

AGROINDUSTRIAS Y SU INTERACCION CON  
AGRICULTURA Y NUTRICION

Dr. Mario R. Molina, INCAP

I. INTRODUCCION

En general es reconocido que a fin de afrontar las necesidades alimentarias de la población en continuo aumento se hace necesario incrementar la producción de alimentos. Tal aumento en producción reclama arduos esfuerzos del sector agrícola y pecuario a fin de lograr una mejora en las técnicas agrícolas que al final se traduzca en un incremento en el rendimiento o eficiencia de producción.

Por otra parte, la mayoría de las cosechas son de naturaleza estacional, de tal suerte que un incremento en producción de cualquier producto en particular se traduce en un aumento del mismo en la época de cosecha. Lo anterior tiene como efecto tanto una rebaja desmedida en el precio como un alto grado de pérdidas del producto alimentario en la época de cosecha debido al mencionado incremento en la producción. A fin de evitar en lo posible ambos efectos que se aprecian durante la época de cosecha, se hace necesario actividades agroindustriales que tiendan a asegurar la estabilidad tanto del producto (para minimizar pérdidas) como de su precio durante el año. Esta estabilidad en precio es de conveniencia tanto para el productor como para el consumidor. Este último además de verse favorecido con una oferta más o menos uniforme en precio durante el año, también se verá favorecido al gozar de una

mayor disponibilidad de los alimentos producidos estacionariamente. Todo lo anterior es mucho más fácil de apreciar considerando alimentos altamente perecibles como es el caso de frutas, hortalizas, tubérculos, etc.

Nutricionalmente es de gran beneficio que la población se vea favorecida con una mayor disponibilidad de alimentos durante el año, ya que la misma favorece una ingesta de nutrientes uniforme, lo cual a su vez es condicionante de un adecuado estado nutricional.

El presente trabajo sumariza algunos esfuerzos efectuados por el INCAP en el desarrollo de tecnologías apropiadas para el establecimiento de agroindustrias que tiendan a asegurar una mayor estabilidad del producto agrícola para el productor así como una mayor disponibilidad de alimentos para el consumidor. Los desarrollos agroindustriales en cuestión, pueden dividirse en aquellos dirigidos al establecimiento de agroindustrias de tipo comunal rural, con tecnologías relativamente más simples y de menor inversión; y en aquellos dirigidos al establecimiento de una mediana empresa. Todo lo anterior con el fin de minimizar las pérdidas post-cosecha, asegurar una mayor disponibilidad de alimentos durante el año y minimizar las variaciones de precio; favoreciendo así tanto al productor como al consumidor.

## II. AGROINDUSTRIAS DE TIPO COMUNAL RURAL

Los desarrollos agroindustriales de tipo comunal rural logrados por el INCAP, pueden clasificarse en dos clases, aque-

llos para incrementar la estabilidad de los productos alimenticios por sistemas de almacenaje mejorados y aquellos que tienden a incrementar dicha estabilidad a través de tecnologías apropiadas de procesamiento. En ambos casos, las alternativas desarrolladas han llevado la premisa de ser de relativo bajo costo, relativamente sencillas como para ser implementadas al nivel comunal rural, que sirvan de complemento e incentivo a las actividades de producción agrícolas local y que, directa o indirectamente, tiendan a mejorar la ingesta de alimentos de la comunidad rural.

#### A. Tecnologías apropiadas de almacenaje

Dentro de este rubro destacan aquellas tecnologías desarrolladas por INCAP para incrementar la estabilidad de los granos básicos (como maíz y frijol) durante el almacenaje.

En el caso del maíz se ha demostrado (1) que las pérdidas por insectos durante su almacenaje (oscilantes entre el 40 a 50%) pueden minimizarse al usar sacos de brín y aplicaciones de compuestos como cal o fosfato tricálcico, que son tan eficientes como insecticidas del tipo del lindano y similares (Figura 1).

En el caso de silos, para maíz, de relativa baja capacidad (20 a 30 quintales), se ha podido establecer que estos son más eficientes para el almacenaje del grano cuando están provistos de un sistema de aireación. Dicho sistema puede ser alcanzado mediante la adición al silo de extractores de aire

de manufactura artesanal (Figura 2) sin el empleo de energía para ventilación (2). Similarmente, para el caso del maíz se ha podido establecer la alta eficiencia del humo como agente preservante del grano (3), habiéndose sugerido modelos de posible empleo de esta tecnología simple y de bajo costo (Figura 3).

Para el caso del frijol, encuestas desarrolladas a nivel nacional (4) han demostrado que el tiempo de cocción del grano es la característica más importante para el consumidor (Tabla 1), por lo que se han desarrollado tecnologías relativamente simples y de bajo costo tendientes a minimizar el endurecimiento o tiempo de cocción y el biodeterioro del grano durante el almacenaje (Figura 4). Dentro de las mismas cabe señalar la de tratamiento térmico a vapor por corto tiempo del grano recién cosechado sin adición de agua (5) y la de tratamiento en salmuera de dicho grano (6) que ofrecen alternativas viables de implementación a pequeña o mediana escala. Igualmente eficiente para pequeña escala parece ser la alternativa de almacenar el grano en su vaina (Tabla 2).

Todo lo anterior refleja esfuerzos que pretenden ayudar a mejorar la eficiencia de programas agrícolas tendientes a aumentar la producción de granos básicos, mediante la minimización de pérdidas post-cosecha y/o la estabilización de los granos básicos durante su almacenaje a nivel del productor comunal rural. Estos esfuerzos se esperan puedan traducirse en una mayor disponibilidad de productos básicos para el

consumidor rural, lo cual idealmente se traduciría en una mayor ingesta y un mejor nivel nutricional del mismo.

B. Tecnologías apropiadas de procesamiento

Diversas tecnologías simples, de relativo bajo costo y de posible implementación a nivel comunal rural se han desarrollado en el INCAP. Como ejemplos pueden citarse aquellas que ya están implementadas a nivel de cooperativa agrícola y que han probado ser viables y adecuadas para dicho nivel.

En el caso de productos hortícolas se desarrolló un sistema de secado para hortalizas que no necesitan escaldado, como hojas verdes, cebollas, ajo, etc. (7). Dicho sistema, con capacidad de manejar un promedio de 20 toneladas de producto fresco por mes (trabajando 2 turnos diarios) fue desarrollado acorde a la demanda nacional de Guatemala de dichas hortalizas secas para la elaboración de sopas deshidratadas. Las unidades de procesamiento para lavado, secado, separación de hojas y empaque, fueron desarrolladas en forma tal que permitiese su construcción localmente, en la misma cooperativa, con materiales disponibles en el lugar. El hecho de diseñar un sistema de secado en el que las unidades fueron construidas localmente contribuyó en alguna medida a una baja inversión, a que el sistema resultara viable y a que en el mismo lugar exista personal capacitado para la reparación y servicio de las unidades. El sistema consiste básicamente en un secado a contracorriente con aire caliente (60 a 70 °C) en un gabinete de bandejas semi-continuo (Figura 5), usando una velocidad de aire

relativamente baja (65 a 70 m/min) en la actualidad, la Cooperativa Cuatro Puños de Santiago Sacatepéquez, implementadora del proceso este año, se encuentra procesando de 4 a 6 toneladas por mes de hortalizas frescas producidas localmente, las cuales en forma seca encuentran mercado en las industrias productoras de sopas deshidratadas localizadas en Guatemala.

