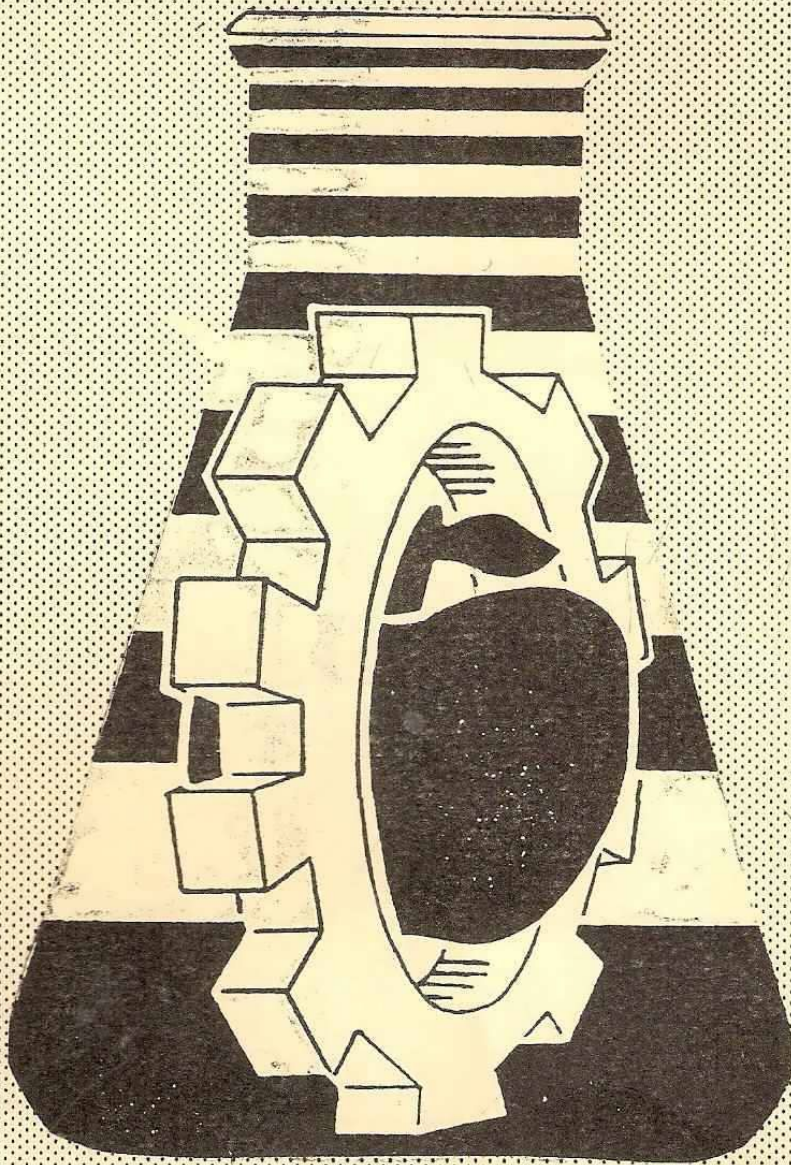


*Director*  
1013-92

# ALIMENTOS

CIENCIA E INGENIERIA



No. 1 (1)  
Agosto 1992

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 INVESTIGACIONES TECNOLOGICAS  
E INDUSTRIALES

PRESIDENTE DE V AÑO

\*\*\*\*\*

## DISEÑO Y DIAGRAMACION

Javier Salazar

## REVISION

Milton Ramos

## IMPRESION

Trajano Santana

## PORTADA

Logotipo de la Facultad de Ciencia e  
Ingeniería en Alimentos  
Marco Amaluja

## EDITORIAL

*La presente publicación espera convertirse en el informativo permanente de los graduados, analistas y profesores para presentar los resultados de estudios ante la comunidad científica, sea nacional o internacional.*

*Al presentar la revista estoy convencido que las opiniones permitirán mejorar las futuras ediciones y conocedor del aporte innovador, de los diferentes sectores, auguro un futuro de calidad para la iniciativa que nace para beneficio de las nuevas generaciones.*

*El esfuerzo de funcionarios, desde la Comisión de Publicaciones hasta el equipo de impresión, ha sido difícil por lo que han tenido que vencer pero ha sido muy hermoso por lo que han construido y la seguridad de contar con un amplio grupo humano que acepta sugerencias y reconoce errores da testimonio que nos esperan días mejores.*

*A la comunidad científica, juez supremo de la calidad de los estudios, espero que la expectativa planteada se cumpla para beneficio mutuo y reitero el compromiso de servicio para juntos construir una universidad más técnica, más humanística y más democrática.*

Hasta la revista N° 2.

César German  
DECANO

## CONTENIDO

Diseño y construcción de un prototipo de lavadora de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> W.) y estudio de eficiencia frente a otros métodos de lavado. C. Tapia, H. Cobo y E. Sánchez . . . . .	1
Estudio de la fermentación y secado de tres variedades de cacao cultivadas en el Ecuador. N. Gaibor, J. Aldás y J. Alvarado . . . . .	13
Proyecto de factibilidad para la instalación de un camal frigorífico en el Cantón Sucre. O. Hernández y F. Naranjo . . . . .	31
Obtención de aislados proteicos a partir de semillas de fréjol y arveja y determinación de su calidad nutritiva. A. Amancha, A. Ruiz y C. Vásconez . . . . .	47

# DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE LAVADORA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* W.) Y ESTUDIO DE EFICIENCIA FRENTE A OTROS METODOS DE LAVADO

Carlos Tapia\*  
Hernán Cobo\*  
Eduardo Sánchez\*\*

## RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló como parte del Proyecto de Investigación "Procesamiento de la Quinoa en Ecuador", con el auspicio del CIID de Canadá. Se diseñó y construyó una máquina lavadora de quinoa con el propósito de superar uno de los principales problemas que afectan a los pequeños agricultores y amas de casa en lo referente al lavado de la quinoa. Esta operación permite eliminar el componente amargo denominado "saponina", el mismo que representa un verdadero problema y obstáculo para su consumo en la alimentación.

La materia prima que se utilizó fue quinoa amarga de la variedad "COCHASQUI", ya que esta junto con la variedad "IMBAYA", presentan el mayor contenido de saponina de entre otras variedades.

Se adaptaron máquinas para la separación de la saponina presente en el grano tanto por vía húmeda como por vía seca. Para el primer caso se utilizaron la Licuadora Industrial, la Refinadora de Pulpas Langsemkamp y la Lavadora Manual (Prototipo Construído); y para el segundo caso la Escarificadora del INIAP.

Se trabajó con las cargas de 2, 4 y 6 kg; y con los tiempos de 2, 3 y 4 minutos para todos los casos y en todas las máquinas con la finalidad de comparar la eficiencia del proceso de lavado. Para ello se tomó como variable fundamental de estudio la cantidad de saponina eliminada en cada uno de los tratamientos; además se efectuaron análisis de proteína, daño mecánico y humedad. Las variables se expresaron como: cantidad de saponina eliminada, en mg/g de peso fresco, porcentaje de pérdida de proteína, porcentaje de daño mecánico y porcentaje de absorción de agua. A estas variables se aplicó un diseño factorial; a los casos que presentaron diferencias significativas entre los valores se aplicó la Prueba de Diferencia Significativa de Tukey.

Con los datos obtenidos en las pruebas correspondientes se llegó a calcular la eficiencia y rendimiento en cada uno de los tratamientos en las diferentes máquinas, alcanzándose una mayor eficiencia en la licuadora industrial; así como un buen rendimiento.

En cuanto a lo económico, el equipo que presentó costo más bajo de desaponificación por kilogramo de quinoa fue la licuadora industrial.

El mejor tratamiento encontrado en este estudio al analizar los resultados correspondió a la licuadora industrial con una carga de 6 kg y el tiempo de 4 minutos; al mismo que a más de los análisis antes señalados se aplicó un análisis proximal.

---

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

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

## 1. INTRODUCCION

### 1.1. Justificación

Uno de los limitantes para la utilización directa de la quinua en la elaboración de alimentos e industrialización es la presencia de las saponinas en las capas externas del grano; estos compuestos le confieren el sabor amargo al producto, y para eliminarlos es necesario lavar los granos con abundante agua. Esta práctica es muy común entre los agricultores y pequeños comerciantes lavadores quienes realizan la labor en forma muy rudimentaria; esto es, generalmente con agua fría y frotando los granos entre las manos hasta que la espuma desaparezca, o friccionando al grano en superficies ásperas utilizando suficiente agua. Estos métodos tradicionales de lavado son muy laboriosos y consumen bastante tiempo lo cual contribuye al encarecimiento del producto; además de ser responsables de que la calidad del mismo carezca de uniformidad.

El proceso de lavado tradicional de la quinua es bastante rústico, siendo responsable del bajo nivel de industrialización; y aunque su producción aumente, su utilización industrial siempre estará limitada por el proceso de lavado de los granos. Por lo tanto, el esfuerzo encaminado a resolver el problema del sabor amargo, desarrollando un proceso para eliminarlo es "fundamental" y constituye una gran contribución para aumentar la disponibilidad de alimentos.

En vista de la tendencia al consumo de quinua en el País en los últimos años y puesto que es muy rica en proteína, es necesario tenerla libre de saponinas mediante un adecuado lavado; para ello se ha construido un prototipo de lavadora de quinua.

### 1.2. Objetivos

#### Objetivos Generales

- Contribuir al área de Tecnología de Alimentos con el diseño y construcción de equipos para el mejor aprovechamiento de los productos andinos en el País.
- Aportar a la pequeña industria con un cereal libre de saponinas para su utilización inmediata en la elaboración de diferentes productos.

#### Objetivos Específicos

- Construir un prototipo de lavadora de quinua.
- Estudiar la eficiencia del prototipo frente a otros equipos de lavado.
- Estudiar el proceso de lavado de quinua y la calidad final del producto.

### 1.3. Quinua, morfología del grano

La quinua es un grano pequeño, de un diámetro de 1,4 a 2,2 mm. Sus semillas pueden ser de color blanco, amarillo, naranja, café, rojo, rosa, púrpura y aún negro. La semilla esta cubierta por una capa delgada conteniendo una sustancia amarga llamada saponina que es eliminada en forma de espuma cuando la quinua es lavada o deshollejada. El lavado de la quinua remueve su color inicial, dejando el grano blanco, listo para usar.

En cuanto a la morfología del grano, el pericarpio del fruto se encuentra adherido a la semilla, presenta alveólos y en algunas variedades se pueden separar fácilmente. Pegado al pericarpio se encuentra la saponina, que le transfiere el sabor amargo.

PROMEDIO DE LOS VALORES NUTRICIONALES  
EN LOS GRANOS DE QUINUA

Componente	Promedio (%)
Humedad	12,65
Proteína	13,81
Grasa	5,01
Cenizas	3,36
Hidratos de carbono	59,74
Celulosa	4,38
Fibra	4,14

La semilla esta envuelta por el episperma en forma de una membrana. El embrión está formado por los cotiledones y la radícula que se constituye en la mayor parte de la semilla que envuelve al episperma como un anillo. El episperma es almidonoso y normalmente de color blanco. La composición química según Weende se muestra en el cuadro anterior.

## 2. MATERIALES Y METODOS

### Materiales

- Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*), variedad "COCHASQUI"
- Bandejas de madera con malla de fibra de vidrio de 100x80x8 cm
- Balanza analítica OERTLING 79-8125-UA
- Balanza PELOUZE modelo S-30, capacidad 30 kgx100 g
- Tubos bacteriológicos tapa rosca 16\*150 mm
- Material de vidrio y reactivos
- Recipientes plásticos, capacidad 73 litros
- Digestor y equipo MICROKJELDAHL
- Determinador de fibra LABCONCO 47518
- Estufa
- Estereoscopio 10X GRAF APSCO
- Cronómetro
- Estructura de madera para bandejas
- Microespátula
- Muffa THERMOLINE FD-1525-M
- Determinador de grasa LABCONCO 40371

### Equipos para el proceso de lavado (Ver Figura 1)

#### Para el proceso húmedo

- Licuadora industrial
- Refinadora de pulpas Langsemkamp
- Lavadora manual (Prototipo construido)

#### Para el proceso seco

- Escarificadora del convenio CIID-INIAP-UTA

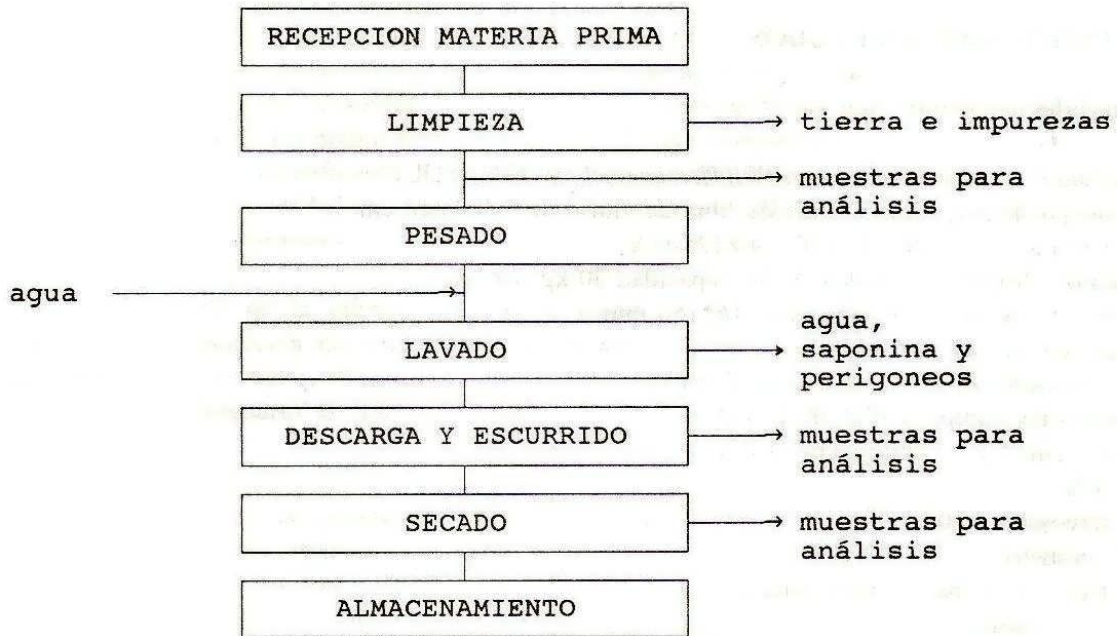
## 2.2. Metodología

### Método de Lavado Húmedo

En el siguiente diagrama de flujo, se puede apreciar el proceso de lavado.

Es necesario indicar que se trabaja con 2, 4 y 6 kg de carga y tiempos de 2, 3 y 4 minutos de lavado. Además un tiempo de escurrido de 5 minutos y un proceso de secado natural.

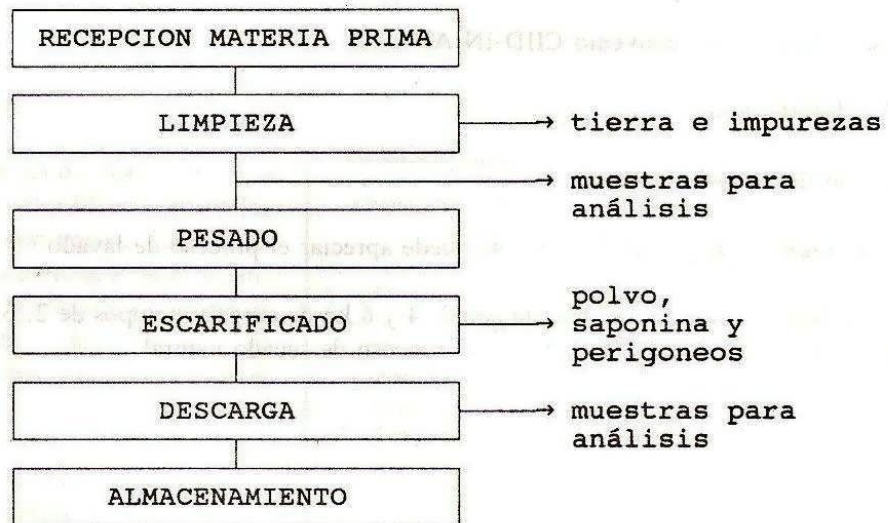
DIAGRAMA DE FLUJO PARA LAVADO DE QUINUA EN LA LICUADORA INDUSTRIAL, REFINADORA DE PULPAS LANGSEMKAMP Y LAVADORA MANUAL (PROTOTIPO CONSTRUIDO)



**Método de Lavado Seco**

En el siguiente diagrama de flujo se puede observar la secuencia para la eliminación de saponina de la quinua mediante éste método.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA ELIMINACION DE SAPONINA EN LA ESCARIFICADORA DEL CONVENIO CIID-INIAP-UTA



Se trabaja con las cargas y tiempos antes mencionados.

## 2.3. Métodos de Análisis

### Métodos físicos

- Humedad	NORMA INEN 1235
- Eficiencia del lavado	Relación de pesos b.s.
- Daño mecánico	Método visual con estereoscopio 10X
- Saponina	NORMA INEN 1672
- Cenizas	Método R. Lees en mufla

### Métodos químicos

- Proteína	Método Microkjeldahl 14.068 AOAC
- Fibra	Método 14.065 (7056) AOAC
- Extracto etéreo	Método Goldfish 14.067 (7.056) AOAC

## 2.4. Diseño Experimental

Se aplicó un diseño de tres factores: AxBxC; con dos replicaciones, se utilizó como medida de respuesta el contenido de saponina.

FACTORES	NIVELES	REPLICACIONES
A:Tipos de máquinas	4(LI, RPL, LM, EI)	R1. R2
B:Carga	3(2, 4 y 6 kg)	
C:Tiempo	3(2, 3 y 4 min.)	

### Explicación

LI	= Licuadora industrial
RPL	= Refinadora de pulpas Langsemkamp
LM	= Lavadora manual (Prototipo construido)
EI	= Escarificadora del INIAP

## 3. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En la tabla N° 1 se reportan los resultados promedios de dos replicaciones de las variables: saponina eliminada, pérdida de proteína, daño mecánico y absorción de agua. La diferencia es significativa entre equipos, carga y tiempo de tratamiento. El equipo más eficiente tomando como base la cantidad de saponina eliminada es la licuadora industrial con la carga de 6 kg y 4 minutos de tratamiento, así como la absorción de agua y pérdida de proteína son menores que en los otros equipos.

En la tabla N° 2 se puede observar la capacidad de procesamiento para cada uno de los equipos y tratamientos. Si se toma como base el mejor tratamiento en cada una de las máquinas, la lavadora manual y licuadora industrial en su orden presentan una mayor cantidad de pérdidas; sin embargo, en la licuadora industrial se produce una mayor eliminación de saponina que en la lavadora manual debido a que en la primera el sistema es accionado por un motor. La mayor pérdida en la licuadora industrial se debe a que esta elimina mayor cantidad de perigoneos, saponina y demás impurezas que contiene la quinua, obteniéndose un producto limpio y listo para consumir, situación contraria a la de la escarificadora y refinadora de pulpas Langsemkamp donde las pérdidas son menores, y el producto obtenido no esta listo para el consumo

La licuadora industrial es la que menos cantidad de agua utiliza en comparación con los demás equipos que utilizan vía húmeda y con respecto a los mejores tratamientos en cada uno de ellos. En la Tabla N° 3 se reporta el análisis proximal de este tratamiento considerado el mejor.



