80
15	10,00	1,14	4,43	0,58	0,28	246,00	32,10
16	10,00	0,78	4,46	0,58	0,28	246,00	32,10
17	8,00	1,11	3,28	0,54	0,15	244,00	30,30
18	8,00	1,24	3,46	0,40	0,12	244,00	30,30
19	6,50	1,33	3,18	0,52	0,27	244,00	31,40
20	6,50	1,35	3,20	0,64	0,27	244,00	31,40

* Expresado como K₂O en mg/100 g** Expresado como P₂O₅ en mg/100 g

TABLA N° 4. CALCULO DEL CONTENIDO DE FRUTA EN MERMELADAS UTILIZANDO LA ECUACION DE BONNEY CORREGIDA

Muestra	Frutilla	Mora	Piña
1	40,528	42,083	44,584
2	40,525	42,199	44,238
3	39,912	39,977	39,637
4	39,919	40,875	39,514
5	39,038	42,148	44,037
6	39,041	42,150	40,987
7	39,582	41,596	51,641
8	39,629	41,465	39,809
9	40,844	40,582	46,818
10	40,853	40,499	46,067
11	37,898	42,158	43,904
12	37,879	41,849	45,707
13	38,991	40,760	51,318
14	39,093	40,846	41,805
15	39,629	43,187	42,678
16	39,622	43,412	42,210
17	39,001	42,463	45,161
18	39,031	42,687	49,723
19	39,651	42,306	42,406
20	39,632	42,390	41,989
Promedio Tratamiento	39,515 b	41,782 b	44,212 a

FIGURA N° 1.
DIAGRAMA DE FLUJO DEL
PROCESO DE PRODUCCION
DE MERMELADA DE FRUTILLA



FIGURA Nº 2.
 DIAGRAMA DE FLUJO DEL
 PROCESO DE PRODUCCION
 DE MERMELADA DE MORA

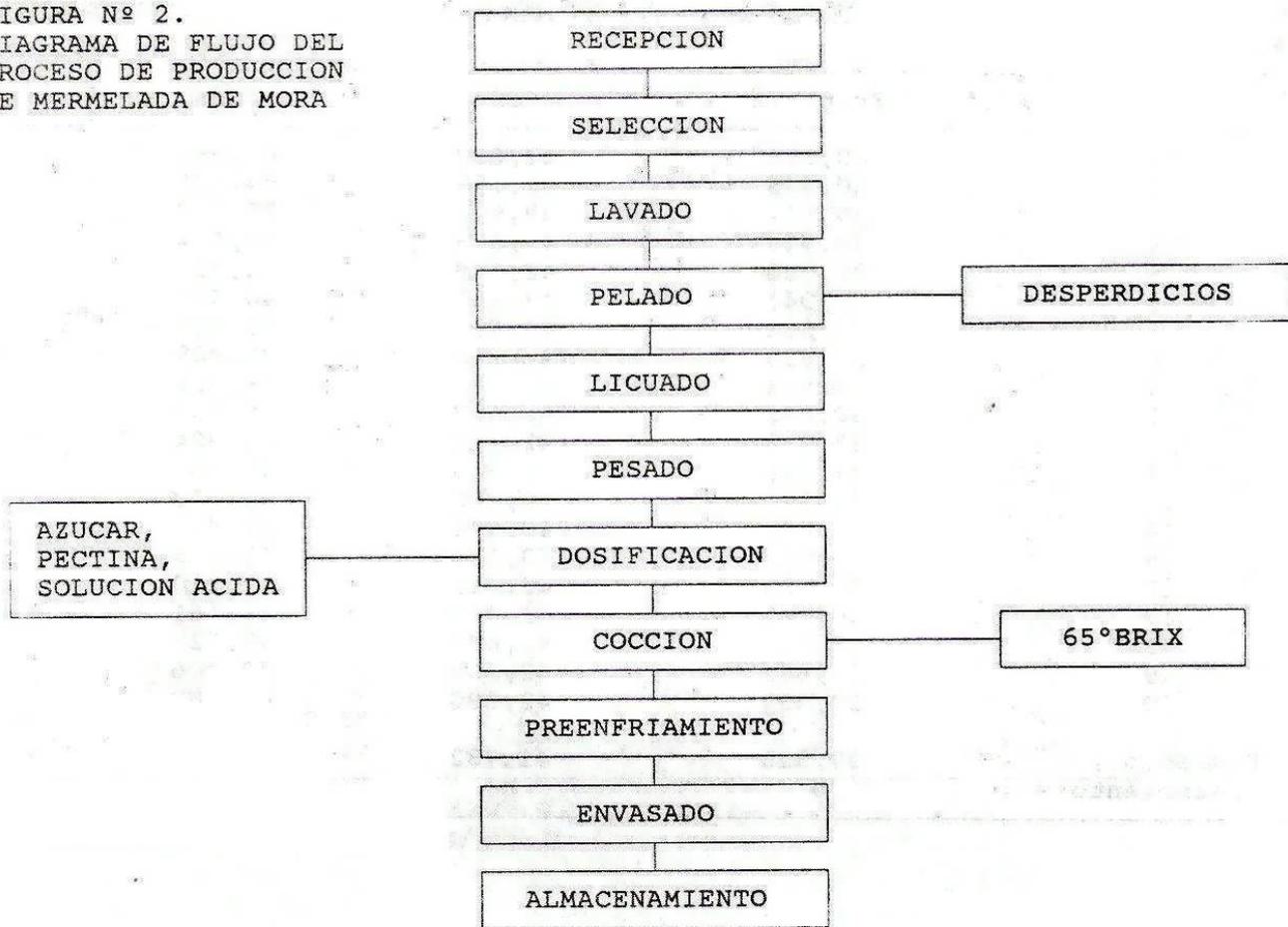
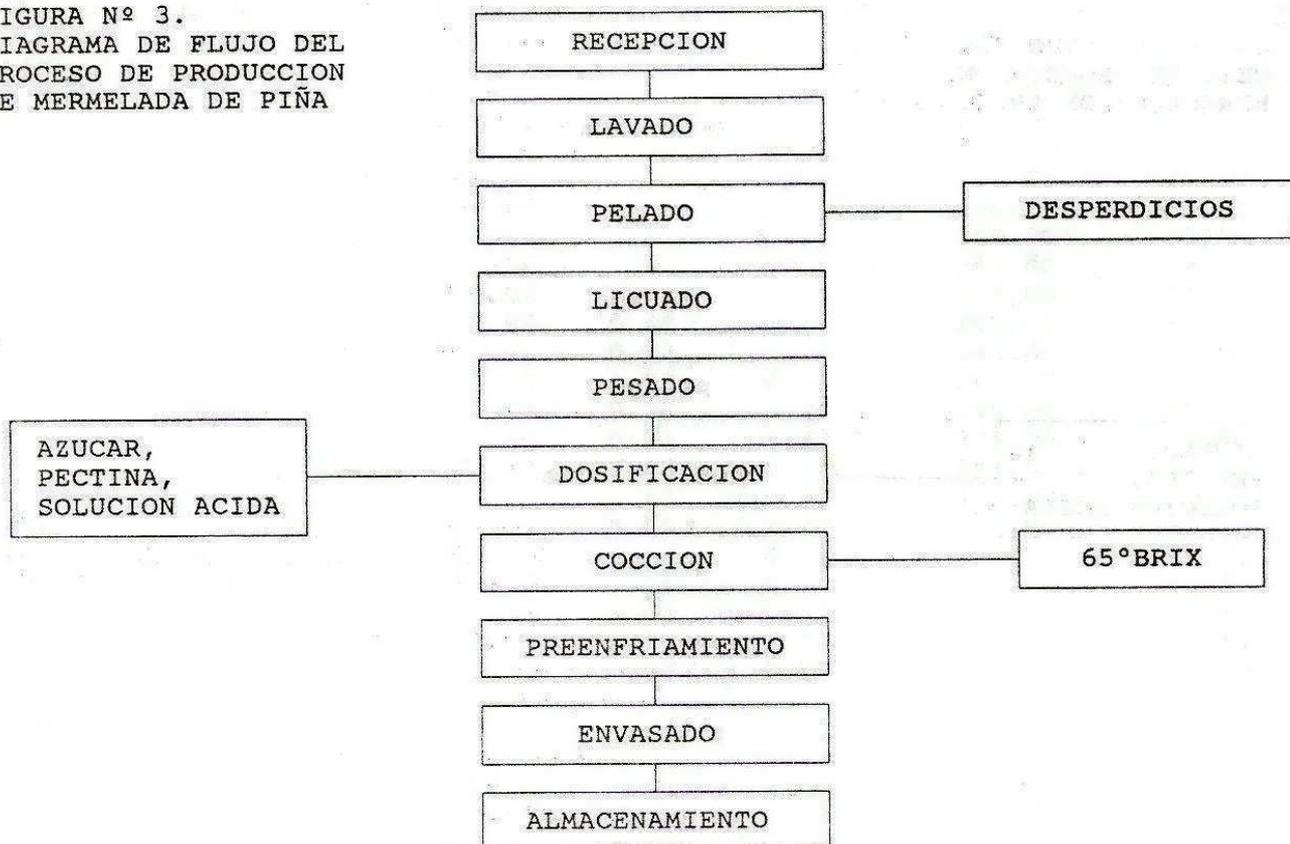


FIGURA Nº 3.
 DIAGRAMA DE FLUJO DEL
 PROCESO DE PRODUCCION
 DE MERMELADA DE PIÑA



ESTUDIO DEL SECADO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*)

Inés de Lourdes Sánchez R.*
María del Carmen Álvarez S.*
Juan de Dios Alvarado**

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con la finalidad de comparar el secado solar directo, indirecto y el secado en túnel considerando cinco condiciones de secado en tres tipos de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*), para seleccionar el método que presente las mejores perspectivas de aplicación en el área rural.

Las respuestas experimentales evaluadas al final de los ensayos de secado solar y secado artificial en túnel fueron: Contenido de saponinas. Diámetro del grano. Grosor del grano. Poder germinativo. Densidad aparente. Densidad real o verdadera. Recuento total de microorganismos. Coeficiente de difusión durante el proceso de secado. Tiempo de secado transcurrido hasta que el material experimental presente un contenido de humedad de 12 ± 1 gag/100gms.

Desde el punto de vista económico, los tratamientos A1B1C3 (quinua amarga recién cosechada - secado solar directo en bandejas - espesor de carga 1,5 cm) y A1B1C2 (quinua amarga recién cosechada - secado solar directo en bandejas - espesor de carga 1,0 cm) en secado solar, con una tasa marginal de retorno de 116,55 % y 116,84 % fueron los que mayor beneficio y rendimiento económico presentaron; en tanto que en el secado en túnel se obtuvo una tasa de retorno marginal de tan solo 75,03 % para el tratamiento A2B1C3 (quinua dulce recién cosechada - secado con flujo de aire forzado (túnel de secado) a 30°C - espesor de carga 1,5 cm).

INTRODUCCION

Muchos esfuerzos se han desarrollado en el mundo con vista al aumento de la producción y productividad de productos agrícolas. Estos esfuerzos, a pesar de su importancia, han sido parcialmente neutralizados por las pérdidas de granos que ocurren después de su período de madurez fisiológica. El procesamiento de granos consiste de una serie de operaciones, entre ellas el secado.

El secado es uno de los métodos más antiguos conocidos por el hombre para conservar los alimentos, reduciendo el contenido de humedad en los granos hasta un nivel seguro para el almacenamiento prolongado.

Se ha dividido el secado en dos tipos: Secado natural, se refiere a la acción de secar mediante la energía del sol, aunque implique el uso de algún tipo de secador solar; y secado artificial para referirse al secado mediante el uso de energía secundaria.

OBJETIVOS

Objetivos Generales

Establecer el mejor método de secado en tres modelos de secadores, como secado solar directo en bandejas, secado solar indirecto, secado con flujo de aire forzado (túnel de secado); para evitar daños del grano de quinoa.

* Egresada de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

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

Determinar los valores de la actividad del agua (a_w) en función del contenido de humedad, para obtener el contenido de humedad más apropiado, como humedad final de secado y para conservación de la quinua.

REVISION BIBLIOGRAFICA

El Secado

Se entiende por secado de un sólido la separación parcial o total del líquido que le acompaña por medios térmicos. El secado difiere de la evaporación (que también puede definirse así) en los aspectos más esenciales, que son los aparatos, los métodos y los productos. En la evaporación, el líquido se elimina por ebullición, mientras que aquí el líquido es arrastrado por el aire en forma de vapor, a temperatura generalmente inferior a la de ebullición (Vian y Ocon, 1979). El secado de granos es la transferencia de agua desde un sólido húmedo en un límite determinado, hacia una fase gaseosa no saturada que por lo general es aire (López, 1984). Entre los métodos utilizados para realizar el secado de granos se tiene: natural (en el campo, en pisos); artificial (a diferentes temperaturas).

Actividad del Agua en los Alimentos

La actividad del agua (a_w) es la relación de equilibrio entre la presión parcial de vapor producida por el agua del alimento (P) y la presión parcial de vapor del agua pura (P_0), a la misma temperatura, o sea la humedad relativa a la cual el alimento no pierde ni gana humedad. La actividad del agua influye sobre la estabilidad de los alimentos, ya que pueden ocurrir reacciones que afectarán negativamente a la calidad durante el almacenamiento (Toledo, 1985a).

Densidad de Granos

La densidad de una sustancia en g/cm^3 y sus equivalencias es similar numéricamente a su masa específica. En granos y semillas se la expresa como densidad aparente o de bulto sin considerar los espacios entre los granos y densidad verdadera o real (Couto Moriera Sandra y colaboradores, 1985).

Poder Germinativo

La determinación del poder germinativo de granos comerciales permite hacer estimaciones del deterioro de los granos, causados por los procesos inadecuados de secado, como elevadas temperaturas y tiempos prolongados.

MATERIALES Y METODOS

Materiales

Materia prima.

Tres tipos de quinua: amarga recién cosechada (Variedad Imbaya); dulce recién cosechada (Variedad Piartal); amarga lavada (Variedad Chaucha).

Reactivos.

Agar PCA, peptona, cloruro de sodio, agua destilada, aceite comestible, aceite duo seal (para medir la presión), acetona, silicona.

Equipos.

Secador solar directo en bandejas, Secador solar indirecto, Secador con flujo de aire forzado (túnel de secado), Estufa germinador 448 R, Estufa MEMMERT, Estufa incubador bacteriológica BLUE C-4009-Q, Balanza digital

HAUS C - 300 - IA, Balanza analítica OERTLING 79 - 8125 - UK, Balanza Ditta OMEGA N° 056162, Termómetro digital con termocupla (temperatura seca y temperatura húmeda) PACER Modelo DH - 200/DH - 300, Termómetro de bulbo, Manómetro de presión, Macroscopio 25 AW/POUCH, Anemómetro marca TAYLOR 3132 - 4; 100 pies, Higrómetro LUFT, Estereoscopio de fase binocular BAUSH AND LOMB, Cuenta colonias QUEBEC ADC, Solarímetro: Solar Meter/Integrator Model LI - 175 y Piranómetro SR N° PY 3685, Trilladora manual, Licuadora industrial, Cronómetro (reloj), Tamices de aberturas circulares y bandeja de fondo, Recipientes cilíndricos de aluminio, Autoclave, Material de vidrio.

Métodos de Secado

Secado solar directo en bandejas.

Es el método más común utilizado por el agricultor para secar grano; consiste en exponer a la radiación solar directa el grano hasta que se considere seguro para el almacenamiento. Se utilizaron bandejas de madera de construcción casera de 30 cm de largo x 20 cm de ancho x 5 cm de espesor, las bandejas se encontraban sobre un pedestal de madera.

Secado solar indirecto.

El sistema consiste en emplear un colector para captar el calor del sol y calentar el aire que pasa a través del grano. Se utilizó un secador solar de construcción nacional de 150 cm de altura x 90 cm de ancho x 50 cm de fondo, con una chimenea.

Secado con flujo de aire forzado (túnel de secado).

En este método se utiliza un túnel de secado en el que el aire es calentado mediante resistencias eléctricas.

Métodos de Análisis de Laboratorio Empleados

Método de lavado de quinua.

El lavado fue mecánico con una licuadora industrial de 20 litros de capacidad con una velocidad de 3450 revoluciones por minuto, solamente para la quinua amarga lavada.

Análisis físicos realizados en la quinua.

Humedad. Norma INEN 1235 (s.f.). Granos y cereales. Determinación del contenido de humedad (Método de rutina).

Saponinas. Norma INEN 1672 (s.f.). Quinua. Determinación del contenido de saponinas por medio del método espumoso (Método de rutina).

Impurezas y tamaño del grano. Norma INEN 1671 (s.f.). Quinua. Determinación del contenido de impurezas totales.

Diámetro y grosor. El diámetro y grosor de los granos de quinua se midieron con un macroscopio para granos.

Poder germinativo. Peñaloza (1985). Determinación del poder germinativo por medio del método recuento del número de granos germinados.

Densidad aparente y verdadera. Alvarado (1985). Densidad aparente y verdadera mediante el Método descrito por Rossi y Roa.

Actividad del agua. Toledo (1985b). Método de medición de la presión parcial de vapor de agua en el alimento por medio de un manómetro diferencial de presión de vapor que trabaja con vacío generado por una bomba.

Análisis microbiológicos realizados en la quinua.

Recuento total. Paredes (1984). Recuento total mediante el método empleado de siembra en placa de agar PCA.

Análisis sensoriales realizados en muestras de quinua.

Apariencia. Forma y estado del grano.

Color. Norma INEN 1673 (s.f.). Quinua. Requisitos.

Olor. Norma INEN 1673 (s.f.). Quinua. Requisitos.

Sabor. Norma INEN 1672 (s.f.). Quinua. Requisitos.

Análisis Estadístico**Diseño experimental.**

Se plantearon dos ensayos independientes para evaluar el secado solar y el secado con flujo de aire forzado (túnel de secado) respectivamente, con dos diseños experimentales diferentes.

Primer ensayo (Secado solar). Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar en arreglo factorial de $3 \times 2 \times 3$, en tres repeticiones. Los factores en estudio se detallan a continuación :

Factor A (Tipo de grano en tres niveles): A1 (Quinua amarga recién cosechada). A2 (Quinua dulce recién cosechada). A3 (Quinua amarga lavada (eliminada las saponinas)).

Factor B (Tipo de secado en dos niveles): B1 (Secado solar directo en bandejas). B2 (Secado solar indirecto).

Factor C (Espesor de carga en tres niveles): C1 (0,5 cm). C2 (1,0 cm). C3 (1,5 cm).

Segundo ensayo (Secado con flujo de aire forzado (túnel de secado)). Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar en arreglo factorial de $3 \times 3 \times 3$, en tres repeticiones. Los factores en estudio se detallan a continuación :

Factor A (Tipo de grano en tres niveles): A1 (Quinua amarga recién cosechada). A2 (Quinua dulce recién cosechada). A3 (Quinua amarga lavada (eliminada las saponinas)).

Factor B (Temperatura de secado en tres niveles): B1 (30°C). B2 (50°C). B3 (70°C).

Factor C (Espesor de carga en tres niveles): C1 (0,5 cm). C2 (1,0 cm). C3 (1,5 cm).

