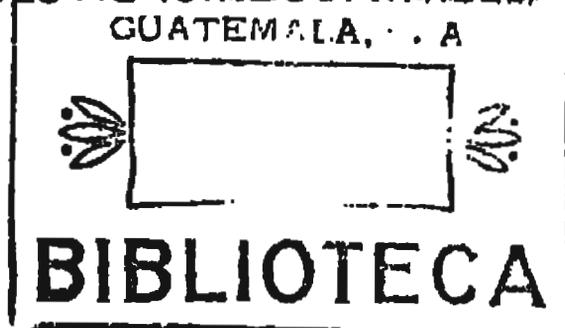


**DESCRIPCION DE LOS METODOS DE ALMACENAMIENTO,  
CONSERVACION Y MERCADEO DE ALIMENTOS:  
POSIBILIDADES EN AGROINDUSTRIALES**



*Mario R. Molina<sup>1</sup>*

**Introducción**

La comunidad de Santa María Cauqué, situada a una altura de 1,900 m sobre el nivel del mar, representa una población típica del altiplano de Guatemala, dedicada a la producción de hortalizas y frutales. Cultiva además cereales como el maíz y leguminosas como el frijol, que son los granos básicos de la dieta habitual de la población.

Las hortalizas y frutales son cosechas que proporcionan un ingreso económico importante para la población de la localidad. Ese ingreso, sin embargo, puede ser incrementado substancialmente mediante el uso de tecnologías relativamente sencillas que mejoren el almacenamiento y transporte del producto, y a través de la aplicación de prácticas de conservación y/o procesamiento y mercadeo de los mismos a partir de dichas cosechas. Asimismo, estas prácticas tenderían a minimizar el grado de pérdidas post-cosecha que actualmente se observa tanto en productos hortícolas como frutales se refiere. Estos conceptos son igualmente aplicables a los granos básicos, como maíz y frijol, de los cuales un alto porcentaje se pierde después de la cosecha por carecer de facilidades de almacenamiento apropiadas.

El objetivo de este trabajo es revisar el estado actual con respecto a almacenamiento, conservación y/o elaboración y mercadeo de los productos agrícolas de la zona con especial énfasis en hortalizas, frutales y granos básicos. El segundo propósito es examinar algunas posibilidades en pro del desarrollo de agroindustrias en base a la situación actual.

**Producción, Almacenamiento y Transporte**

En la Tabla 1 se presenta una lista de ciertas frutas y hortalizas producidas en la zona de Santa María Cauque. Además, se incluyen datos sobre las condiciones de almacenamiento encontradas como óptimas para esos productos, y el tiempo de vida

1 Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.

TABLA 1

Condiciones de almacenaje recomendadas para algunas frutas y verduras frescas\*

Producto	Temperatura (°C)	Humedad relativa (o/o)	Promedio de vida en almacén
Alcachofas	0	90-95	2-5 meses
Espárragos	0	90-95	3-4 semanas
Ejotes	7	85-90	8-10 días
Coles	0	90-95	3-4 meses
Repollo de Bruselas	0	90-95	3-4 semanas
Coliflor	0	90-95	2-3 semanas
Arvejas	0	85-90	1-2 semanas
Papas	3	85-90	6-9 meses
Manzanas	-1	85-90	**
Duraznos	0	85-90	2-4 semanas
Peras	-1	88-92	2-7 meses
Ciruelas	0	85-90	3-8 semanas
Membrillos	0	85-90	2-3 meses
Naranjas	10	85-90	8-10 semanas

\* Tomado de Desrosier (1).

\*\* Depende de la variedad.