Otro caso es el proceso desarrollado en el INCAP para la elaboración de láminas de fruta en forma de disco y de humedad intermedia, para asegurar su preservación (8). El proceso (Figuras 6 y 7) es bastante sencillo y permite la utilización de banano de descarte y frutas de estación. El producto goza de amplia aceptación en el mercado estadounidense. En la actualidad la cooperativa agrícola de Comayagua, Honduras, que implementara esta alternativa está cubriendo parte del mercado de California. Esto origina un uso para una fruta que, de no utilizarse, se perdería, así como otra fuente de ingreso para la cooperativa en mención, con mínima inversión y con tecnología apropiada que sus miembros pueden manejar sin limitaciones. El producto de consumo local puede vitaminarse y servir como vehículo de nutrientes para la población.

Ambas alternativas citadas como ejemplo llevan como denominador común el objetivo de poder preservar productos agrícolas altamente perecederos, ayudando con ello a poder incentivar su producción asegurando un mercado relativamente estable. La hipótesis por comprobar es que originando un incremento en el ingreso del agricultor rural, a través de

su misma tecnificación y desarrollo, éste logrará elevar su nivel de vida, mejorar su dieta y, consecuentemente, su nivel nutricional. Debe notarse que en ambos casos se ha hecho énfasis en la venta a granel del producto procesado a otras industrias o empresas distribuidoras. Lo anterior se basa en la premisa que las cooperativas agrícolas comunales rurales no gozan todavía de una capacidad empresarial como para entrar en la distribución de producto terminado al consumidor y menor aun como para entrar en competencia con empresas establecidas comercializando productos similares.

Existen otros ejemplos de alternativa agroindustriales para comunidades rurales desarrolladas por el INCAP que se encuentran ya en vías de implementación. Todas ellas basadas en la interacción entre agricultura, agroindustrias y nutrición. Dentro de estos ejemplos cabe destacar el de alternativas de producción de concentrados para animales, haciendo uso de productos agrícolas de descarte y altamente disponibles en la zona. Lo anterior con miras a ofrecer a la comunidad rural no sólo otra fuente de ingreso aprovechando sus recursos, sino también una disponibilidad mayor de alimentos de alto valor nutricional.

### III. TECNOLOGIAS DE PROCESAMIENTO PARA AGROINDUSTRIAS RELATIVAMENTE TECNIFICADAS

El INCAP ha efectuado esfuerzos para el desarrollo de alternativas tecnológicas que puedan implementarse en facilidades establecidas de industrias alimentarias existentes en el país

utilizando en mejor forma los recursos agrícolas de la nación para brindar a la población productos de calidad nutricional mejorada y de, posiblemente, menor costo.

Dado que Guatemala no es productor de trigo duro, esfuerzos se han efectuado para desarrollar sistemas de panificación con harina de trigo extendida con materia prima cultivable y disponible en el país. Se ha logrado extender la harina de trigo en un 20% para la producción de pan tipo francés y en un 30 a 50% para la producción de pan tipo dulce, usando harina de maíz íntegro, de arroz de tercera o de maicillo decorticado como material extensor (9, 10). Este tipo de alternativa consideramos puede ser implementada por la industria molinera nacional que tiene la infraestructura necesaria para hacerlo. La diferencia en costo entre la harina de trigo y la de otro cereal (maíz, maicillo, arroz de tercera) puede usarse por la industria en cuestión para mejorar la calidad (nutricional y de panificación) del producto a través de aditivos mejoradores de relativo bajo costo. La práctica de alternativas como la aquí señalada, podría ahorrar a la nación de gastos en moneda extranjera y suplir a la población un producto nutricionalmente mejorado. En la actualidad se han desarrollado estudios de pre-factibilidad y factibilidad para la elaboración de estas harinas mezcla en Guatemala que han demostrado ser alta viabilidad. La posibilidad de uso de harina de tubérculos (como papa, yuca o similares) se ha evaluado, sin embargo, el alto contenido de humedad de los mismos (75 a 80%) y el costo de eliminarla,

parecen ser los factores que favorecen el uso de otros materiales (como maíz, maicillo, etc.) como extensores en el momento actual. El hecho que se ha demostrado (Figura 8) que el pan preparado con harina de trigo extendida, es de mayor calidad, determinada por el volumen del producto, cuando el almidón del material extensor es alto en amilosa (9), señala una posible interacción de esta alternativa con el sector agrícola, en el sentido de que este puede seleccionar materiales para la extensión de la harina de trigo para panificación, basándose en alto rendimiento así como en un mayor contenido de amilosa.

Similar a la alternativa anterior ha sido la desarrollada para la producción de pastas alimenticias, extendiendo la semolina de trigo (materia prima de importación en Centro América) en un 75% con una mezcla de cereal (maíz, maicillo decorticado, arroz de tercera, etc.) y leguminosas (frijol de costa, canavalia, o similares) cuyo almidón haya sido previamente gelatinizado (11). Esta alternativa (Figura 9) puede ser implementada por la industria alimentaria nacional para la producción de pastas alimenticias que han demostrado ser de alta aceptabilidad y de un valor nutricional mejorado (Tabla 3, Figura 10). El sector agrícola puede interaccionar en la implementación de esta alternativa mediante el desarrollo de la tecnología agrícola para la producción eficiente de variedades de alto rendimiento (tanto de cereales como leguminosas) para este propósito. Está establecido (12) que existen diversos tipos o variedades de frijol de costa que son de alto rendimiento y pueden

adecuarse a las zonas trópico-húmedas inadecuadas para otros cultivos.

#### IV. CONSIDERACIONES GENERALES

Se considera que a fin de llegar a una implementación de las alternativas agroindustriales del tipo aquí ejemplificado varias acciones son necesarias. Entre las mismas destaca que debe haber una coordinación de actividades entre los sectores interaccionantes, como lo son agricultura, desarrollo agro-industrial y nutrición. Esta coordinación de esfuerzos debe ir acompañada de programas de entrenamiento, adiestramiento y capacitación de los sectores que se espera implementen en un futuro las alternativas desarrolladas. Esto último es más evidente en el caso de alternativas diseñadas para su implementación a nivel comunal rural. Así también, debe existir una convicción a nivel de personeros de alto nivel, con respecto a la importancia de estas actividades multi-sectoriales para asegurar a la población un mejor uso de los recursos alimentarios disponibles, alternativas de fuentes de ingreso, una mejor dieta y, en suma, una mejor nutrición y calidad de vida.

#### V. RESUMEN

En base a lo expuesto se considera que existe una fuerte interacción entre agricultura, agroindustrias y nutrición. Los desarrollos de tipo agroindustrial logrados por el INCAP han buscado brindar tecnologías apropiadas para una mejor

utilización de los recursos agrícolas nacionales, brindar alternativas para la preservación y comercialización de productos agrícolas perecederos y, brindar oportunidades de mejorar la dieta de la población (rural y urbana), directa o indirectamente, dando oportunidades de diversificación de producción y originando otras fuentes de ingreso y de trabajo.