En la Tabla N° 4 se presenta el costo de operación en la desaponificación de quinua de cada una de las máquinas si se toma como base el mejor tratamiento en carga y tiempo en cada una de ellas con respecto a la respuesta de cantidad de saponina eliminada. Se observa que el costo más económico para desaponificar quinua es el que se obtiene en la licuadora industrial, en cambio el valor de costo para la escarificadora es el más alto, si bien no se requiere un secado posterior, en cambio al producto obtenido es necesario aplicarle otro tratamiento, tal vez la misma escarificadora o un desaponificado por vía húmeda para que el producto este listo para el consumo. La lavadora manual presenta un valor de costo ligeramente inferior a la escarificadora, pero puede ser presentada como una alternativa para los pequeños agricultores, quienes hasta el momento no disponen de ningún mecanismo para lavar quinua; sólo usan el método tradicional que es lavar manualmente friccionando el grano entre sus manos y con abundante agua hasta que la espuma desaparezca.

### 3.1. Diseño de la Lavadora Manual

#### Criterios de diseño

##### a. Justificación

El proceso tradicional de lavado requiere de mucho tiempo y es muy laborioso, razón por la cual se ha visto la necesidad de diseñar y construir un equipo de lavado de quinua que permita una buena remoción de las saponinas y sea de fácil acceso y manejo a los pequeños agricultores.

##### b. Selección del equipo

La agitación y turbulencia constituyen dos factores fundamentales para obtener buenos resultados en el lavado, por lo que se diseñó un equipo en el que se consideraron los dos factores.

##### c. Criterios de dimensionamiento

Los agricultores lavan pequeñas cantidades de quinua utilizando el método tradicional; en cambio en el prototipo construido se procesan 36 kg/h, lo que satisface los requerimientos en aquellos. El material usado en la construcción del prototipo es madera resistente a la humedad, de bajo costo y de fácil adquisición en el mercado.

Mediante cálculos se determinaron las diferentes partes constitutivas del prototipo. Estas son:

Volumen	: 0,085 m <sup>3</sup>
En caso de requerir motor la potencia es	: 0,25 hp
Número de dientes piñón A	: 30
Número de dientes piñón B	: 60
Diámetro del eje A	: 1,29 plg
Diámetro del eje B	: 2,35 plg

### 3.2. Costo de Construcción de la Lavadora Manual

Materiales y accesorios	\$ 16.880
Mano de obra	\$ 6.000
TOTAL	\$ 22.880

### 3.3. Selección del Mejor Tratamiento

El mejor tratamiento se seleccionó en base a la variable principal de estudio: cantidad de saponina eliminada (mg de saponina/g de peso fresco). El mismo que está dado para la licuadora industrial con la carga de 6 kg y el tiempo de 4 minutos.

### 3.4. Conclusiones

La máquina lavadora de quinua (prototipo construido) se encuentra funcionando con buenos resultados, como para sustituir el método de lavado tradicional utilizado desde hace muchos años atrás por los agricultores, cumpliendo con el propósito central establecido al principio del presente trabajo, esto es, diseñar y construir un equipo que permita un mejor aprovechamiento de la quinua, así como el de obtener un beneficio eficiente de la misma.

Para diseñar y construir la máquina prototipo se pensó fundamentalmente en utilizar implementos y materiales económicos y fáciles de conseguir en los mercados locales, lo cual permitió darle una estructura simple a bajo costo.

El funcionamiento de la máquina es sencillo, fácil de entender, y para accionar la misma no se necesita de una preparación compleja. Esta característica permitirá su aceptación en el campo para incentivar la producción de quinua, así como su utilización directa.

Para el proceso de lavado de quinua se requiere de un volumen de agua considerable que debe ser removida continuamente para eliminar la saponina en el menor tiempo posible y así evitar que la saponina disuelta en el agua ingrese a la estructura interna del grano, lo cual sería perjudicial. De ahí que el tiempo de lavado en este estudio se estableció en 4 minutos. Además, al ser corto el tiempo de contacto de la quinua con el agua se favorece el secado posterior.

Del análisis estadístico aplicado se establece que la licuadora industrial presenta supremacía sobre el resto de equipos ensayados y lavado tradicional, tanto para eliminar saponina como para disminuir la humedad en el grano; además de garantizar la calidad final del producto.

### 3.5. Recomendaciones

Con el propósito de aumentar el rendimiento en el prototipo construido y evitar el cansancio físico, se puede acoplar a la máquina un pequeño motor de 1/4 hp, potencia que se determinó mediante cálculos, con lo que se facilitaría el proceso de lavado.

La máquina construida se recomienda sea utilizada por los pequeños agricultores para así reemplazar el sistema tradicional de lavado.

La lavadora de quinua deberá ser instalada, en lugares en donde se disponga de suficiente agua limpia, de preferencia que sea potable, con el objeto de evitar contaminaciones microbianas en el producto final.

Al ser las saponinas un producto de innumerables aplicaciones industriales, como en: cosmetología, farmacología, jabonería, componentes de extinguidores de incendio, etc.; el lavado podría ser una buena fuente para proveer de materia prima a dichas industrias.

Del estudio realizado se recomienda usar la licuadora industrial (mejor tratamiento), a nivel de pequeña industria.

## 4. BIBLIOGRAFIA

Arias, V. y Nieto, C. Desarrollo de una máquina prototipo para el lavado y secado de la quinua.

Cardoso, A. y Romero, J. El cultivo de la quinua en Colombia y Ecuador. Bogotá, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas IICA. Ed. IICA. Colombia. 1979. pp. 156-157.

INIAP. Reunión Nacional Sobre Producción Uso y Comercialización del Cultivo de la Quinua. Memorias. (Convenio CIID-CANADA) Estación Experimental Santa Catalina, Quito-Ecuador. 1987.

- Luzuriaga, P. Introducción y adaptación de 24 cultivos de quinua en la provincia de Chimborazo. Tesis Ing. Agr. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Facultad de Ingeniería Agronómica. 1980. 104 p.
- PROQUINUA. Quinua "the ultragrain". Asociación Nacional de Productores de Quinua. Quito-Ecuador. 1989. Folletos de difusión.
- Romero Rodriguez J. A. Evaluación de las características físicas, químicas y biológicas de ocho variedades de Quinua (*Chenopodium quinoa willd*), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala. 1981. pp. 14-27.
- Tapia, M. Quinua Cultivos Andinos Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. CIID, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas IICA. Ed. IICA. Bogotá-Colombia. 1979. pp. 12-63 y 149-182.
- Tapia, M. Industrialización de la Quinua. En: Curso de Quinua. Puno 16 de abril 1977. Memoria. IICA, Publicaciones Misceláneas N° 170. 1977. pp. 172-174.
- Torres, H. A. y Minaya, L. Escarificadora de Quinua Diseño y Construcción, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas Oficina en Perú. Publicación Miscelánea N° 243. 1980.
- Vietmeyer, N. y Dafforn, M. Lost Crops of the Incas. Little Know Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation. Report of an Ad Hoc Panel of the Advisory Committes of Technology Innovation. Board on Science and Technology for International Development. National Research Council. Washington, 1989. p. 149-161.
- Zavaleta, R. y Col. (1982) Estudio de Tecnología de Desamargado de Quinua y Análisis de Saponina. Ministerio de Planeamiento y Coordinación. Junta del Acuerdo de Cartagena Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico en el Area de los Alimentos PADT-Alimentos Bolivia. 1982. p. 30.

TABLA Nº 1. RESULTADOS DE ANALISIS DE SAPONINA ELIMINADA, PERDIDA DE PROTEINA, DAÑO MECANICO Y ABSORCION DE AGUA DE QUINUA DESAPONIFICADA EN VARIOS EQUIPOS<sup>b</sup>

EQUIPOS	CARGA (kg)	TIEMPO (min)	SAPONINA ELIMINADA (mg/g <sup>c</sup> )		PERDIDA DE PROTEINA (%)		DAÑO MECANICO (%)		ABSORCION DE AGUA (%)	
			R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
Licuadora industrial	2	2	3.26	3.32	0.55	0.39	0.475	0.515	12.74	12.83
	2	3	3.52	3.52	0.94	1.03	0.530	0.525	15.96	16.17
	2	4	3.61	3.58	0.73	0.98	0.850	0.850	18.08	18.07
	4	2	3.33	3.26	1.03	1.17	0.485	0.485	16.29	16.29
	4	3	3.46	3.52	1.25	0.99	0.790	0.790	16.48	16.44
	4	4	3.52	3.49	1.50	1.95	0.915	0.830	16.78	16.69
	6	2	3.36	3.39	0.36	0.28	0.775	0.650	19.08	18.87
	6	3	3.58	3.62	0.79	0.73	0.890	0.890	18.36	18.13
6	4	3.65	3.65	1.32	1.10	0.930	0.990	19.23	19.18	
Refinadora de pulpas Lansenkamp	2	2	1.59	1.52	0.97	0.90	1.270	1.210	17.43	16.87
	2	3	3.26	3.30	0.27	0.27	7.370	7.310	21.48	21.03
	2	4	3.39	3.39	1.24	1.32	8.850	8.930	25.46	25.52
	4	2	1.07	1.08	0.68	0.58	1.080	1.220	17.06	17.65
	4	3	2.62	2.62	0.82	0.73	4.200	4.300	22.04	22.40
	4	4	3.33	3.39	1.71	1.45	7.410	7.350	24.46	24.12
	6	2	1.60	1.65	1.52	1.45	8.500	8.590	10.22	10.22
	6	3	1.84	1.85	3.33	3.24	5.000	5.020	20.72	20.80
6	4	2.42	2.49	3.48	3.67	7.040	7.050	23.15	23.10	
Lavadora manual (Prototipo construido)	2	2	1.50	1.40	1.84	1.59	0.315	0.330	24.20	24.06
	2	3	2.30	2.20	0.77	1.08	0.395	0.400	24.65	24.77
	2	4	2.70	2.80	1.75	0.99	0.460	0.465	25.30	25.10
	4	2	1.97	1.92	0.56	0.88	0.225	0.230	21.34	21.12
	4	3	2.17	2.11	0.91	0.85	0.480	0.445	22.29	22.41
	4	4	2.69	2.56	1.36	1.33	0.595	0.605	23.63	23.46
	6	2	1.52	1.46	0.75	0.58	0.250	0.250	21.89	21.84
	6	3	2.49	2.50	1.42	1.73	0.590	0.500	22.38	22.23
6	4	2.56	2.69	2.20	1.98	0.750	0.800	25.17	25.03	
Escarificadora del INIAP	2	2	1.78	1.71	0.92	0.92	3.630	3.610	-	-
	2	3	2.03	2.15	1.57	1.39	4.520	4.700	-	-
	2	4	3.01	2.71	1.58	1.17	5.550	5.520	-	-
	4	2	1.13	1.65	1.77	1.34	4.550	4.410	-	-
	4	3	2.16	1.85	1.39	1.43	4.390	4.370	-	-
	4	4	2.70	2.80	2.33	2.06	4.420	4.440	-	-
	6	2	0.23	0.10	0.64	0.65	2.310	2.670	-	-
	6	3	1.00	1.08	1.32	1.34	3.580	3.260	-	-
6	4	2.69	2.49	1.35	1.68	2.960	3.040	-	-	

<sup>b</sup> Los resultados son promedio de dos replicaciones<sup>c</sup> Peso fresco

R Replicación

TABLA N° 2. RESULTADOS DE LA CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO DE QUINUA DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS EN CADA UNO DE LOS EQUIPOS

EQUIPOS	CARGA (kg)	TIEMPO DE LAVADO		AGUA UTILIZADA (lt)	PESO QUINUA LAVADA (kg)	PERDIDA MAS IMPUREZAS (%)	EFICIENCIA (%)	RENDIMIENTO (kg/h)
		PROCESO (min)	TOTAL (min)					
Licadora industrial	6	4	12	95.0	6.95	9.63	90.38	30.00
Refinadora de pulpas Langsemkamp	2	4	11	75.5	2.68	5.89	94.12	10.91
Lavadora manual (Prototipo construido)	2	4	10	123.0	2.40	14.06	85.95	11.46
Escarificadora del INIAP	2	4	6.5	-	1.88	6.25	93.75	18.57

TABLA N° 3. ANALISIS PROXIMAL DEL MEJOR TRATAMIENTO<sup>c</sup>

PROTEINA N*6.25 (%)	GRASA (%)	FIBRA (%)	CENIZAS (%)	HUMEDAD (%)	CARBOHIDRATOS <sup>d</sup> (%)
15.20	4.91	3.39	2.85	12.62	61.03

<sup>c</sup> Los valores son promedios de dos replicaciones

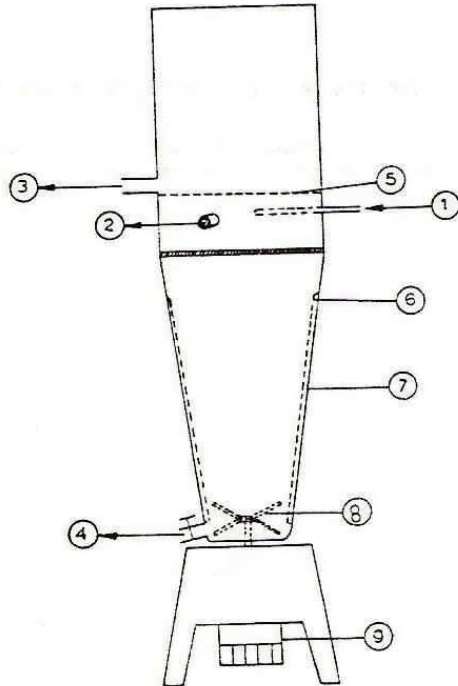
<sup>d</sup> Obtenido por diferencia

TABLA N° 4. COSTO DE DESAPONIFICACION DE UN KILOGRAMO DE QUINUA

DETALLE	LICUADORA 3450 RPM	REFINADORA DE PULPAS LANGSEMKAMP	LAVADORA MANUAL PROTOTIPO CONSTRUIDO	ESCARIFICADORA DEL INIAP
- Capacidad (kg)	6	2	2	2
- Lavado diario (8 horas) (kg)	240	80	96	144
- Capacidad mensual (21 días) (kg)	5040	1680	2016	3024
- Capacidad anual (12 meses) (kg)	60480	20160	24192	36288
Costos fijos:				
- Amortización anual (5 años) (\$)	57600	50000	6000	440000
- Instalaciones (15% precio maquina amortizada a 5 años) (\$)	8640	7500	900	66000
Costos variables:				
- Reparación y repuestos (40% precio 5 años) (\$)	23040	20000	2400	176000
- Energía eléctrica (8 \$/kw-h) (Consumo anual) (\$)	6008	6008	-	-
- Combustible (Consumo anual) (\$)	-	-	-	244984
- Agua (12 \$/m <sup>3</sup> ) (Consumo anual) (\$)	11491	9133	17854	-
- Salario operador (1167 \$/día) (\$)	420120	420120	420120	420120
Costo de desaponificación por kg de quinua	8.71 \$/kg	25.44 \$/kg	35.50 \$/kg	37.12 \$/kg
- Tiempo total proceso (minutos)	12	11	10	6.5
- Número de paradas (por hora)	5	5	6	9
- kw-h/día	2.98	2.98	-	-
- kw-h/año	750.96	750.96	-	-
- Galones/h	-	-	-	0.98
- Galones/día	-	-	-	3.13

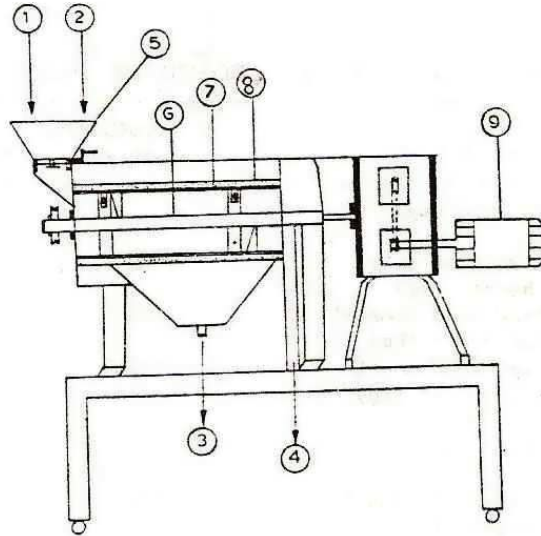
FIGURA N° 1. EQUIPOS PARA EL PROCESO DE LAVADO

ESQUEMA DE LA LICUADORA INDUSTRIAL



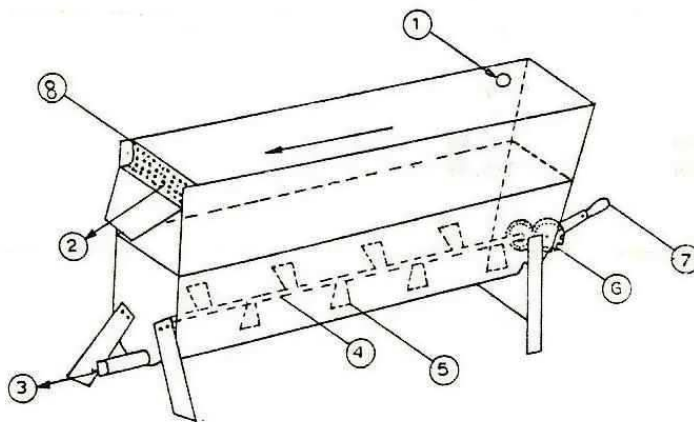
- |                                |                             |
|--------------------------------|-----------------------------|
| 1. Entrada de agua             | 6. Deflector                |
| 2. Salida de perigoneos        | 7. Vaso de licuadora        |
| 3. Salida de saponina y agua   | 8. Aspas de fibra de vidrio |
| 4. Descarga de producto lavado | 9. Motor                    |
| 5. Tamiz                       |                             |

ESQUEMA DE LA REFINADORA DE PULPAS LANGSEMKAMP



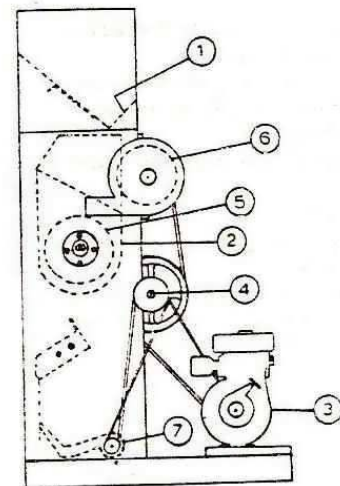
- |                              |            |
|------------------------------|------------|
| 1. Entrada de producto       | 6. Eje     |
| 2. Entrada de agua           | 7. Paletas |
| 3. Salida de saponina y agua | 8. Tamiz   |
| 4. Descarga de producto      | 9. Motor   |
| 5. Tolva de alimentación     |            |

ESQUEMA DE LA LAVADORA MANUAL (PROTOTIPO CONSTRUIDO)



- |  |            |             |
|--|------------|-------------|
| 1. Entrada de agua                       | 4. Eje     | 7. Manivela |
| 2. Salida de saponina, agua y perigoneos | 5. Paletas | 8. Tamiz    |
| 3. Descarga de producto                  | 6. Piñones |             |

ESQUEMA DE LA ESCARIFICADORA DEL INIAP



- |                           |
|---------------------------|
| 1. Tolva de alimentación  |
| 2. Cámara de escarificado |
| 3. Motor                  |
| 4. Eje principal          |
| 5. Piedras abrasivas      |
| 6. Rodete aspirador       |
| 7. Ventilador             |

# ESTUDIO DE LA FERMENTACION Y SECADO DE TRES VARIETADES DE CACAO CULTIVADAS EN EL ECUADOR

Nancy Gaibor\*  
Jorge Aldás\*  
Juan Alvarado\*\*

## RESUMEN

Las labores de fermentación y secado de las almendras de cacao se vienen realizando en la misma forma tradicional que las demás prácticas de cultivo. En las épocas en que el 100% de los cacaotales cultivados fué constituido por el tipo de cacao Nacional, el sistema de amontonar las almendras durante la noche, y extenderlas para su secamiento durante el día producía excelentes resultados, pero existen cambios en los tipos de cacaos cultivados. Los cacaos trinitarios presentan diferentes requerimientos para su beneficio.