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

Datos tomados.

Se registraron en los granos de quinua las variables siguientes : Contenido de saponinas. Diámetro. Grosor. Poder germinativo. Densidad aparente. Densidad verdadera. Recuento total de microorganismos. Los cuales fueron tomados al final del proceso de secado, el mismo que se extendió hasta cuando el peso del material experimental se mantuvo constante. La variable coeficiente de difusión de secado fue establecida con los datos obtenidos durante el proceso en la primera sección de secado decreciente. Se evaluó el tiempo de secado transcurrido hasta que el material experimental presente un contenido de humedad de 12 ± 1 gag/100gms, humedad suficiente para el almacenamiento a nivel comercial.

En la Discusión los resultados corresponden a las tres primeras cifras significativas del promedio general. Se anota que las pruebas estadísticas se realizaron en computadora, la misma que para los respectivos cálculos utiliza todas las cifras significativas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados experimentales de los análisis de laboratorio al inicio y al final del proceso de secado se presentan en la Tabla 1 (quinua amarga recién cosechada), Tabla 2 (quinua dulce recién cosechada) y Tabla 3 (quinua amarga lavada (eliminada las saponinas)).

Contenido de Saponinas en Granos de Quinua

En cuanto a la variable contenido de saponinas en granos de quinua para el factor A (tipo de grano) en el secado solar, la quinua amarga recién cosechada (A1) con un valor de 3,07 mg saponinas/g peso fresco, mantuvo intacto su contenido de saponinas debido a que no ha recibido ningún tratamiento previo, como es el caso de la quinua amarga lavada (A3) con 0,29 mg saponinas/g peso fresco, la que fue sometida a un proceso de lavado previo que incidió en su contenido de saponinas. Por otra parte la quinua dulce recién cosechada (A2) con 0,62 mg saponinas/g peso fresco, presenta un contenido intermedio no necesariamente por haber sido tratada sino más bien debido a las características logradas con la hibridación.

Similar comportamiento se obtuvo en el túnel de secado para la variable contenido de saponinas en granos de quinua para el factor A (tipo de grano), encontrándose que la quinua amarga recién cosechada (A1) presenta un valor de 2,97 mg saponinas/g peso fresco, en cambio que la quinua dulce recién cosechada (A2) alcanza un valor de 0,62 mg saponinas/g peso fresco y la quinua amarga lavada (A3) con un valor de 0,29 mg saponinas/g peso fresco.

Diámetro del Grano de Quinua

En la variable diámetro del grano de quinua con secado solar, para el factor C (espesor de carga), el mejor tratamiento fue C1 (0,5 cm) con 2,03 mm de promedio, seguido por C3 (1,5 cm) con 1,97 mm y C2 (1,0 cm) con 1,91 mm.

En túnel de secado para la variable diámetro del grano de quinua para el factor A (tipo de grano), la quinua amarga recién cosechada (A1) alcanza un diámetro de 2,13 mm, y un diámetro menor obtuvo la quinua amarga lavada (A3) con 1,97 mm y quinua dulce recién cosechada (A2) con 1,96 mm. En el factor B (temperatura de secado), la temperatura a 70°C (B3) influyó para que el diámetro de la quinua fuera mayor con 2,09 mm, mientras que a 50°C (B2) fue 1,99 mm y a 30°C (B1) 1,98 mm.

Grosor del Grano de Quinua

Para la variable grosor del grano de quinua con secado solar en el factor A (tipo de grano), la quinua amarga lavada (A3), presentó el mayor grosor de grano de 0,96 mm, así como la quinua dulce recién cosechada (A2) con 0,93 mm, en cambio la quinua amarga recién cosechada presentó el menor grosor de grano de 0,86 mm.

En túnel de secado para la variable grosor del grano de quinua en el factor A (tipo de grano), presentó el mayor grosor en la quinua amarga lavada (A3) con 1,03 mm, mientras que el menor grosor del grano fue la quinua dulce recién cosechada (A2) con 0,97 mm y quinua amarga recién cosechada (A1) con 0,96 mm. Para el factor B (temperatura de secado), el tratamiento a 30°C (B1) con 1,02 mm, fue el que determinó el mayor grosor promedio, a continuación se ubica el tratamiento a 50°C (B2) con 0,98 mm y el tratamiento a 70°C (B3) con 0,96 mm.

Poder Germinativo en Granos de Quinua

Para la variable poder germinativo en granos de quinua con secado solar, la quinua amarga recién cosechada (A1) y quinua amarga lavada (A3) alcanzaron los mayores porcentajes de germinación, con 68,17 % y 67,17 % de germinación respectivamente. La quinua dulce recién cosechada (A2) presentó un 11,44 % de germinación, siendo la menos viable.

En el túnel de secado para la variable poder germinativo en granos de quinua, el tipo de grano A3 (quinua amarga lavada), presentó 69,11 % de germinación siendo el mejor tratamiento. La quinua dulce recién cosechada (A2) resultó en el más bajo porcentaje de germinación con 14,63 % de germinación.

Densidad Aparente en Granos de Quinua

En la variable densidad aparente en granos de quinua con secado solar, el tipo de quinua amarga lavada (A3), tiende a presentar una mayor densidad aparente con 746,13 kg/m³. La quinua amarga recién cosechada (A1), presentó una

densidad aparente de 745,06 kg/m³. En cuanto al factor B (tipo de secado), con tipo de secado solar directo en bandejas (B1), dio lugar a la presencia de la más alta densidad aparente con 745,87 kg/m³. El tipo de secado solar indirecto (B2), presentó una densidad aparente de 745,26 kg/m³. Para el factor C (espesor de carga), en el tratamiento C1 (0,5 cm), dio lugar a la densidad aparente más alta de 747,05 kg/m³. El mayor espesor de carga C3 (1,5 cm), al no permitir un mejor secado, resultó con una densidad aparente menor de 744,45 kg/m³.

Para el factor A (tipo de grano) en túnel de secado, en la variable densidad aparente en granos de quinua, muestra que el tipo de quinua amarga lavada (A3), tiende a presentar una mayor densidad aparente de 746,39 kg/m³. La quinua dulce recién cosechada (A2), presentó una densidad aparente de 744,57 kg/m³. En cuanto al factor B (Temperatura de secado), la temperatura de secado B2 (50°C), dio lugar a la presencia de la más alta densidad aparente de 745,47 kg/m³. La temperatura de secado a 70°C (B3) y a 30°C (B1), presentaron una densidad aparente de 745,19 kg/m³ y 745,11 kg/m³ respectivamente. Para el factor C (espesor de carga), el tratamiento C1 (0,5 cm) da lugar a la densidad aparente más alta de 746,60 kg/m³. El mayor espesor de carga C3 (1,5 cm), resultó con una densidad aparente menor de 743,86 kg/m³.

Densidad Verdadera en Granos de Quinua

Para la variable densidad verdadera en granos de quinua en el secado solar para el factor A (Tipo de grano), el tratamiento A3 (quinua amarga lavada), se obtuvo el mejor valor de 1292,54 kg/m³, la quinua amarga recién cosechada (A1) evidenció la menor densidad verdadera de 1289,50 kg/m³. Para el factor B (tipo de secado), el tratamiento B1 (secado solar directo en bandejas), con una densidad verdadera de 1291,88 kg/m³, y el tratamiento B2 (secado solar indirecto) con 1289,92 kg/m³. En el factor C (espesor de carga), el tratamiento C1 (0,5 cm), presenta una densidad verdadera de 1295,50 kg/m³, y el tratamiento C3 (1,5 cm), con una densidad verdadera de 1287,46 kg/m³.

Para la variable densidad verdadera en granos de quinua en el túnel de secado para el factor A (tipo de grano), el tratamiento A3 (quinua amarga lavada), alcanzó un valor de 1293,33 kg/m³. La quinua dulce recién cosechada (A2) evidenció la menor densidad verdadera de 1287,85 kg/m³. Para el factor B (temperatura de secado), el tratamiento B2 (50°C) con una densidad verdadera de 1290,54 kg/m³, y los tratamientos B3 (70°C) y B1 (30°C), con 1289,69 y 1289,46 kg/m³. En el factor C (espesor de carga), el tratamiento C1 (0,5 cm), presenta una densidad verdadera de 1293,96 kg/m³, y el tratamiento C3 (1,5 cm), con una densidad verdadera de 1285,68 kg/m³.

Recuento Total de Microorganismos en granos de Quinua

En la variable recuento total de microorganismos en granos de quinua en el secado solar para el factor A (tipo de grano), demuestra que el tratamiento A1 (quinua amarga recién cosechada), presenta un promedio de 3,98 millones de UFC/g, y los tratamientos A2 (quinua dulce recién cosechada) y A3 (quinua amarga lavada), presentan valores de 3,48 y 3,44 millones de UFC/g, respectivamente.

En la variable recuento total de microorganismos en granos de quinua en el túnel de secado para el factor A (tipo de grano), la quinua amarga recién cosechada (A1) presenta un promedio de 4,23 millones de UFC/g y quinua dulce recién cosechada (A2) con 3,92 millones de UFC/g, en cambio que el tratamiento A3 (quinua amarga lavada), con 3,47 millones de UFC/g, siendo la menos contaminada.

Coefficiente de Difusión de Secado

En el secado solar para la variable coeficiente de difusión de secado para el factor A (tipo de grano), el tratamiento A2 (quinua dulce recién cosechada), presentó un coeficiente de difusión de 8,05 E-10 m²/s, mientras que el tratamiento A3 (quinua amarga lavada), alcanzó un coeficiente de difusión de 3,42 E-10 m²/s. En el factor B (tipo de secado), demuestra que el tratamiento B2 (secado solar indirecto) con 5,98 E-10 m²/s, evidenció un mayor coeficiente de difusión, en tanto que el tratamiento B1 (secado solar directo en bandejas), con un coeficiente de difusión de 5,35 E-10 m²/s. Para el factor C (espesor de carga), el coeficiente de difusión es menor cuando menor es el espesor de carga como en el caso de 0,5 cm (C1), el coeficiente de difusión es de 1,82 E-10 m²/s; en tanto que a 1,5 cm (C3) el coeficiente de difusión es mayor y alcanza un valor de 9,99 E-10 m²/s.

En el túnel de secado para la variable coeficiente de difusión de secado para el factor A (tipo de grano), el mayor valor corresponde al tratamiento A2 (quinua dulce recién cosechada) con un coeficiente de difusión de $6,81 \text{ E-}10 \text{ m}^2/\text{s}$, y el tratamiento A3 (quinua amarga lavada) con un coeficiente de difusión de $5,07 \text{ m}^2/\text{h}$. En el factor B (temperatura de secado), los tratamientos B3 (70°C), con $6,91 \text{ E-}10 \text{ m}^2/\text{s}$ y B2 (50°C) con $6,73 \text{ E-}10 \text{ m}^2/\text{s}$, evidenciaron un mayor coeficiente de difusión, mientras que el tratamiento B1 (30°C), tuvo un coeficiente de difusión de $4,80 \text{ E-}10 \text{ m}^2/\text{s}$. Para el factor C (espesor de carga), se observa que mayor sea el espesor de carga, el coeficiente de difusión es mayor, en efecto a un espesor de carga de $1,5 \text{ cm}$ (C3) el coeficiente de difusión es de $10,20 \text{ E-}10 \text{ m}^2/\text{s}$ en tanto que a $0,5 \text{ cm}$ (C1) el coeficiente de difusión se reduce a $2,21 \text{ E-}10 \text{ m}^2/\text{s}$.

Tiempo de Secado

En las Figuras 1 y 2 se detallan las curvas de secado de los tratamientos que se consideran más eficientes, tomando en cuenta el menor tiempo de secado para secado solar y túnel de secado.

Para la variable tiempo de secado en el secado solar para el factor A (tipo de grano), muestra que la quinua dulce recién cosechada (A2) es adecuada para ser sometida a secado ya que alcanza el punto óptimo de humedad en solo $5,2$ horas, el tipo de quinua amarga lavada (A3) requirió más tiempo para llegar al óptimo de secado en un tiempo de $7,3$ horas. El factor B (tipo de secado) ubica como el mejor tratamiento aplicado al material experimental al factor B2 (secado solar indirecto) con $5,6$ horas, en cambio el factor B1 (secado solar directo) con $6,9$ horas fue el que más tiempo de aplicación requirió para llegar al punto óptimo de contenido de humedad. En lo que se refiere al factor C (espesor de carga), el ideal resultó ser C1 ($0,5 \text{ cm}$) con $4,7$ horas de secado.

En el túnel de secado para la variable tiempo de secado para el factor A (tipo de grano), se observó que A2 (quinua dulce recién cosechada) es el ideal para ser sometido a secado ya que alcanza el punto óptimo de humedad en solo $8,0$ horas. El tipo de grano A3 (quinua amarga lavada) requirió más tiempo para llegar al tiempo óptimo de secado con $11,9$ horas. En el factor B (temperatura de secado), el tratamiento B2 (50°C) con $8,9$ horas promedio llegó al punto óptimo de contenido de humedad. Los factores B1 (30°C) con $10,4$ horas y B3 (70°C) con $10,3$ horas, fueron los que más tiempo de aplicación requirieron para llegar al punto óptimo de contenido de humedad. En lo que se refiere al factor C (espesor de carga), resultó ser C1 ($0,5 \text{ cm}$) con $8,1$ horas el que presentó menor tiempo de secado. El espesor de carga de $1,5 \text{ cm}$ (C3) requirió de $11,4$ horas para llegar al punto óptimo de contenido de humedad.

Actividad del Agua

En las Figuras 3 a la 5 se presentan las isotermas de desorción a 25°C para quinua amarga recién cosechada, quinua dulce recién cosechada y quinua amarga lavada.

Se aprecia que conforme avanza el proceso de secado del grano entero de quinua, en el presente ensayo, la actividad de agua disminuye al igual que el contenido de humedad; además, mientras la temperatura de la muestra es mayor, las lecturas de actividad de agua aumentan.

Por lo regular los valores de actividad de agua óptimos (de $0,4$ a $0,5$) enmarcan contenidos de humedad que van del 8 al $12 \text{ gag}/100 \text{ gms}$. Las curvas resultantes presentan una tendencia sigmoidea concordando con las presentadas por Iglesias y Chirife (1982) para investigaciones realizadas de actividad del agua en arroz.

Análisis de Costos

Con la finalidad de evaluar el estudio económico del tipo de proceso de secado empleado en el presente ensayo sobre el costo final del kg de quinua, se procedió a calcular la tasa de retorno marginal, descrita por Perrín y colaboradores en 1979 (Nissen, 1986).

De los resultados se desprende que para el secado solar, los tratamientos A1B1C3 (quinua amarga recién cosechada - secado solar directo en bandejas - espesor de carga $1,5 \text{ cm}$) con $116,55 \%$ y A1B1C2 (quinua amarga recién cosechada - secado solar directo en bandejas - espesor de carga $1,0 \text{ cm}$) con $116,84 \%$ de tasa de retorno marginal, representaron los de mayor rendimiento y beneficio ya que el costo es el menor, con una mayor ganancia, siendo

la diferencia entre los dos mínima, es recomendable el uso indistinto de cualquiera de ellos para lograr un buen margen de ganancia en el proceso de secado (Cuadro 1).

En cuanto al secado en túnel, el tratamiento A2B1C3 (quinua dulce recién cosechada - secado con flujo de aire forzado (túnel de secado) a 30°C - espesor de carga 1,5 cm) presentó una tasa de retorno marginal de 75.03 %, siendo el mayor rendimiento en éste tipo de secado (Cuadro 2).

Al comparar los dos tipos de secado se aprecia que el costo cero de la energía y el bajo costo de las instalaciones y la tecnología apropiada para aprovechar el recurso natural sol hace que el secado solar sea el más rentable, en tanto que el alto costo de instalaciones, tecnología, mantenimiento, personal especializado y energía en el tipo de secado en túnel hacen que ésta alternativa sea muy cara, y por tanto la menos recomendable para el propósito fijado en el presente ensayo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para los factores en estudio tipo de grano y espesor de carga, se registraron datos numéricamente similares al ser sometidos tanto al secado solar directo en bandejas y secado solar indirecto como al secado con flujo de aire forzado (túnel de secado) a las diversas temperaturas (30°C, 50°C, 70°C), denotando uniformidad en el comportamiento de dichas variables en el presente experimento.

El mejor manejo dado a la quinua dulce en la post-cosecha determinó que presentara las condiciones más adecuadas para su secado, resultando en el menor tiempo de secado. Aunque el espesor de carga más indicado para el secado solar y en túnel es de 0,5 cm, éste se mostró inadecuado para ser incorporado a procesos industriales ya que representan volúmenes mínimos, siendo el ideal el espesor de carga de 1,0 cm.

La falta de especialización en los procesos de cosecha y post-cosecha inherente a la producción tradicional de quinua determinó que ésta presentara un mayor contenido de impurezas así como falta de uniformidad en los tamaños y densidades de granos.

El uso de fuentes de energía alternativa como es la solar por medio de colectores fue, en forma global, más eficiente y económica para los procesos de secado que el empleo de túneles de secado, ya que en éstos, a más de que su infraestructura es cara, el costo por concepto de energía es elevado.

Se recomienda el empleo de quinua amarga lavada y quinua dulce recién cosechada tratadas con el secado solar indirecto y un espesor de carga de 0,5 cm para lograr los mejores resultados en el secado de quinua, ya sea expresados como mayor grosor de grano y el menor tiempo requerido para alcanzar el contenido de humedad comercial.

Se sugiere el empleo de variedades de quinua híbridas con el fin de aprovechar al máximo el potencial genético y para mejorar la palatabilidad y aceptación en el mercado.

Se recomienda probar el uso de colectores solares más eficientes para ser empleados en el secado de granos de acuerdo a las necesidades y horas de radiación solar de las diferentes regiones del país.

Se recomienda determinar el contenido óptimo de humedad de los granos de quinua evaluando tiempos de almacenamiento y condiciones ya sea al ambiente, bajo condiciones controladas.

Se sugiere investigar nuevas formas alternativas para eliminación de saponinas y procesos industriales con el fin de ofrecer al consumidor productos de mejor calidad.

Realizar estudios de mercado para establecer el potencial económico del cultivo con el fin de implantar agroindustrias que abastezcan el mercado local y de exportación. Se recomienda el empleo de secado solar directo, con un espesor de carga de 1,5 y 1,0 cm para lograr el mayor rendimiento económico.

Se sugiere realizar investigaciones sobre el uso potencial de otros tipos de colectores solares con el fin de aprovechar en mejor forma la energía y conseguir el secado de grano en menor tiempo y mayor volumen.