El implementar alternativas como las aquí citadas como ejemplo, reclama del sector agrícola una acción para incrementar producción en función de la demanda y el de evaluar variedades o tipos de los diversos cultivos, que posean las características tecnológicas y/o nutricionales, según el caso, que reclame la agroindustrialización de los mismos. Acciones de incremento de producción acompañadas de acciones agroindustriales que aseguren la preservación del producto y su posterior comercialización, consideramos que son necesarias a fin de hacer un mejor uso de los recursos nacionales y asegurar al productor con respecto a la comercialización de su producto. Las acciones agroindustriales a su vez, ayudan a prevenir fluctuaciones de precio en el mercado favoreciendo así tanto al productor como al consumidor.

Se considera que a fin de lograr el éxito esperado en actividades multi-sectoriales como las aquí descritas, debe existir una coordinación entre el sector agrícola, el sector generador de tecnologías apropiadas para agroindustrialización y el sector nutricional. Asimismo, se considera que debe existir una capacitación, adiestramiento y entrenamiento de los

sectores para los que van dirigidas las alternativas, a fin de tener un personal capacitado que augure el éxito de las mismas. Además, se debe contar con la convicción de personeros de alto nivel en cada sector, de la importancia de estas actividades mutlisectoriales para lograr una mejor utilización de los recursos alimentarios nacionales, una mejor dieta para la población, alternativas de fuentes de ingreso y de trabajo y, en suma, una mejor calidad de vida para la población, la cual incluye un mejor nivel nutricional.

#### REFERENCIAS

1. Bressani, R., Medrano, J.F., Elías, L.G., Gómez-Brenes, R.A., González, J.M., Navarrete, D.A. y Klein, R.E. Estudios para el control de insectos para la preservación del maíz Opaco-2 almacenado y efectos sobre su valor nutritivo. *Turrialba*, 32:51-58, 1982.
2. Merino, G., Molina, M.R. y Bressani, R. Almacenamiento de maíz en jarras de cemento, en comparación otros sistemas. En: "INCAP, Informe Anual, lo. de enero-31 de diciembre de 1980", Managua, Nicaragua, julio 1981 Documento CINCAP 32/2, pp. 51-52.
3. Merino, G. y Bressani, R. Utilización de corrientes de humo para prevenir el biodeterioro del maíz (*Zea mays*). En: "INCAP, Informe Anual, lo. de enero-31 de diciembre 1981", San José, Costa Rica, Julio 1982. Documento CINCAP 33/2, p. 93.
4. Navarrete, D.A. y Bressani, R. Estudios sobre características de producción y consumo de frijol en Guatemala. III. Características de preparación y consumo a nivel de hogar rural. Trabajo presentado en la "XXVIII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA)", San José, Costa Rica, Marzo 22-25 de 1982.
5. Molina, M.R., Batten, M.A., Gómez-Brenes, R.A., King, K. W. y Bressani, R. Heat treatment: A process to control the hard-to-cook phenomenon in black beans (Phaseolus vulgaris). *J. Food Sci.*, 41:661-666, 1976.

6. Rizo Cruz, M.E. "Estudio sobre el uso de solución de NaCl para el control del endurecimiento y del biodeterioro del frijol común (Phaseolus vulgaris) y del Caupí (Vigna sinensis)". M.Sc. Tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala/INCAP, Abril de 1981, 77 pags.
7. Axtell, B.L., Swetman, A.A. y Molina, M.R. Development of a vegetable dehydration model for a rural cooperative in Guatemala. *Trop. Sci.*, 1982 Acéptado para publicación.
8. Molina, M.R., Axtell, B., Batten, M.A. y Bressani, R. Utilización integral de frutas. En: "INCAP, Informe Anual 10. de enero-31 de diciembre 1978", San Salvador, El Salvador julio de 1979, Documento CINCAP 30/2 pp. 49-51.
9. Quintana Martínez, S. "Estudio sobre la influencia del Ion Calcio en la panificación con Harinas Compuestas". M.Sc. Tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala/INCAP, Noviembre de 1980. 41 pags.
10. Valverde, V., Martorell, R., Molina, M.R., Delgado, H., Pivaral, V.M., Bressani, R. y Klein, R.E. Energy supplementation and food consumption in a malnourished population of rural Guatemala. *Nutrition Reports Intl.*, 20(6): 855-864, 1979.
11. Molina, M.R., Gudiel, H., de la Fuente, G. y Bressani, R. Use of Phaseolus vulgaris in high protein-quality pasta products. En: "Proc. IV Intl. Congress Food Sci. and Technol.", 5:249-256, 1974.
12. Rachie, K.O. Relative agronomic merits of various food legumes for the lowland tropics. En: "Potentials of Field Beans and Other Food Legumes in Latin America". Wall, D. (ed.). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Serie de Seminarios del CIAT No. 2E, 1973. pp. 123-139.

TABLA 1.  
PREFERENCIA DEL FRIJOL POR EL AMA DE CASA RURAL

Cuál prefiere	%	Por qué prefiere ese frijol		%
Nuevo	61.9	Suavidad		55.6
Viejo	6.8	Sabor		28.9
Suelo	24.4	Económica		4.5
Enredo	1.7	Cualidades físicas		1.1
Otros	1.7	Alimento		3.9
No sabe	3.4	No sabe		2.2
		No hubo información		3.4

Incap 82-167

TABLA 2.

**CARACTERISTICAS DE DUREZA, TIEMPO DE COCCION Y  
BIODETERIORO POR INSECTOS EN FRIJOL NEGRO  
ALMACENADO EN GRANO CON Y SIN VAINA POR 9 MESES  
A 25°C**

Parámetro Estimado	Forma de almacenaje			
	Frijol en grano		Frijol en vaina	
	Valor inicial	Después de almacenado	Valor inicial	Después de almacenado
Dureza (g-f)*	70	287	69	133
Tiempo de cocción (min)**	123	221	125	177
Granos dañados por insectos (% ***	7	34	6	5

\* Determinado como los g-fuerza después de 150 min. en agua hirviente (96°C).

\*\* Minutos necesarios para llegar a una dureza promedio de 80 g-fuerza.

\*\*\* Valores promedio obtenidos en 1000 granos por muestra.

Incap 81-153

TABLA 3.

EFECTO DE VELOCIDAD DE RODILLOS Y PORCENTAJE DE FRIJOL  
*(Phaseolus vulgaris)* EN LA MEZCLA SOBRE LA ACEPTACION ORGANOLEPTICA  
 Y SOLIDOS PERDIDOS EN COCCION DE LAS PASTAS PREPARADAS\*

## VELOCIDAD DE RODILLOS (RPM) \*\*

Mezcla***	2		5		10		15	
	Aceptación organoléptica	Sólidos en cocción (%)						
25-45-30	7.63	2.24	7.00	2.28	4.26	2.36.	-	3.13
25-40-35	7.53	2.27	6.05	2.39	2.43	2.53	-	3.26
25-35-40	7.31	3.02	5.60	3.59	2.43	3.79	-	5.37

\* Aceptación organoléptica en base a escala hedónica 1,3,5,7 y 9. Valor estandard para pasta comercial= 7.00. Valor estandard para sólidos perdidos en cocción= 1.70%.

\*\* Utilizando 60 psig. equivalente a una temperatura de superficie de 143°C.

\*\*\* Semolina-maíz-frijol.

Incap 74-204

FIGURA 1.