El cacao cultivado actualmente en el país, se lo puede catalogar como del tipo Criollo, con un pequeño cruzamiento con el tipo Trinitario proveniente de Venezuela. Lo que está demostrado por muchas características examinadas en este estudio, así el tiempo mismo que tarda en fermentarse, que a su vez está gobernado por la cantidad de pulpa presente en la semilla, el contenido de alcaloides, la acidez baja del cacao, entre otras.

Este estudio se realizó con las variedades más representativas cultivadas actualmente en el Ecuador y se determinó que se requiere tiempos de 72 horas cuando se trata de la variedad Morado, 64 horas para la variedad Amarillo y 84 horas para una variedad recientemente introducida al cultivo por el INIAP, conocida con el nombre de Clonal o Híbrido.

Se estudió la temperatura del ambiente de fermentación debido a la gran variabilidad de climas existentes en el país, así se planteó conocer la influencia de la temperatura, específicamente sobre el desarrollo de la fermentación y consecuentemente la calidad del cacao obtenido. Y también como alternativa tecnológica para acelerar el proceso fermentativo.

Inicialmente el estudio se desarrolló con las tres variedades de cacao a las tres temperaturas del ambiente de fermentación.

Con el fin de estudiar el efecto de la utilización de hojas de banano en la fermentación, se llevó a cabo también con las tres variedades, pero a la mejor temperatura de fermentación; 30 °C.

En todas las fermentaciones efectuadas se hizo un seguimiento de: pH en pulpa, pH en cotiledón, acidez en pulpa, acidez en cotiledón, sólidos solubles en pulpa, temperatura de la masa en fermentación, índice de permanganato, y cambio en el contenido de teobromina-cafeína.

De acuerdo a un análisis detenido a cada uno de los parámetros estudiados se determinó que la mejor temperatura en que se puede fermentar es 30 °C, pues es donde se provocan los cambios deseados en la semilla hasta su transformación en almendra. También se logró definir que el uso de hojas de banano tiene un efecto favorable pues permite disminuir el tiempo de fermentación sin provocar mayores cambios en las características de calidad.

---

\* 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



En ciertas zonas del país, especialmente en las más lluviosas y húmedas, existen problemas para secar el cacao, lo cual origina la aparición de hongos en las almendras, y en consecuencia el precio de venta del producto disminuye. De ahí la necesidad de usar un secado artificial complementario o total, pero existe cierto temor a su uso ya que cuando no es bien realizado provoca pérdida de calidad en el producto. Fue indispensable probar que el secado artificial puede solucionar aquello, sin el temor de perder calidad organoléptica, en comparación con un secado natural muy bien efectuado.

En este estudio se usan las siguientes condiciones: temperatura del aire 60 °C, y una velocidad del aire de 0,5 m/s con lo que se garantiza un cacao de calidad y de características organolépticas muy similares al obtenido con secado natural.

## INTRODUCCION

El cacao (*Theobroma cacao*), originario de América, es otro de los grandes aportes del trópico americano al mundo. Desde fines del siglo XVI, el cacao se cultiva en la mayoría de las regiones tropicales de América Central y del Sur, así como en varias islas del Caribe y principalmente en Trinidad.

Los cacaos cultivados son muy diversos en cuanto a características de color, dimensiones y forma del fruto, y de las semillas. Así como del tratamiento postcosecha designado con los nombres de 'preparación, beneficio o cura'; responsable de la formación correcta de los precursores del sabor y el aroma a chocolate.

El beneficio de las almendras de cacao es el factor más importante en el desarrollo del sabor a chocolate y el aroma típico de cada variedad de cacao.

En general, hay varias maneras de fermentar el cacao. Los métodos más comunes son: en montón, en cajones, en canastas, en sacos, en fundas, en gavetas Rohan. Es una modificación de este último el sistema usado en el presente estudio.

## JUSTIFICACION

El cacao cultivado en Ecuador bajo el nombre de cacao "Nacional" se distingue de todas las especies de cacao cultivadas en el mundo, debido a que desarrollan un aroma particular muy apreciado por los usuarios puesto que proporciona un producto de excelente calidad que es responsable de la reputación de los cacaos designados comercialmente con el nombre de "Arriba" y se distinguen en el mercado con una prima.

Con el objeto de obtener plantaciones mas resistentes a las plagas y enfermedades se introdujeron variedades de cacao Forastero y Trinitario de procedencia venezolana, los mismos que al aplicar los métodos tradicionales de preparación dan como resultado un producto de calidad mediocre. Lo cual provoca la necesidad de desarrollar estudios tendientes a mejorar el tratamiento postcosecha de las nuevas variedades cultivadas en el país; como única posibilidad de mantener la participación en el mercado mundial por la sobre oferta de cacao con las calidades media y baja.

## OBJETIVOS

### General

Estudiar la fermentación de tres variedades de cacao cultivadas en el Ecuador por el método de "gavetas Rohan" modificado y el secado natural y artificial.

## Específicos

Estudiar el efecto de la temperatura del ambiente de fermentación y de la variedad del cacao sobre: el pH en la pulpa y en los cotiledones, acidez total en la pulpa y en los cotiledones, sólidos solubles en la pulpa, el contenido de teobromina-cafeína y el tiempo de fermentación.

Establecer las relaciones matemáticas de los cambios más importantes medidos en el proceso fermentativo con respecto al tiempo.

Estudiar el efecto de dos condiciones de fermentación: con y sin hojas de banano, para los mejores seleccionados del proceso fermentativo.

Establecer el efecto de dos condiciones de secado para las fermentaciones efectuadas con los mejores tratamientos, sobre las características químicas (acidez total, acidez volátil y pH) y características organolépticas (grado de amargor, acidez organoléptica y aroma).

## REVISION BIBLIOGRAFICA

### Antecedentes

La investigación científica sobre curado de cacao empieza a mediados de siglo, evidenciándose en artículos escritos por diferentes autores, quienes establecieron que durante la fermentación suceden procesos microbiológicos en el tejido que cubre a las semillas y que causan la muerte de las mismas, encontraron también que durante el secado ocurría un empardeamiento enzimático de los tejidos y lo denominaron fermentación interna.

Posteriormente la experiencia demostró que el tostado de cacao seco y no fermentado, no proporcionaba las características deseadas.

### Orígen y Distribución

El cacao, *Theobroma cacao*, es una planta de origen americano. Debido al sistema de vida nómada que siempre llevaron los primeros habitantes de este continente se hace imposible decir a ciencia cierta cual fue el lugar de origen exacto.

De acuerdo a diversos autores, los cultivos de cacao se encuentran distribuidos en las zonas tropicales amazónicas donde crecen en semisombra y altas humedades, pero variedades salvajes también se presentan desde México hasta Perú.

Otra área importante es la cuenca del río Orinoco donde también se encontraron tipos genéticos muy valiosos.

Actualmente se cultiva cacao en todos los países que disponen de tierras tropicales húmedas. Los españoles y los portugueses se pueden considerar como los principales promotores de la expansión del cacao.

### Producción de Cacao en el Ecuador

La era de la pepa de oro se ubicó en un período sin precedentes de crecimiento mundial del comercio internacional.

Para inicios de siglo XX, el Ecuador ocupa el primer lugar en la exportación mundial del cacao y obtiene un conjunto de rentas diferenciales, gracias a una serie de condiciones naturales que le permitieron desde tempranas épocas especializarse en dicho cultivo.

En cuanto a zonas de producción se refiere, el 87 % de los cacaotales están ubicados en las provincias de: Los Ríos, Guayas, Manabí, El Oro y el 13 % restante en las provincias de Esmeraldas, Cotopaxi, Bolívar, Pichincha

y Azuay.

La zona del "Arriba" ocupa propiamente el "sistema" superior del río Guayas, donde éste comienza a llamarse Babahoyo.

Administrativamente la zona del Arriba comprende los cantones de: Pueblo Viejo, Baba, Vines, Babahoyo, Urdaneta, Quevedo, Ventanas en la provincia de los Ríos, además de ciertas zonas de los cantones Milagro, Yaguachi, Naranjito, Naranjal, y Zamborondón.

En la zona del Arriba se producían dos clases de cacao: el "superior de cosecha" ó "Arriba superior" cosechado en la estación lluviosa (marzo y abril) y el "época" ó "Arriba corriente" producido en la estación seca y menos calurosa (mayo a enero). El cacao "superior de cosecha" era el más apreciado por los fabricantes de chocolates, por el sabor y cualidades de la almendra.

### Botánica

Según Minifie (1982), las semillas de cacao comercial son semillas del árbol de la especie Theobroma cacao L. y el género Theobroma consiste de unas veinte especies de pequeños arbustos y árboles (familia Sterculiaceae).

El Theobroma cacao es el único de valor comercial y esta especie está subdividida en dos grupos principales, llamados "Criollo" y "Forastero", pero hay un tercer grupo conocido como "Trinitario", el cual es básicamente un cruzamiento entre criollo y forastero.

## MATERIALES Y METODOS

### Diseño Experimental

1. Para establecer la influencia de las variedades y el efecto de la temperatura de los ambientes de fermentación sobre: la disminución del índice de permanganato en la fermentación, el pH en pulpa, pH en cotiledón, acidez en pulpa, acidez en cotiledón, sólidos solubles en pulpa, temperatura de la masa cuando finaliza la fermentación y la variación del contenido de teobromina-cafeína en el proceso de fermentación; se utiliza un diseño experimental: A x B. Donde A es el factor variedades con tres niveles, B es el factor temperatura con tres niveles. Se trabaja en dos réplicas.

FACTOR	NIVELES
A (VARIETADES)	1.- Morado 2.- Amarillo 3.- Híbrido
B (TEMPERATURAS)	1.- Ambiental, alrededor de 20 °C 2.- 30 °C 3.- 40 °C

Con un total de  $3 \times 3 \times 2 = 18$  tratamientos

2. Determinación de la influencia de la utilización de hojas de banano en la fermentación de cacao. Estas fermentaciones se realizan a la temperatura de 30 °C elegida con el mejor tratamiento; para lo cual se utiliza un diseño experimental: A x B, donde el factor A corresponde a las variedades con 3 niveles, el factor B corresponde a la condición de fermentación con dos niveles. En dos repeticiones.

Total de tratamientos:  $3 \times 2 \times 2 = 12$  tratamientos.

FACTOR	NIVELES
A (VARIETADES)	1.- Morado 2.- Amarillo 3.- Híbrido

- B (CONDICION DE FERMENTACION) 1.- Con hojas de banano  
2.- Sin hojas de banano

3. Determinación de la influencia de dos tipos de secado sobre las características químicas del cacao. Este análisis se realiza para definir la influencia del tipo de secado, de la condición de fermentación y de las variedades, sobre: el pH, acidez total, acidez volátil y coeficiente de difusividad.

Se utiliza un diseño factorial A x B x C donde A es el factor variedades con sus tres niveles, B es el factor condición de fermentación con dos niveles y C es el factor tipo de secado con dos niveles. En dos réplicas.

FACTOR	NIVELES
A (VARIEDADES)	1.- Morado
	2.- Amarillo
	3.- Híbrido

- B (CONDICION DE FERMENTACION) 1.- Con hojas de banano  
2.- Sin hojas de banano

- C (TIPO DE SECADO) 1.- Natural  
2.- Artificial

Con un total de  $3 \times 2 \times 2 \times 2 = 24$  tratamientos.

4. Determinación de la influencia del tipo de secado sobre las características organolépticas de secado. Se necesita establecer diferencias en el aroma, acidez organoléptica y grado de amargor entre el secado natural y artificial. Entonces de las pruebas de comparación por parejas se cuantifica los resultados aplicando la prueba de Wilcoxon para rangos, los tratamientos analizados son: variedad Morado fermentado con hojas, la misma variedad pero fermentada sin hojas. Igualmente las variedades Amarillo e Híbrido.

### Materiales

Para la realización de este trabajo se dispuso de tres variedades de cacao cuyos nombres comunes son: Venezolano morado, Venezolano amarillo e Híbrido. Procedentes de la provincia de Los Ríos.

Es necesario reconocer que se trata de cacao ecuatoriano y en el presente estudio se les llamará: Morado, Amarillo e Híbrido como un intento por corregir aquel error tan difundido.

### Equipos y Reactivos

- Bandejas de fermentación tipo " Rohan modificado "
- Balanza analítica Ainsworth con precisión de 0,0001gr.
- pH - metro digital
- Tres estufas, una cámara de fermentación
- Un equipo de titulación
- Agitador magnético
- Equipo Soxhlet
- Vidrios reloj
- Cocinetas
- Licuadora
- Bomba de vacío
- Molino manual
- Morteros y pistilos
- Vasos de precipitación
- Erlenmeyers, probetas, pipetas
- Soportes universales, pinzas
- Cápsulas de porcelana

- Porta-embudos, papel filtro
- Equipo de Termometría Mettler

Entre los reactivos utilizados se citan:

- Permanganato de potasio 0,1 N
- Nitrato de plata 0,1 N
- Hidróxido de sodio 0,1 N
- Acido sulfúrico al 15 %
- Sulfato de sodio anhidro
- Amoníaco
- Cloroformo
- Indicadores: Rojo de metilo y fenoltaleína

### Metodología

Las mazorcas cosechadas en su plena madurez son transportadas al lugar en donde se va a llevar a cabo la fermentación, se realiza la operación de desgrane y se procede a fermentar inmediatamente.

Se pesan las mazorcas enteras y luego las semillas extraídas para obtener un rendimiento, se determina humedad de las semillas frescas recién extraídas, también su índice de madurez y el contenido de teobromina - cafeína.

### Fermentación

Se utilizan modificaciones al método de "las gavetas de Rohan". Las semillas se colocan en gavetas construídas con madera de laurel. Las cajas estan ensambladas de tal manera que no se usen clavos u otros metales en las uniones.

Se trabajó en tres condiciones: a temperatura ambiente 20°C, se logró mantener 20°C utilizando una cocineta para calentar el ambiente cuando las condiciones bajaban exageradamente, en estufa a 30°C y a 40°C.

Las gavetas se rotan cada 12 horas y también se remueve la masa. Considerando como tiempo cero el momento en que se ponen las semillas en las cajas, se hace un seguimiento de:

- pH en la pulpa y los cotiledones.
- Acidez total en la pulpa y en los cotiledones.
- Sólidos solubles (expresados en grados brix) en la pulpa.
- Índice de permanganato en los cotiledones.
- Desarrollo de la temperatura en la masa de fermentación.

Este seguimiento se hace cada 12 horas, a excepción de la temperatura y el índice de permanganato, que se mide cada ocho horas.

Según bibliografía, se da por finalizada la fermentación cuando el índice de permanganato llegó a un valor cercano a 9. Al finalizar la fermentación se determina el contenido de teobromina-cafeína.

Mediante análisis estadístico se selecciona los mejores tratamientos del proceso fermentativo, con lo que se hace una fermentación con hojas de banano y sin hojas de banano y se ensaya el secado.

### Secado

Una vez finalizada la fermentación se divide la muestra en dos porciones: para secado natural y para secado artificial.

### Secado Natural

Se realiza extendiendo las almendras fermentadas de tal manera que el grosor de la capa sea el de una almendra. Se remueve cada dos horas.

### Secado Artificial

Se lleva a cabo en el secador de tunel, las remociones se realizan cada dos horas hasta que el contenido de humedad de las almendras sea próximo al 9 %.

Las condiciones de secado utilizadas fueron :

Temperatura: 60°C y Flujo de aire: 0,5 m/s

Tanto en el secado natural, como artificial se siguió la pérdida de peso a intervalos de una hora.

Respuestas experimentales para el estudio de secado; se analizó: acidez total, acidez volátil y pH; al inicio y al fin de la etapa de secado.

Para evaluar las características organolépticas: aroma, acidez organoléptica y grado de amargor; se preparó unas tabletas de chocolate con las muestras de cacao seco y se procedió a realizar el análisis sensorial con dos grupos de catadores 15 personas cada uno. A cada grupo se le proporcionó muestras de una réplica diferente. Cada catador recibió un total de seis parejas de muestras.

### Métodos de Análisis

Durante la fermentación se aplicó los siguientes métodos de análisis:

- Índice de Permanganato (método desarrollado por Schult (1939))
- pH en cotiledón según el método AOAC No. 13.010
- pH en pulpa según el método P6 de R. LEES.
- Acidez total en cotiledón según método 2.9 de Análisis de los Alimentos de Pearson (1976).
- Acidez total en la pulpa según método 2.9 de Análisis de los Alimentos de Pearson (1976).
- Sólidos solubles , midiendo la concentración de sólidos solubles en una dilución preparada con la pulpa con un brixómetro.
- Alcaloides (según Pearson 1971).

Análisis en muestras al inicio y al fin del secado:

Pruebas químicas:

pH y acidez total, métodos ya descritos

Acidez volátil, método 9.14 Análisis de Alimentos de Pearson (1976).

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### Fermentación de Tres Variedades a Tres Temperaturas

#### Cambio del contenido de teobromina - cafeína

Como se observa en las Tablas (1) y (2), en todos los casos el contenido de alcaloides disminuye de acuerdo con Humphries (1939); el decrecimiento absoluto en el contenido de alcaloides es disfrazado por el hecho de que el contenido absoluto en materia seca decrece constantemente. Esta disminución se produce debido a una difusión de los alcaloides al exterior gracias a la permeabilidad de la membrana del cotiledón, de acuerdo con lo mencionado por Roelofsen (1958) y Villeneuve (1989).

### Tiempo de fermentación

Se realiza el análisis estadístico cuyo resumen esta en la Tabla (5) para el tiempo que se ha tardado en alcanzar un índice de permanganato de 9. Se determinó a una  $p = 0,05$  que existe diferencia significativa entre variedades y entre temperaturas; no así entre réplicas.

Aplicando la prueba de significación de Tukey para la diferencia entre medias se determina que no existe diferencia significativa entre las variedades Morado y Amarillo, pero si difieren de la variedad Híbrida ( $p = 0,05$ ).

Es en la variedad híbrida la que alcanza mayor tiempo de fermentación (93,33 h), y en la variedad Morado el menor (79 h) y para la variedad Amarillo un tiempo de 81,33 h.

Se establece un rango de diferencia para los tiempos de fermentación en cada uno de los ambientes de fermentación. A la temperatura de 20°C se alcanzó el mayor tiempo de fermentación (109,33 h), a la temperatura de 30°C un tiempo de fermentación de 85,33 h y el menor tiempo 59 h a 40°C.

### Mejores tratamientos del proceso fermentativo

De la discusión antes efectuada, se deduce que: es en el ambiente de 40°C en donde se produce el menor cambio en el pH de la pulpa, y en acidez en pulpa, el menor tiempo de fermentación, pero en cuanto a la temperatura alcanzada es un valor intermedio entre aquellos encontrados a 40 y 30°C, es donde se produce el menor cambio en el contenido de alcaloides y la mayor degradación de sólidos solubles en la pulpa.

Cabe mencionar que el aspecto interno del cotiledón fué fisurado y su color interno permaneció algo violeta, es decir su pulpa no fue fermentada como en los otros ambientes, lo que confirma el contenido final de sólidos solubles, la acidez y pH en pulpa, añadiendo además que la temperatura de la masa alcanzó únicamente un valor de 43,75°C.