REFERENCIAS

- [01] ALVARADO, J. (1985). Tema: Densidad de maíz como función del contenido de humedad. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ejercicio de laboratorio. Ambato - Ecuador 5p.
- [02] COUTO MOREIRA, Sandra.; Chaves, M. A. y de Oliveira, L. M. (1985). Comparação de eficiencia de líquidos na determinação da massa específica, aparente de grãos agrícolas. Rev. Bra. de Armaz., 9 y 10:22-24.
- [03] IGLESIAS, H. A. Y CHIRIFE, J. (1982). "Handbook of Food Isotherms: Water Sorption Parameters for Food and Food Components". New York. London. Academic Press. 347 p.
- [04] INEN 1235. (s.f.). "Granos y Cereales". Determinación del Contenido de Humedad (Método de Rutina). Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Quito - Ecuador. 7 p.
- [05] INEN 1671. (s.f.). "Quinoa". Determinación del Nivel de infestación y de las Impurezas. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Quito - Ecuador. 5 p.
- [06] INEN 1672. (s.f.). "Quinoa". Determinación del Contenido de Saponinas por medio del método espumoso (Método de rutina). Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Quito - Ecuador. 4 p.
- [07] INEN 1673. (s.f.). "Quinoa". Requisitos. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Quito - Ecuador. 6 p.
- [08] LOPEZ, G. (1984). "El Secado Solar de Granos". Escuela Politécnica Nacional. 52 p.
- [09] NISSEN, O. (1986). MSTAT; Operational manual. Dept. of Crop and Soil Sciences. Michigan State University. p. 7 - 1, 7 - 18.
- [10] PAREDES, M. (1984). Tema : Métodos cuantitativos de siembra en placa. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ejercicio de Laboratorio. Ambato - Ecuador. 3 p.
- [11] PEÑALOZA, W. (1985). Tema: Determinación del Poder Germinativo. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ejercicio de Laboratorio. Ambato - Ecuador. 2 p.
- [12] TOLEDO, R. (1985a). Fundamentos de Ingeniería de Procesos en Alimentos, "Capítulo Deshidratación", Serie Cuadernos Técnicos (Tecnología de Alimentos). Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Año IV. Volumen 3. N° 1. Ambato - Ecuador. 45 p.
- [13] TOLEDO, R. (1985b). IV Curso Avanzado en Tecnología de Alimentos / Proyecto Pitalpro. Tema: Deshidratación. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ejercicio de Laboratorio N° 1 (Determinación de la Actividad del Agua). Ambato - Ecuador. 7 p.
- [14] VIAN, A. y OCON, J. (1979). Elementos de Ingeniería Química. Editorial Aguilar. Madrid (España). pp. 479 - 514.

APENDICES

FIGURAS

FIGURA N° 1. CURVAS DE SECADO PARA QUINUA DULCE RECIEN COSECHADA, CON SECADO SOLAR INDIRECTO AL AMBIENTE

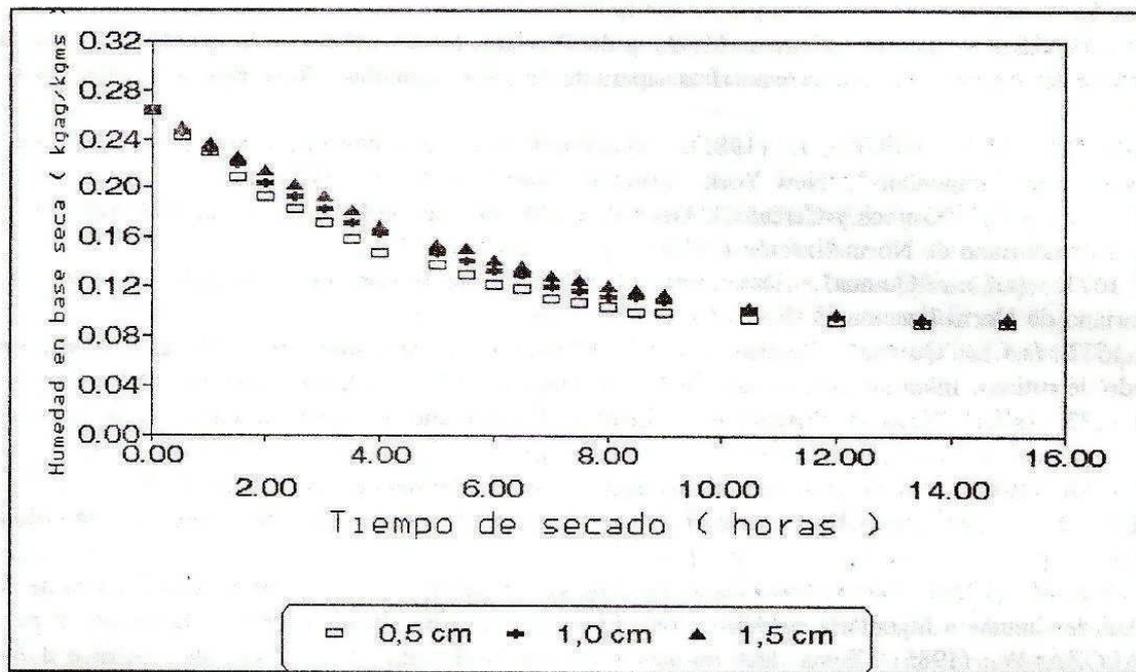


FIGURA N° 2. CURVAS DE SECADO PARA QUINUA DULCE RECIEN COSECHADA, SECADA CON FLUJO DE AIRE FORZADO (TUNEL DE SECADO) A 30°C

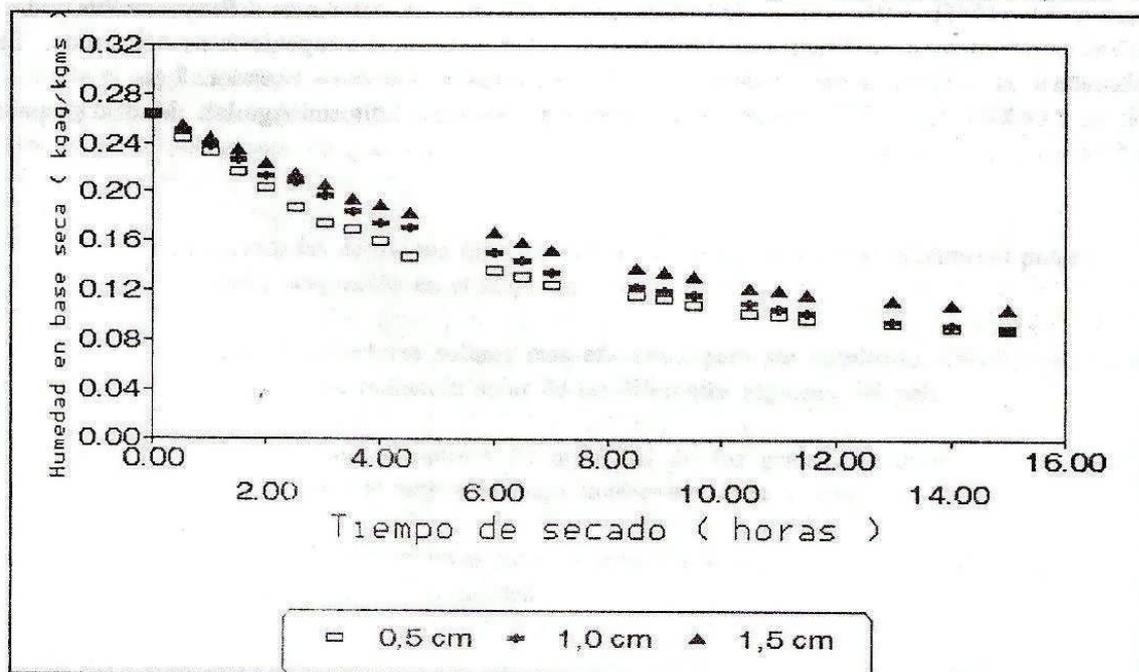


FIGURA N° 3. ISOTERMA DE DESORCION A 25°C PARA QUINUA AMARGA RECIEN COSECHADA

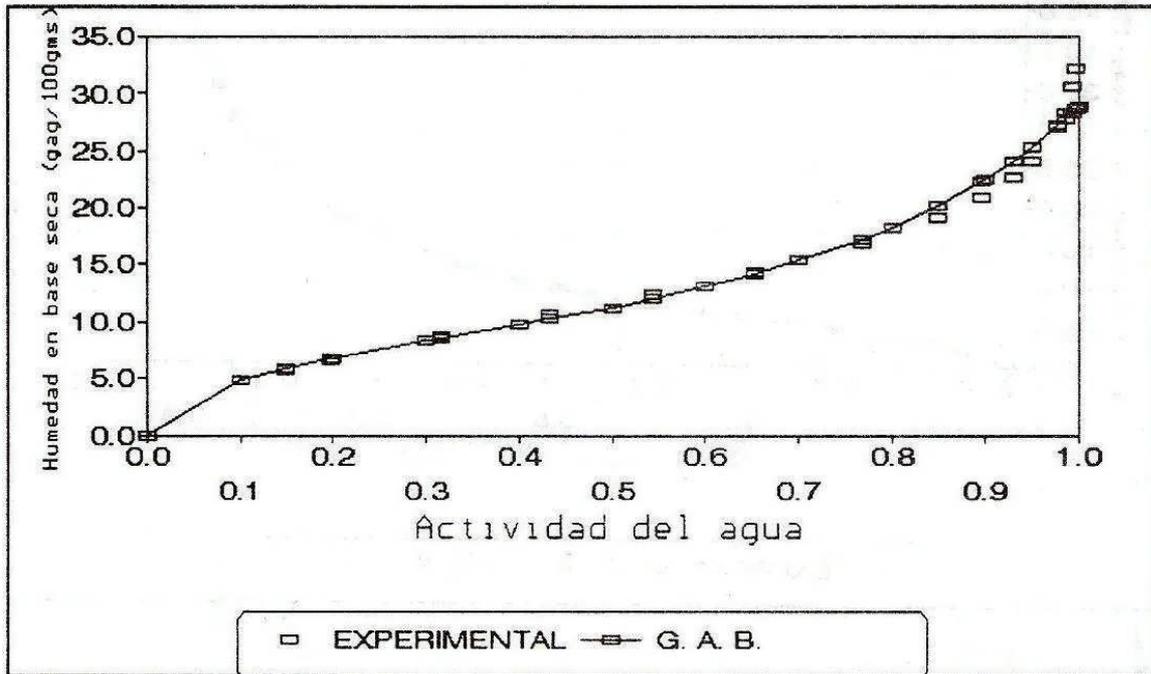


FIGURA N° 4. ISOTERMA DE DESORCION A 25°C PARA QUINUA DULCE RECIEN COSECHADA

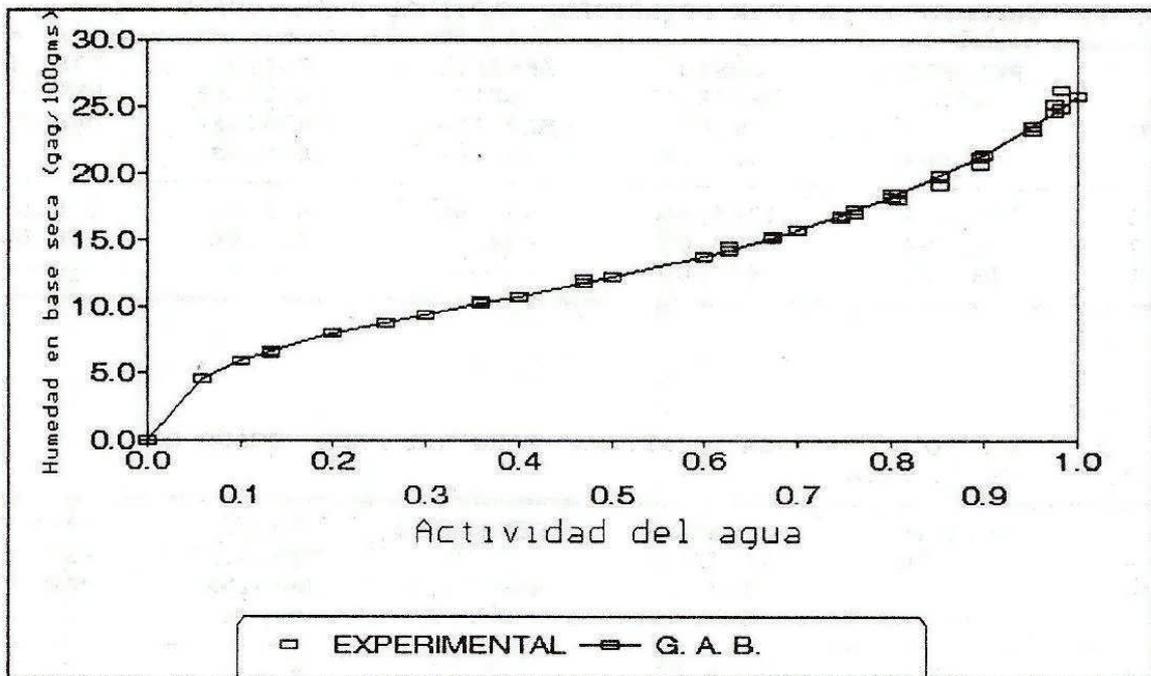
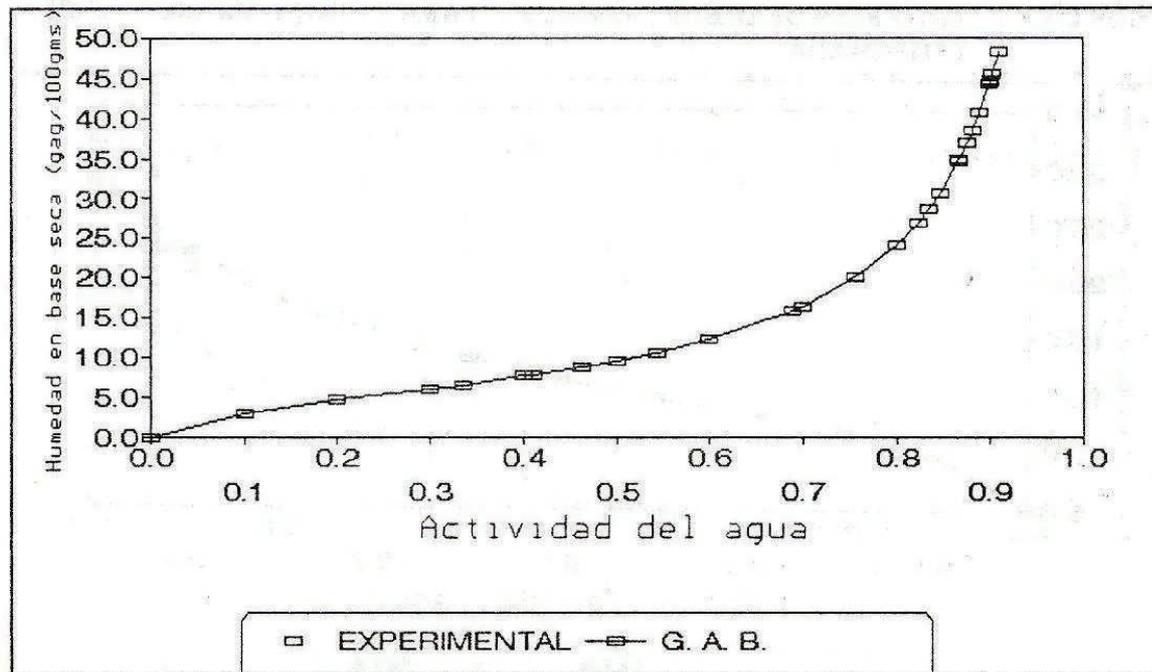


FIGURA 5. ISOTERMA DE DESORCION A 25°C PARA QUINUA AMARGA LAVADA (ELIMINADA SAPONINAS)



CUADROS

CUADRO 1. CALCULO DE LA TASA DE RETORNO MARGINAL PARA SECADO SOLAR

TRATA- MIENTO	BENEFICIO NETO sucres	COSTO VARIABLE TOTAL sucres	BENEFICIO NETO MARGINAL sucres	COSTO VARIABLE MARGINAL sucres	TASA DE RETORNO MARGINAL %
A1B1C3	1451,34	1248,66	484,40	415,60	116,55
A1B1C2	966,94	833,06	484,94	415,06	116,84
A1B1C1	482,00	418,00			

CUADRO 2. CALCULO DE LA TASA DE RETORNO MARGINAL PARA SECADO CON FLUJO DE AIRE FORZADO (TUNEL DE SECADO)

TRATA- MIENTO	BENEFICIO NETO sucres	COSTO VARIABLE TOTAL sucres	BENEFICIO NETO MARGINAL sucres	COSTO VARIABLE MARGINAL sucres	TASA DE RETORNO MARGINAL %
A2B1C3	483,20	2216,80	385,79	514,21	75,03
A2B1C2	97,41	1702,59			

TABLAS

TABLA 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO AL INICIO Y FINAL DEL PROCESO DE SECADO PARA QUINUA AMARGA RECIENTE COSECHADA (A1)

TIPO DE SECADO	TEMPERATURA DE SECADO °C	ESPOSOR DE CARGA cm	HUMEDAD EN BASE SECA gag/100gmt		HUMEDAD EN BASE HUMEDA gag/100gms		SAPONINAS mg saponinas/g peso fresco		IMPUREZAS Porcentaje de la masa		DIAMETRO mm		GROSOR mm	
			INICIO PR	FINAL PR	INICIO PR	FINAL PR	INICIO PR	FINAL PR	INICIO PR	FINAL PR	INICIO PR	FINAL PR	INICIO PR	FINAL PR
PRIMER ENSAYO: SECADO SOLAR														
SSDB (B1)	Ambiente	0,5 (C1)	24,36	7,49	32,20	8,09	2,89	2,85	15,30	6,30	2,17	2,07	0,97	0,87
		1,0 (C2)	24,32	7,62	32,14	8,25	2,85	2,89	13,87	5,40	2,03	1,80	0,90	0,87
		1,5 (C3)	24,34	7,68	32,18	8,32	2,89	2,85	14,83	4,73	2,10	1,97	0,90	0,90
SSI (B2)	Ambiente	0,5 (C1)	24,46	7,33	32,38	7,92	3,28	3,37	14,77	6,27	2,13	2,03	0,97	0,90
		1,0 (C2)	24,44	7,53	32,35	8,14	3,24	3,28	14,83	6,90	2,00	1,87	0,90	0,80
		1,5 (C3)	24,48	8,77	32,42	9,61	3,28	3,19	13,83	7,77	2,10	2,03	0,90	0,83
PROMEDIO		24,40	7,74	32,28	8,39	3,07	3,07	14,57	6,23	2,09	1,96	0,92	0,86	
SEGUNDO ENSAYO: SECADO CON FLUJO DE AIRE FORZADO (TUNEL DE SECADO)														
SCFAF(TS)	30 (B1)	0,5 (C1)	24,38	7,15	32,24	7,71	3,24	3,24	15,77	7,43	2,33	2,03	1,10	1,00
		1,0 (C2)	24,40	7,56	32,27	8,18	3,11	3,11	15,13	7,43	2,27	2,03	1,07	0,93
		1,5 (C3)	24,42	8,76	32,31	9,61	3,19	3,11	15,30	7,77	2,40	2,23	1,07	1,03
SCFAF(TS)	50 (B2)	0,5 (C1)	24,36	6,01	32,20	6,40	3,07	3,07	14,73	7,47	2,10	2,00	0,90	0,83
		1,0 (C2)	24,34	6,22	32,17	6,64	3,11	3,02	14,63	7,67	2,07	2,03	1,00	0,97
		1,5 (C3)	24,38	8,58	32,24	9,38	2,98	3,02	13,90	8,20	2,20	2,10	1,00	0,90
SCFAF(TS)	70 (B3)	0,5 (C1)	24,46	6,94	32,38	7,45	2,81	2,76	15,40	7,97	2,30	2,17	1,07	1,00
		1,0 (C2)	24,42	6,67	32,31	7,14	2,81	2,76	15,33	8,10	2,37	2,27	0,97	0,93
		1,5 (C3)	24,44	8,35	32,35	9,12	2,76	2,68	15,13	8,30	2,40	2,27	1,10	1,03
PROMEDIO		24,40	7,36	32,27	7,96	3,01	2,97	15,04	7,81	2,27	2,13	1,03	0,96	

Donde :

SSDB : Secado solar directo en bandejas

SSI : Secado solar indirecto

SCFAF(TS) : Secado con flujo de aire forzado (túnel de secado)

PR : Promedio de tres repeticiones

SECADO SOLAR

FACTOR A: Tipo de grano

FACTOR B: Tipo de secado

FACTOR C: Espesor de carga

TUNEL DE SECADO

FACTOR A: Tipo de grano

FACTOR B: Temperatura de secado

FACTOR C: Espesor de carga

TABLA 1. CONTINUACION....