DAÑO OCASIONADO POR INSECTOS AL GRANO DE MAIZ OPACO-2 DESPUES  
DE 6 MESES DE ALMACENAMIENTO EN SACOS DE BRIN, APLICANDOSE  
DIFERENTES TRATAMIENTOS. (PROMEDIO  $\pm$  E.E., n = 4)

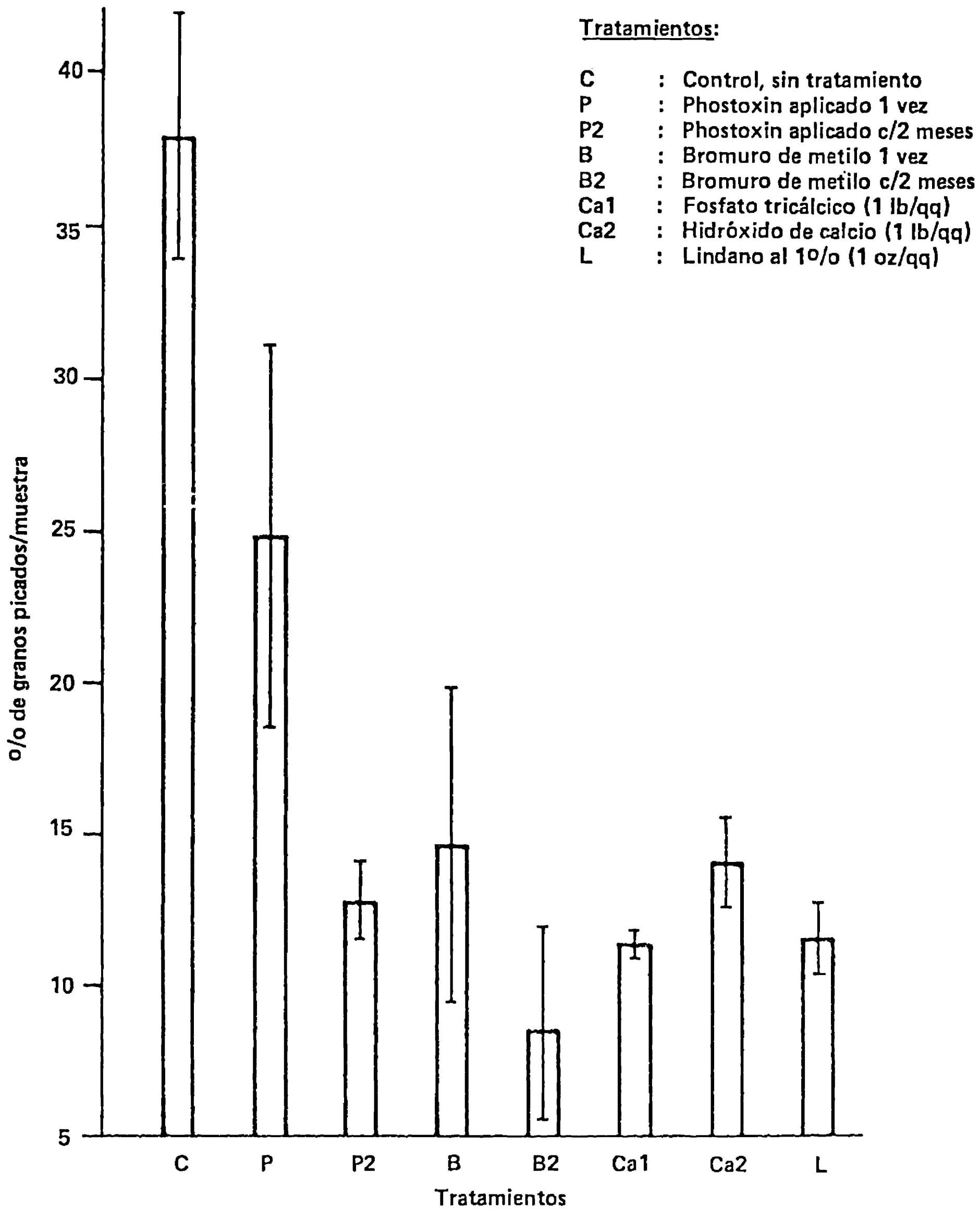


FIGURA 2.

Vista Parcial de Silos provistos de extractores de aire para asegurar ventilación.