El trabajar a 40°C es muy forzado para la microflora de la pulpa, consecuentemente no se produce las condiciones favorables para la acción de la enzima glicosidasa que es la que hidroliza los pigmentos que le dan la coloración violeta a la almendra (antocianina). A pesar de que los pigmentos por sí mismo no parecen ser de importancia en lo que al sabor de chocolate concierne, la presencia de almendras púrpura es indicativo de defectos más importantes, porque estos cambios parecen ocurrir bajo las mismas condiciones que son óptimas para la acción de la glicosidasa. Además, los cambios bioquímicos que ocurren bajo estas condiciones favorables, parecen crear las condiciones internas que lo son también para la acción de la polifenoloxidasa durante la etapa de secamiento, de acuerdo con lo mencionado por Quesnel (1958).

De tal modo que no se puede elegir esta temperatura de trabajo como el mejor tratamiento, a pesar de que el índice de permanganato descendió satisfactoriamente en un tiempo muy corto.

La temperatura ambiente de 20°C, produce una mayor degradación de sólidos solubles, alcanza un pH más bajo el cotiledón y por lo tanto la mayor acidez, mayor valor de pH en la pulpa y por lo tanto la menor acidez, la mayor disminución del contenido de alcaloides, el tiempo de fermentación más largo que a los otros ambientes, pero una temperatura de 43,95°C. Sin embargo, sus cotiledones fermentados son algo fisurados, pero su color es violeta. Igual que en el caso anterior, a pesar de que alcanza la acidez alta en el cotiledón, el otro factor importante para la acción de la glicosidasa que es la temperatura, no se alcanza, consecuentemente esta temperatura del ambiente de fermentación no puede ser elegida.

Es la cámara de fermentación a 30°C la que proporciona las condiciones adecuadas para la acción de la glicosidasa, así la temperatura alcanza 48,08°C, el pH desciende a un valor cercano a un valor de 4,5. El aspecto del cotiledón fué muy fisurado y su color interno café o pardo, propio de un cacao correctamente fermentado.

Según estos resultados no es conveniente usar incrementos de temperatura para acelerar la fermentación del cacao, porque se pierde la calidad, es decir no constituye una herramienta eficaz en la aplicación de una tecnología

controlada para ahorrar tiempo en procesos de fermentación en el tratamiento postcosecha del cacao.

## Fermentación de Cacao con y sin Hojas de Banano

### Tiempo de fermentación

La Tabla (5) presenta el análisis de varianza para establecer el efecto de variedades y condiciones de fermentación sobre el tiempo de fermentación, así se logra encontrar diferencia significativa ( $p = 0,01$ ) entre variedades y entre condiciones de fermentación. Así la variedad Híbrida se fermenta en un tiempo de 86h, la variedad Morado 78 horas y la variedad Amarillo 72 horas.

La variedad Híbrido difiere con un rango de la variedad Amarillo, pero la variedad Morado no difiere de las otras dos.

Cuando se usa hojas se fermenta en un tiempo promedio de 71,3 horas, y sin hojas lo hace en un tiempo de 86 horas. Con la prueba de Tukey ( $p = 0,05$ ) fue posible establecer estadísticamente un rango de diferencia.

### Estudio de secado

#### Cambio de acidez total durante el secado

A partir de los datos de acidez total presentados en la Tabla (3) y el análisis de varianza de la Tabla (5) efectuado para el cambio en el contenido de acidez total durante el secado se establece que existe diferencia significativa para el cambio de acidez total debido a la condición de fermentación y al tipo de secado ( $p = 0,01$ ); aplicando la prueba de Tukey, en ambos casos se fija un rango de diferencia ( $p = 0,05$ ). Así la fermentación con hojas provoca un mayor cambio de acidez total durante el secado, y es en el secado natural donde se favorece una mayor disminución del contenido de acidez total.

Los valores de acidez total encontrados experimentalmente (Tabla 3) al fin de la etapa de secado fluctúan alrededor de 0,124 meq NaOH/g m para secado natural y 0,169 meq NaOH/g m para secado artificial y no son comparables con los reportados por Jacquet y Vincent (1980) para muestras de cacao secas al sol y artificialmente en condiciones similares a las ejecutadas en este estudio: 0,316 y 0,438 meq NaOH/g m, respectivamente.

Cabe recalcar que un secado artificial en las condiciones recomendadas por Jacquet y Vincent (1980), proporciona muestras muy similares a las secadas al sol.

De acuerdo con Gutiérrez (1964), Cope (1951), Helfenderberger (1964), Enríquez (1985), Villeneuve y colaboradores (1989), Braudeau (1970), es la variedad genética la responsable de las características químicas particulares de un cacao fermentado y seco correctamente.

Pero la acidez total sí es muy comparable con lo reportado por Jinap y Dimick (1990) para muestras de cacao ecuatoriano: 0,109 meq NaOH/g m.

#### Cambio de acidez volátil durante el secado

Se encuentra diferencia en cuanto a la condición de fermentación, no así para el tipo de secado, ni entre variedades, réplicas ó interacciones.

Al aplicar la prueba de Tukey se determina que el fermentar con hojas presenta una mayor disminución del contenido de acidez volátil durante el secado, que al fermentar sin hojas.

Igualmente al comparar los datos experimentales de acidez volátil con los reportados por Jacquet y Vincent (1980), se encuentra que para cacao ecuatoriano la acidez volátil es menor.



### Variación de pH durante el secado

Se establece que las variedades ( $p = 0,05$ ), la condición de fermentación, y lógicamente el tipo de secado ( $p = 0,01$ ) tienen un efecto distinto sobre el cambio de pH durante el secado.

Así al efectuar la prueba de significación entre medias a un nivel de significación de 0,05 se establece que: la variedad Amarillo sufre el mayor cambio de pH durante el secado, la variedad Morado el menor.

Es para las muestras fermentadas con hojas que se registra el menor cambio de pH.

El secado natural favorece de mejor manera el incremento de pH que el secado artificial.

Según lo presentado en la Tabla (3) para los valores de pH al final del secado solar; se puede establecer comparaciones con lo presentado por Jinap y Dimick (1990), que reportan un pH de 5,59, no así con lo presentado por Jacquet y Vincent (1980) que reportan un valor de 5,34.

### Análisis Sensorial

#### Aroma

De acuerdo con los resultados del análisis sensorial y al aplicar la prueba de rangos de Wilcoxon (Tabla 4), se establece lo siguiente:

La variedad Morado fermentada con hojas presentó un aroma significativamente mayor ( $p = 0,01$ ) cuando se ha sometido a secado natural.

Para las muestras de: variedad Morado fermentado sin hojas, variedad Amarillo fermentada con hojas y variedad Amarillo fermentada sin hojas; no se pudo encontrar diferencia significativa entre secado natural y artificial.

Para la variedad Híbrido fermentado con hojas existe diferencia significativa ( $p = 0,01$ ), así la muestra con secado natural presentó mayor aroma.

En la variedad Híbrido fermentado sin hojas hay mayor aroma en secado natural con un nivel de significación de 0,05.

#### Acidez organoléptica

Según el análisis estadístico de la Tabla (4) al aplicar la prueba de rangos de Wilcoxon para los resultados de las cataciones se tiene:

Para la variedad Morado fermentada con hojas, variedad Amarillo fermentada sin hojas, variedad Híbrida fermentado con hojas y variedad Híbrido fermentado sin hojas no fué posible encontrar diferencia significativa en cuanto a la acidez organoléptica obtenida con secado natural y secado artificial.

La variedad Morado fermentada sin hojas presentó mayor acidez cuando se secó artificialmente, con un nivel de significación de 0,01.

En la variedad Amarillo fermentada con hojas se detectó mayor acidez con secado artificial ( $p = 0,05$ ).

#### Grado de amargor

Según lo registrado en la Tabla (4), se logró establecer diferencias significativas entre secado natural y artificial con respecto al grado de amargor en las muestras correspondientes a la variedad Morado fermentado con hojas ( $p = 0,05$ ), y a la variedad Híbrida fermentada sin hojas ( $p = 0,05$ ).

Para las otras muestras no se diferenci6 el grado de amargor, pero en todo caso la variedad Morado sin hojas, la misma fermentada con hojas y la variedad Híbrido sin hojas presentaron un mayor grado de amargor con secado artificial que con natural.

La variedad Amarillo fermentada con hojas, sin hojas y la variedad Híbrido fermentada con hojas, tuvieron mayor grado de amargor en secado natural que en artificial.

## BIBLIOGRAFIA

- Alvarado, J. de D.; Villacís, F. y Zamora, G. 1983. Efecto de la época de cosecha sobre la composición de cotiledones crudos y fermentados de dos variedades de cacao y fracciones de cascarilla. Arch. Latinoamer. Nutric, 33. p: 339-355.
- Bernard, O. 1965. "Estadística aplicada", primera edición, edit. Limusa-México. p: 509,510,601.
- Braudeau, J. 1970 "El Cacao" Técnicas agrícolas y producciones tropicales. Edit. Blumé, 1°- edic. Barcelona-Madrid.
- Cascante M. 1984, "Determinación de la flora microbiana y algunas variables, en la fermentación de almendras de Cacao (Theobroma Cacao L.)", Carrera Interdisciplinaria en Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica. p: 38. 40.
- Chirife, J. 1979. "Transferencia de Materia y Calor en Preservación de Alimentos". Cuadernos del Comité Argentino de Transferencia de Calor y Materia en Ingeniería en Alimentos. Buenos Aires, Argentina, p: 40,98.
- Chirife, J. y Cachero R. 1970. "Trough - circulation of drying of tapioca root". J. Food Sci. 35, p: 364-368.
- Enríquez, G. 1985. "Curso sobre el cultivo del cacao" Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. p: 184-215.
- Enríquez, G. 1989. "Nuevo método de fermentación de cacao en pequeña escala con el propósito de investigar el mejoramiento", Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. INIAP-Ecuador. p: 1,2,3,5,8,9.
- Forsyth y Quesnel. 1957, "Estudios sobre la cura del Cacao". Palmira-Colombia. Séptima Conferencia Internacional de Cacao. p: 3, 4.
- Grawford, L. 1980. "El Ecuador en la Epoca Cacaotera", Edit. Universitaria, Quito-Ecuador.
- Gutiérrez, J. (1964). "Estado Actual de la Producción Cacaotera Ecuatoriana" Programa de Café y Cacao, Estación Experimental Tropical de Pichilingue del INIAP, Quito Ecuador. p: 4, 7, 12, 16, 17.
- Hardy, F. 1961, "Manual de Cacao". Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica, Edit. Lehmann. p: 383-409.
- Horwitz, W. 1980. "Methods of the Association of Official Analytical Chemist". Thirteenth edition, p: 199.
- Humphries, E. 1939. "Eighth Annual Rept. Cacao, Research". p: 37 - 39.
- Iglesias, H. y Chirife J. 1982. "Handbook of Foods Isotermns: Water sorption parameters for Food and Food components". Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires-Argentina. p: 1-10.89.
- Jacquet, M., Vincent, J. y otros. 1980, "Le sechage artificiel des feves de cacao". Centre de recherches de l'IFCC en Cote d'Ivoire. Café, Cacao, Thé, vol. XXIV , p: 50 - 54.

Jiménez, L. 1990. "Determinación de la calidad del cacao seco en grano en el Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos" Turrialba - Costa Rica.

Jinap, S., Dimick P. 1990. "Acidic characteristics of fermented and dried cocoa from different countries of origin" Pennsylvania Agricultural Experiment Station. Journal of Food Science, vol. 55, N°- 2. p: 547- 550.

Lees, R. 1982. "Análisis de los Alimentos.- Métodos Analíticos y de Control de Calidad", 2ª Edic, Edit. Acribia, p: 65, 182.

Lilienfeld-Toal, O. 1939. "Pesquisas en torno la Fermentacao do Cacau". Instituto de cacao de Bahía. p: 1-33.

Minifie, B. 1982 "Chocolate, Cocoa, & Confectionery", Second edic., AVI Publishing Company, INC. Westport, Connecticut. p: 1 - 25.

Pearson, D. 1971. "The Chemical Analysis of Foods", 6ª edición, Chemical Publishing Company. Inc. New York, p: 293.

Pearson, D. 1976. "Técnicas de Laboratorio para Análisis de los Alimentos", Zaragoza-España, 83, 84, 85.

Pederson, C. 1979 "Microbiology of Food Fermentations", AVI Publishing Co., Inc., Westport, Connecticut. p: 338-340.

Quesnel, V. 1958. "Un índice para la determinación del fin de la etapa de fermentación en el curado del cacao". Materiales de Enseñanza de Café y Cacao. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica. p: 1 - 4.

Roelofsen, P. 1958. "Fermentation, drying and storage of cacao beans" Adv. Food Res. p:225 - 296.

Sanchez, J. (1983) y Ravelomanana R. (1984). Citados en: "Mecanización de las técnicas de preparación de cacao en los países productores". Revista Café, Cacao, Thé. p: 832.

Salto, H. "Aplicación de Técnicas Estadísticas en la Evaluación Sensorial de Alimentos" Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. U.T.A. p: 28,28.

Vaccarezza, L. y Chirife J. 1978. "On the Applications of Fick's law for the Kinetic Analysis of air Drying of Foods". J. Food Sci. 4. p: 236 - 238.

Villeneuve, F., y colaboradores, 1989. "Recherche d'un indice de fermentation du cacao". Café, cacao, té, vol. XXXIII, N° 3, jul.-sept. 1989. p: 166-169.

TABLA N° 1. CAMBIO EN EL CONTENIDO DE TEOBROMINA-CAFEINA (%)  
DURANTE LA FERMENTACION

TIEMPO	V1T1		V1T2		V1T3		V2T1		V2T2		V2T3		V3T1		V3T2		V3T3	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
Inicio	1,54	1,52	1,54	1,52	1,54	1,52	1,60	1,59	1,60	1,59	1,60	1,59	1,65	1,66	1,65	1,66	1,65	1,66
Fin	1,41	1,38	1,38	1,36	1,49	1,49	1,39	1,40	1,44	1,48	1,57	1,58	1,47	1,49	1,53	1,55	1,60	1,67
Cambio	0,13	0,14	0,16	0,16	0,05	0,03	0,21	0,19	0,16	0,11	0,03	0,01	0,18	0,16	0,12	0,10	0,05	0,03

V1: Variedad Morado, V2: Variedad Amarillo, V3: Variedad Híbrido.  
T1: 20°C, T2: 30°C, T3: 40°C

TABLA N° 2. CAMBIO EN EL CONTENIDO DE TEOBROMINA-CAFEINA (%)  
DURANTE LA FERMENTACION CON Y SIN HOJAS

TIEMPO	V1H		V1SH		V2H		V2SH		V3H		V3SH	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
Inicio	1,54	1,52	1,54	1,52	1,60	1,59	1,60	1,59	1,65	1,65	1,65	1,65
Fin	1,48	1,49	1,42	1,41	1,53	1,54	1,45	1,46	1,60	1,59	1,53	1,41
Cambio	0,06	0,03	0,12	0,11	0,07	0,05	0,15	0,13	0,05	0,06	0,12	0,14

V1: Variedad Morado, V2: Variedad Amarillo, V3: Variedad Híbrido  
H: Fermentado con hojas, SH: Fermentado sin hojas

TABLA N° 3. CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL CACAO AL INICIO Y FIN DE LA ETAPA DE SECADO

TRATAMIENTOS	ACIDEZ TOTAL <sup>a</sup>		ACIDEZ VOLATIL <sup>a</sup>		pH	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
<u>Al inicio de la etapa de secado</u>						
V1 H SN	0,327	0,394	0,193	0,230	4,5	4,3
V1 H SA	0,327	0,394	0,193	0,230	4,5	4,3
V1 SH SN	0,324	0,350	0,195	0,200	4,6	4,5
V1 SH SA	0,342	0,350	0,195	0,200	4,6	4,5
V2 H SN	0,400	0,370	0,244	0,230	4,4	4,5
V2 H SA	0,400	0,370	0,244	0,230	4,4	4,5
V2 SH SN	0,300	0,330	0,183	0,195	4,7	4,6
V2 SH SA	0,300	0,330	0,183	0,195	4,7	4,6
V3 H SN	0,330	0,312	0,198	0,190	4,8	4,6
V3 H SA	0,330	0,312	0,198	0,190	4,8	4,6
V3 SH SN	0,334	0,310	0,207	0,198	4,6	4,5
V3 SH SA	0,334	0,310	0,207	0,198	4,6	4,5
<u>Al fin de la etapa de secado</u>						
V1 H SN	0,117	0,140	0,071	0,055	5,6	5,5
V1 H SA	0,193	0,215	0,075	0,083	5,1	5,0
V1 SH SN	0,127	0,174	0,051	0,070	5,5	5,2
V1 SH SA	0,216	0,270	0,082	0,105	5,0	4,8
V2 H SN	0,150	0,130	0,060	0,055	5,5	5,5
V2 H SA	0,162	0,179	0,068	0,075	5,3	5,2
V2 SH SN	0,110	0,126	0,042	0,050	5,6	5,5
V2 SH SA	0,145	0,158	0,061	0,066	5,4	5,3
V3 H SN	0,101	0,109	0,040	0,043	5,7	5,7
V3 H SA	0,125	0,142	0,052	0,060	5,5	5,4
V3 SH SN	0,112	0,118	0,045	0,047	5,6	5,5
V3 SH SA	0,180	0,200	0,076	0,084	5,2	5,0

<sup>a</sup> número de miliequivalentes de NaOH/g muestra

TABLA N° 4. ANALISIS ESTADISTICO APLICANDO LA PRUEBA DE RANGOS DE WILCOXON PARA LOS RESULTADOS DE LAS CATAIONES

TRATAMIENTO	n	T	Tc(0,05)	Tc(0,01)	SN	SA
V1 H						
- Aroma	14	15,5	21	16	**	
- Acidez	12	36,5	14	10		
- ° de amargor	14	17,0	21	16	*	
V1 SH						
- Aroma	15	34,5	25	20		
- Acidez	14	12,0	21	16	**	
- ° de amargor	15	47,5	25	20		
V2 H						
- Aroma	15	60,0	25	20		
- Acidez	15	24,0	25	20	*	
- ° de amargor	15	41,0	25	20		
V2 SH						
- Aroma	14	45,0	21	16		
- Acidez	13	24,3	17	10		
- ° de amargor	14	45,5	21	16		
V3 H						
- Aroma	14	16,0	21	16	**	
- Acidez	13	19,5	17	13		
- ° de amargor	14	40,0	21	16		
V3 SH						
- Aroma	14	17,5	21	16	*	
- Acidez	14	49,5	21	16		
- ° de amargor	14	19,5	21	16	*	

V1: Variedad Morado; V2: Variedad Amarillo; V3: Variedad Híbrido

H: Fermentado con hojas; SH: Fermentado sin hojas

\* Significante a 0,05

\*\* Significante a 0,01

TABLA N° 5. RESUMEN DEL ANALISIS ESTADISTICO

	VARIEDADES			TEMPERATURAS		
V. de desc. IP	**			**		
	H = 0,35	A		40 = 0,44	A	
	M = 0,32	B		30 = 0,29	B	
	A = 0,31	C		20 = 0,24	C	
pH-pulpa	**			**		
	H = 4,6	A		20 = 4,7	A	
	M = 4,5	A		30 = 4,4	B	
	A = 4,1	B		40 = 4,2	B	
pH-cotiledón	**					
	H = 5,8	A				
	A = 5,6	A				
	M = 5,0	B				
Acidez-pulpa	**			**		
	A = 0,26	A		40 = 0,25	A	
	M = 0,21	B		30 = 0,22	B	
	H = 0,19	B		20 = 0,19	C	
Acidez-cotiledón	**					
	M = 0,21	A				
	A = 0,14	B				
	H = 0,12	B				
Sólidos solubles	**			**		
	M = 13,1	A		40 = 14,9	A	
	A = 12,6	A		30 = 11,9	B	
	H = 10,2	B		20 = 9,1	C	
Cambio de alcaloides				**		
				20 = 0,17	A	
				30 = 0,14	B	
				40 = 0,03	C	
Temperatura de la masa				**		
				30 = 48,1	A	
				40 = 43,8	B	
				20 = 43,9	C	
Tiempo (h)	*			*		
	H = 93,3	A	3,9 d	40 = 109,3	A	4,6 d
	A = 81,3	B	3,4	30 = 85,3	B	3,6
	M = 79,0	B	3,3	20 = 59,0	C	2,5

Tabla N° 5. Continuación...