TIPO DE SECADO	TEMPERATURA DE SECADO °C	ESPESOR DE CARGA cm	DENSIDAD APARENTE kg / m ³		DENSIDAD REAL O VERDADERA kg / m ³		ESPACIOS LIBRES DEL MATERIAL		PODER GERMINATIVO		RECUENTO TOTAL		COEFICIENTE DE DIFUSION m ² / seg
			INICIO PR	FINAL PR	INICIO PR	FINAL PR	INICIO PR	FINAL PR	INICIO PR	FINAL PR	INICIO PR	FINAL PR	
PRIMER ENSAYO: SECADO SOLAR													
SSDB (B1)	Ambiente	0,5 (C1) 1,0 (C2) 1,5 (C3)	727,78 727,78 727,75	747,37 744,40 744,34	1237,25 1237,20 1237,11	1297,37 1287,32 1287,16	0,41 0,41 0,41	0,42 0,42 0,42	76,00 72,67 74,00	66,67 70,67 72,00	4,70 4,97 4,97	3,37 3,67 4,07	1,19 E-10 4,79 E-10 9,04 E-10
SSI (B2)	Ambiente	0,5 (C1) 1,0 (C2) 1,5 (C3)	727,61 727,63 727,59	745,65 745,13 743,45	1236,70 1236,77 1236,63	1291,17 1289,53 1284,47	0,41 0,41 0,41	0,42 0,42 0,42	62,00 73,33 71,33	59,67 69,67 70,33	5,37 5,40 5,40	4,17 4,53 4,07	2,38 E-10 5,26 E-10 10,52 E-10
PROMEDIO			727,69	745,06	1236,94	1289,50	0,41	0,42	71,56	68,17	5,13	3,98	5,53 E-10
SEGUNDO ENSAYO: SECADO CON FLUJO DE AIRE FORZADO (TUNEL DE SECADO)													
SCFAF(TS)	30 (B1)	0,5 (C1) 1,0 (C2) 1,5 (C3)	727,71 727,69 727,66	745,40 744,48 743,46	1237,00 1236,93 1236,85	1290,33 1287,55 1284,48	0,41 0,41 0,41	0,42 0,42 0,42	58,67 69,33 63,33	56,33 66,67 60,67	4,67 4,90 5,90	3,73 3,70 4,97	1,95 E-10 5,28 E-10 9,05 E-10
SCFAF(TS)	50 (B2)	0,5 (C1) 1,0 (C2) 1,5 (C3)	727,73 727,76 727,71	746,96 745,55 743,34	1237,07 1237,15 1237,00	1295,03 1290,80 1284,12	0,41 0,41 0,41	0,42 0,42 0,42	58,67 72,00 56,67	57,67 69,67 55,67	4,40 5,73 5,00	3,90 4,83 3,93	3,03 E-10 7,68 E-10 11,20 E-10
SCFAF(TS)	70 (B3)	0,5 (C1) 1,0 (C2) 1,5 (C3)	727,61 727,66 727,63	744,96 745,17 743,83	1236,70 1236,85 1236,77	1289,00 1289,65 1285,59	0,41 0,41 0,41	0,42 0,42 0,42	68,67 59,33 67,33	67,67 55,00 64,00	5,40 5,07 5,30	4,47 4,37 4,17	1,61 E-10 6,99 E-10 12,21 E-10
PROMEDIO			727,68	744,79	1236,92	1288,51	0,41	0,42	63,78	61,48	5,15	4,23	6,56 E-10

Donde:
 SSDB : Secado solar directo en bandejas
 SSI : Secado solar indirecto
 SCFAF(TS) : Secado con flujo de aire forzado (túnel de secado)
 PR : Promedio de tres repeticiones

SECADO SOLAR
 FACTOR A: Tipo de grano
 FACTOR B: Tipo de secado
 FACTOR C: Espesor de carga

TUNEL DE SECADO
 FACTOR A: Tipo de grano
 FACTOR B: Temperatura de secado
 FACTOR C: Espesor de carga

TABLA 2. RESULTADOS EXPERIMENTALES DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO AL INICIO Y FINAL DEL PROCESO DE SECADO PARA QUINUA DULCE RECIENTE COSECHADA (A2)

TIPO DE SECADO	TEMPERATURA DE SECADO °C	ESPOSOR DE CARGA cm		HUMEDAD EN BASE HUMEDA gag/100gmt		HUMEDAD EN BASE SECA gag/100gms		SAPONINAS mg saponinas/g peso fresco		IMPUREZAS Porcentaje de la masa		DIAMETRO mm		GROSOR mm	
		INICIO PR	FINAL PR	INICIO PR	FINAL PR	INICIO PR	FINAL PR	INICIO PR	FINAL PR	INICIO PR	FINAL PR	INICIO PR	FINAL PR	INICIO PR	FINAL PR
PRIMER ENSAYO: SECADO SOLAR															
SSDB (B1)	Ambiente	0,5 (C1)	20,76	8,36	26,20	9,13	0,57	0,52	4,07	2,67	2,07	1,97	0,97	0,93	
		1,0 (C2)	20,72	8,37	26,14	9,14	0,57	0,57	4,87	2,50	1,97	1,93	0,97	0,97	
		1,5 (C3)	20,74	8,63	26,17	9,18	0,65	0,57	4,50	2,73	2,00	1,93	0,97	0,83	
SSI (B2)	Ambiente	0,5 (C1)	20,86	8,33	26,36	9,09	0,57	0,61	4,13	2,77	2,10	1,93	0,97	0,90	
		1,0 (C2)	20,84	8,51	26,33	9,30	0,61	0,70	4,57	2,57	2,03	1,97	1,03	0,97	
		1,5 (C3)	20,88	8,60	26,39	9,41	0,70	0,74	4,33	3,07	2,00	2,00	1,03	1,00	
PROMEDIO		20,80	8,47	26,26	9,21	0,61	0,62	4,41	2,72	2,03	1,96	0,99	0,93		
SEGUNDO ENSAYO: SECADO CON FLUJO DE AIRE FORZADO (TUNEL DE SECADO)															
SCFAF(TS)	30 (B1)	0,5 (C1)	20,78	8,06	26,23	8,82	0,61	0,57	4,50	2,63	2,00	1,87	1,03	1,00	
		1,0 (C2)	20,79	8,16	26,25	8,89	0,52	0,61	4,33	3,03	2,10	2,03	1,03	0,97	
		1,5 (C3)	20,82	9,57	26,29	10,58	0,65	0,57	4,43	2,77	2,10	2,00	1,00	0,97	
SCFAF(TS)	50 (B2)	0,5 (C1)	20,76	6,92	26,20	7,43	0,65	0,78	4,37	2,70	2,10	2,00	1,03	0,97	
		1,0 (C2)	20,74	7,58	26,17	8,21	0,65	0,70	4,00	2,50	2,10	2,07	1,03	0,93	
		1,5 (C3)	20,78	9,10	26,23	10,01	0,78	0,70	4,53	2,87	2,00	1,87	1,07	1,00	
SCFAF(TS)	70 (B3)	0,5 (C1)	20,86	6,48	26,36	6,93	0,61	0,61	4,17	2,23	2,07	2,03	1,03	0,97	
		1,0 (C2)	20,82	6,90	26,29	7,41	0,52	0,52	4,17	2,47	2,03	1,93	1,03	1,00	
		1,5 (C3)	20,84	8,28	26,32	9,03	0,57	0,48	4,60	2,57	1,97	1,83	1,07	0,90	
PROMEDIO		20,80	7,89	26,26	8,59	0,62	0,62	4,34	2,64	2,05	1,96	1,04	0,97		

Donde :

SSDB : Secado solar directo en bandejas

SSI : Secado solar indirecto

SCFAF(TS) : Secado con flujo de aire forzado (túnel de secado)

PR : Promedio de tres repeticiones

SECADO SOLAR

FACTOR A: Tipo de grano

FACTOR B: Tipo de secado

FACTOR C: Espesor de carga

TUNEL DE SECADO

FACTOR A: Tipo de grano

FACTOR B: Temperatura de secado

FACTOR C: Espesor de carga

TABLA 2. CONTINUACION...

TIPO DE SECADO	TEMPERATURA DE SECADO °C	ESPOSOR DE CARGA cm	DENSIDAD APARENTE kg / m ³		DENSIDAD REAL O VERDADERA kg / m ³		ESPACIOS LIBRES DEL MATERIAL		PODER GERMINATIVO		RECUENTO TOTAL		COEFICIENTE DE DIFUSION m ² / seg
			INICIO PR	FINAL PR	INICIO PR	FINAL PR	INICIO PR	FINAL PR	INICIO PR	FINAL PR	INICIO PR	FINAL PR	
PRIMER ENSAYO: SECADO SOLAR													
SSDB (B1)	Ambiente	0,5 (C1)	731,92	747,98	1249,69	1298,12	0,41	0,42	11,33	9,67	4,57	3,60	2,14 E-10
		1,0 (C2)	731,96	745,59	1249,81	1290,92	0,41	0,42	9,33	9,33	4,67	3,87	7,40 E-10
		1,5 (C3)	731,94	745,58	1249,74	1290,86	0,41	0,42	8,67	7,67	4,40	3,23	14,17 E-10
SSI (B2)	Ambiente	0,5 (C1)	731,80	745,86	1249,35	1291,72	0,41	0,42	14,67	13,00	4,37	3,60	2,46 E-10
		1,0 (C2)	731,83	744,11	1249,41	1286,45	0,41	0,42	16,00	14,00	4,50	3,60	7,26 E-10
		1,5 (C3)	731,78	743,92	1249,28	1285,88	0,41	0,42	16,00	15,00	4,63	3,00	14,88 E-10
PROMEDIO		731,87	745,51	1249,55	1290,66	0,41	0,42	12,67	11,44	4,52	3,48	8,05 E-10	
SEGUNDO ENSAYO: SECADO CON FLUJO DE AIRE FORZADO (TUNEL DE SECADO)													
SCFAF(TS)	30 (B1)	0,5 (C1)	731,90	746,13	1249,62	1292,53	0,41	0,42	15,33	14,67	4,40	4,10	1,58 E-10
		1,0 (C2)	731,88	744,41	1249,56	1287,35	0,41	0,42	12,00	11,33	4,80	4,47	5,50 E-10
		1,5 (C3)	731,85	742,86	1249,48	1282,67	0,41	0,42	14,67	14,00	4,20	3,83	9,65 E-10
SCFAF(TS)	50 (B2)	0,5 (C1)	731,92	746,13	1249,68	1292,54	0,41	0,42	20,00	19,33	4,53	3,23	3,04 E-10
		1,0 (C2)	731,94	744,44	1249,75	1287,46	0,41	0,42	21,33	20,33	4,77	3,67	7,28 E-10
		1,5 (C3)	731,90	743,21	1249,62	1283,72	0,41	0,42	15,33	13,00	4,40	3,63	11,55 E-10
SCFAF(TS)	70 (B3)	0,5 (C1)	731,80	745,14	1249,34	1289,56	0,41	0,42	15,33	13,67	4,63	4,10	2,26 E-10
		1,0 (C2)	731,85	744,99	1249,48	1289,10	0,41	0,42	10,00	9,67	4,83	4,13	7,66 E-10
	PROMEDIO		731,87	744,57	1249,55	1287,85	0,41	0,42	15,70	14,63	4,61	3,92	6,81 E-10

Donde :

SDB : Secado solar directo en bandejas

SI : Secado solar indirecto

SCFAF(TS) : Secado con flujo de aire forzado (túnel de secado)

PR : Promedio de tres repeticiones

SECADO SOLAR

FACTOR A: Tipo de grano

FACTOR B: Tipo de secado

FACTOR C: Espesor de carga

TUNEL DE SECADO

FACTOR A: Tipo de grano

FACTOR B: Temperatura de secado

FACTOR C: Espesor de carga

TABLA 3. RESULTADOS EXPERIMENTALES DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO AL INICIO Y FINAL DEL PROCESO DE SECADO PARA QUINUA AMARGA LAVADA (A3)

TIPO DE SECADO	TEMPERATURA DE SECADO °C	ESPESOR DE CARGA cm	HUMEDAD EN BASE HUMEDA gag/100gmt		HUMEDAD EN BASE SECA gag/100gms		SAPONINAS mg saponinas/g peso fresco		IMPUREZAS Porcentaje de la masa		DIAMETRO mm		GROSOR mm	
			INICIO PR	FINAL PR	INICIO PR	FINAL PR	INICIO PR	FINAL PR	INICIO PR	FINAL PR	INICIO PR	FINAL PR		
PRIMER ENSAYO: SECADO SOLAR														
SSDB (B1)	Ambiente	0,5 (C1)	30,96	5,37	44,84	5,68	0,22	0,27	2,93	1,17	2,53	2,13	1,17	0,97
		1,0 (C2)	30,93	5,85	44,77	6,22	0,22	0,31	3,13	1,03	2,20	1,90	1,07	0,90
		1,5 (C3)	30,94	7,06	44,79	7,60	0,27	0,31	2,87	1,17	2,30	2,03	1,13	1,00
SSI (B2)	Ambiente	0,5 (C1)	31,06	5,24	45,05	5,54	0,27	0,31	2,67	1,17	2,27	2,03	1,17	0,97
		1,0 (C2)	31,03	5,47	44,99	5,78	0,27	0,27	3,00	1,17	2,27	1,97	1,13	0,90
		1,5 (C3)	31,07	7,50	45,08	8,11	0,27	0,27	2,60	1,40	2,20	1,87	1,13	1,03
PROMEDIO		31,00	6,08	44,92	6,49	0,25	0,29	2,87	1,18	2,29	1,99	1,13	0,96	
SEGUNDO ENSAYO: SECADO CON FLUJO DE AIRE FORZADO (TUNEL DE SECADO)														
SCFAF(TS)	30 (B1)	0,5 (C1)	30,98	4,94	44,89	5,20	0,22	0,27	3,10	1,27	2,47	1,87	1,20	1,10
		1,0 (C2)	30,99	5,36	44,91	5,66	0,27	0,31	2,87	1,17	2,20	1,87	1,13	1,13
		1,5 (C3)	31,03	7,17	44,98	7,72	0,27	0,27	2,83	1,10	2,20	1,90	1,10	1,03
SCFAF(TS)	50 (B2)	0,5 (C1)	30,96	4,49	44,84	4,70	0,22	0,27	3,07	0,97	2,40	1,93	1,10	1,07
		1,0 (C2)	30,94	4,88	44,80	5,13	0,27	0,31	3,10	1,63	2,40	1,93	1,23	1,10
		1,5 (C3)	30,98	6,17	44,88	6,58	0,27	0,27	3,10	1,20	2,43	2,00	1,20	1,07
SCFAF(TS)	70 (B3)	0,5 (C1)	31,05	3,32	45,03	3,43	0,27	0,31	2,83	1,30	2,37	2,13	0,97	0,87
		1,0 (C2)	31,03	5,76	44,99	6,11	0,31	0,27	3,00	1,23	2,30	2,00	1,07	0,97
		1,5 (C3)	31,04	8,36	45,01	9,12	0,27	0,31	3,10	1,27	2,40	2,13	1,03	0,97
PROMEDIO		31,00	5,60	44,93	5,96	0,26	0,28	3,00	1,24	2,35	1,97	1,11	1,03	

Donde :

SSDB : Secado solar directo en bandejas

SSI : Secado solar indirecto

SCFAF(TS) : Secado con flujo de aire forzado (túnel de secado)

PR : Promedio de tres repeticiones

SECADO SOLAR

FACTOR A: Tipo de grano

FACTOR B: Tipo de secado

FACTOR C: Espesor de carga

TUNEL DE SECADO

FACTOR A: Tipo de grano

FACTOR B: Temperatura de secado

FACTOR C: Espesor de carga

TABLA 3. CONTINUACION...

TIPO DE SECADO	TEMPERATURA DE SECADO °C	ESPESOR DE CARGA cm	DENSIDAD APARENTE kg / m ³		DENSIDAD REAL O VERDADERA kg / m ³		ESPACIOS LIBRES DEL MATERIAL		PODER GERMINATIVO		RECUENTO TOTAL		COEFICIENTE DE DIFUSION m ² / seg
			INICIO PR	FINAL PR	INICIO PR	FINAL PR	INICIO PR	FINAL PR	INICIO PR	FINAL PR	INICIO PR	FINAL PR	
PRIMER ENSAYO: SECADO SOLAR													
SSDB (B1)	Ambiente	0,5 (C1)	718,93	746,89	1210,54	1294,82	0,41	0,42	67,33	65,00	8,60	3,57	1,12 E-10
		1,0 (C2)	718,98	745,84	1210,68	1291,67	0,41	0,42	68,67	67,00	8,73	2,77	3,16 E-10
		1,5 (C3)	718,97	744,85	1210,63	1288,69	0,41	0,42	72,00	71,00	8,83	3,40	5,16 E-10
SSI (B2)	Ambiente	0,5 (C1)	718,79	748,53	1210,09	1299,76	0,41	0,42	70,00	68,00	8,90	3,37	1,64 E-10
		1,0 (C2)	718,83	746,15	1210,21	1292,58	0,41	0,42	67,33	64,67	8,90	3,53	3,27 E-10
		1,5 (C3)	718,77	744,53	1210,04	1287,70	0,41	0,42	70,00	67,33	9,53	4,00	6,18 E-10
PROMEDIO			718,88	746,13	1210,37	1292,54	0,41	0,42	69,22	67,17	8,92	3,44	3,42 E-10
SEGUNDO ENSAYO: SECADO CON FLUJO DE AIRE FORZADO (TUNEL DE SECADO)													
SCFAF(TS)	30 (B1)	0,5 (C1)	718,90	748,27	1210,43	1298,99	0,41	0,42	68,67	65,33	9,00	3,83	1,30 E-10
		1,0 (C2)	718,89	746,18	1210,40	1292,69	0,41	0,42	68,00	67,00	9,07	3,03	3,40 E-10
		1,5 (C3)	718,83	744,80	1210,24	1288,52	0,41	0,42	72,67	71,33	8,77	3,90	5,42 E-10
SCFAF(TS)	50 (B2)	0,5 (C1)	718,93	747,42	1210,53	1296,43	0,41	0,42	66,00	61,33	9,07	3,37	2,00 E-10
		1,0 (C2)	718,96	746,58	1210,62	1293,88	0,41	0,42	67,33	64,00	8,90	3,43	4,95 E-10
		1,5 (C3)	718,90	745,57	1210,45	1290,84	0,41	0,42	68,00	66,00	9,33	3,60	9,89 E-10
SCFAF(TS)	70 (B3)	0,5 (C1)	718,80	749,00	1210,14	1301,19	0,41	0,42	76,00	73,67	9,07	3,90	3,10 E-10
		1,0 (C2)	718,83	745,92	1210,23	1291,89	0,41	0,42	76,00	75,33	9,00	2,93	5,51 E-10
		1,5 (C3)	718,82	743,80	1210,19	1285,51	0,41	0,42	79,33	78,00	9,03	3,20	10,03 E-10
PROMEDIO			718,87	746,39	1210,36	1293,33	0,41	0,42	71,33	69,11	9,03	3,47	5,07 E-10

Donde :
 SSDB : Secado solar directo en bandejas
 SSI : Secado solar indirecto
 SCFAF(TS) : Secado con flujo de aire forzado (túnel de secado)
 PR : Promedio de tres repeticiones

SECADO SOLAR
 FACTOR A: Tipo de grano
 FACTOR B: Temperatura de secado
 FACTOR C: Espesor de carga

TUNEL DE SECADO
 FACTOR A: Tipo de grano
 FACTOR B: Temperatura de secado
 FACTOR C: Espesor de carga

ELABORACION DE UN SUBPRODUCTO LACTEO "POSTRE" FLAN MEDIANTE LA SUSTITUCION PARCIAL DE LECHE POR SUERO DULCE

Lola V. Pazán León *
Carmen P. Viteri Robayo *
Danilo Morales **

RESUMEN

En el presente trabajo se estudia el proceso tecnológico para elaborar un sub-producto lácteo, con factores como temperatura en tres niveles: 70°C, 80°C, y, 90°C; porcentajes de suero en tres niveles: 21 %, 50%, y, 80%; y porcentajes de gelatina en dos niveles: 0.5 %, y, 1%; aplicándose un Diseño factorial AxBxC con dos replicaciones, para de esta manera seleccionar el mejor tratamiento.