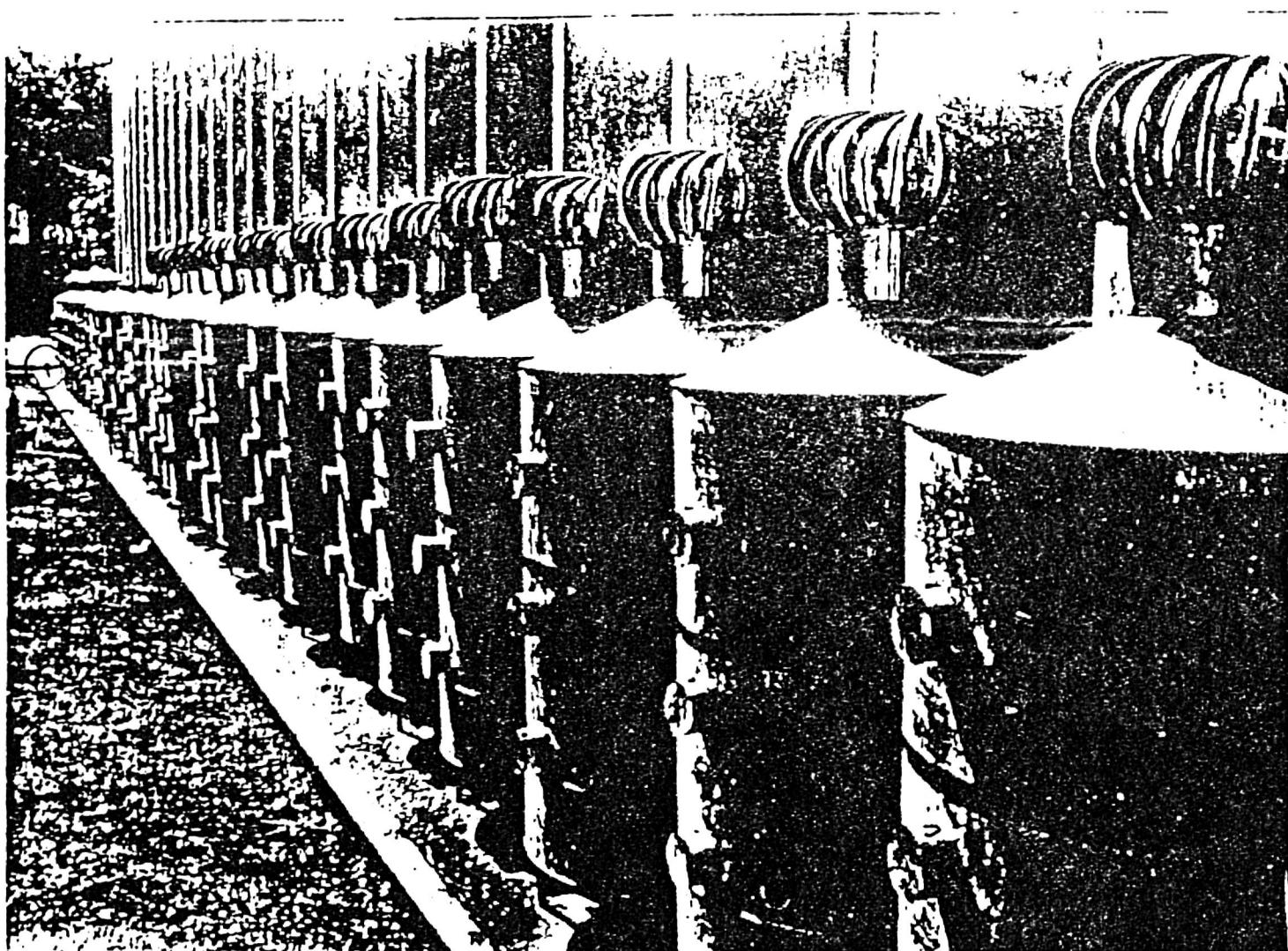
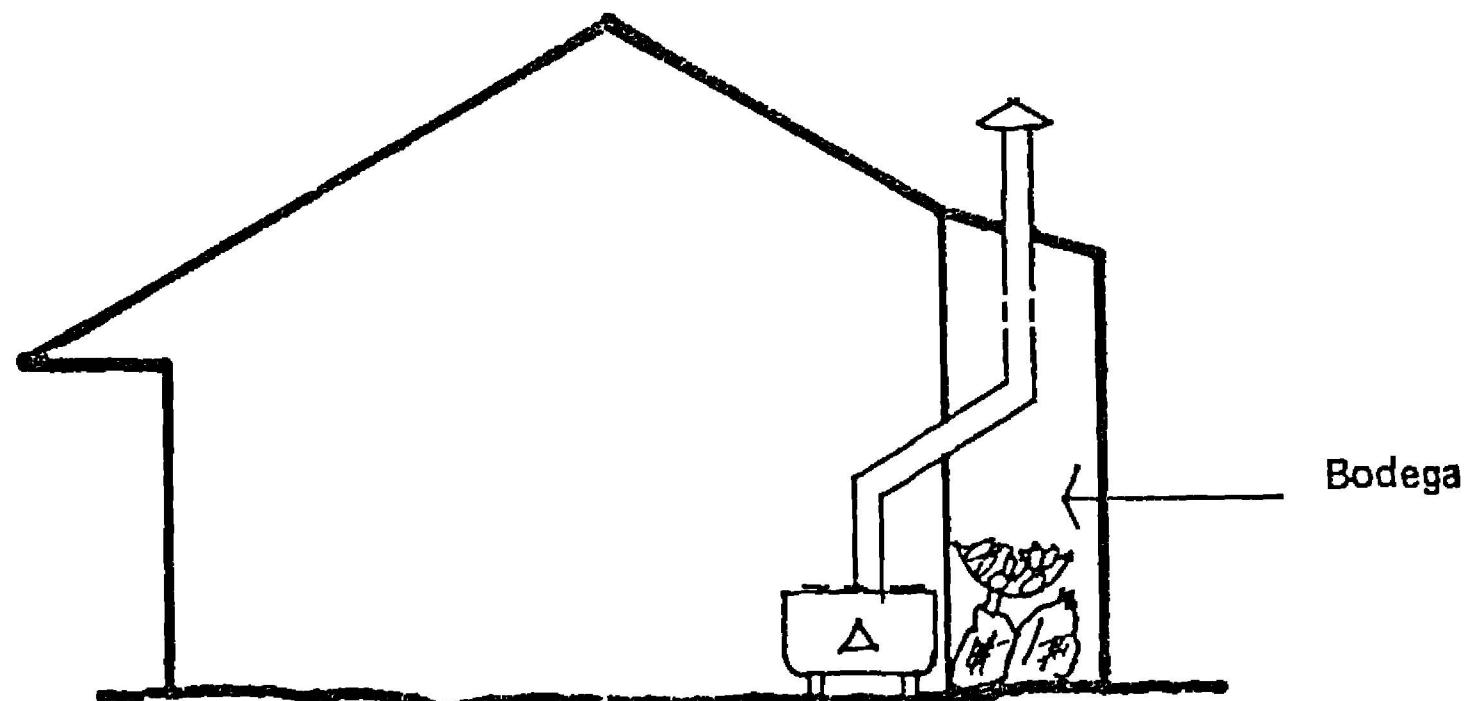
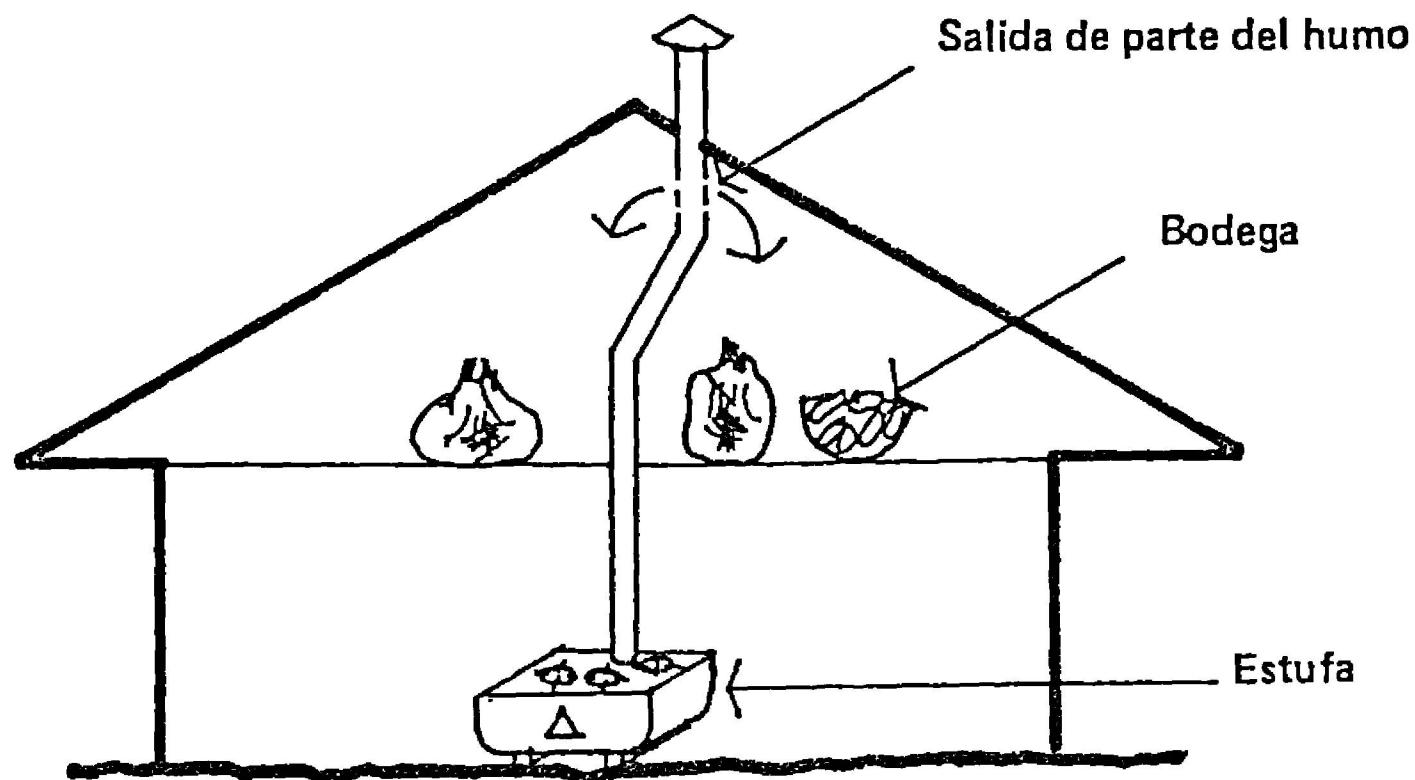


FIGURA 3.