	VARIETADES			COND. DE FERMENTACION					
V. de desc. IP	**			**					
	H = 0,34	A		H = 0,33	A				
	A = 0,31	A		SH = 0,29	B				
	M = 0,28	A							
pH-pulpa	**			**					
	H = 4,3	A		H = 4,4	A				
	M = 4,3	A		SH = 4,2	B				
	A = 4,1	B							
pH-cotiledón	**			*					
Acidez-pulpa	A = 0,28	A		SH = 0,26	A				
	M = 0,23	B		H = 0,23	B				
	H = 0,22	B							
Acidez-cotiledón	**			**					
Sólidos solubles	A = 11,5	A		SH = 10,5	A				
	M = 10,6	B		H = 9,7	B				
	H = 9,7	C							
Cambio de alcaloides				**					
				SH = 0,13	A				
				H = 0,05	B				
Temperatura de la masa	*								
	A = 48,4	A							
	H = 47,7	AB							
	M = 47,3	B							
Tiempo (h)	**			**					
	H = 86	A	3,6 d	SH = 86	A	3,6 d			
	M = 78	AB	3,3	H = 71	B	3,0			
	A = 72	B	3,0						
	VARIETADES			COND. FERM.			TIPO DE SECADO		
Acidez T.				**			**		
				H = 0,21	A		SN = 0,22	A	
				SH = 0,17	B		SA = 0,16	B	
Acidez volátil				*					
				H = 0,16	AB				
				SH = 0,13	B				
pH	*			**			**		
	A = 0,68	A		H = 0,90	A		SN = 0,98	A	
	H = 0,83	AB		SH = 0,12	B		SA = 0,63	B	
	M = 0,74	B							
Coeficiente de difusión	**			**			**		
	A = 7,85	A					SA = 7,68	A	
	H = 7,59	A					SN = 6,67	B	
	M = 6,08	B							



# PROYECTO DE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACION DE UN CAMAL FRIGORIFICO EN EL CANTON SUCRE

Oswaldo Hernández\*  
Fernando Naranjo\*\*

## RESUMEN

El presente estudio trata de determinar la real producción de ganado bovino y porcino de la Provincia de Manabí, especialmente de los cantones Chone y Sucre, cuantificar el consumo interno del sector y el sobrante saliente a las otras ciudades; de esta manera podemos establecer la capacidad del camal frigorífico, sus requerimientos de instalación y equipos. Una vez diseñadas las líneas de faenamiento de acuerdo a la producción se realiza un estudio económico para saber la rentabilidad del camal frigorífico.

En base a las estadísticas facilitadas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG, el Banco Nacional de Fomento BNF, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, el Centro de Desarrollo CENDES, otras instituciones y la consulta personal en base a encuestas a productores, transportistas, controles y sitios de comercialización se ha llegado a establecer la necesidad de instalar un camal frigorífico que reúna las características técnicas y sanitarias que permitan tener carne de buena calidad por un lapso más prolongado. Para esto se ha tomado en cuenta tres áreas: la de faenamiento bovino, faenamiento porcino y tratamiento de vísceras.

En la fase industrial se determina el tamaño y localización del camal, también se presenta un listado de equipos y herramientas necesarias en cada una de las secciones así como el espacio requerido para su utilización.

## INTRODUCCION

Como la carne es una de las principales fuentes de proteína y la base de la dieta humana, se hace necesario que la misma sea de buena calidad. Para esto la mejor opción es la instalación de un Camal Frigorífico que garantice esta calidad; y además satisfacer un amplio mercado ganadero.

### Justificación

- Satisfacer un gran mercado ganadero.
- Eliminar intermediarios de ganado a pié.
- Garantizar campo ocupacional.
- Desarrollo de industrias alternas.
- Mejorar la calidad de la carne.

### Objetivos

- Determinar la real producción de ganado bovino y porcino en Chone y Sucre.
- Cuantificar el consumo interno del sector y el sobrante saliente a otras ciudades.
- Establecer la capacidad del Camal Frigorífico.
- Realizar el estudio económico para determinar su rentabilidad.

---

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

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

## MERCADO

### Población Ganadera Nacional

La población bovina nacional para fines de 1989 se estimó en 4'176.000 unidades según el Cuadro 1; esta estimación se sustenta principalmente en el Censo Agropecuario de 1974; a partir de entonces cada una de las instituciones estatales han realizado sus propias estimaciones, causando con esto sustanciales diferencias. Pero estableciendo comparaciones tenemos que la información del CEAN, para 1983 es bastante cercana con las estimaciones del MAG, de manera que la serie estadística (6) es la más confiable, sin que pretenda aseverar que es la más exacta.

La población porcina también adolece de las mismas inconsistentes, Cuadro 2.

### Población Ganadera de Sucre y Chone

Según los Cuadros 3 y 4, para 1989 la población bovina del Cantón Sucre es de casi 200.000 animales y unos 41.500 porcinos. Comparando esta población con la del censo de 1974 de 90.399, el desarrollo ganadero de bovino es acelerado, no tanto así el de porcinos debido a que las técnicas de explotación son tradicionales y por lo tanto los índices de eficiencia son bajos. La ganadería porcina se la ve en su mayor parte como un complemento de una actividad familiar cuya alimentación consiste en desperdicios de comida o rechazo de la producción agrícola.

El Cantón Chone, a pesar de ser menos extenso, se estimó la población para 1989 en casi 270.000 bovinos y unos 70.000 porcinos. Su desarrollo es considerable tanto en calidad como en cantidad, tomando en cuenta la situación hidrográfica especial que posee.

### Oferta de Carnes Bovinas y Porcinas en el Ecuador

En el Cuadro 5, la información proporcionada por el Departamento de Comercialización del MAG de la oferta nacional, se sustenta en informes presentados por los camales o mataderos del país, los cuales en algunos casos no reportan faenamiento. Por lo tanto, la serie (2) del Cuadro 5 será la más confiable, teniendo alrededor de 470.000 bovinos al año que representan casi unas 83.000 toneladas de carne. La mayoría de los camales (97%) son administrados por los municipios que frente a limitaciones económicas en algunos casos han impedido la instalación de camales que estén acorde a las necesidades.

En el caso de porcinos el Cuadro 5 presenta algunas series sobre faenamiento, de las cuales los datos del Programa Nacional de Ganadería son las más confiables teniendo un sacrificio anual entre 725.700 animales que representan unas 33.382 TM de carne. El sacrificio de porcinos en los camales presenta mayores deficiencias que en el caso de bovinos.

### Oferta de Carne Bovina y Porcina en Sucre

Tenemos que para 1987 y tomando la alternativa de extracción del 16% en el verano se faenaron 28.991 bovinos (Cuadro 6).

En cuanto a porcinos vemos que para el mismo año una alternativa de extracción más alta (35%) corresponde a 14.320 porcinos sacrificados (Cuadro 7).

### Oferta de Bovinos y Porcinos en la Zona de Influencia

Los grandes centros urbanos a donde se trata de dirigir la producción ganadera, son ciudades muy densamente pobladas que no pueden autoabastecerse, por lo que se proveen de ganado en pie de otros lugares principalmente de la costa.

La producción nacional de carne en TM es de 84.668 en 1984, y solamente Pichincha y Guayas produce 45.476

TM, lo que equivale más del 50% del total de el resto de provincias. A más de producir carne se ven obligados a proveerse de otras regiones para satisfacer su mercado de consumo.

## SITUACION DE LA DEMANDA DE CARNE

### **Demanda Nacional**

El consumo de carne bovina a experimentado un crecimiento del 2,56% anual, mientras la de cerdo en 1,19% anual, Cuadro 2. Según las series presentadas en el mismo cuadro el consumo nacional por persona entre 1975 y 1983 creció en un promedio del 1,33% anual, pero considerando el decremento para 1984 resulta que los ecuatorianos disminuyeron su consumo percapita promedio de carne bovina en un 0,09% anual y para carne porcina también en un 1,44% anual. Estas relaciones demuestran que la población humana creció más rápido que los hatos bovinos y piaras nacionales que son el sustento de la oferta de carne.

Tenemos en el país un consumo percapita promedio de carne bovina y porcina que apenas llega a satisfacer el 59% y el 65% respectivamente, los requerimientos mínimos del consumo personal. Este consumo es pobre comparado con datos de otros países que superan ampliamente el consumo promedio percapita.

Un consumo promedio de 92.565 TM anuales según 1980-1984 equivaldría a unos 561.000 bovinos faenados. Por lo tanto de acuerdo a estos análisis de bajos niveles de consumo, se puede indicar que la demanda real puede rebasar ampliamente los volúmenes de consumo registrados anteriormente.

### **Identificación de la Zona de Influencia del Proyecto**

Según el Cuadro 8, Guayas y Pichincha demandaron la mayor cantidad de ganado en pié que salió del Cantón en 1986 tanto para bovinos como para porcinos.

Santo Domingo y Tungurahua lo siguen en su orden, pero esta demanda supera su consumo interno, lo que indica que este ganado es faenado en sus propias instalaciones, constituyendo simples intermediarios en la comercialización de carnes, función que preferentemente puede hacerlo el propio Cantón Sucre.

### **Demanda de Carne Bovina y Porcina en Guayaquil**

La demanda de carne en Guayaquil la podemos sintetizar en los siguientes puntos:

- Guayaquil se abastece de ganado en el orden del 50%, la diferencia viene de otras provincias.
- Más del 34% del consumo nacional demanda Guayaquil en bovinos y 12% de porcinos
- En ganado bovino en pié, Guayas se abastece en un 20% solamente.
- Esta dependencia no solo es de animales vivos, sino también de una creciente demanda en canales.
- La demanda ha crecido de 28.007 TM de bovinos en 1980 a 31.648 TM en 1984.
- Guayaquil demanda cada vez más carnes siendo su principal parámetro el crecimiento.
- La posibilidad de obtener animales para faenar va siendo menor, en razón de un crecimiento bovino y porcino en su zona de influencia frente al crecimiento poblacional.
- La instalación de camales frigoríficos de Riobamba y Cuenca limitan el flujo de ganado en pié, incrementando en cambio la oferta de carne.

Tomando en cuenta estas consideraciones, Guayaquil frente a los altos niveles de consumo y frente a la imposibilidad de autoabastecerse, les obliga a buscar animales o a demandar carne faenada desde otras provincias.

### **Demanda de Carnes en Quito**

Quito se ha considerado como el segundo gran centro de consumo de carnes en el país, por lo tanto el abastecimiento es satisfecho en ganado en pié desde algunas provincias, principalmente: Pichincha, Carchi,

Imbabura, Cotopaxi, Esmeraldas, Manabí y Napo; lo que equivale al 90% del ganado requerido al resto de otras provincias.

Quito gestiona la instalación de un camal frigorífico de gran capacidad, esto significará una mayor demanda de ganado en pie antes que de carnes; sin embargo siempre persistirá la posibilidad de que Quito siga adquiriendo carnes desde otros lugares ante un acelerado crecimiento de la población humana (4,5%) y un menor crecimiento de los hatos nacionales.

### **Demanda de Carne en el Cantón Sucre**

El Cantón Sucre es eminentemente rural y los niveles de ingreso en estas comunidades dependen directamente de los niveles de consumo, al punto que al relacionar el consumo total con la población se establece que entre carne bovina y porcina ingresan un promedio de 20 g por día en pie. Solamente en la población urbana per cápita, aumenta a 53 g/día ya que es de mayores ingresos.

En todo caso podemos deducir que la población rural y de menores recursos consume muy poca carne y se considera que la misma no consume un alto porcentaje de productos del mar.

Según la capacidad productiva del Cantón, las carnes a ofrecerse fácilmente satisficieron las necesidades locales y los remanentes deberán ser objeto de comercialización a otras provincias.

### **Perspectiva de la Oferta y la Demanda**

A pesar de alguna inconsistencia de los datos, se evidencia la realidad innegable que los grandes centros urbanos al no tener capacidad de autoabastecimiento de ganado recurren al acopio de otras provincias; lo que demuestra una acelerada demanda de carne frente a una oferta limitada por un lento crecimiento de la ganadería nacional. De acuerdo a esto y al no tener parámetros confiables y actualizados, se ha recurrido al crecimiento de la población humana y un estable consumo por persona como el mejor estimador para la demanda futura, lo que significará incremento de la demanda global en términos de aumento de la población humana.

Es así que para 1995 la deficiencia de la oferta nacional se estimaría en 20.770 toneladas es decir alrededor de 122.190 bovinos. Esta escasez de carne prevista a futuro a sido advertida y se hace esfuerzos para incrementar la actividad pecuaria. Se ha estimado que para 1995 se requirieran 104.705 TM es decir alrededor de 615.910 bovinos y 38.228 TM que equivaldría a unos 849.520 porcinos. Es evidente un mercado nacional deficitario en el consumo y más aún con una oferta cada vez con menores posibilidades de satisfacer esa demanda.

Guayaquil identificado como principal mercado consumidor capta más del 34% del consumo regional de carne bovina y su influencia será cada vez mayor en el tiempo debido a su ritmo de crecimiento poblacional, se estima que para 1995 captará algo más del 42% de la demanda nacional. Quito siendo el segundo importante mercado de carnes, capta alrededor del 18% del consumo nacional y para 1995 su necesidad estará en un 22% de la demanda nacional.

La escasez nacional de ganado, obligará a que se siga comprando carnes desde otras regiones y las posibilidades de ganar mercado son buenas por la presencia de una demanda insatisfecha.

### **Perspectiva de la Producción de Sucre en Función de la Demanda**

- Se estima que el 75% será acopiado por el camal.
- La demanda del Cantón no será cubierta por el camal, considerando distancias, falta de vías de comunicación y porque en algunos centros poblados seguirán faenando animales.
- Se estima que el 30,8% de la población estarán en posibilidades de consumir la carne procedente del camal, en términos de volumen de carne significaría unas 129 TM/año, es decir un 3,9% de la producción prevista en el camal.
- Lo anterior establece que el mercado del Cantón Sucre será de poca importancia y podrá beneficiar la demanda

de centros poblados como: Chone, Tosagua, Portoviejo y Manta.

El 96% de la producción de carne bovina prevista, se deberá vender al mercado nacional. Guayaquil, que en 1987 se satisfizo en apenas con el 9,4%, con el aumento poblacional la demanda será cada vez mayor.

En cuanto a porcinos solamente el 75% de lo disponible faenará el camal, que será de 36% de porcinos por día.

La producción del camal alcanzará a abastecer el 3,3% de la demanda nacional lo cual es mínimo en los requerimientos nacionales, por lo tanto son amplias las posibilidades de vender carne.

### Comercialización y Precios

El camal tiene la finalidad de romper la tradicional comercialización en pié del ganado por una comercialización organizada de venta de carnes.

En todo el trayecto de la comercialización existen intermediarios, más aún cuando la finca del productor se encuentra lejos del camal. En cualquier caso ésta comercialización es hecha por la modalidad al "ojo", que consiste en la apreciación visual del comerciante que valora la res de acuerdo a su rendimiento. El costo de la transportación es muy variable de acuerdo a la calidad de las vías de comunicación y que en algunos casos se efectúan por senderos o vías de penetración. En todo caso, en el trayecto se encarece el valor de la res, ya que existen varias transacciones que se realizan desde que las unidades bovinas son negociadas por el productor hasta los camales.

En cuanto a los precios de la comercialización van a variar de persona a persona existiendo en algunos casos hasta 5 canales de comercialización de intermediarios, situación que produce un perjuicio al ganadero que es el que verdaderamente se esfuerza y arriesga.

Los precios oficiales de la carne faenada realmente no se cumplen y en muchos casos son manejados por introductores que a la vez son matarifes, y por los comerciantes que negocian siempre bajo argumentos de eficiencia de calidad, aunque en el expendio al público casi no cuenta tal evaluación.

### Estrategias de Comercialización del Ganado y las Carnes

Los principales problemas que la empresa debe afrontar para poder captar ganados son:

- Distancias de transportación
- Falta de vías de comunicación
- Competencia del intermediario
- Imposibilidad de transporte por parte del ganadero

Para resolver estos inconvenientes se requiere de un acercamiento de la Empresa hacia los ganaderos con el fin de darles confianza suficiente y demostrarles las ventajas que la Empresa prestará a los ganaderos y a la región.

## TECNOLOGIA DE LA CARNE

### Técnicas de Producción de Carne Bovina

Las operaciones básicas para el faenamiento de bovinos son:

- Aturdimiento, sangre en riel, degollado y desangrado, corte de patas y manos (inspección-lavado), corte de la cabeza, sujeción al riel de matanza, corte de rabadilla y liado del recto, despellejamiento y anillado (pieles: lavado, clasificación, inspección, separación, lavado, clasificación, cámaras frías); corte del externón, eviscerado (vísceras: inspección y separación, lavado, clasificación, cámaras frías); corte de canal, lavado, inspección, pesaje, cámaras frías.

### Faenamiento de Porcinos

Las operaciones básicas para el faenamiento de los porcinos son:

- Aturdimiento, desangre en riel, degollado y desangrado, escaldado, depilado, rascadura, corte de patas traseras (patas: inspección, lavado); izada al riel de matanza, chamuscado, eviscerado (vísceras: inspección, lavado, clasificación, cámaras frías); lavado, inspección, corte, pesaje, cámaras frías.

### Tratamiento de Vísceras

- Las vísceras son transportadas a las mesas de trabajo.
- Las tripas se las separan y desangran.
- Vaciado y limpieza de las mismas.
- Almacenamiento.
- Los estómagos son desgarrados y vaciados su contenidos.
- Limpieza con agua caliente.
- Blanqueo: (cal, metasilicato sódico, carbonato sódico, agua oxigenada, etc.).
- Lavado con agua fría para eliminar las sustancias empleadas.
- Las vísceras rojas son sometidas solo al lavado con agua fría para eliminar residuos de sangre de otros tejidos.
- Tanto las vísceras, al igual que las patas y la cabeza deberán ser colocadas en jabas plásticas para su transporte.
- Las pieles son limpiadas con agua y un ligero raspado para eliminar adherencias de músculos, su almacenamiento será refrigerado.

### Conservación de la Carne

Existen diversos métodos para conservar la carne y evitar su alteración microbiana sin afectar su calidad organoléptica. Estos métodos aunque difieran entre sí, se parecen en que utilizan las condiciones ambientales para impedir el crecimiento microbiano.

En lo que concierne a nuestro estudio nos referiremos a los métodos basados en el control de la temperatura, especialmente a la refrigeración.

- Las canales deben enfriarse lo más rápido posible.
- Es necesario evitar una desecación excesiva de la superficie de la canal.
- Para evitar esto debe existir una combinación de velocidad del aire y su humedad relativa.
- Cuando la diferencia entre la temperatura de la superficie de la canal y del aire es pequeña, se deberán trasladar las canales a una segunda cámara de almacenamiento refrigerado.
- El éxito en el almacenamiento depende de las condiciones que se efectuó el enfriamiento de la canal en caliente.

### Clasificación e Inspección Sanitaria de las Carnes

Uno de los factores limitantes del desarrollo ganadero de bovinos en el Ecuador es la sanidad animal. Las enfermedades infecciosas y las enfermedades parasitarias son las que ocasionan los mayores daños.