Primeramente se determinó el tiempo requerido para llevar al producto a temperaturas de pasteurización de 70°C, 80°C, y 90°C, para lo cual se utilizan datos bibliográficos de D y z, para cuatro microorganismos principales tales como: Coxiella Burnetti, Salmonella, Clostridium Botulinum, y, Hongos y Levaduras, éste último se utilizó como referencia para aplicar los tiempos a cada temperatura de pasteurización, siendo los siguientes: 10'08" a 70°C, 5'30" a 80°C, y 4'40" a 90°C.

Posteriormente en el producto terminado se realizaron pruebas de: Penetrabilidad, Rendimiento y Evaluación Sensorial. Adicionalmente se realizaron análisis Físico-Químicos y Microbiológicos mediante los cuales se determina una vida útil en el producto de 12 a 15 días cuando son almacenados a temperaturas de refrigeración de 4°C.

INTRODUCCIÓN

La elaboración de un sub-producto lácteo utilizándose suero dulce de quesería es una de tantas alternativas que puede darse a materiales de desecho, para considerarse como materia prima en el desarrollo de nuevos productos, a su vez la utilización de sus más importantes constituyentes. El suero dulce de quesería, contiene elementos de alto valor nutritivo, tales como proteínas ricas en aminoácidos indispensables, lactosa o azúcar de leche, y numerosas vitaminas del grupo B y C.

En el Ecuador el suero no se ha utilizado a nivel industrial, de manera especial en la elaboración de productos lácteos. Es por tanto necesario buscar opciones para mejorar su aprovechamiento y entregar más nutrientes al hombre, pues se trata de un subproducto lácteo de gran potencialidad alimenticia. A continuación se indican volúmenes de suero disponibles en el país para los años 1988, 1989, y, 1990.

Volúmenes estimados de suero (litros)

Años	Volúmen
1988	46'161.980
1989	43'254.474
1990	40'777.744

Elaborado por Pazán L. y Viteri C.

* Egresada de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

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

MATERIALES Y METODOS

Materiales y Equipos

- . Equipo de Termometría
- . Equipo de destilación Microkjeldahl
- . Equipo de digestión Microldahl
- . Equipo Goldfish
- . Equipo Gerber
- . Equipo desecador
- . Cromatógrafo líquido de alta presión
- . Estufa
- . Esterilizador para material de vidrio
- . Cuenta colonias
- . Autoclave
- . Refrigerador
- . Butirómetros
- . Cronómetro
- . Penetrómetro
- . Agitador
- . Homogenizador
- . Cocineta
- . Material de vidrio
- . Balanza analítica.
- . Centrífuga
- . Cajas petri Pyrex
- . Incubador
- . Baño de agua

Reactivos

- . Plate Count Agar (PCA)
- . Agua Peptonada
- . Agar Sulfito de bismuto
- . Fosfato monopotásico
- . Acido sulfúrico concentrado y 0.1 N
- . Hidróxido de sodio comercial
- . Acido Clorhídrico 6N
- . Solventes para HPLC
- . Potato dextrosa Agar
- . Agar Salmonella-Shigella
- . Cloruro sódico
- . Rapaport (caldo enriquec.)
- . Hidróxido de sodio 0.1N
- . Hexano comercial
- . Agua bidestilada
- . $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$

Método

Este estudio se divide en las siguientes fases experimentales:

Fase 1. Cálculos de los tiempos de proceso de pasteurización

Para este propósito se preparó por duplicado tres muestras que son llevadas a una fuente de calor donde se registraron datos de temperatura a intervalos de un minuto hasta alcanzar temperaturas de pasteurización de 70°C, 80°C y 90°C respectivamente; una vez finalizado el calentamiento y continuando con la agitación la muestra es llevada a la fase de enfriamiento (temperatura ambiente) en donde se registra la temperatura hasta 50°C o menos.

Se procede a calcular los tiempos de procesos de pasteurización, tomando como referencia datos bibliográficos de *D* y *z* (Tabla 3) para cuatro microorganismos en estudio: *Coxiella burnetti*, *Salmonella*, Hongos y levaduras, y *Clostridium botulinum* tipo E.

Para la determinación del tiempo de procesos térmicos se utilizó el Método General:

- . Mediante la construcción de gráficos usando escalas corregidas de temperatura.

Una vez calculadas las razones letales para cada temperatura se procede a realizar el primer gráfico que corresponde a Razón letal vs. Temperatura, a partir del cuál se elabora 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.

Fase 2: Análisis proximales de la materia prima

- . Análisis Físico-Químicos
- . Humedad.- Método de Desecación con la balanza Brabender
- . Proteína.- Método de la AOAC
- . Grasa.- Método de Goldfish
- . Sólidos Totales.- Por diferencia cálculos
- . Valor calórico.- Mediante ecuaciones
- . Aminoácidos en el suero lácteo .- Mediante hidrólisis ácida y alcalina.

- . Análisis microbiológicos
- . Recuento total usando el agar PCA, (Plate Count Agar)

Los resultados se detallan en las Tablas 5 y 6.

Fase 3: Preparación del flan

Al tener como referencia la formulación de la FAO, se realizó un ajuste de proteína, grasa y sólidos totales mediante el cuadrado de Pearson.

Los pasos a seguirse son los siguientes:

- . Recepción del suero dulce de quesería correspondiente al primer desuere, suero en polvo y leche entera pasteurizada.
- . Pesaje de todas las materias primas secas de acuerdo a las fórmulas.
- . Mezcla del estabilizante/emulsificante junto con el azúcar y adición de los productos secos a la mezcla suero-leche.
- . Homogenización mecánica
- . Pasteurización abierta a 70°, 80° y 90 °C con diversos tiempos.¹
- . Enfriamiento de la mezcla a 45°C.
- . Envasado, y Almacenamiento.

El diagrama de flujo del proceso se encuentra en la Figura 1.

Fase 4. Almacenamiento de los mejores tratamientos

Durante el almacenamiento es necesario tener en cuenta medidas de control que aseguren la eficacia del proceso, pues pequeñas diferencias de temperatura pueden afectar considerablemente la multiplicación bacteriana y por tanto la conservabilidad de los alimentos.

Tomando esto en consideración los mejores productos elaborados fueron almacenados a temperaturas de refrigeración 4°C y temperatura ambiente 20°C con el objeto de estimar el tiempo de vida útil del producto.

Fase 5. Análisis físico químicos y microbiológicos en el producto terminado

Se realizaron los mismos análisis físico-químicos que en la materia prima detallados anteriormente. Los análisis microbiológicos se realizaron durante la etapa de almacenamiento a intervalos de tres días, para Recuento total, Hongos y Levaduras; se analizó además Salmonella.

¹ Cabe recalcar que los tiempos escogidos para el proceso de pasteurización han sido los correspondientes a hongos y levaduras por ser los que presentan tratamientos térmicos más altos dentro del proceso pasteurizante.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Cálculos para la Estandarización de Mezclas mediante el Cuadrado de Pearson

El Cuadrado de Pearson nos permite estandarizar la mezcla a un 3% de grasa, 27% de sólidos totales, y, 4% de proteína obteniéndose con ello sustituciones de suero correspondiente a $S1=21\%$, $S2=50\%$, y, $S3=80\%$ respectivamente.

2. Determinación del Tiempo de Proceso de Pasteurización.

A continuación se indica la secuencia en el cálculo del tiempo requerido para inhibir un microorganismo a 70°C .

Para ello tomaremos como ejemplo Hongos y Levaduras cuyos datos bibliográficos son los siguientes:

$$\begin{aligned} T &= 82.2^{\circ}\text{C} \\ D &= 0.0095' = 0.57'' \\ z &= 7^{\circ}\text{C} \\ SV &= 13 D \end{aligned}$$

Método 1. A partir de escalas corregidas de temperatura que son reportadas en la Tabla 2.

. Cálculo del valor a

$$\log F = a - (1/z) T \quad (1)$$

En donde:

F = corresponde al producto del valor esterilizante y el factor de reducción decimal, es decir: $F = SV \cdot D$

En varios casos el valor F corresponde a 12 D, debiéndose trabajar con 13 D cuando la carga microbiana es mayor.

a = intersección

T = temperatura en grados Celsius: 65.6°C para *Coxiella Burnetti* y 82.2°C para el resto de m/o en estudio, estos valores corresponden a datos bibliográficos.

Entonces:

$$\begin{aligned} \log (0.57s * 13) &= a - (1/7^{\circ}\text{C}) 82.2^{\circ}\text{C} \\ a &= 12.6119 \end{aligned}$$

. Cálculo del tiempo de muerte térmica

$$\log t = a - (1/z) T \quad (2)$$

En donde:

t = tiempo de muerte térmica

a = intersección

T = temperatura de proceso en grados Celsius.

Entonces:

$$\log t = 12.6119 - (1/7^{\circ}\text{C}) (10^{\circ}\text{C})$$

$$t = 1.524E+11$$

. Cálculo de la razón letal

El valor de razón letal ($1/t$) asignado a cada temperatura será igual al recíproco del número de minutos requeridos para destruir el microorganismo en cuestión; por tanto: $1/t=6.562E-12$.

Los dos últimos cálculos se aplicará para las restantes temperaturas corregidas; a partir de lo cual se realizan los gráficos respectivos obteniéndose de esta forma el tiempo requerido para inhibir Hongos y Levaduras. (Ver Figura 2)

Se seguirá la misma secuencia para cualquier microorganismo, tomando en cuenta que los valores D y z son propios para cada microorganismo.

En relación a los microorganismos estudiados, **Hongos y Levaduras** presentan tiempos de pasteurización mayores razón por la cual fueron tomados como referencia para el Proceso Térmico. Con respecto a Clostridium Botulinum, la Pasteurización no es suficiente para inhibir dicho microorganismo, por lo cual se requerirá tratamientos mas drásticos.

Análisis Estadísticos de Resultados

1. Discusión del Tiempo de Proceso de Pasteurización

En las Historias de Tiempo y Temperatura registradas para Hongos y Levaduras se observa que a temperaturas inferiores a 60°C se requiere tiempos mayores a una hora para la destrucción microbiana.

Para escalas corregidas a 70°C , indican un área de referencia superior al área delimitada por la curva, por lo que es necesario mantener el producto a 70° durante $1'48''$ antes de iniciar el enfriamiento, con lo cual se iguala las áreas llegando a un tiempo de pasteurización de $10'08''$. El área de referencia para temperaturas de 80° y 90°C es inferior al área bajo la curva, encontrándose en ella tiempos de $6'40''$, y, $4'40''$ respectivamente, tiempo suficiente para destruir todos los Hongos y Levaduras formadores de esporas.

Clostridium Botulinum requiere un proceso demasiado excesivo dentro de las condiciones de pasteurización, esto implica que sobrevive a tratamientos de pasteurización, sin embargo se inhibe durante etapas de almacenamiento a temperaturas de refrigeración.

En cuanto se refiere a Coxiella Burnetti y Salmonella, los gráficos de tiempo de muerte térmica indican que la Pasteurización es un proceso suficiente para inhibir dichos microorganismos. Los tiempos de proceso para cada microorganismo se detallan en la tabla 4.

2. Discusión sobre la variable Penetrabilidad

Para la variable Penetrabilidad existe una diferencia significativa en las tres variables de estudio: Temperatura, Suero, Gelatina e interacciones.

Esto es razonable por cuanto a mayor temperatura, existe mayor concentración de sólidos y por tanto habrá mayor resistencia a la penetración y viceversa. Con respecto al porcentaje de suero, en vista de que además de suero líquido se usó suero en polvo, tenemos que al emplear un porcentaje alto de suero la cantidad de sólidos totales será mayor, y por ende los valores de penetración serán bajos obteniéndose un producto más consistente. Al igual el porcentaje de gelatina va a influir en la variación de penetrabilidad. A mayor porcentaje de gelatina, mayor resistencia a la penetración y viceversa. En vista de que no existen tablas estándares de penetrabilidad de un flan, que nos permitan elegir el mejor tratamiento, se realizó penetrabilidad en un flan (marca Royal) obteniéndose un valor correspondiente a 133.0 décimas de milímetro, que corresponde al tratamiento A2B2C1, es decir 80°C , 50% de suero, 0.5% de gelatina.

3. Discusión sobre la variable Rendimiento

Se observa un rendimiento más alto en el tratamiento A1B1C2, (70°C, 21% de suero, 1% de gelatina).

4. Discusión sobre las variables de las Pruebas de Evaluación Sensorial

4.1 Color

El color no se ve influenciado por ninguna de las variables de estudio, lo cual implica que cualquier tratamiento podría ser tomado en cuenta.

4.2 Olor

En esta variable los catadores tienen una mejor percepción hacia tratamientos llevados a 70°C, con porcentajes de suero de 21 y 50%, además de ello se observa una mejor apreciación del olor en productos con un nivel del 0.5% de gelatina.

4.3 Sabor

Registra porcentajes de calificaciones "muy bueno" y "excelente" en temperaturas de 70° y 80°C, trabajados con el 50% de suero, el sabor para aquellos productos que contienen el 21% de suero no se ve influenciado por la temperatura manteniéndose siempre un sabor muy bueno. Al trabajar con el 80% de suero se observa un decremento notable de la calificación en el sabor a medida que se incrementa la temperatura.

4.4 Textura

La mayoría de panelistas prefieren un producto suave es decir niveles bajos de gelatina (0.5%). Con respecto a la variable temperatura, se da una calificación "buena" a productos llevados a 70°C y 80°C. En general niveles bajos, de temperatura, suero y gelatina, dan como resultado un producto óptimo (suave), en cuanto a textura se refiere.

4.5 Aceptabilidad

Existe una buena aceptabilidad por parte de los catadores hacia productos trabajados a temperaturas de pasteurización de 70°C y 80°C, porcentajes de suero de 21 y 50%; es decir que existe un rechazo únicamente hacia aquellos que presentan una temperatura de pasteurización de 90°C, 80% de suero.

4.6 Preferencia

Esta variable permitió fijar con claridad la preferencia que tienen los panelistas hacia el o los tratamientos escogidos; registrándose una calificación buena en los tratamientos: A1B1C1, A1B2C1, A2B1C1, y, A2B2C1², los cuales serán almacenados a 4° y 20°C.

5. Discusión de los Análisis Físico-Químicos

El tratamiento cuyo porcentaje se acerca a la formulación de la FAO es el trabajado a 80°C, 50% de suero y 0.5% de gelatina, con un valor de proteína de 3.82%, 2.34% de grasa, 42.45% de ST, y un valor calórico de 172.4 Kcal. En cuanto a Aminoácidos se refiere, observamos en el suero la presencia de todos los aminoácidos esenciales, en cantidades considerables (Isoleucina, Leucina, Lisina, y Treonina), obteniéndose valores mayores con respecto a los aminoácidos de la leche.

² A1=70°C, A2=80°C; B1=21%, B2=50% de suero; C1=0.5% de gelatina.

6. Discusión del análisis microbiológico

Para Recuento Total, se observa el mayor número de microorganismos en aquellos productos almacenados a temperatura ambiente, alcanzándose a valores de 10^6 en el noveno día de almacenamiento, rangos que sobrepasan a los permitidos. La actividad microbiológica se retarda en productos mantenidos a 4°C , notándose que su valor máximo se alcanza al doceavo día. Se obtienen contajes menores a una temperatura de Pasteurización de 80°C , su valor máximo es de 6×10^3 , valores que se encuentran dentro de los rangos permitidos, los mismos que corresponden a 2×10^4 bacterias/milímetro. Con respecto a Hongos y Levaduras se notó resultados negativos en los primeros días de almacenamiento, tanto a 4°C como a 20°C , registrándose posteriormente contajes $<$ a 100 UFC en productos almacenados a 4°C ; y $>$ a 100 UFC en productos almacenados a 20°C . El contaje mínimo observado, se debió a una contaminación posterior a la pasteurización, al no envasarlo en un ambiente completamente aséptico, pues es un producto rico en nutrientes por lo que hay que tomar muy en cuenta normas estrictas de higiene durante todo el proceso de elaboración. *Salmonella* reporta resultados negativos para los cuatro tratamientos en estudio.

En cuanto a pH, éste disminuye a 3.9 en productos almacenados a 20°C , originando alteración en el alimento; manteniéndose en un rango de 6.1 a 6.85 en aquellos tratamientos almacenados a Temperaturas de refrigeración.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Mediante la construcción de curvas de muerte térmica se concluyó que el sub-producto lácteo requiere de tiempos de 10'08", 6'40", y 4'40" para temperaturas de 70°C , 80°C y 90°C respectivamente, tiempos necesarios para inhibir los microorganismos que inicialmente pudieron estar presentes.
- Sobre las respuestas experimentales se concluye lo siguiente:
 - Se obtienen datos aceptables de penetración (esto es una consistencia suave), al trabajar con el 50% de suero y 0.5% de gelatina.
 - En cuanto a rendimiento, los tratamientos presentan valores apreciables, sobre todo al trabajar a 70°C , 21% de suero y 1% de gelatina.
 - En referencia a evaluación sensorial, se observa una buena aceptación por parte de los catadores hacia la mayoría de tratamientos, exceptuando aquellos que presentan niveles altos de temperatura, suero y gelatina.
- La formulación seleccionada fue A2B2C1 por contener un porcentaje de proteína cercano al obtenido en la formulación de la FAO, presenta una calificación bastante aceptable dentro de evaluación sensorial y penetrabilidad con un producto obtenido en el mercado, se observa además recuentos microbiológicos menores a los tratados a 70°C .
- Es una práctica útil almacenar el producto a 4°C .
- El tiempo en que el alimento se mantiene sin presentar ninguna alteración, a temperaturas de refrigeración es de 12-15 días.
- Es un producto de bajo costo con una rentabilidad de 48% sobre la inversión por lo que constituye una buena alternativa para la economía nacional.