POSIBLES SISTEMAS PARA LA UTILIZACION DEL HUMO  
DE ESTUFA COMO PRESERVATIVO DE ALIMENTOS  
EN UNA BODEGA



Incap 78-1006

FIGURA 4.

**ASPECTOS TECNOLOGICOS INVESTIGADOS PARA EL MEJOR  
APROVECHAMIENTO DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*)**

Secuencia en la utilización del frijol	Aspectos de Desarrollo Tecnológico investigados
Grano en Veina	Alternativa para almacenaje minimizando endurecimiento y biodeterioro
Grano Limpio	Procesos para minimizar el endurecimiento o tiempo de cocción y biodeterioro del frijol durante el almacenaje
Utilización como alimento	a. Tratamiento térmico b. Tratamiento con solución salina (NaCl) c. Atmósfera modificada d. Frijol entero precocido
Almacenaje	Efecto de temperatura y humedad relativa de almacén sobre el endurecimiento, biodeterioro y calidad proteínica del frijol
Utilización como alimento	
Frijol endurecido de mayor tiempo de cocción	Alternativas de utilización como alimento. a. Extrusión b. Enlatado

Incap 81-152

FIGURA 5.

Vista parcial de la Unidad de Secado de bajo costo diseñada por el Equipo Técnico de INCAP para el secado de hortalizas, Agroindustria Implementada por la Cooperativa "Cuatro Pinos" de Santiago Sacatepéquez, Guatemala.

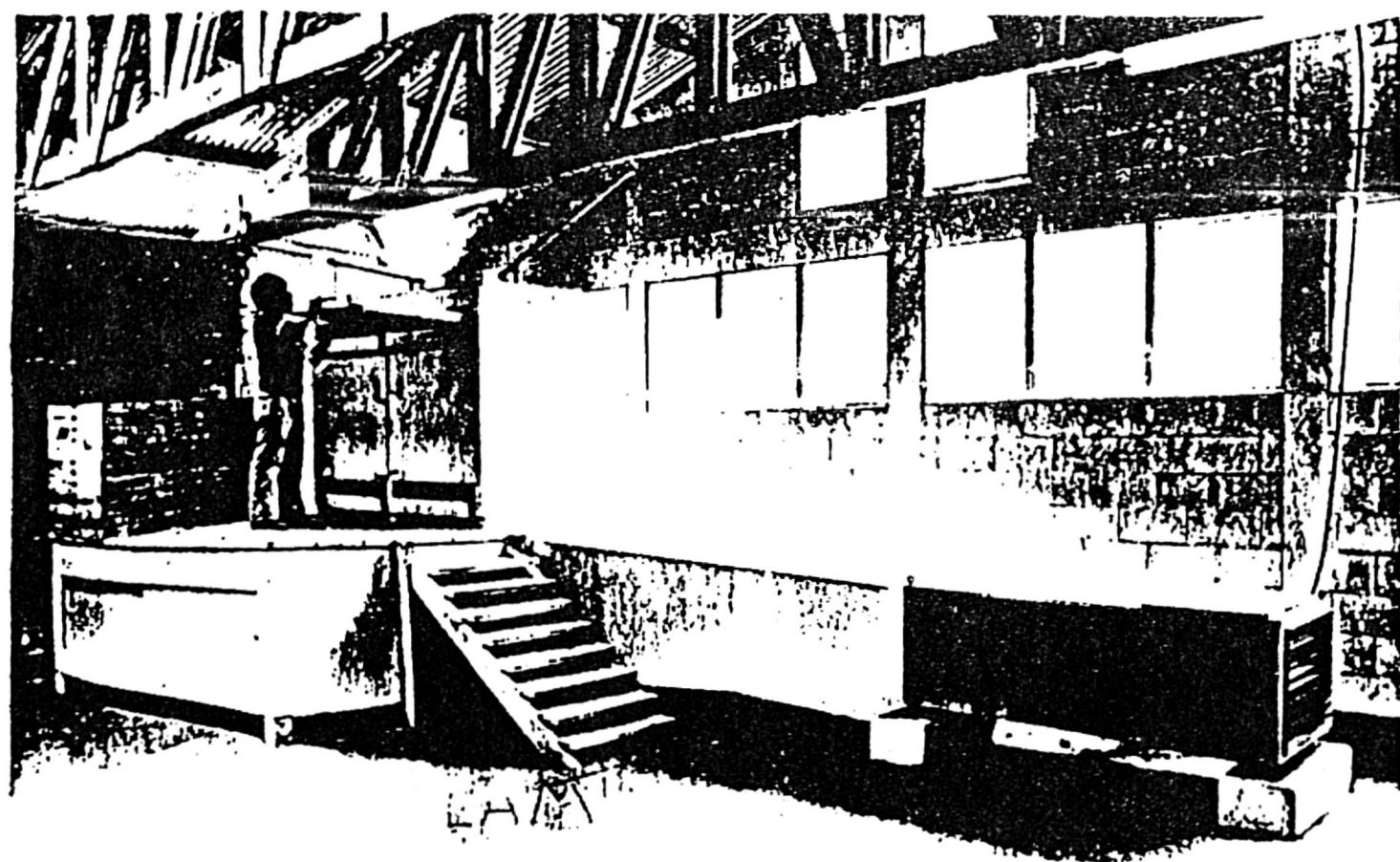


FIGURA 6.