La fiebre aftosa es una de las principales enfermedades que ocasionan grandes daños a la ganadería bovina. Los problemas de esta enfermedad se mantienen y muchas veces se propaga en serias epidemias debido a:

- Excesivo transporte y movilización.
- Recorridos muy largos.
- Gran cantidad de pequeños ganaderos y amplia dispersión en el país.
- El abigeato, etc.

Un ganadero para obtener resultados favorables a su inversión debe tomar en cuenta cuatro pilares fundamentales: raza, alimentación, manejo y sanidad. Los cerdos como todas las especies animales son susceptibles a contraer una serie de plagas y enfermedades que por lo general se presentan en todas las etapas de su vida. Para evitar o minimizar esto, uno de los aspectos que se deben considerar es la adecuada construcción de las instalaciones.

## **FASE INDUSTRIAL**

### **Tamaño y Localización**

El tamaño del canal esta asociado al volumen de producción que sobrepasa ampliamente la demanda local lo cual satisficera los mercados de mayor consumo como son Portoviejo y Manta, pero especialmente los mercados de Quito y Guayaquil.

La localización estara en la Parroquia Leonidas Plaza, lugar que reune condiciones favorables que permitira un adecuado funcionamiento.

## **SELECCION DE EQUIPOS Y SERVICIOS BASICOS**

### **Matanza de Reses**

Cabina de aturdimiento, pistola de perno cautivo, grilletes para riel, winches eléctricos, vagonetas para patas y cuernos, vagonetas para panzas, vagonetas para productos decomizados, sistema de rieles para desangre, matanza y descenso, sierra eléctrica, plataforma de transferencia, plataforma neumática, juego de cuchillos, esparrancados neumáticos, sierra de partición, balanza de riel, ganchos con rodillo, duchas, lavatorios de esterilización, máquinas de afiladura, lavadora de presión.

### **Matanza de Cerdos**

Dispositivos de aturdimiento eléctrico, rieles para desangrar, mortanza, winche eléctrico con riel volcable, ganchos de rodillo, sistema de drenaje de sangre y agua, equipo de escaldamiento, depiladora, mesa de depilación, ganchos de rodillo esparrancador, plataforma para chamuscar, dispositivo para chamuscación, plataforma para rascadura, plataforma de trabajo de inspección.

### **Tratamiento de Vísceras**

Gabinete lavador de cabezas, soporte para inspección de cabezas, mesas de trabajo para menudencias, cabezas, tripas, estómagos, de separación, vaciado y lavado, duchas, vagonetas de acero inoxidable.

### **Sistema de Rieles y Transporte**

Sistema de rieles en la sala de oreo y sistema de rieles en la cámara de refrigeración.

### **Planta de Refrigeración**

Equipo completo de refrigeración con todos sus accesorios.

### **Aislamiento y Puertas**

Materiales de aislamiento para cámara de refrigeración y puertas aisladas para la cámara.

### **Servicios Industriales**

Instalación de tubería necesaria tanto para agua fría y caliente (82°C y 60°C) y compresor de aire automático.

### **Equipos Eléctricos**

Transformador, cuadro de distribución para línea de matanza y administración, juego de cables de fuerza eléctrica, juegos de equipos de iluminación eléctrica para línea de matanza y sección de refrigeración y de iluminación

eléctrica para el edificio de administración, cuadro de distribución para maquinaria de refrigeración, generador a diesel de emergencia.

### Útiles de Laboratorio

Pipetas, balones, frascos volumétricos, embudos, espátulas, probetas portaprobetas de plástico, mechero bunsen, trípode, malla de amianto, balanza de precisión, aguja de inoculación platino, espátula de inoculación, cajas petri de plástico y vidrio, mango de escopelo con hojas, pipetas bacteriológicas, frascos con tapa rosca, autoclave de esterilización, tapones de goma, papeles filtros, tubos de goma, grapas con tornillos para tubos, termómetros, tubos de vidrio, ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, hidróxido de sodio, indicadores universales, algodón absorbente, vaselina.

### Útiles para Control Bacteriológico de la Carne

Microscopio, mezclador waring, agar para cómputo de bacterias, cultivo de bacterias, sulfito de bismuto, caldo selenito, fluido de tioglicolato, cintas adhesivas de hidrógeno sulfurado.

### Útiles para Control de Triquinas

Microscopio de prevención Reichard, con todos sus objetivos y de diferente magnificación, juego de placas de vidrio.

### Herramientas de Matanza y Elaboración de Carnes

Juego completo de herramientas compuesto de cuchillos de deguelle, despellejamiento, intestinos; chairas redondas y cuadradas; cuchillos de deshuese; cintas de cuero con fundas de cuchillos; sierras de partición normal y hachas.

### Distribución de Equipos en la Planta

Los equipos se distribuyen siguiendo una secuencia lógica discreta con las líneas de faenamiento, tanto para bovinos como para porcinos. Esta secuencia se debe mantener estrictamente para que el producto al final tenga las condiciones de calidad óptimas, un desfase traerá consigo interrupciones que afectarán al producto final.

Esta secuencia lógica se ilustra, con los diagramas simplificados de los grupos y siguiendo el orden secuencial de los diagramas de bloques.

La disposición general de la planta y la disposición de sus respectivos equipos se presentan en los planos.

### Explicación y Justificación de Areas en la Distribución de Equipos

El área de la planta en sus diferentes secciones y en las dos líneas de funcionamiento se justifica de acuerdo a:

- Distribución de los equipos.
- Facilidad operativa.
- Circulación del personal.

### Plan de Operación del Proyecto

- a.- Orden, comienzo.
- b.- Realización de productos definitivos del proyecto (60 días).
- c.- Presentación y aprobación del I. Municipio.
- d.- Consecución del financiamiento (90 días).
- e.- Adquisición del terreno para el proyecto (30 días).
- f.- Trabajos de nivelación e infraestructura del terreno (30 días).



- g.- Contrato del diseño definitivo de obras civiles (20 días).
- h.- Construcción de las obras civiles del proyecto (160 días).
- i.- Concurso para adquisición de equipos (25 días).
- j.- Adquisición de los equipos del proyecto (180 días).
- k.- Contrato para montaje de equipos (30 días).
- l.- Montaje de equipos electromecánicos (90 días).
- m.- Prueba de los equipos instalados (15 días).
- n.- Prueba de la planta de producción (30 días).

Haciendo la relación de actividades y el diagrama Pert, se estableció una holgura total cero, lo que indica que la actividad no debe acabar ni demorar.

## INVERSION Y FINANCIAMIENTO

### INVERSIONES

#### Inversión fija

- Terreno y construcciones	95'422.800
- Maquinaria y equipos	60'766.000
- Otros activos	74'340.000
	230'528.800
SUBTOTAL	230'528.800
Imprevistos (6%)	13'831.728
TOTAL	244'360.528

#### Costos de fabricación (Anual)

- Material Directo (A cargo del introductor de ganado)	
- Mano de obra directa	23'520.000
- Carga fabril	69'624.375
	93'144.375
TOTAL	93'144.375

#### Gastos de ventas

- Promoción	120.000
-------------	---------

#### Gastos de administración y generales

- Personal	7'948.800
- Gastos de oficina	3'050.000
	10'998.800
TOTAL	10'998.800

#### Capital de operación (mensual)

- Mano de obra directa	1	1'960.000
- Carga fabril	1	5'802.031
- Gastos de ventas	1	10.000
- Gastos de administración y generales	1	916.567
		8'688.598
TOTAL		8'688.598

### VENTAS NETAS

Total anual	162'555.400
-------------	-------------

### FINANCIAMIENTO

- Inversión total: Inversión fija + Capital de operación	253'043.363
- Capital Municipio (60%)	151'826.018
- Préstamo Bco. Comercial de Manabí por 10 años al 4% anual	101'217.345
- Cuotas anuales de \$ 10'121.735 x 10	101'217.350
- Intereses por los 10 años	221'678.150
- Al cabo de 10 años el Banco recibirá	323'895.500

**BALANCE DE RENTABILIDAD**

**Inversiones total**

- Inversión fija	244'360.528
- Capital de operación	8'688.598
<b>TOTAL</b>	<b>253'049.126</b>

**ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS**

- Ventas netas	162'555.400
- Costo de producción	93'144.375
- Utilidad en ventas netas	69'411.025
- Gastos de ventas	120.000
- Utilidad en ventas	69'291.025
- Gastos de administración y generales	10'998.800
- Utilidad neta en operaciones	58'292.225
- Gastos financieros	32'389.550
- Utilidad neta	25'902.675

**CALCULO DEL PUNTO DE EQUILIBRIO**

Costos fijos	Costos variables	Total
102'117.653	34'465.914	136'583.567

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos}}{1 - \frac{\text{Costos variables}}{\text{Ingreso total}}}$$

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{102'117.653}{1 - \frac{34'465.914}{162'555.400}} = 129'595.148$$

$$\% \text{ Punto de Equilibrio} = \frac{129'595.148}{162'555.400} * 100 = 79,72$$

**Rentabilidad**

a) Rentabilidad

$$R = \frac{\text{Beneficio total}}{\text{Capital invertido}} * 100 = \frac{25'902.675}{253'043.363} * 100 = 10,3\%$$

b) Rentabilidad económica

$$R = \frac{\text{BAII}}{\text{Activo total}} * 100 = \frac{25'902.675}{244'360.528} * 100 = 10,63\%$$

c) Rentabilidad Financiera

$$R = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Recursos propios}} * 100 = \frac{25'902.675}{151'820.018} * 100 = 17,11\%$$

d) Período de recuperación de la inversión

$$\text{PRF} = \frac{\text{Desembolso inicial}}{\text{Gush flord anual}} = \frac{253'043.363}{25'902.675} = 9,74 \text{ años}$$

**BIBLIOGRAFIA**

Bonilla, Ana y Toaza, Esthela. Proyecto de Factibilidad para Camal Frigorífico en Ambato. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería-Escuela de Alimentos. 1983-1984. 60 pág.

Centro de Desarrollo CENDES.

Centros Agrícolas de los Cantones Chone y Sucre.

CONADE. Plan Nacional de Desarrollo del Sector Rural 1980-1984. Octubre-Diciembre. 1982.

Dossat, R. J. Principios de Refrigeración. Editorial Continental S. A. México. 1980. 594 pág.

Estudio de Red Nacional de Centros de Acopio de Ganado, Mataderos y Mercados Mayoristas de Carne Bovina. 1985. 197 pág.

FAO. Informe de Mercadeo de Ganado y Carne: Plan para su mejora en el Ecuador. Quito, 1973.

FAO. Plan Internacional de Fomento de la Industria Cárnica. Informe de la República del Ecuador. 1976.

FODERUMA. Banco Central del Ecuador. Memoria 1978-1984.

Jasper, Werner y Placzek, Rainer. Carne-Conservación por el Frío. Editorial Acribia. 131 pág.

Mc Coy, J. H. Carne-Comercialización. 2<sup>da</sup> ed. Westport, AVI Publishing Company. 1981. 477 pág.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. Análisis de Mercadeo de Ganado y Carne de Bovino. Octubre 1980.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. Diagnóstico actualizado del Sector Pecuario. 1982.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. Informe de Labores 1984-1985.

Preston, T. R. y Willis, M. B. Carne-Producción. Editorial Diana. México. 1974. 736 pág.

Téllez, J. Manual de Tecnología de Carnes. Lima, 1975.

Cuadro N° 1. ECUADOR: Población bovina según diferentes fuentes de información.

Años	Superficie cosechada 1/	MAG Comer- cialización 2/	MAG-JUNAPLA 3/	MAG-Programa Nacional 4/	JUNAPLA 5/	Censo 1974 CEAN III 6/	Censo 1974 CEAN III 6.1/
1974	-	-	-	-	-	2'972.008	2'526.207
1975	-	-	3'062.270	-	2'517.506	3'022.340	2'568.990
1976	-	-	3'145.421	-	2'570.877	3'073.520	2'612.490
1977	-	-	3'199.790	-	2'625.380	3'125.560	2'656.730
1978	2'875.000	-	3'277.865	-	2'681.038	3'178.494	2'701.720
1979	2'846.057	-	3'337.655	-	2'737.876	3'232.330	2'747.480
1980	2'915.930	3'135.360	-	3'692.498	2'795.919	3'287.060	2'794.000
1981	3'135.400	3'200.420	-	3'772.622	2'855.193	3'342.730	2'841.320
1982	3'200.415	3'263.265	-	3'850.905	2'915.723	3'399.330	2'889.430
1983	3'270.300	3'322.952	-	3'926.523	2'997.536	3'456.900	2'938.365
1984	3'574.800	3'378.442	-	3'998.342	3'040.660	3'515.440	2'988.124
1985	-	-	-	-	-	3'575.202	3'038.922
1986	-	-	-	-	-	3'635.981	3'090.584

FUENTES: 1/ MAG. Estimaciones de la superficie cosechada y producción agrícola. B.N.F. Boletín de Información Gerencial-Secretarrial de Planificación.  
 2/ MAG. Departamento de Comercialización.  
 3/ MAG. JUNAPLA. Grupo Interistitucional.  
 4/ MAG. Departamento de Comercialización Programa Nacional de Ganadería.  
 5/ II Censo Agropecuario 1974 y Junta Nacional de Planificación. Estimaciones CREA.  
 6/ 6.1/ Censo Agropecuario 1974. CEAN 1983. Aplicando Tasa de Crecimiento.

Cuadro N° 2. ECUADOR: Población Porcina según diferentes fuentes de información.

AÑOS	MAG SUPERFICIE COSECHADA 1/	MAG PROGRAMA GANADERIA 2/	BNF INFORME GERENCIAL 3/
1974	1'140.127*	2'169.000	-
1975	-	2'195.400	2'303.000
1976	-	2'228.500	2'451.000
1977	-	2'264.300	2'609.000
1978	3'385.000	2'302.800	2'776.000
1979	1'219.645	2'344.200	2'947.000
1980	1'236.250	2'384.000	3'127.000
1981	3'318.000	2'423.400	3'318.000
1982	3'520.400	2'462.500	3'520.400
1983	3'735.200	2'446.500	3'735.200
1984	3'792.247	2'434.400	3'956.924

\* INEC. Censo Agropecuario 1974.

FUENTES: 1/ MAG Estimación de la Superficie Cosechada y de la Producción Agrícola del Ecuador.  
 2/ MAG Programa Nacional de Ganadería.  
 3/ B.N.F. Boletín de Información Gerencial.

Cuadro N° 3. Censo de Unidades de Producción Agropecuarias por Parroquias. 1987.

PARROQUIA	km <sup>2</sup>	BOVINOS	PORCINOS
Bahía	198	2.100	745
Canoa	382	44.966	2.673
Cojimíes	517	22.414	3.006
Charapotó	276	6.036	3.639
10 de Agosto	372	12.658	9.495
Jama	534	31.918	6.478
Pedernales	528	21.240	6.038
San Isidro	316	20.676	7.468
San Vicente	528	18.670	1.370
TOTAL:	3.651	180.678	40.912

FUENTE: M.A.G. Oficina Regional.

Cuadro N° 4. CANTON SUCRE: Población bovina y Porcina.

AÑOS	BOVINOS	PORCINOS
1974	90.339	33.715
1975	90.560	-
1976	95.230	-
1977	98.300	35.520
1978	110.150	35.780
1979	122.785	-
1980	133.420	-
1981	-	36.120
1982	-	37.950
1983	-	37.128
1984	148.000	39.090
1985	161.230	-
1986	170.120	40.310
1987	181.196	40.915

FUENTE: M.A.G. Oficina Regional.

Cuadro N° 5. Inventario de mataderos que sacrifican 10 o más bovinos

NOMBRE DEL MATADERO	PROVINCIA	PROPIEDAD	DIAS DE MATANZA A LA SEMANA	SACRIFICIO ACTUAL	
				PROMEDIO DIA	POR SEMANA
Tulcán	Carchí	Municipal	Lunes a domingo	10	70
Ibarra	Imbabura	Municipal	Lunes a domingo	10	70
Empresa Municipal de Rastro Cotacollao	Pichincha	Municipal	Lunes, martes, miercoles, viernes y sábado	248	1240
	Pichincha	Municipal	Lunes, martes, miercoles, viernes y sábado	100	500
Sto. Domingo	Pichincha	Municipal	Lunes a sábado	120	720
Sangolquí	Pichincha	Municipal	Lunes a sábado	134	804
Machachi	Pichincha	Municipal	Lunes a sábado	68	408
El Quinche	Pichincha	Municipal	Viernes y sábado	60	120
Agropesa	Cotopaxi	Privado	Lunes sábado	25	150
Ambato	Tungurahua	Municipal	Lunes a sábado	80	480
Riobamba	Chimborazo	Municipal	Lunes a domingo	100	700
Guaranda	Bolívar	Municipal	Lunes a domingo	10	70
Azogues	Cañar	Municipal	Lunes a viernes	10	50
Cuenca	Azuay	Municipal	Lunes a viernes	20	100
Cafrilosa	Loja	Economía mixta	Lunes a viernes	20	100
Esmeraldas	Esmeraldas	Municipal	Lunes a viernes	96	480
Chone	Manabí	Municipal	Lunes a domingo	31	217
Portoviejo	Manabí	Municipal	Lunes a domingo	64	448
Manta	Manabí	Municipal	Lunes a domingo	34	238
Babahoyo	Los Rios	Municipal	Lunes a domingo	39	273
Quevedo	Los Rios	Municipal	Lunes a domingo	39	273
Guayaquil	Guayas	Municipal	Lunes a domingo	110	770
Pedro Carbo	Guayas	Municipal	Lunes a domingo	111	777
Nobol	Guayas	Municipal	Lunes a domingo	110	770
Milagro	Guayas	Municipal	Lunes a domingo	116	812
Balzar	Guayas	Municipal	Lunes a domingo	110	770
El Empalme	Guayas	Municipal	Lunes a domingo	112	784
Machala	El Oro	Municipal	Lunes a domingo	58	406
Tena	Napo	Municipal	Lunes a domingo	23	161
Orellana	Napo	Municipal	Lunes a domingo	14	98
Puyo	Pastaza	Municipal	Lunes a domingo	19	133
Macas	Morona	Municipal	Lunes a sábado	15	90
Sucúa	Morona	Municipal	Martes, jueves y sábado	40	120

FUENTE: Departamento de Comercialización Pecuaria.

Cuadro N° 6. CANTON SUCRE: Extracción de bovinos y oferta de carnes

AÑOS	POBLACION BOVINA	ALTERNATIVAS DE EXTRACCION			PRODUCCION LOCAL DE CARNE T.M. ESTIMACIONES CRUZADAS	OFERTA LOCAL CARNES T.M.
		14%	15%	16%		
1974	90.339	12.647	13.550	14.454	-	-
1975	90.560	12.678	13.584	14.490	-	-
1976	95.230	13.332	14.284	15.237	-	-
1977	98.300	13.762	14.745	15.728	-	-
1978	110.150	15.421	16.522	17.624	-	-
1979	122.785	17.190	18.417	19.645	-	-
1980	133.420	18.679	20.013	21.347	-	-
1981	-	-	-	-	-	-
1982	-	-	-	-	-	-
1983	-	-	-	-	-	-
1984	148.000	20.720	22.200	23.680	2.220	390
1985	161.230	22.572	24.185	25.797	2.090	360
1986	170.120	23.817	25.518	27.219	2.170	401
1987	181.196	25.367	27.179	28.991	2.394	420

FUENTE: MAG. Departamento de Comercialización (Faenamiento de Ganado).