Recomendaciones

- Trabajar con el suero inmediatamente después del desuere, evitándo con ello acidificación en el producto.
- Todo el proceso de elaboración, incluyendo el envasado se realiza tomando en cuenta estrictas normas de

higiene.

- Envasar en el menor tiempo posible para evitar contaminaciones posteriores en el producto.

BIBLIOGRAFIA

ALVARADO, J. Aplicación del Método General para establecer el tiempo de pasteurización en alimentos líquidos. (Comunicación Personal)

ICMSF, y Colaboradores. Ecología microbiana de los alimentos Volumen I y II, Editorial Acribia S.A. Zaragoza (España) pp. 484 y 496.

F.A.O. Equipo Regional de Fomento y Capacidad en Lechería de FAO para America Latina. Manual correspondiente al Módulo 4. Postres y Helados, Santiago de Chile, Noviembre, 1983. pp. 1-3, 8-9.

MADRID, A. Modernas técnicas de aprovechamiento del lactosuero, Imprime: Iragra-Bardala, 20-Madrid, 1981, pp. 109, 110, 112.

Tabla 1 Datos de historia tiempo-temperatura para la pasteurización de un "flan" registrados en un equipo de termometría

t (s)	70°C			80°C			90°C		
	R1	R2	X	R1	R2	X	R1	R2	X
0	38,6	38,6	38,6	42,2	42,2	42,2	40,0	40,0	40,0
60	45,2	45,3	45,3	48,8	48,8	48,8	46,9	47,2	47,1
120	50,0	50,9	50,5	56,4	54,5	55,5	53,3	55,0	54,2
180	56,5	56,6	56,6	63,6	60,8	62,2	58,2	58,5	58,4
240	62,2	61,8	62,0	69,6	67,2	68,4	65,1	65,4	65,3
300	67,8	66,7	67,3	75,0	73,4	74,3	70,4	70,8	70,6
360	72,0	71,0	71,5*	79,7	78,8	79,3	72,8	72,6	72,7
420	68,5	68,7	68,6	83,1	83,2	83,2*	76,8	75,8	76,3
480	64,7	65,5	65,1	79,1	78,9	79,0	79,6	79,1	79,4
540	61,4	62,8	62,1	74,4	75,4	74,9	80,9	82,2	81,6
600	58,4	58,3	58,4	70,9	72,0	71,5	83,2	84,3	83,8
660	56,3	56,2	56,3	66,2	67,1	66,7	87,4	85,1	86,3
720	54,1	54,4	54,3	64,6	64,6	64,6	88,2	86,8	87,5
780	51,8	52,7	52,3	62,2	61,8	62,0	89,7	88,2	89,0
840	50,1	50,9	50,5	59,3	59,2	59,3	90,1	90,0	90,1*
900				57,8	57,5	57,7	83,0	84,2	83,6
960				56,8	56,4	56,6	76,3	78,6	77,5
1020				54,0	54,2	54,1	71,4	71,5	71,5
1080				52,2	52,2	52,2	67,1	66,8	67,0
1140				50,4	50,6	50,5	63,3	61,8	62,6
1200							59,7	58,0	58,9
1260							56,9	56,2	56,6
1300							54,6	54,9	54,8
1360							52,2	51,7	52,0
1420							50,9	49,4	50,2

t (s)=tiempo en segundos; X=Promedio de las muestras por duplicado (R1 y R2)
* = Finalización de la pasteurización; R = Replicación

Tabla 2 Método general con escalas corregidas de temperatura para establecer tiempos de pasteurización en un producto lácteo: flan microorganismo en estudio: Hongos y Levaduras

Temperatura (°C)	log t	t (s)	1/t (1/s)
10	11,183	1,524E+11	6,562E-12
20	9,755	5,674E+09	1,762E-10
30	8,326	2,113E+08	4,733E-09
40	6,898	7,868E+06	1,271E-07
50	5,469	2,930E+05	3,413E-06
60	4,040	1,091E+04	9,166E-05
70	2,612	4,063E+02	2,461E-03
80	1,183	1,513E+01	6,609E-02
90	-0,245	5,640E-01	1,773E+00
92	-0,531	2,920E-01	3,427E+00

Tabla 3 Microorganismos que causan Alteraciones en los Alimentos

Grupo de bacterias	Temperatura (°C)	D (min)	z (°C)
Salmonella	82,2	0,0032	7
Levaduras y Hongos	82,2	0,0095	7
Clostridium botulinum t.E	82,2	2,5000	9
Coxiella burnetti *	65,6	0,6000	5,56

Fuente: TOLEDO (1981) Valores recopilados de diferentes fuentes

* Harper (1976)

Tabla 4 Tiempos de Proceso de Pasteurización

Microorganismo	TEMPERATURA °C		
	70°	80°	90°
Hongos y Levaduras formadores de esporas	10'	6'40"	4'40"
Coxiella Burnetti	5'55"	4'50"	2'55"
Salmonella	6'40"	4'48"	3'15"
Cl.Botulinum	7h48'	28'50"	17'30"

Tabla 5 Análisis de Aminoácidos en el Suero en Polvo: Datos Obtenidos

AMINOACIDO	P.M.	AREA DE LA MUESTRA	AREA DEL ESTANDAR	CONCENTRACION DE LA MUESTRA	g. A.A./ 100 g Proteína
Asparagina	133,10	130,56	48,27	0,27	9,72
Treonina	119,12	100,37	48,33	0,21	6,68
Serina	105,09	74,45	52,29	0,14	4,04
Glutamina	147,30	195,04	50,12	0,39	15,46
Prolina	115,13	22,56	12,14	0,19	5,79
Glicina	75,07	47,50	50,41	0,09	1,91
Alanina	89,09	101,38	51,22	0,20	4,76
Valina	117,15	89,26	52,92	0,17	5,34
Cistina	120,15	4,32	26,59	0,02	0,53
Metionina	149,21	30,59	50,18	0,06	2,46
Isoleucina	131,18	77,99	49,09	0,16	5,63
Leucina	131,18	137,98	50,41	0,27	9,70
Tirosina	181,19	18,27	42,93	0,04	2,08
Fenilalamina	165,19	37,35	48,32	0,08	3,45
Lisina	146,19	108,53	50,58	0,22	8,47
Histidina	155,16	21,88	48,92	0,05	1,87
Arginina	174,20	21,56	46,69	0,05	2,17
Triptófano	204,26	35,90	38,61		1,05

Elaborado por Pazán L. y Viteri C.

Tabla 6 Análisis Físico-Químicos y Microbiológicos de la Materia Prima Datos Obtenidos

Materia prima	Proteína %	Grasa %	Humedad %	S.T. %	S.N.G. %	Carbohidratos %	V.C.	Recuento total
Leche fluida	2,70	3,70	87,00	13,00	9,30	6,60	68,850	3,0E+02
Leche Polvo	26,00	1,20	3,50	96,50	95,30	69,30	374,680	3,2E+02
Suero Líquido	1,07	0,30	94,00	6,00	5,70	4,63	24,340	3,0E+02
Suero Polvo	11,16	0,87	3,40	96,60	95,73	84,57	369,608	4,0E+03
Gelatina	58,00	0,00	13,90	86,10	86,10	28,10	337,375	< A 10
Chocolate	12,66	43,04	3,30	96,70	53,66	41,00	591,750	1,0E+03
Almidón	0,30	0,71	13,25	86,75	86,04	85,74	329,110	1,6E+03
Azúcar	0,00	0,20	0,42	99,58	99,38	99,38	374,475	3,0E+02

Elaborado por Pazán L. y Viteri C.

Tabla 7 Datos Experimentales promedios de Penetrabilidad y Rendimiento

TRATAMIENTO	PENETRABILIDAD (1/10)	Rendimiento (%)
A1B1C1	214,00	88,74
A1B1C2	146,25	88,12
A1B2C1	174,00	81,37
A1B2C2	142,63	87,88
A1B3C1	168,50	78,84
A1B3C2	125,30	87,92
A2B1C1	159,75	81,18
A2B1C2	113,00	83,63
A2B2C1	132,00	80,13
A2B2C2	111,88	82,30
A2B3C1	120,50	78,25
A2B3C2	111,38	86,08
A3B1C1	113,85	80,32
A3B1C2	108,50	81,70
A3B2C1	112,50	73,25
A3B2C2	105,75	77,80
A3B3C1	96,50	74,91
A3B3C2	91,50	78,82

Tabla 8 Fórmulación de un Sub-producto Lácteo: Flan

Materia Prima	Standar*	A2B2C1**
Leche fluida	84,00%	42,00%
Leche en polvo	1,25%	1,25%
Suero Líquido	----	25,80%
Suero en Polvo	----	16,20%
Azúcar	12,00%	12,00%
Chocolate	1,80%	1,80%
Almidón de maíz	0,45%	0,45%
Gelatina	0,50%	0,50%

* Fórmula obtenida de la FAO. Fuente: Manual de Postres - Modulo 4

** Fórmula del mejor tratamiento obtenido

Tabla 9 Frecuencias de Calificaciones en Evaluación Sensorial

VARIABLE	COLOR					OLOR					SABOR					TEXTURA					ACEPTABILIDAD					REFERENCIA									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
NIVEL C.	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
A1B1C1	1	3	8	1	7	0	1	4	3	12	0	1	4	4	11	0	4	2	0	14	0	0	0	14	6	0	1	2	5	12	0	1	2	5	12
A1B1C2	0	0	6	8	6	0	1	5	6	8	0	0	4	11	5	0	0	0	3	11	0	0	0	8	8	3	4	3	6	4	3	4	3	6	4
A1B2C1	0	2	7	4	7	0	2	3	2	13	0	1	1	6	12	2	2	4	0	12	0	1	5	8	6	1	4	6	3	6	1	4	6	3	6
A1B2C2	0	0	8	7	5	0	2	2	3	13	0	3	1	3	13	2	1	6	5	6	0	1	1	6	12	0	4	5	3	2	6	4	5	3	2
A1B3C1	0	2	8	2	8	0	3	5	3	9	1	2	1	6	10	2	1	8	0	9	0	2	3	13	2	0	2	3	3	2	0	2	3	3	2
A1B3C2	0	1	7	5	7	0	2	8	3	7	2	3	4	4	7	3	0	6	4	7	0	1	1	3	14	0	1	1	10	7	0	0	5	5	10
A2B1C1	0	1	5	5	9	2	0	1	7	10	2	0	7	3	8	0	4	1	5	10	1	1	1	10	7	0	0	0	5	10	0	0	5	5	10
A2B1C2	0	0	5	11	4	0	5	1	11	3	2	0	5	8	5	2	3	8	1	6	0	1	1	3	11	0	1	1	3	11	0	1	1	3	11
A2B2C1	0	3	5	7	5	0	0	4	7	9	0	0	0	9	11	0	4	3	5	8	0	1	1	2	10	0	1	2	10	7	0	2	7	6	5
A2B2C2	0	1	6	5	8	0	1	2	6	11	1	1	3	3	12	5	3	4	0	8	0	0	0	6	9	0	6	0	2	3	9	6	0	2	3
A2B3C1	0	0	4	5	11	0	2	0	8	10	1	3	2	1	13	0	0	9	11	0	0	2	5	7	6	10	7	2	1	0	10	7	2	1	0
A2B3C2	0	2	6	8	4	0	2	2	11	5	0	1	7	3	9	1	4	4	11	0	0	1	2	4	9	6	7	3	4	0	6	7	3	4	0
A3B1C1	0	4	7	2	7	0	0	5	5	10	0	2	3	8	7	0	4	6	8	2	0	1	2	4	8	0	1	1	4	7	0	1	1	4	7
A3B1C2	0	1	6	4	9	0	4	0	13	3	0	1	4	3	12	2	7	0	8	3	0	0	0	4	13	0	0	0	4	13	0	0	0	4	13
A3B2C1	0	1	6	6	7	0	1	2	7	10	0	0	5	4	11	4	0	9	0	7	0	0	0	6	6	0	0	0	6	6	8	4	4	3	1
A3B2C2	0	0	6	5	9	0	4	3	10	3	0	2	3	3	12	4	1	12	0	3	0	0	0	11	3	0	0	0	11	3	0	0	0	11	3
A3B3C1	0	1	9	3	7	0	1	1	8	10	0	6	3	6	5	4	2	8	6	0	1	4	4	11	2	1	5	1	11	2	1	5	1	11	2
A3B3C2	0	4	7	3	6	0	3	3	6	8	1	6	4	5	4	9	3	7	0	1	4	4	4	5	2	4	4	4	5	2	4	4	4	5	2

FIGURA 1 DIAGRAMA DE BLOQUES PARA PROCESAR UN SUB PRODUCTO LACTEO (FLAN)

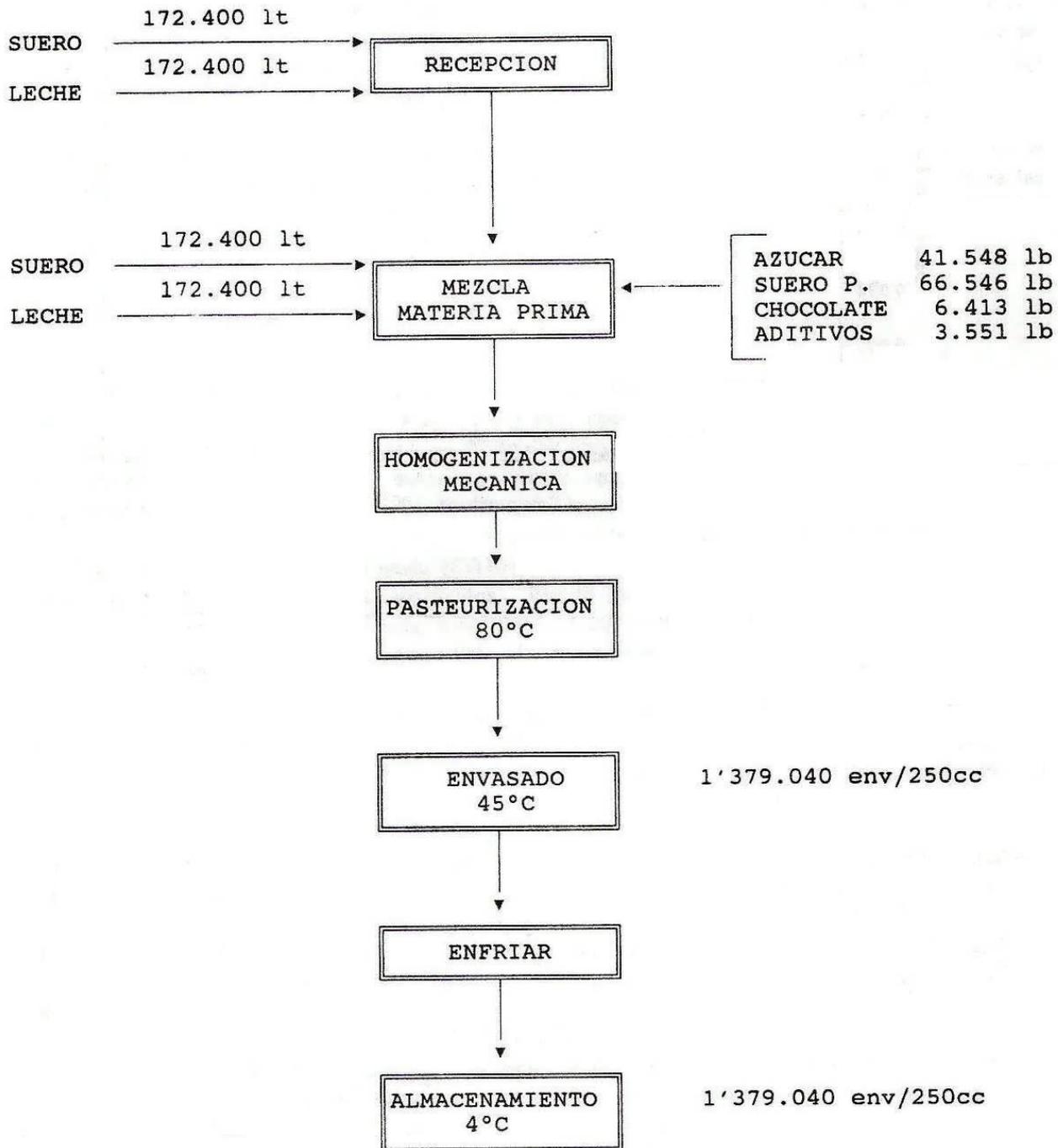
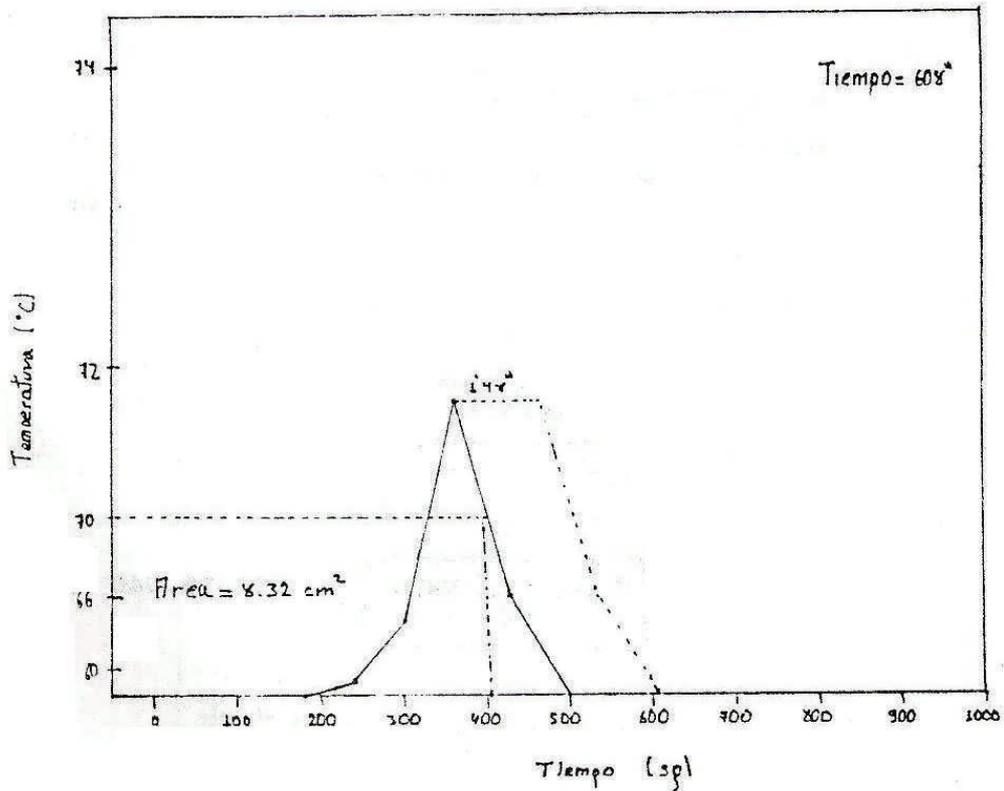
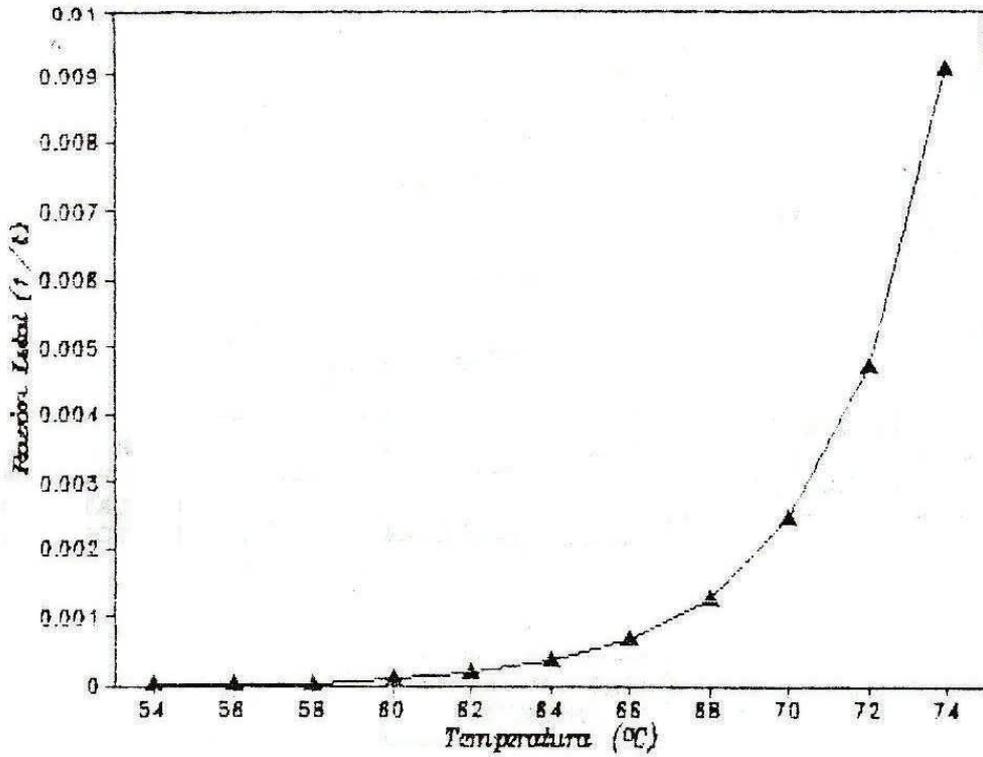