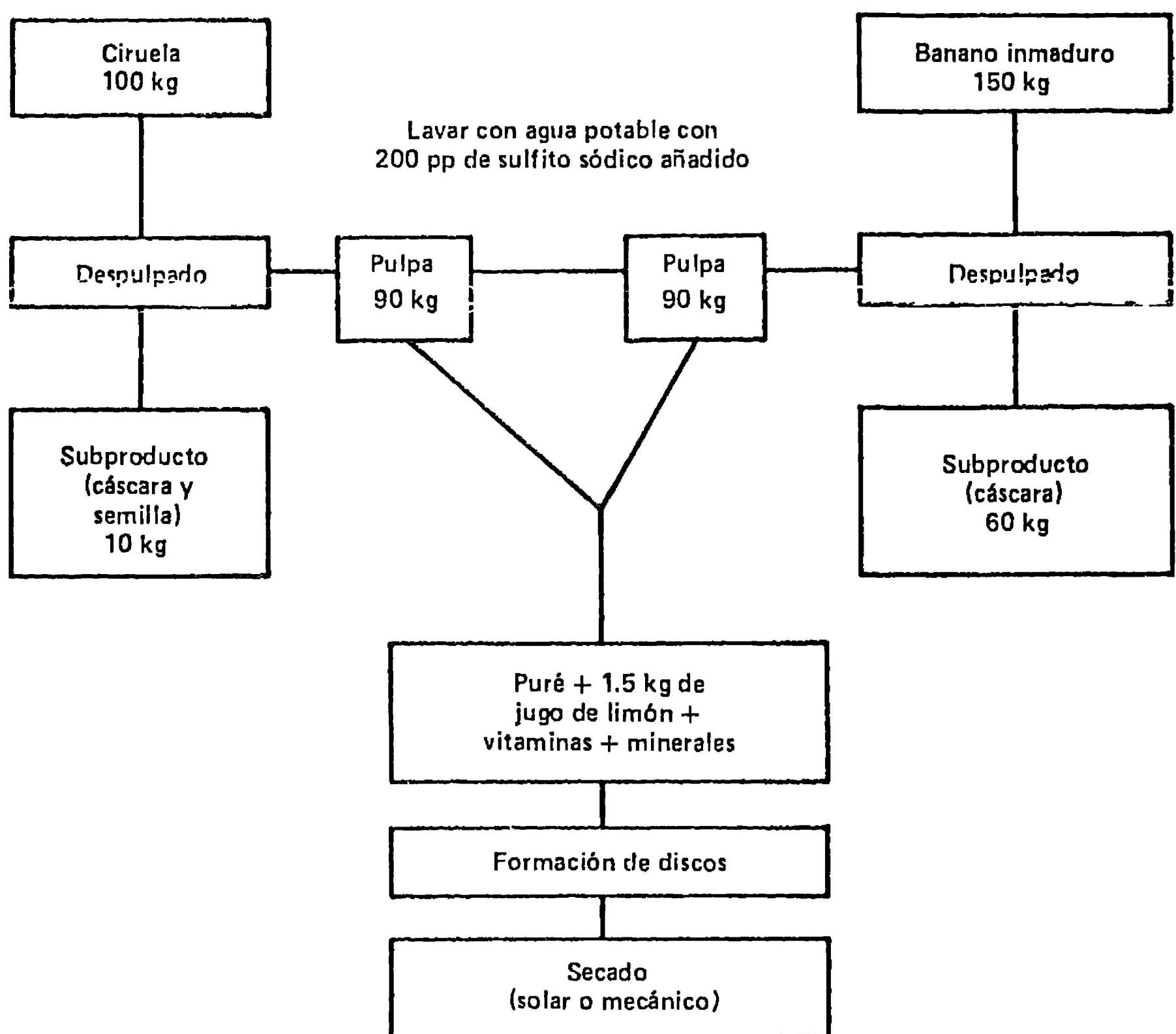


FIGURA 4 Sistema de manufactura de productos texturizados de fruta a partir de banano y ciruela

FIGURA 7.

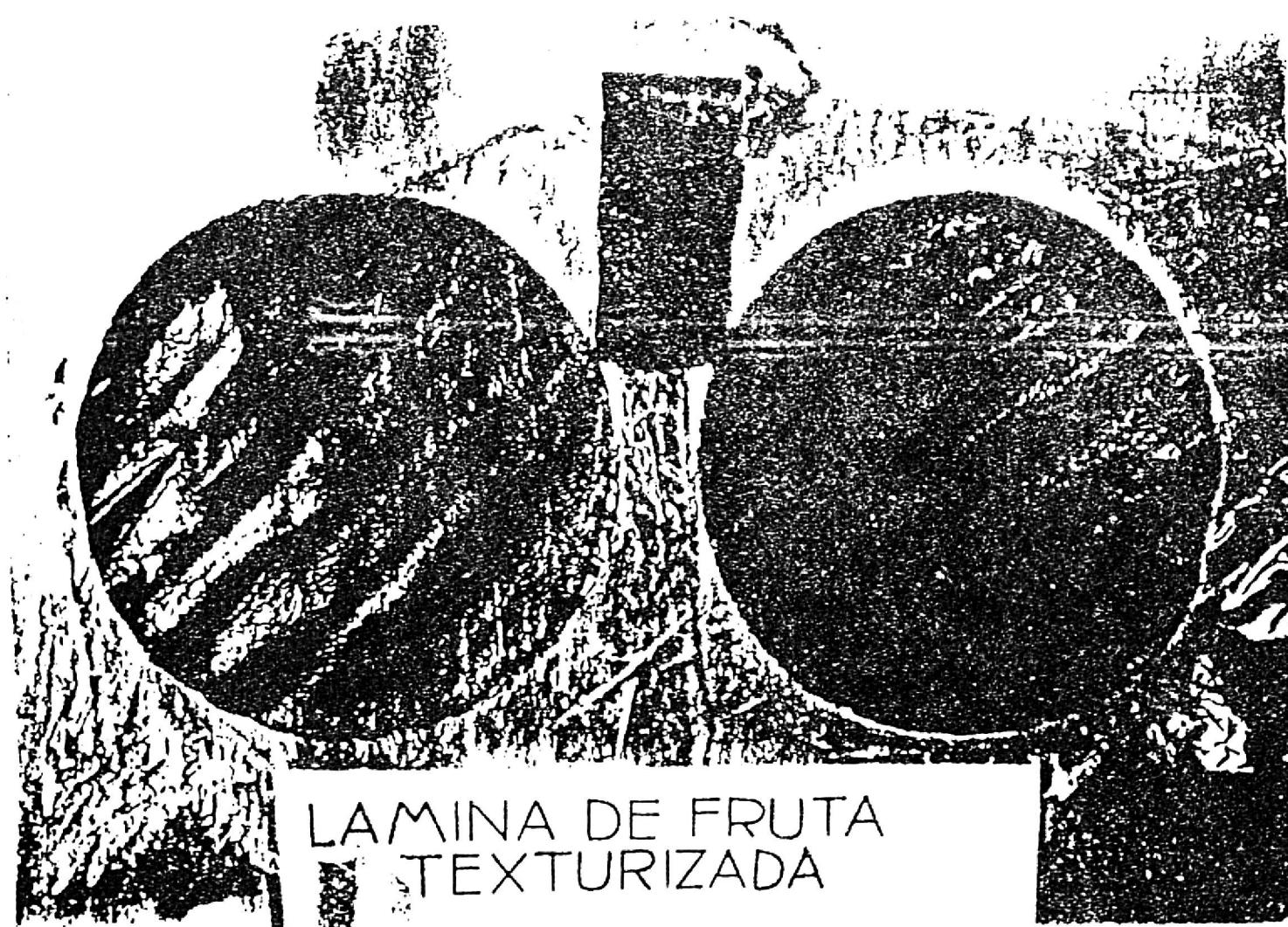


FIGURA 8.

REGRESION LINEAL ENTRE EL VOLUMEN DEL PAN Y EL CONTENIDO DE AMILOSA DE MEZCLAS DE HARINAS DE TRIGO Y MAIZ (70:30; 80:20) CON 0.005% DE HIDROXIDO DE CALCIO