Cuadro N° 7. CANTON SUCRE: Extracción de porcinos y ofertas de carnes

AÑOS	POBLACION PORCINA	ALTERNATIVAS DE EXTRACCION			PRODUCCION LOCAL DE CARNE T.M. ESTIMACIONES CRUZADAS	OFERTA LOCAL CARNES T.M.
		25%	30%	35%		
1981	36.120	9.030	10.836	12.642	-	-
1982	37.950	9.487	11.385	13.283	-	-
1983	37.128	9.282	11.138	12.995	-	-
1984	39.090	9.773	11.727	13.682	-	-
1985	-	-	-	-	-	-
1986	40.310	10.079	12.093	14.109	522	239
1987	40.915	10.229	12.275	14.320	540	350

FUENTE: MAG. Oficina Regional.

Cuadro Nº 8. Disponibilidad de carne bovina a nivel provincial (En T.M. Año: 1984)

PROVINCIA	PRODUCCION LOCAL	EXPORTACION	IMPORTACION	DISPONIBILIDAD TOTAL
Carchi	787	-	-	787
Imbabura	1.500	56	-	1.444
Pichincha	22.284	-	2.039	24.323
Cotopaxi	1.540	239	-	1.301
Tungurahua	7.840	5.847	-	1.993
Chimborazo	3.666	1.921	-	1.724
Bolívar	690	64	-	626
Cañar	757	-	-	757
Azuay	6.082	2.466	-	3.616
Loja	2.048	-	-	2.048
Esmeraldas	1.784	-	-	1.784
Manabí	5.076	-	-	5.076
Guayas	23.192	-	9.420	32.612
Los Rios	3.146	651	-	2.495
El Oro	3.037	215	-	2.822
Napo	502	-	-	502
Pastaza	172	-	-	172
Morona Santiago	345	-	-	345
Zamora Chinchipe	220	-	-	220
<b>TOTAL</b>	<b>84.668</b>	<b>11.459</b>	<b>11.459</b>	<b>84.668</b>

FUENTE: JUNAC, Departamento de Desarrollo Agropecuario.

Cuadro Nº 9. GUAYAQUIL: Procedencia de las carnes bovina y porcina que ingresa a Guayaquil TM.

PROCEDENCIA	BOVINOS		PORCINOS	
	1980	1984	1980	1984
Ambato	5.828,22	4.859	110,00	115
Riobamba	1.836,78	5.506	37,04	49
Cuenca	-	1.940	-	-
Quevedo	-	520	-	-
Otras	735	1.105	1.575,00	1.643,0

FUENTES: I. Municipio de Guayaquil. Reportes.  
 Camal Frigorífico de Riobamba. Informes.  
 Ambato. Asociación de Introdutores de Carne "Juan Montalvo".  
 Camal Frigorífico Municipal de Cuenca. Estadísticas.

ELABORACION: Centro de Desarrollo Industrial del Ecuador.  
 CENDES.



# OBTENCION DE AISLADOS PROTEICOS A PARTIR DE SEMILLAS DE FREJOL Y ARVEJA Y DETERMINACION DE SU CALIDAD NUTRITIVA

Ana Amancha\*  
Ariel Ruiz\*  
César Vásquez\*\*

## RESUMEN

A partir de semillas secas de fréjol rojo (*Phaseolus vulgaris*) y de arveja blanca (*Pisum sativum*), producidas en la provincia de Tungurahua, previamente sometidas a calor seco, descascaradas y molidas, se obtuvieron aislados proteicos alcalinos y succinilados de acuerdo con un diseño experimental anidado, para escoger el tratamiento que en cada caso diera mayor rendimiento proteico. Los cuatro aislados proteicos escogidos (2 de fréjol y 2 de arveja, alcalinos y succinilados, respectivamente) fueron caracterizados por análisis proximal y organoléptico y determinadas algunas de sus propiedades funcionales. Además, se analizó la composición aminoacídica de estos aislados, por cromatografía bidimensional en capa fina y espectrofotometría, habiéndose identificado y cuantificado 15 aminoácidos, entre ellos todos los esenciales exceptuando metionina. En base a estos datos se calcularon valores para estimar su calidad nutritiva (índice químico, DC-PER). Por último, se realizaron determinaciones *in vitro* de residuo indigerible y de coeficiente de digestibilidad de la proteína; así como de proteína verdadera, nitrógeno amoniacal y test de actividad de ureasa.

## NOTACION

AP = aislado proteico

APSF = AP succinilado de fréjol

APSA = AP succinilado de arveja

APAF = AP alcalino de fréjol

APAA = AP alcalino de arveja

## INTRODUCCION

En el Ecuador, como en otros países, las semillas de leguminosas son parte importante en la dieta de poblaciones de menores recursos. En especial son fuente significativa de proteínas. A pesar de ser bien conocidas las propiedades nutricionales de este grupo de alimentos, es interesante caracterizar a dos especies producidas en el país y aplicarlas en la obtención de aislados proteicos.

El presente trabajo se refiere al estudio de la composición química general de la materia prima: fréjol y arveja, así como de los aislados proteicos obtenidos. Además se han determinado algunas propiedades fundamentales de interés de estos aislados y su composición en aminoácidos, a fin de poder establecer posibles usos industriales y determinar las diferencias entre aislados obtenidos por un método clásico (extracción alcalina) y los obtenidos por extracción con succinilación, que permite mejoras en sus cualidades físicas y nutricionales (1).

---

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

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

## MATERIALES Y METODOS

### Material

Se emplearon semillas de fréjol rojo, secas, de la provincia de Tungurahua (*Phaseolus vulgaris*) y semillas de arveja blanca, secas, (*Pisum sativum*) adquiridas en el mercado de la ciudad de Ambato. Se ha considerado como materia prima a la harina obtenida de dichas semillas luego de tratarlas con calor seco (90°C, 20 min), descascararlas y molerlas.

### Extracción de Aislados Proteicos

La obtención de aislados proteicos tanto alcalinos como succinilados se realizó siguiendo el método indicado por Pacheco y Gómez (1). Sin embargo, para escoger las condiciones óptimas de extracción, en base a dicho método, se probó un diseño experimental anidado, con lo cual se obtuvo que dichas condiciones en el caso de cada aislado eran las presentadas en la Tabla 1.

### Análisis de Composición Química General

Se determinaron los valores de contenido de humedad (105°C), cenizas (550-570°C), de proteína (microkjeldahl), grasa (soxhlet, éter de petróleo), fibra bruta (2), proteína verdadera (3), digestibilidad in vitro (4), actividad de ureasa (5) y nitrógeno amoniacal (3).

### Pruebas Funcionales

Se determinaron valores para solubilidad en agua (6), absorción de agua (5), absorción de aceite (adaptación del método anterior), actividad de emulsificación (7), capacidad y estabilidad de espumación (8).

### Composición en Aminoácidos

Los aislados proteicos en forma de harina fueron deshidratados a 60°C por 12 horas. 1,0 g de cada muestra fue sometido a hidrólisis ácida: 25 ml HCl 6N, 2 h a 1 atm y 121°C, neutralización con carbonato de sodio sólido (pH=6,8), filtración y aforamiento a 100 ml por lavado con agua caliente; estas muestras se sometieron a cromatografía bidimensional en capa fina: dirección a 3 h 40 min, dirección b 1 h 20 min, solvente: fenol-agua-ácido acético (4v:1v:0,25v), revelado con ninhidrina (200 mg en 100 ml de acetona; 5 min a 80°C) las fracciones de gel de sílice con mancha de aminoácidos son raspadas y retiradas, extraídas en tubo de ensayo con 10 ml de etanol (70%) y agitación en shaker (30 min, 150 rpm); se mide la absorbancia a 540 nm y se cuantifica cada aminoácido respecto a curvas estándares realizadas de manera similar con aminoácidos puros (Sigma Chemical Co.).

2,0 g de cada muestra se someten a hidrólisis básica: 35 g de Ba(OH)<sub>2</sub>.8H<sub>2</sub>O, 16 ml de agua caliente, 120°C, 8 h, acidificación (pH: 3-4) con ácido clorhídrico 6N y disolución a 50 ml, filtración y aforamiento a 50 ml; estas muestras se sometieron al mismo procedimiento de cromatografía anterior con el fin de identificar triptófano.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Materia Prima

La Tabla 2 resume los resultados en el análisis de composición química general de la materia prima. Se destacan el bajo contenido de grasas, así como el de proteína con un alto tenor (N total x 6,25), hecho que caracteriza en general a las leguminosas (9). Es importante destacar la diferencia con el valor de proteína verdadera, menor en ambos casos (un 3,5%) al de proteína total; que indica una presencia estimable de sustancias nitrogenadas no proteicas. El residuo indigerible in vitro es elevado en ambos casos, así como los respectivos coeficientes de digestibilidad de la proteína in vitro son apreciablemente bajos (4).

## Aislados proteicos

### Composición Química

En la Tabla 3 se pueden observar los resultados de la determinación de composición química general de los aislados proteicos. Las composiciones obtenidas tanto para proteína (Nx6,25) como para proteína verdadera del aislado succinilado de arveja son inferiores respecto a los otros tres aislados proteicos sugiriendo alguna posible interferencia de los componentes de la harina de arveja con el proceso de extracción por succinilación. Los valores de porcentaje de residuo indigerible y de coeficiente de digestibilidad de la proteína (*in vitro*) son muy aceptables para un producto alimenticio de origen vegetal. La falta de variación de pH en el test de actividad de ureasa sugiere una eliminación de los factores antinutricionales presentes en las leguminosas crudas.

### Pruebas Funcionales

La Figura 1 presenta las curvas de solubilidad de los aislados. La mayor solubilidad de los aislados succinilados a pH igual o mayor que el punto isoeléctrico era de esperarse, dada la sustitución del grupo épsilon-amino terminal de la lisina por ión succinato (1).

La Figura 2 presenta los valores de absorción de aceite, absorción de agua y actividad de emulsificación, notándose una cercana correlación entre estas dos últimas. En la Figura 3 se ha representado un "coeficiente de absorción agua-aceite" definido arbitrariamente por nosotros ( $CAA = \% \text{ absorción de agua} / \% \text{ absorción de aceite}$ ) y la actividad de emulsificación, siendo aparente también una relación entre sus valores respectivos.

Los valores de capacidad de espumación y de pérdida de líquido a partir de la espuma se encuentran representados en la Figura 4 respecto a un estándar de clara de huevo, notándose que ésta es mucho más efectiva en la producción de espuma que los aislados.

### Propiedades Organolépticas

Al respecto, los cuatro aislados son prácticamente iguales: color crema; ligerísimo olor a haba tostada; sabor suave y agradable; rápidamente disueltos en la saliva y textura de polvo fino.

### Análisis de Aminoácidos

A partir de la hidrólisis ácida y subsiguiente desarrollo de la placa cromatográfica, se identificaron y cuantificaron catorce aminoácidos, listados en la Tabla 4 y numerados del 1 al 14. En la misma Tabla 4 se han presentado los valores de la determinación de triptófano en un desarrollo aparte a partir del producto de hidrólisis básica (numeral 15). En la Figura 5 se puede observar el esquema de un cromatograma en que se indican la forma aproximada de cada mancha de aminoácido, su localización y demás características del desarrollo (numerales corresponden a Tabla 4).

Se puede observar que el único aminoácido esencial no determinado es la metionina (10). Además, de los principales aminoácidos presentes en las proteínas (10), cisteína (cistina) y tirosina han quedado sin ser determinados. En general los resultados obtenidos son cercanos a los dados en bibliografía (9, 11). En las Figuras 6 y 7 se presentan comparaciones del patrón aminoacídico de los aislados proteicos de fréjol y arveja, respectivamente, con el patrón FAO de 1973 (5), que representa una proteína ideal que cubra los requerimientos de aminoácidos esenciales para el ser humano. Los valores de cisteína, metionina y tirosina han sido tomados de Graham (11), por presentar este autor para los demás aminoácidos valores más cercanos a los determinados en este experimento. En las Figuras 6 y 7 se puede observar que tanto en el caso del fréjol como en el de la arveja los aminoácidos limitantes son el grupo de azufrados: metionina+cisteína; en cambio son ricos en aminoácidos aromáticos (fenilalanina+tirosina) y buenas fuentes de lisina, lo que facilitaría su complementación con proteína de cereales, cuyo aminoácido limitante es éste último (5).

En la Tabla 5 se presentan los valores que sirven como una guía para estimar la eficiencia nutricional de la

proteína de los aislados proteicos de fréjol y de arveja: coeficiente de digestibilidad in vitro experimental de la proteína e índice químico, digestibilidad in vitro calculada y DC-PER, estos dos últimos computados a partir del perfil aminoacídico (12).

Los valores de porcentaje de digestibilidad de la proteína in vitro experimentales son mayores que los respectivos valores calculados; esto es explicable por cuanto el método experimental proporciona condiciones de digestión óptima siendo mínima la cantidad de proteína disponible al final de la digestión (4).

A partir de los valores de índice químico se deduce que tanto la proteína de fréjol como la de arveja tienen alrededor de un 40% de la efectividad de la proteína de huevo entero, tomada como referencia, para cubrir el requerimiento humano de aminoácidos; estos valores son relativamente bajos debido a la limitación en aminoácidos azufrados y no reflejan la riqueza en lisina y aminoácidos aromáticos de la proteína de las dos leguminosas.

Al comparar los valores de digestibilidad in vitro calculados por funciones discriminantes, tanto de los aislados proteicos de fréjol como los de arveja, con valores en bibliografía (12), se encuentra que en general son más altos que los valores para otras proteínas de origen vegetal y tan altos como la mayoría de los presentados para productos de origen animal.

Los valores de DC-PER de los presentes aislados proteicos son mayores que los correspondientes a cereales y otros vegetales, similares a los valores para productos de soya y claramente menores que los valores para productos de origen animal (12).

## CONCLUSIONES

El fréjol y la arveja empleados como materia prima presentan una composición similar a la citada en bibliografía (9).

Los contenidos en proteína de los aislados escogidos fueron: APAF: 88,12%; APSF: 84,74%; APAA: 86,73% y APSA: 75,19%, siendo sus respectivos rendimientos proteicos: 34,57%; 40,98%; 35,93% y 25,73% valores para los AP obtenidos para su estudio en detalle.

De las pruebas de propiedades funcionales se concluye en la aplicabilidad de los aislados obtenidos como agentes emulsificantes y, (en especial el aislado succinilado de fréjol), como agentes ligantes, retenedores de humedad, agentes de suspensión y estabilizantes de productos batidos. De las pruebas organolépticas se concluyó su aplicabilidad en una amplia gama de mezclas alimenticias.

Se estableció la posible existencia de una relación directa entre absorción de agua y actividad de emulsificación, así como entre un "coeficiente de absorción agua-aceite" y actividad de emulsificación.

En base a los aminoácidos limitantes se calcularon valores de índice químico de 40% para aislados de fréjol y 37% para los de arveja. Los valores calculados de DC-PER, en un rango de 1,59 a 1,65 sitúan a fréjol y arveja, así como a sus aislados proteicos por encima de cereales, al nivel de soya y derivados y por debajo de alimentos de origen animal.

La digestibilidad es apreciablemente mayor en los aislados respecto a la materia prima.

En base al test de ureasa se estima que se han eliminado los factores antinutricionales presentes en semillas crudas de fréjol y arveja.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Pacheco de Delahaye, E. y V. Gómez, "Procesos de Elaboración de Aislados Proteínicos de Harina de Semilla Integral de Amaranto: Extracción Alcalina y Succinilación de las Proteínas. Propiedades Funcionales de los Aislados Proteínicos". El Amaranto y su Potencial, Boletín N° 4: 6-8. México 1987.
2. Lees, R., "Manual de Análisis de Alimentos", Ed. Acribia, Zaragoza, España. 1969.
3. Schmidt-Hebbel, H., "Ciencia y Tecnología de los Alimentos", Ed. Universitaria, Santiago de Chile. 1973
4. Hellendoorn, E. W., "Enzymatic Determination of Insoluble, Indigestible Residue of Beans". En: M. Milner (Ed.), "Nutritional Improvement of Food Legumes by Breeding", Protein Advisory Group of the United Nations System, New York. 1972.
5. Smith, A. K. y S. J. Circle, "Soybean: Chemistry and Technology", AVI Publishing Company, Westport, Conn. 1978.
6. Ashraf, H. L., "Emulsifying Properties of Ethanol Soaked Soybean Flour", J. Food Sci., 51(1): 193. 1984.
7. Dreher, M. L. y G. Padmanaban, "Sunflower Hull Flour as a Potential Dietary Fiber Supplement", J. Food Sci., 48: 1463.1464.
8. Johnson, E. A. y C. J. Brekke, "Functional Properties of Acylated Pea Protein Isolates", J. Food Sci. 48: 722. 1983.
9. Kay, D. E., "Legumbres Alimenticias", Ed. Acribia, Zaragoza, España. 1984.
10. Morrison, R. T. y R. N. Boyd, "Química Orgánica", Fondo Educativo Interamericano, E.U.A. 1976.
11. Graham, H. D., "Food Colloids", AVI Publishing Company, Westport, Conn. 1977.
12. Jewell, D. K., J. G. Kendrick y L. D. Satterlee, "The DC-PER Assay: A Method for Predicting Quality Solely from Amino Acid Compositional Data", Nutr. Rep. Internat., 21(1): 25-38. 1980.