Figura 2 Método general con escalas corregidas de temperatura:
Hongos y levaduras 70°C



LOS ACIDOS GRASOS EN MANTEQUILLA DE LA PROVINCIA DE BOLIVAR

José Rubio*
César German**

RESUMEN

En el presente estudio se revisa la literatura sobre la cromatografía de gases para analizar el contenido de ácidos grasos en la mantequilla de los Estados Unidos de América, Australia, España, Bélgica, India, Nueva Zelanda y Francia con la finalidad de establecer un método apropiado para el análisis de ácidos grasos para implementarlo en nuestros proyectos. Se analizan los ácidos grasos mediante la conversión de los ácidos en ésteres metílicos para posterior determinación por cromatografía de gases.

Se establece el contenido de ácidos grasos para diez muestras de mantequilla elaborada por la Cooperativa "El Salinerito" de la localidad de Salinas, Provincia de Bolívar, reportándose las conclusiones para los contenidos de ácidos grasos menores y se establece comparaciones para los ácidos grasos restantes con los datos reportados de otros países.

INTRODUCCION

La grasa en la dieta no es necesaria solamente como un componente nutricional sino también como componente vital para la estructura de la célula misma. Los lípidos desempeñan diversas funciones: nutrientes con alto valor calórico, ahorradores de proteínas, aportadores de ácidos grasos esenciales, vehículo de vitaminas liposolubles A, D, E y K, formación de moléculas fundamentales, influyen en el nivel de lípidos sanguíneos, sensación de saciedad, palatabilidad, textura y vehículo de sustancias liposolubles indeseables (21).

La aplicación de la cromatografía de gases (CGL) al análisis de los ácidos grasos de la leche ha permitido la separación rápida de identificación de los ácidos. Por lo menos 142 ácidos han sido reportados: saturados, insaturados (cis y trans), cadena ramificada, hidroxilo y ceto ácidos, así como ácidos cíclicos han sido descubiertos; por consiguiente la grasa de leche es la grasa natural más compleja (10).

A partir de 1960, con la aplicación de la CGL la presencia de los ácidos C4:0, C6:0 y C8:0 hasta el C18:0, el C18 cis y trans y los C16:1 y C18:1 y C18:2 es confirmada, utilizando una columna capilar no polar (Apiezon L) y una columna empacada (poliester de dietilen glicol succinato) relativamente polar a 213°C y 184°C respectivamente (16).

El empleo de columnas empacadas con 20% dietilen glicol succinato (DEGS) en cromosorb 35/80 mallas, a 198°C, permite la identificación de los ácidos C10:1, C12:1, C14:iso, C14:1, C16:iso, C17:iso y C18:iso (20).

El empleo de la temperatura programada para resolver los ácidos de cadena corta ha sido reportado. El empleo de columnas con 15% DEGS en 60/mallas "firebick" a temperatura programada desde 70-220°C a 7.5°C/minuto permite mejor separación. Ver cuadro No. 1. (1, 4).

Análisis de los ácidos grasos son realizados por períodos anuales dada la importancia en la dieta de los ácidos grasos. La dificultad en la medida del área de los picos pequeños de variaciones significativas en la composición de ácidos grasos (9). Estudios sobre rebaños lecheros son aplicados (7).

* Egresado de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

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

La composición de ácidos grasos de mantequillas australianas, durante un período de 32 meses, son analizados utilizando una columna de 6 pies x 1/8 de pulgada de diámetro interno de acero inoxidable empacada con 14% EGSS-X en 100-120 mesh gas-chrom P, a temperatura programable y el área de los picos es medida con un integrador digital. Ver cuadro No. 2. (13).

En el estudio de mantequillas españolas, por un período anual, se determina el rango de composición de los ácidos grasos utilizando una columna (6 pies x 1/8 de pulgada de diámetro interior) teniendo como fase estacionaria dietilen glicol succinato (DEGS) al 15% sobre chorm W 80/100 mallas. Ver cuadro No. 3 (5).

Para el estudio de mantequillas belgas, durante un período de 13 meses, se utilizó una columna de dietilen glicol succinato con programación de temperatura. Ver cuadro 4 (8).

En el análisis de grasa de leche de la India, por un período anual, se aplica una columna de 5 pies x 3/16 pulgada empacada con 20% de dietilen glicol succinato en diaport, a temperatura programada de 18°C/minuto hasta 195°C. Ver cuadro No. 5 (17).

En el análisis de la grasa de leche en Australia, para comparar la influencia verano e invierno, se utiliza una columna de acero inoxidable (8 pies x 1/4 de pulgada de diámetro interior) empacada con 14% EGSS-X en 100-120 mesh gas-chorm P. (14).

La columna de acero inoxidable (2.43 m x 3.2 mm diámetro interior) empacada con 12% de dietilen glicol succinato en chromosorb W, con temperatura programada de 6°C/minuto hasta 200°C, permite identificar ácidos grasos de la forma anteiso en los C15:0 y C17:0 en muestras de grasa de leche en Nueva Zelanda. Ver cuadro No. 6 (6).

El efecto del estado de lactación, en la variación de la composición de ácidos grasos de la leche, no influye significativamente sino que es debido a las diferentes fuentes de la alimentación y así tenemos que "vacunos con el mismo estado de lactación exhiben significativas diferencias en su composición de ácidos grasos" (15).

En mantequillas francesas, en un período anual, con una columna de acero inoxidable (3 m x 0,3 cm de diámetro interior) impregnada al 20% succinato de butanodiol en chromosorb W 80-100 mesh con temperatura programada, obtiene 29 picos de ácidos grasos, teniendo las proporciones relativas en el cuadro No. 7 de los principales ácidos grasos de la mantequilla (3).

La mastitis disminuye el contenido total de ácidos grasos en aproximadamente 4%, teniendo altas concentraciones de ácidos grasos libres y ácidos grasos de cadena corta (4 a 12 carbonos) y bajas concentraciones de los de cadena larga (16 y 18 carbonos) (18).

Con la aplicación de la columna (25 m x 0,25 mm) de acero inoxidable WCOT con DEGA se detectan 28 ácidos grasos, en el estudio de la aplicación de mantequilla españolas (12).

Estudios sobre metodología para determinar la composición de ácidos grasos, aplicable a aceites y grasas vegetales o animales, ha comenzado en 1976 a nivel internacional; tratando de uniformizar la preparación y análisis de ésteres metílicos de ácidos grasos (2).

MATERIALES Y METODOS

Para el estudio se tomaron muestras de mantequilla elaborada por la Cooperativa Agrícola "El Salinerito" de la localidad de Salinas - Provincia de Bolívar.

La mantequilla se funde a 45°C hasta la separación de las fases acuosa y lipídica, se separa la capa de grasa por decantación y se clarifica la materia grasa por filtración en un papel filtro seco con Na₂SO₄ anhidro.

Posteriormente "pesar 2 g de muestra y añadir 0,3 ml de solución metanol ácido sulfúrico (15:1 V/V) y calentar

por tres horas en un baño de agua hirviendo, en una ampolla sellada. Después de centrifugar a 45°C, a 1200 r.p.m. por 5 minutos y la muestra está lista para el cromatógrafo" (3,11).

El análisis de ácidos grasos se basa en la conversión de los ácidos en ésteres metílicos y su determinación por cromatografía de gases.

En el presente trabajo se utilizó un cromatógrafo de gases Varian Aerograph 2800 equipado con detector de ionización de llama. Se utilizó una columna de 6 pies de largo por 1/8 de pulgada de diámetro, empacada con Chromosorb WAW-DMCS 100/120 recubierta de fase estacionaria mixta por DEGS y FFAP al 10% en relación 2:1.

Las condiciones de operación fueron:

Temperatura de inyección	195°C
Temperatura del detector	208°C
Temperatura inicial de columna	50°C
Razón de programación de temperatura	6°C/minuto
Temperatura final de columna	185°C
Presión de Nitrógeno	22 p.s.i.
Velocidad de carta	16 pulg./hora

El análisis cualitativo se realizó consultando el estudio denominado "Control de la grasa de leche pasteurizada y deshidratada" efectuado en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato, por Morales, R. y Barrigas, C. 1986; y por referencia de trabajos realizados en el Centro Tecnológico de la Leche, en la Universidad Austral de Chile. Ver gráfico No. 1.

La determinación cuantitativa de los ácidos grasos se realizó utilizando el método de normalización de áreas.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el gráfico No. 2 se muestra un cromatograma de ácidos grasos de mantequilla pura, de la Provincia de Bolívar, según la técnica de metilación de Gallacier, J. y colaboradores; y, Lund, P. y Jensen, F. (3, 11). Además en el cuadro No. 8 se reportan los porcentajes en peso de la composición de los ácidos grasos de mantequilla de la provincia de Bolívar.

La cuantificación del ácido butírico C4:0 y caproico C6:0 reporta valores normales al emplear la técnica de metilación que consiste en preparar por calentamiento una mezcla de 2 ml de grasa y 0,3 ml de metanol-ácido sulfúrico (15:1 v/v) en una ampolla sellada por 3 horas en un baño de agua hirviendo. Después centrifugar a 45°C y la muestra está lista para el cromatógrafo de gas. Los ácidos menores C4:0 y C6:0 proveen una base satisfactoria para la detección de grasas animales y vegetales en mayor proporción en la grasa de leche natural que en otras grasas y aceites. El contenido de ácido butírico C4:0 en las grasas de productos lácteos sin sustitución es alta y va disminuyendo conforme el nivel de sustitución de grasas extrañas se va incrementando.

Del cuadro No. 8, se desprende que las variaciones de los ácidos C8:0, C10:0, C12:0 y C14:0 no son apreciables de los valores reportados para otros países. Cosa idéntica ocurre para los ácidos grasos inferiores.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del análisis del Gráfico No. 2 y del Cuadro No. 8 se concluye que la mantequilla proveniente de la Cooperativa Agrícola "El Salinerito", de la Provincia de Bolívar cumple con el contenido de ácidos grasos al compararla con similares productos de varios países por lo que se recomienda consumirlo para que cumpla las diversas funciones mencionadas por Tagle, M. (21).

BIBLIOGRAFIA

- [01] DeMan, J. "Determination of the fatty acid composition of milk fat by dual column temperature programmed GLC" *J. Dairy Sci.* 47(11): 546-547. 1964.
- [02] Firestone, D. y Horwitz, W. "IUPAC gas chromatographic method for determination of fatty acid composition: collaborative study". *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 62(4): 709-721. 1979.
- [03] Gallacier, J.; Barbier, J. y Kuzdzal, S. "Variations saison nières des proportions relatives des acides gras d'un beurre de laiterie d'Ille-et-Vilaine". *Lait.* 54(533-534): 117-138. 1974.
- [04] Gander, G.; Jensen, R. y Sampugna, J. "Analysis of milk fatty acids by gas-liquid chromatography". *J. Dairy Sci.* 45(3): 323-328. 1962.
- [05] García, R. y Gastañaduy, M. "Contribución al estudio de las mantequillas españolas: composición en ácidos grasos". *Anal. Bromat.* 23(2): 121-200. 1971.
- [06] Gray, I. "Seasonal variations in the composition and thermal properties of New Zealand milk fat. I. Fatty acid composition". *J. Dairy Res.* 40(2): 207-214. 1973.
- [07] Hutton, K.; Seeley, R. y Armstrong, D. "The variations throughout a year in the fatty acid composition of milk fat from 2 dairy herds". *J. Dairy Res.* 36(1): 103-113. 1969.
- [08] Huyghebaert, A. y Hendrickx, H. "Studies on Belgian butter-fat. 3. The fatty acid composition". *Milchwissenschaft.* 26(10): 613-617. 1971.
- [09] Jensen, R. "Fatty acid composition of the lipids from cooled, raw milk". *J. Dairy Sci.* 45(3): 329-331. 1962.
- [10] Jensen, R.; Gander, G. y Sampugna, J. "Gas-liquid chromatographic analysis of milk fatty acids a review". *J. Dairy Sci.* 50(2): 119-126. 1967.
- [11] Lund, P. y Jensen, F. "A comparison of infrared spectrophotometry and gas liquid and thin layer chromatographic methods for determination of trans fatty acids in butter". *Milchwissenschaft.* 37(11): 645-647. 1982.
- [12] Martínez, I.; Juárez, M. y Martín, P. "The composition of fatty acids of milk fat in Spain". *Milchwissenschaft.* 34(4): 207-210. 1979.
- [13] Parodi, P. "Fatty acid composition on Australian butter and milk fats". *Australian J. Dairy Technol.* 25(4): 200-205. 1970.
- [14] Parodi, P. "Observations on the variation in fatty acid composition of milkfat". *Australian J. Dairy Technol.* 27(3): 90-94. 1972.
- [15] Parodi, P. "Variation in the fatty acid composition of milk fat: effect of stage of lactation". *Australian J. Dairy Technol.* 29(3): 145-148. 1974.
- [16] Patton, S.; McMarthy, R.; Evans, L. y Lynn, T. "Structure and synthesis of milk fat. I. Gas chromatographic analysis". *J. Dairy Sci.* 43(9): 1187-1195. 1960.
- [17] Ramamurthy, M. y Narayanan, K. "Fatty acid compositions of buffalo and cow milk fats by gas-liquid chromatography (GLC)". *Milchwissenschaft.* 26(11): 693-697. 1971.
- [18] Randolph, H. y Erwin, R. "Influence of mastitis on properties of milk. X. Fatty acid composition". *J. Dairy Sci.* 57(8): 865-868. 1974.
- [19] Rubio, J. Estudio de la mezcla de aceite de soya-grasa láctea. Tesis de grado. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato. 1988.
- [20] Smith, L. "Quantitative fatty acid analysis of milk fat by gas-liquid chromatography". *J. Dairy Sci.* 44(4): 607-622. 1961.
- [21] Tagle, M. "Nutrición". 2a. ed. Ed. Andrés Bello, Santiago, Chile. 1980.

CUADRO No. 1. ANALISIS DE ACIDOS GRASOS DE LA LECHE, EN EGS COMO METIL ESTERES Y APIEZON L BUTIL ESTERES.

ACIDO GRASO	% EN PESO COMO METIL ESTER*
4:0	3,6
6:0	2,3
8:0	1,2
9:0	0,1
10:0	2,8
11:0	0,4
12:0	2,9
12:1, 13:0	0,4
14:BR	0,2
24:0	10,0
14:1	
15:BR	1,9
15:0	
15:1	
16:BR	0,4
16:0	4,8
16:1	2,6
17:0	1,1
17:1	
18:BR	0,3
18:0	11,9
18:1	27,1
18:8	1,0
18:2	2,6
18:3	1,4

* Promedio de 4 muestras.
4:0 6:0 y 8:0 son analizados como butil ésteres en Apiezon L.

FUENTE: Gander, G. y colaboradores (1962).

CUADRO No. 3. CONTENIDO EN ACIDOS GRASOS DE MANTEQUILLAS ESPAÑOLAS.

ACIDO GRASO	RANGO (% EN PESO)
4:0	3,15 - 5,94
6:0	1,98 - 3,82
8:0	1,16 - 1,99
10:0	2,12 - 4,26
12:0	2,39 - 4,50
14:0	8,03 - 12,34
16:0	19,48 - 30,33
18:0	8,07 - 15,84
18:1	17,37 - 29,33
18:2	2,02 - 4,26
18:3	1,01 - 3,42

FUENTE: García, R. y Gastañaduy, M. (1971).

CUADRO No. 2. RANGO DE COMPOSICION DE ACIDOS GRASOS DE MANTEQUILLAS AUSTRALIANAS.

ACIDO GRASO	% MOLAR	
	MINIMO	MAXIMO
4:0	8,79	11,43
6:0	3,69	4,86
8:0	1,65	2,48
10:0	2,69	4,44
10:1	0,23	0,40
12:0	2,74	4,36
12:1+13:0 BR	0,11	0,26
13:0	0,03	0,10
13:1+14:0 BR	0,07	0,30
14:0	8,73	11,97
14:1+15:0 BR	1,20	2,21
15:0	0,88	1,54
15:1+16:0 BR	0,11	0,41
16:0	19,71	24,85
16:1+17:0 BR	2,10	2,58
17:0	0,60	0,97
17:1+18:0 BR	0,17	0,41
18:0	9,13	13,12
18:1	17,34	24,54
18:2	1,39	2,29
18:3	1,47	2,84

FUENTE: Parodi, P. (1970).