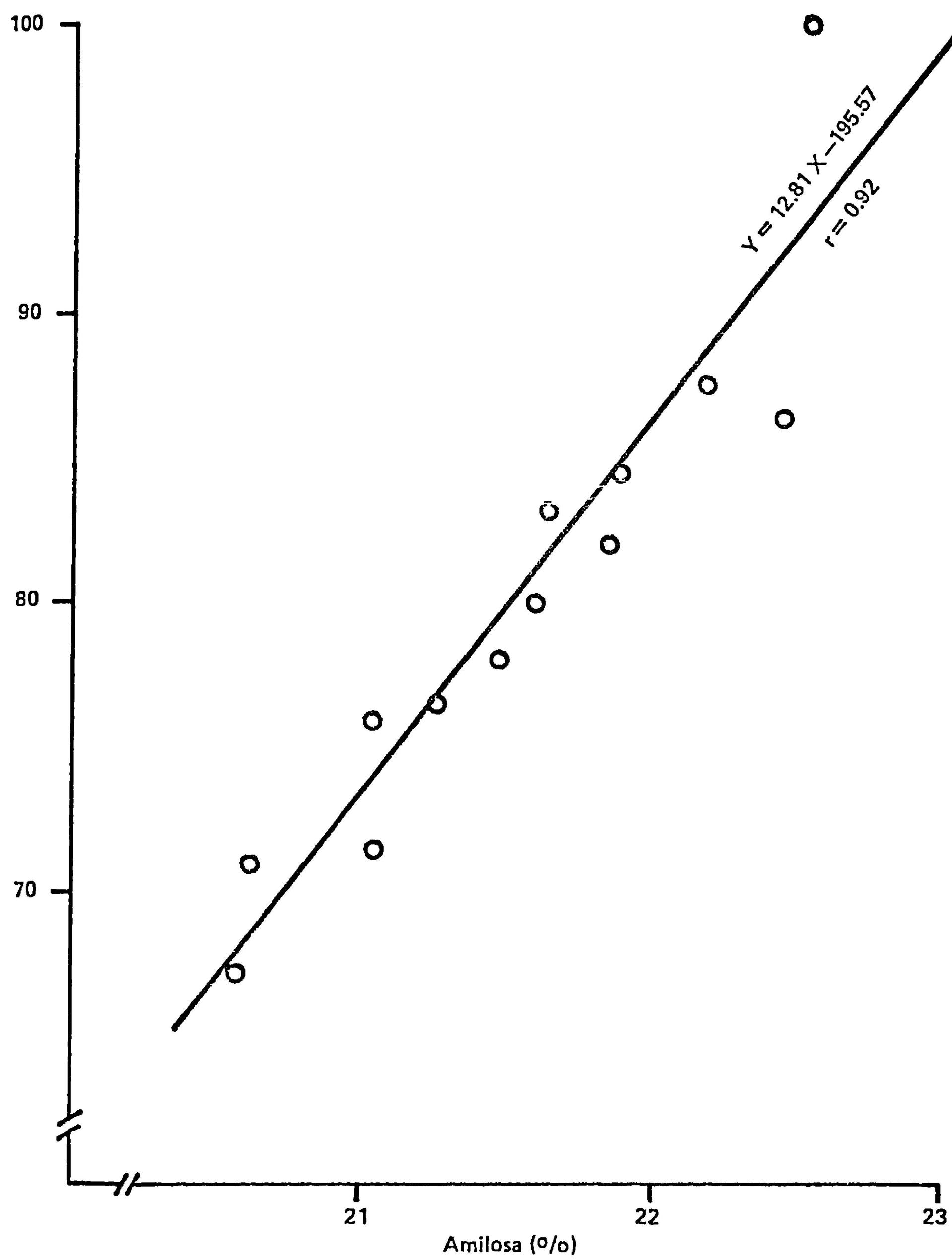


FIGURA 9.

DIAGRAMA DE FLUJO Y BALANCE DE MATERIALES  
 PARA LA MANUFACTURA DE PASTAS A PARTIR  
 DE SEMOLINA-MAIZ-FRIJOL (25-45-30)

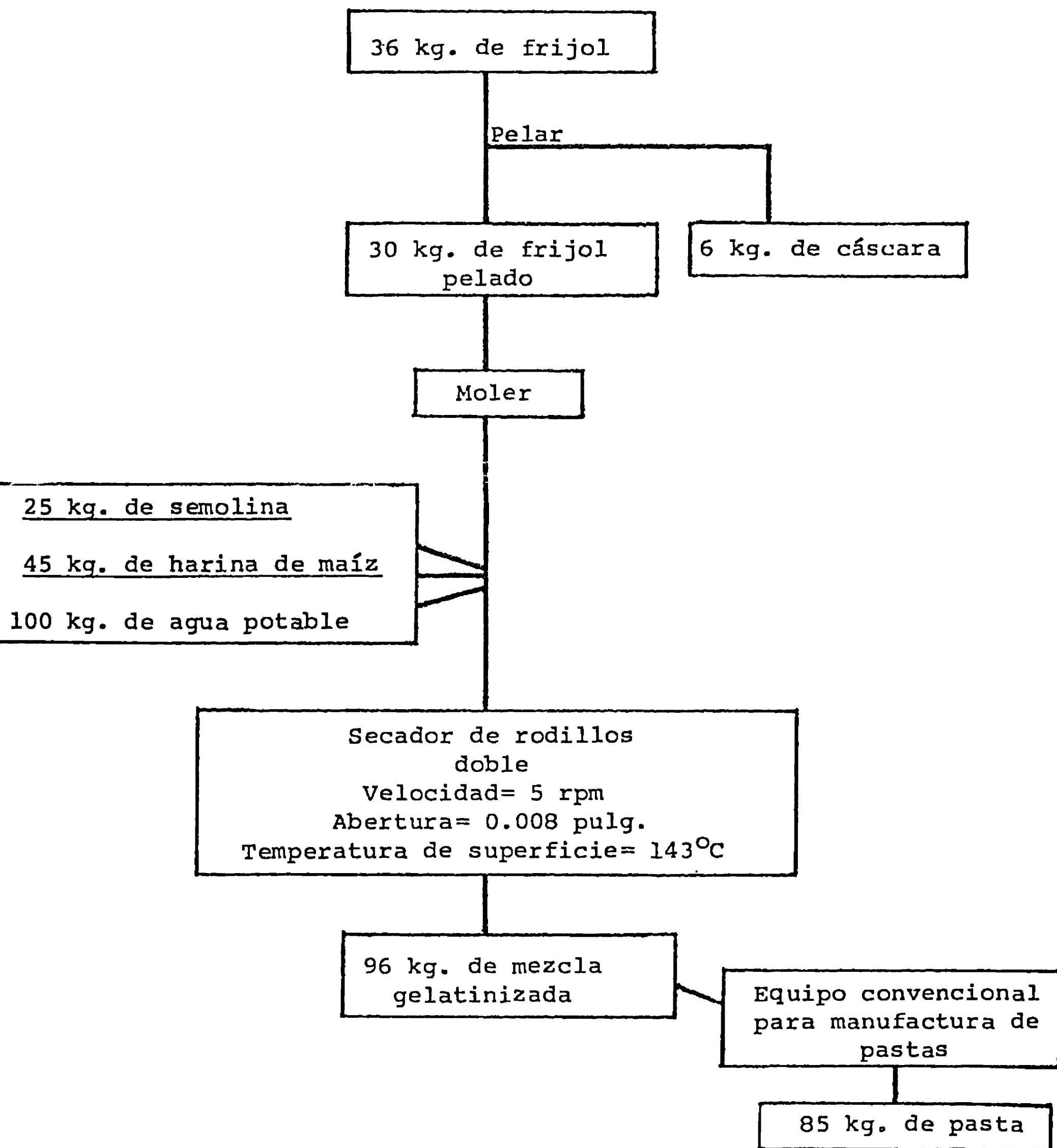


FIGURA 10.

EFECTO DE LA VELOCIDAD DE RODILLOS SOBRE EL INDICE DE EFICIENCIA PROTEICA (I.E.P.) DE PASTAS DE MAIZ-FRIJOL-SEMOLINA (45-30-25)