Tabla 1. Aislados Proteicos Escogidos por su Mayor Rendimiento en Proteína

Tratamiento Químico	F R E J O L		A R V E J A	
	alcalino con NaOH	acilación <sup>a</sup> con A.S.	alcalino con NaOH	acilación <sup>a</sup> con A.S.
Concentración sustancia extractiva	0,04 N	0,3 g AS/gP <sup>b</sup>	0,04 N	0,3 g AS/gP <sup>b</sup>
Relación (w/v) harina:solvente	1:10	1:10	1:10	1:15
pH de precipitación	4,5	4,4	4,5	4,4
Promedio de % de rendimiento proteico	33,52	40,91	33,02	25,50

<sup>a</sup> A.S. = anhídrido succínico<sup>b</sup> g AS/gP = g de anhídrido succínico/g de proteína

Tabla 2. Composición de la Materia Prima

Constituyentes	Harina de fréjol	Harina de arveja
Humedad	8,44	7,13
Materia seca	91,56	92,87
% Proteína b.s. (Nx6,25)	23,73	24,34
% Grasa b.s.	1,45	1,91
% Cenizas b.s.	3,82	2,86
% Fibra b.s.	1,91	1,51
% Carbohidratos-no fibra <sup>a</sup> b.s.	69,09	69,38
% Carbohidratos totales <sup>a</sup> b.s.	71,00	70,89
% Proteína verdadera b.s.	20,2	20,7
% Residuo indigerible b.s. ( <u>in vitro</u> )	58,7	49,8
% Coeficiente de digestibilidad de la proteína ( <u>in vitro</u> )	74,2	81,4

<sup>a</sup> Valores obtenidos por diferencia

Tabla 3. Composición de los Aislados Proteicos Finales

Constituyentes	APAF	APSF	APAA	APSA
Humedad	8,78	8,27	9,55	9,00
Materia seca	91,22	91,73	90,45	91,00
% Proteína b.s. (Nx6,25)	88,12	84,74	86,73	75,19
% Cenizas b.s.	3,7	4,3	3,2	3,7
% Proteína verdadera b.s.	85,4	80,0	80,4	74,1
Nitrógeno amoniacal (g N am/100 g proteína)	0,66	0,66	0,64	0,65
% Residuo indigerible b.s.	16,4	12,5	14,5	15,3
% Coeficiente de digestibilidad de la proteína ( <u>in vitro</u> )	93,5	94,6	97,5	97,7
Test de actividad de ureasa ( $\Delta$ pH)	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 4. Concentración de Aminoácidos Proteicos de Fréjol y de Arveja

Aminoácido	Concentración de aminoácido (g/100 g de proteína en la muestra)			
	APAF	APSF	APAA	APSA
1 ácido aspártico	11,0	11,8	12,1	12,3
2 lisina <sup>°</sup>	7,0	7,0	6,7	6,8
3 ácido glutámico	18,0	18,2	16,2	15,9
4 glicina	3,6	3,7	3,6	3,8
5 serina	5,3	5,4	5,6	5,4
6 treonina <sup>°</sup>	3,6	3,5	3,9	3,7
7 alanina	4,3	4,3	3,8	3,7
8 arginina	8,4	8,2	6,7	6,9
9 histidina <sup>°</sup>	3,1	2,9	2,8	2,8
10 valina <sup>°</sup>	4,8	4,9	4,8	4,9
11 prolina	4,5	4,3	3,7	3,6
12 leucina <sup>°</sup>	8,6	8,6	8,4	8,6
13 isoleucina <sup>°</sup>	4,2	4,2	4,3	4,4
14 fenilalanina <sup>°</sup>	5,6	5,4	5,6	5,7
15 triptófano <sup>°</sup>	1,2	1,2	1,1	1,1

<sup>°</sup> aminoácido esencial

Tabla 5. Digestibilidad In Vitro Experimentales y Calculadas, Indices Químicos y DC-PER para Aislados Proteicos de Fréjol y Arveja

	APAF	APSF	APAA	APSA
% coeficiente de digestibilidad de la proteína ( <u>in vitro</u> )	93,5	94,6	97,5	97,7
Indice químico (%)	40	40	37	37
Digestibilidad <u>in vitro</u> calculada <sup>a</sup> (%)	90,95	89,46	89,37	89,36
DC-PER <sup>a</sup>	1,65	1,64	1,60	1,59

<sup>a</sup> Según Jewell y otros (1980). (PER de caseína = 2,50)

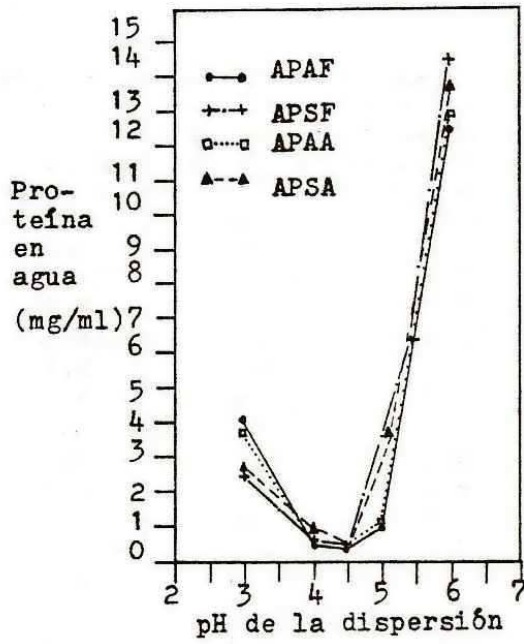


Figura 1. Solubilidad de proteína en agua.

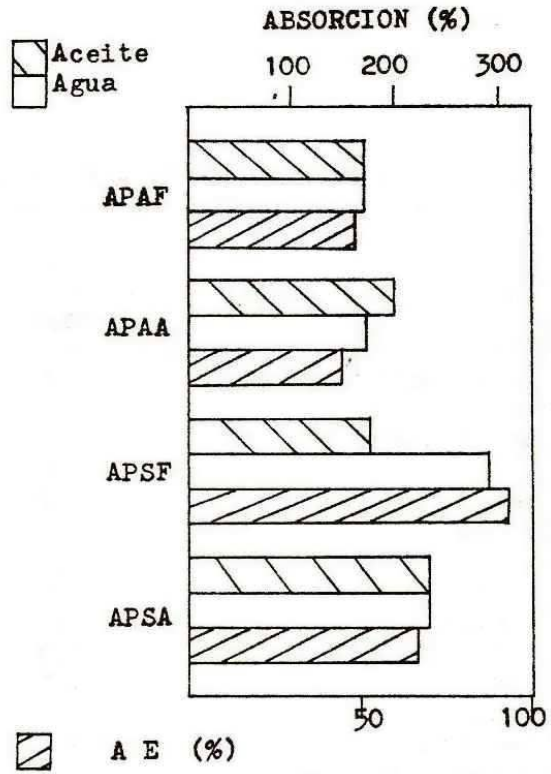


Figura 2. Absorción de aceite, absorción de agua y actividad de emulsificación.

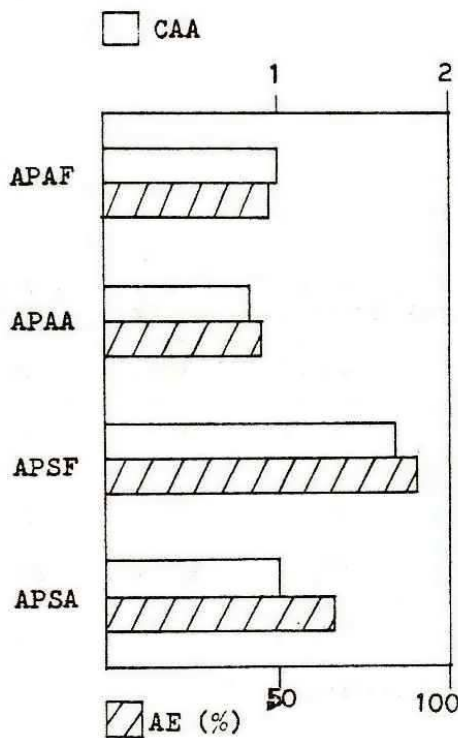


Figura 3. "Coeficiente de absorción agua-aceite" y Actividad de emulsificación.

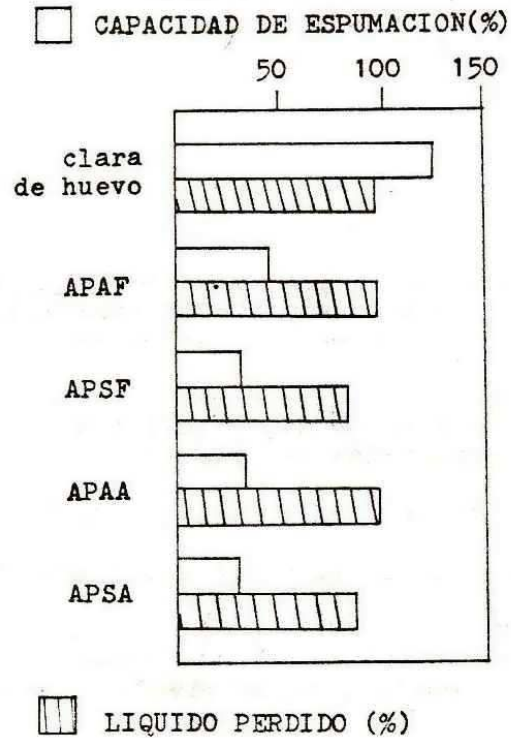


Figura 4. Capacidad de espumación y líquido perdido.



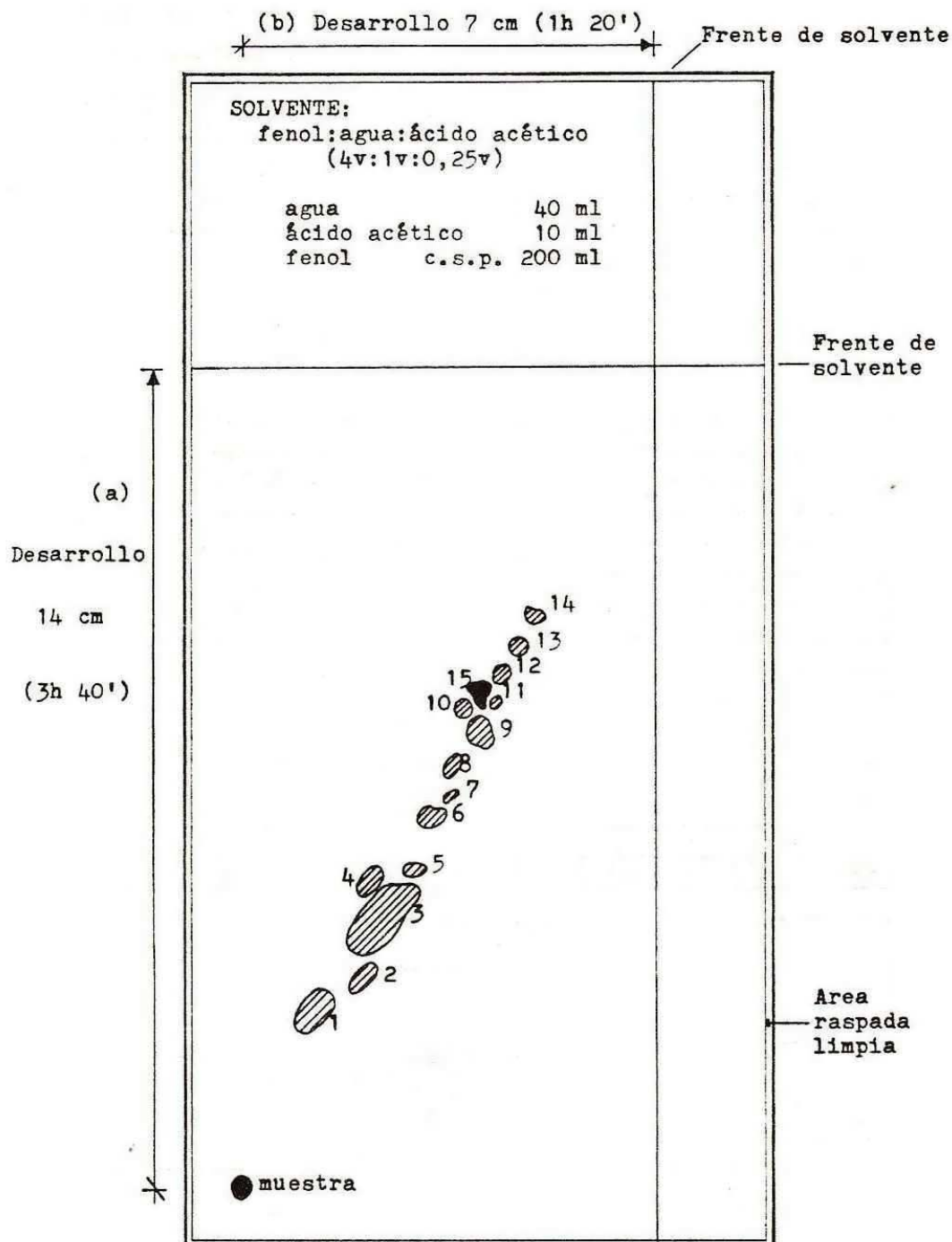


FIGURA 6. Esquema de un cromatograma de capa fina obtenido en el experimento (escala normal).

Nota: El triptófano se determinó en un desarrollo aparte, pero aquí se indica su localización aproximada.

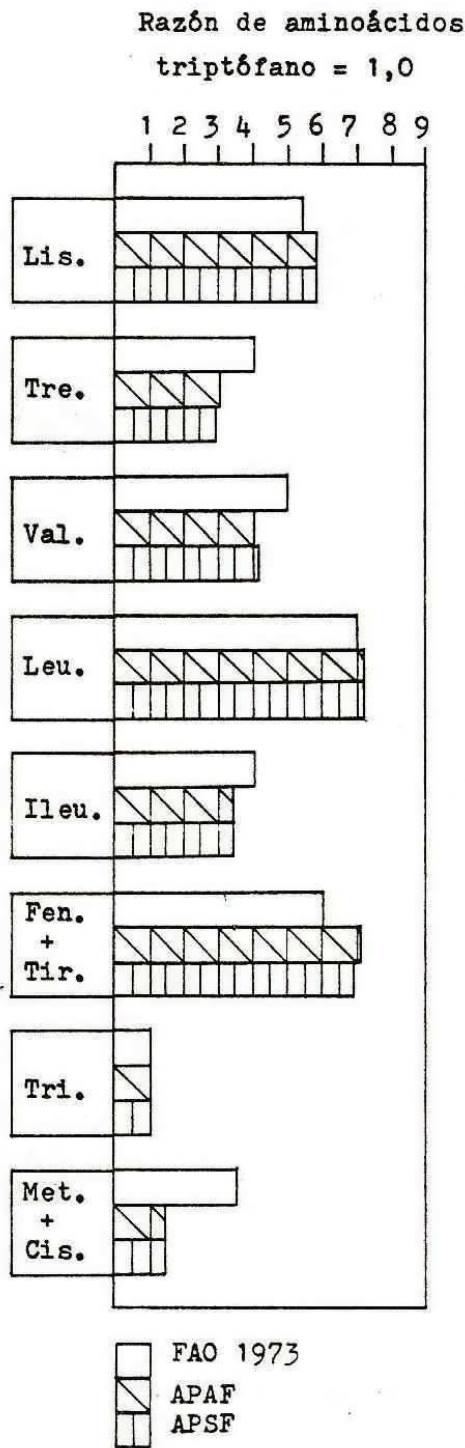


Figura 6. Patrón de aminoácidos esenciales de aislados proteicos de fréjol y patrón FAO de 1973.

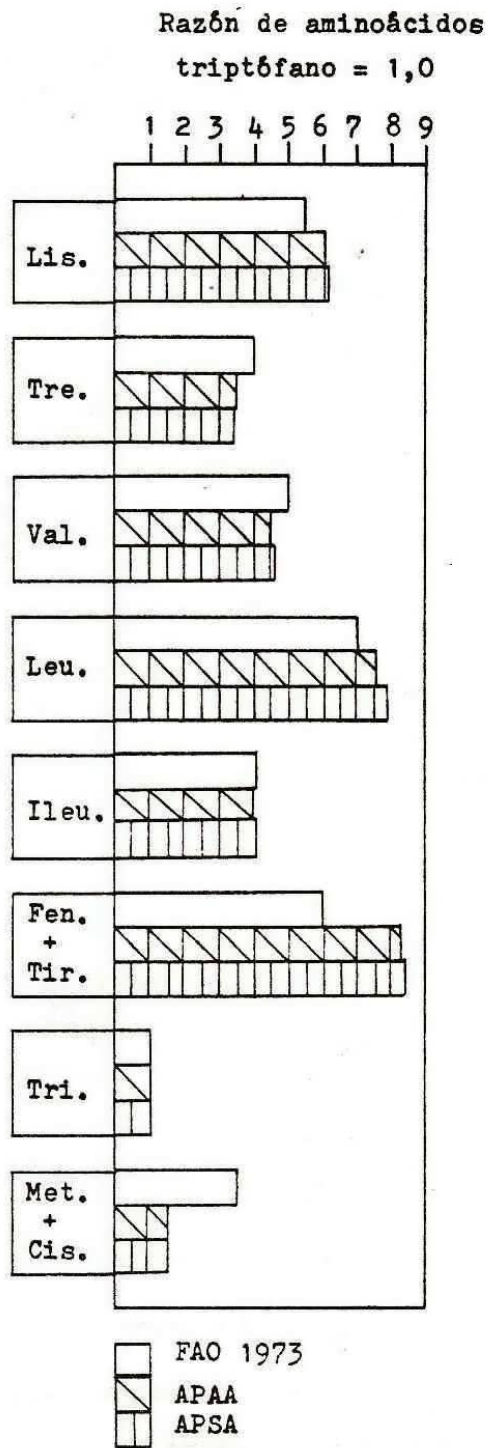


Figura 7. Patrón de aminoácidos esenciales de aislados proteicos de arveja y patrón FAO de 1973.

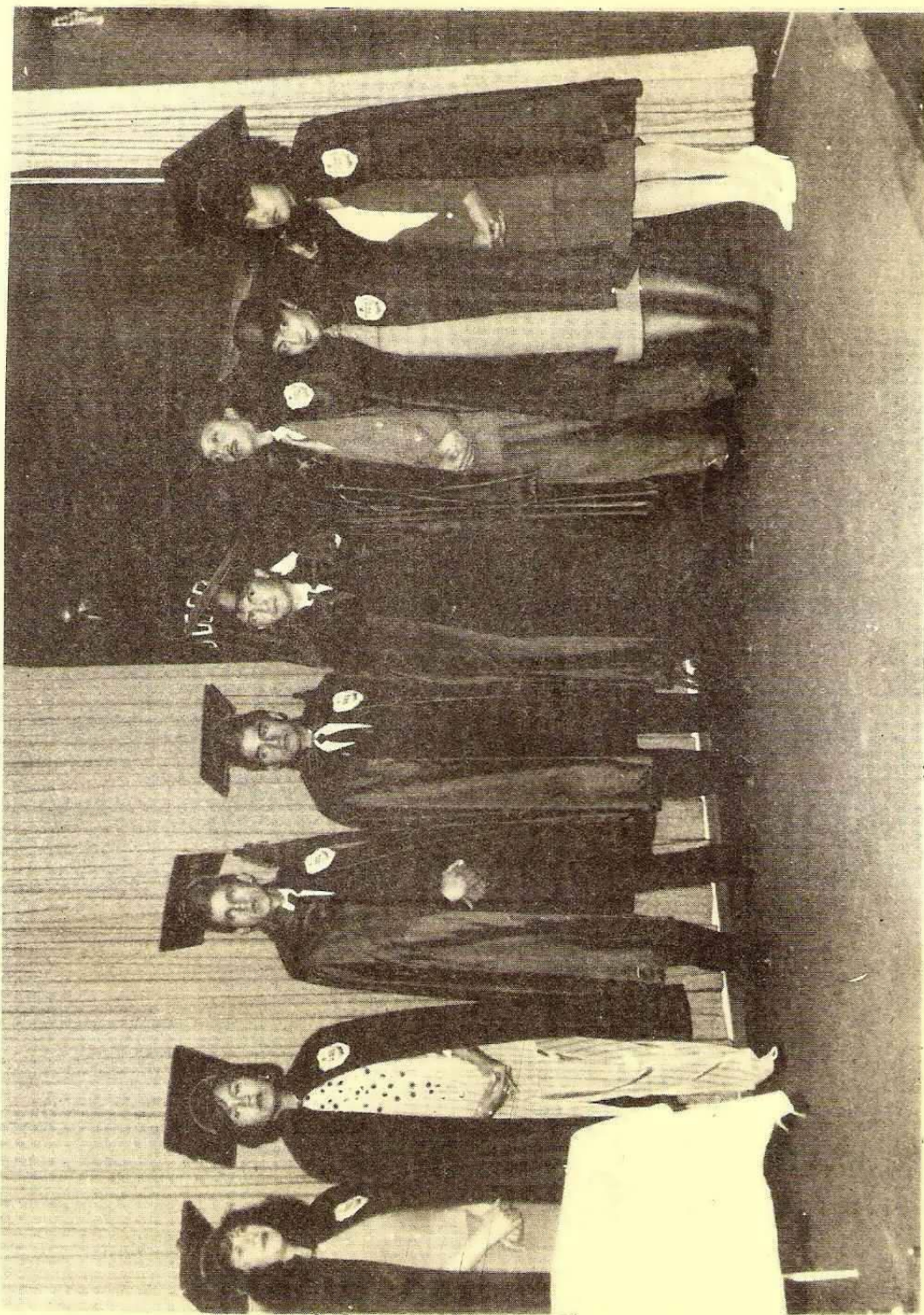
**En el próximo número**

Estudio del almacenamiento de manzanas en una cámara enfriada bajo condiciones ambientales.

Determinación del contenido de fruta en mermeladas estándar.

Estudio del secado de quinua (Chenopodium quinoa willd).

Elaboración de un subproducto lácteo "postre-flan" mediante la sustitución de leche por suero dulce.



M. Alvarez / A. Amancha / M. Moscoso / F. Gavilanez / R. Rodríguez  
A. Ruiz / I. Sánchez / M. Silva. Ceremonia del 31 de julio de 1992



**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