CUADRO No. 4. PRINCIPALES ACIDOS GRASOS DE MANTEQUILLA

ACIDO GRASO	VALOR		
	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO
4:0	3,4	4,1	3,7
6:0	1,8	2,4	2,1
8:0	0,9	1,5	1,2
10:0	1,9	3,8	2,6
12:0	2,3	4,7	3,3
14:0	8,5	13,4	10,4
14:1	1,1	1,9	1,5
15:0	0,9	1,8	1,2
16:0	18,6	31,2	25,4
16:1	1,9	3,6	2,7
18:0	7,8	14,3	11,1
18:1	23,0	34,5	28,5
18:2	1,8	3,2	2,4
18:3	0,9	4,1	2,4

FUENTE: Huyghebaert, A. y Hendrickx, H. (1971)

CUADRO No. 5. COMPOSICION DE ACIDOS GRASOS (% W) DE GRASA DE LECHE DE VACUNO

ACIDO GRASO	GRASA DE LECHE DE VACUNO	
	R A N G O	PROMEDIO
4:0	2,81- 3,59	3,20
6:0	1,61- 2,61	2,11
8:0	0,90- 1,57	1,16
10:0	1,84- 3,26	2,57
10:1	0,24- 0,43	0,31
12:0	2,31- 3,17	2,78
14:0 BR	- - 0,08	-
14:0	10,17-13,62	11,93
14:1	1,38- 2,88	2,12
15:0	0,82- 1,43	1,23
16:0 BR	TR- 0,51	0,30
16:0	25,13-34,32	29,95
16:1	1,29- 3,53	2,16
17:0	TR- 0,62	0,34
18:0 BR	TR- 0,53	0,35
18:0	7,24-12,33	10,07
18:1	23,21-33,09	27,42
18:2	1,04- 2,03	1,49
18:3	0,33- 0,87	0,59

FUENTE: Ramamurthy, M. y Narayanan, K. (1971).

CUADRO No. 6. COMPOSICION DE ACIDOS GRASOS DE GRASA

ACIDO	PESO PROMEDIO (g/100 g)	RANGO
4:0	4,21	2,98- 6,76
6:0	2,37	1,54- 2,88
8:0	1,29	0,72- 1,52
10:0	2,86	1,66- 3,68
10:1	0,23	0,13- 0,34
11:0	0,05	0,03- 0,23
12:0	3,29	2,02- 4,23
12:1	0,10	0,06- 0,15
13:0 BR	0,16	0,07- 0,20
13:0	0,07	0,01- 0,11
14:0 BR	0,15	0,10- 0,26
14:0	10,76	8,89-12,83
14:1	0,66	0,41- 0,97
15:0 BR*	0,62	0,35- 0,93
15:0 BR**	0,72	0,48- 0,90
15:0	1,34	0,84- 1,45
16:0 BR	0,24	0,17- 0,33
16:0	26,10	22,27-28,97
16:1	0,99	0,80- 1,38
17:0 BR*	0,51	0,32- 0,59
17:0 BR**	0,52	0,06- 0,65
17:0	0,58	0,49- 0,73
17:1	0,28	0,16- 0,35
18:0 BR	0,21	0,08- 0,40
18:0	14,49	12,89-16,76
18:1	24,18	20,77-29,94
18:2	1,13	0,82- 1,61
18:3	1,66	1,40- 1,95
19:0	0,23	0,14- 0,34

* iso; ** anteiso.

FUENTE: Gray, I. (1973).

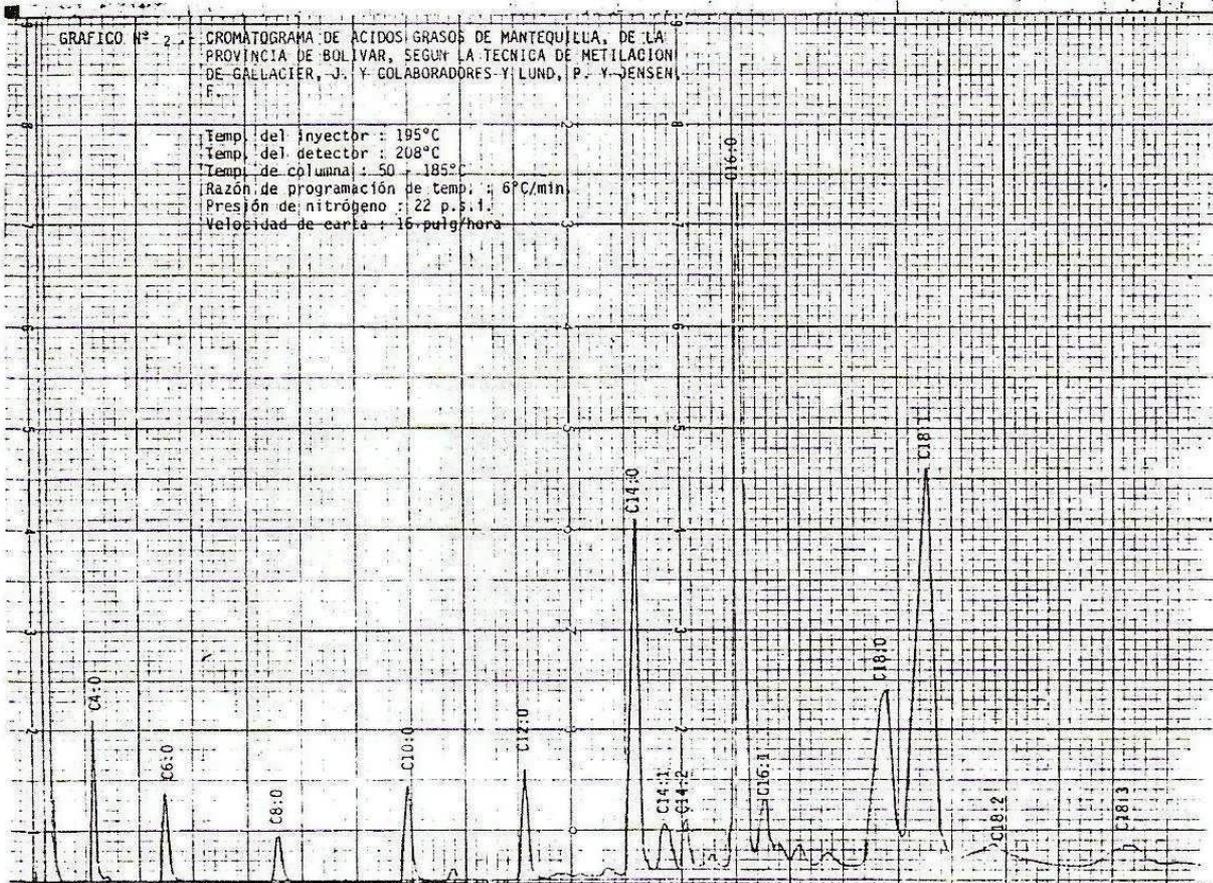
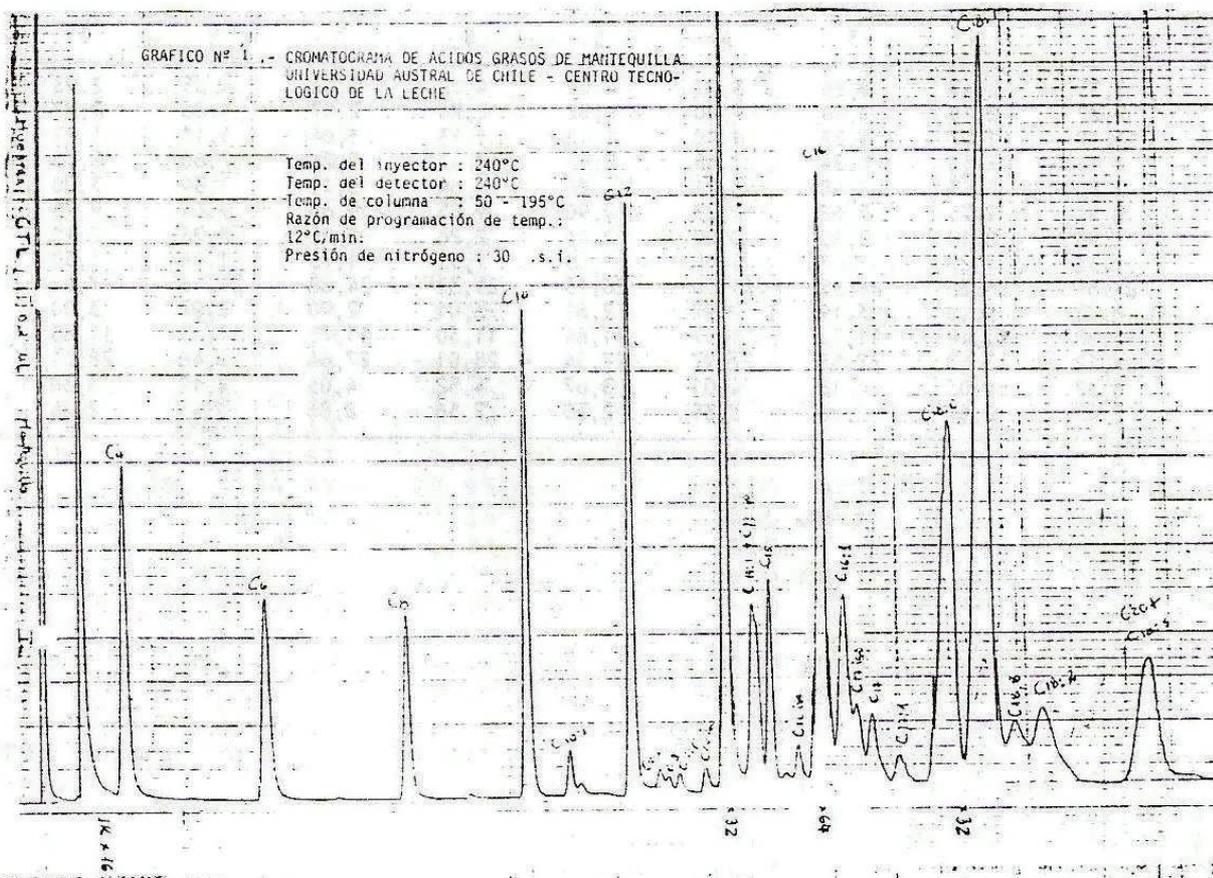
CUADRO No. 7. PROPORCIONES RELATIVAS DE LOS PRINCIPALES ACIDOS GRASOS

ACIDO GRASO	V A L O R	
	MAXIMO	MINIMO
4:0	4,01	3,03
6:0	2,60	1,94
8:0	1,48	1,14
10:0	3,22	2,41
12:0	4,12	2,71
14:0	11,65	9,48
16:0	30,92	23,62
18:0	12,98	9,55
18:1	28,38	22,39

FUENTE: Gallacier, J. y colaboradores (1974).

CUADRO No. 8. COMPOSICION DE ACIDOS GRASOS DE MANTEQUILLA DE LA PROVINCIA DE BOLIVAR, (% EN PESO)

MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C4	3,33	3,43	2,86	3,21	4,09	4,02	3,46	4,05	2,93	3,17
C6	2,22	2,18	1,90	1,80	1,82	2,26	2,07	1,86	1,87	1,99
C8	1,19	1,27	1,28	1,19	1,12	1,13	1,04	1,11	1,12	1,54
C10	2,66	2,30	2,24	2,65	2,45	2,41	2,76	2,60	2,25	2,72
C12	2,86	2,53	2,88	3,21	3,06	2,64	3,11	3,34	3,00	2,99
C14	9,91	9,93	9,62	10,23	9,90	9,05	9,68	9,64	9,75	9,96
C14:1	1,98	2,10	2,02	2,09	2,14	2,26	2,07	2,26	2,10	2,26
C15	1,33	1,27	1,47	1,19	1,53	1,51	1,73	1,48	1,50	1,81
C16	25,87	26,21	26,35	25,66	26,13	25,32	24,88	25,46	27,01	26,27
C16:1	2,88	3,16	3,19	2,97	2,81	3,01	2,90	2,97	3,00	2,72
C18	12,88	11,40	11,52	11,47	11,64	11,30	11,75	11,13	11,63	10,42
C18:1	27,12	27,58	27,83	27,97	27,34	28,01	27,64	26,46	28,21	28,08
C18:2	3,32	4,03	4,18	4,01	3,67	4,52	4,05	4,19	3,38	3,62
C18:3	2,45	2,61	2,66	2,35	2,30	2,56	2,86	3,45	2,25	2,45



En el próximo número

Obtención de concentrado proteico de chocho (*L. mutabilis*).

Elaboración de leche-quinua gelificada-saborizada.

Sustitución de calabaza (*Curcubita maxima*) en la elaboración de mermelada de guayaba (*Psidium guajaba*) y mora (*Rubus glaucus*).

Cuantificación de las pérdidas de sólidos solubles en la leguminosa "sarandaja" (*Lablad purpureus*) durante el remojo a diferentes temperaturas y en el crecimiento.

Nectar de guayaba (*Psidium guajaba*) dietético.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLOGICAS E INDUSTRIALES

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO -- FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS

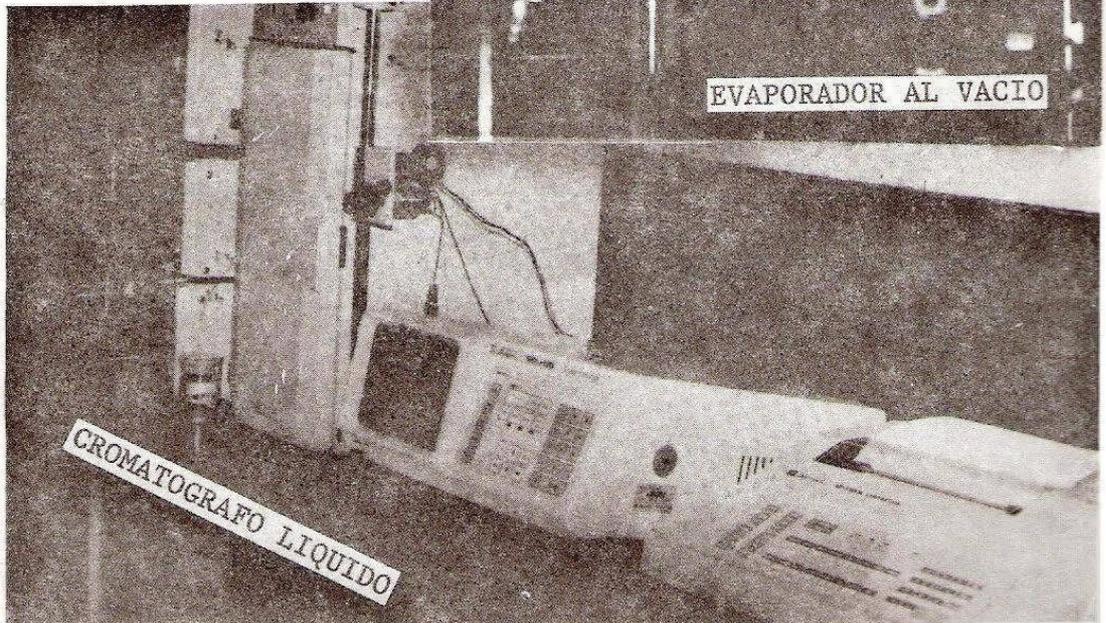
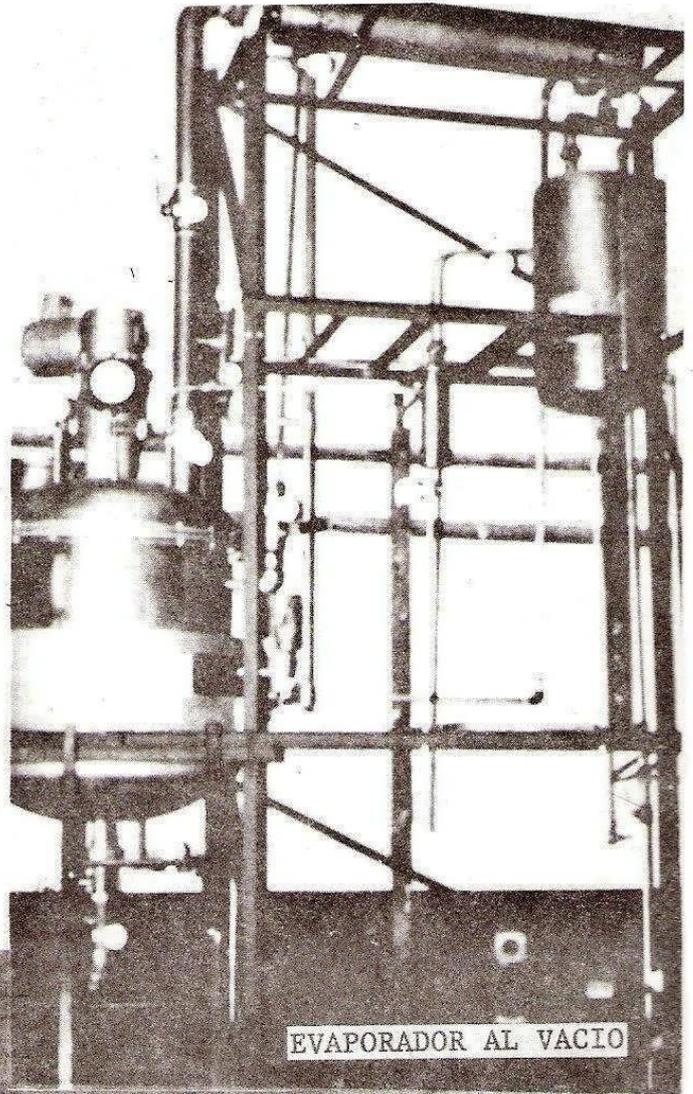
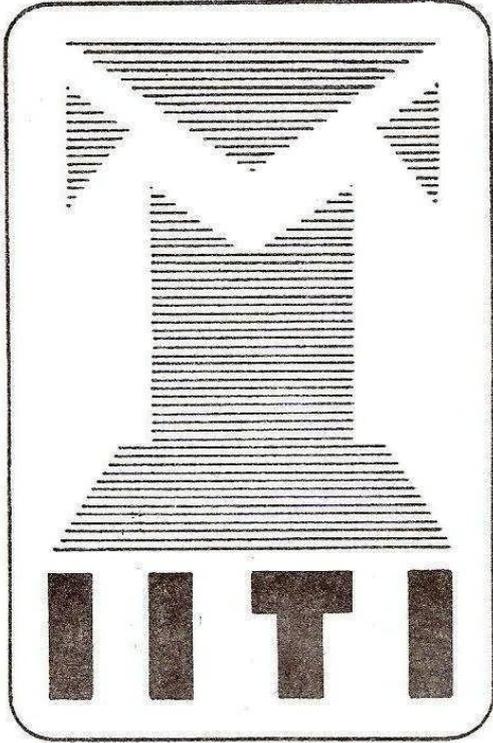
Ciudadela Ingeniero Calles Colombia y Chile

Teléfono: 52 6272

Fax: 503-2-529030

C.R. 18-01-0334

AMBATO - ECUADOR





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

Se acepta canje y donación de publicaciones