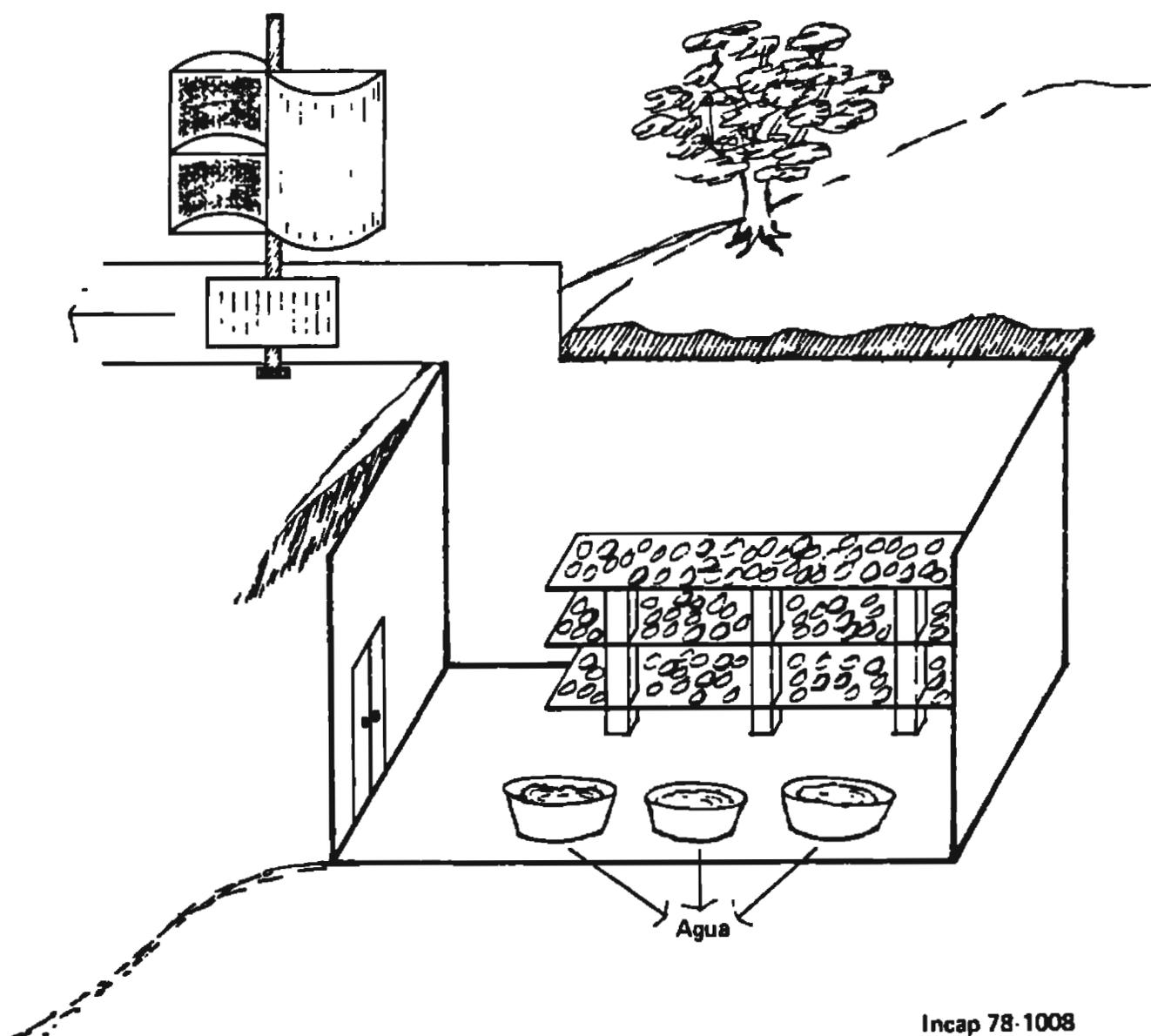
promedio previsto cuando éstos se almacenan bajo las condiciones citadas (1).

Según se aprecia, en general se requiere baja temperatura y alta humedad relativa ambiental para asegurar un buen almacenamiento de los productos frescos considerados. El tiempo de vida promedio de cada producto almacenado bajo dichas condiciones depende de las características propias del producto y de que se hayan sometido a los tratamientos óptimos de post-cosecha previo a su almacenaje (limpieza y/o lavado, curado en el caso de la papa, cebolla, camote y similares, preenfriamiento y pre-selección) y que durante la cosecha no haya sufrido daño alguno el producto (2). Idealmente, el transporte y la retención de los productos para venta deberían efectuarse bajo condiciones similares a las antes señaladas, y en recipientes diseñados para tal efecto (1-3).

En vista de que al presente no existen en la aldea las facilidades de almacenaje de frutas y/o vegetales que permitan mantener las condiciones indicadas (Tabla 1), estos productos agrícolas son comercializados en forma fresca casi exclusivamente durante la época de cosecha. Esto ocasiona que el ingreso económico percibido por el agricultor por la venta de sus productos, frutas y verduras, sea mínimo. Además, para el consumidor conlleva el problema de la oscilación de precios bastante considerable durante el año, y la falta de disponibilidad de frutas y verduras durante el período del año que no es la época de cosecha.

Consideramos, por lo tanto, que las intervenciones orientadas a suministrar a los agricultores y a la comunidad de Santa María Cauqué las facilidades de almacenamiento de frutas y vegetales, capaces de mantener condiciones de temperatura y humedad relativa cercanas a las señaladas como óptimas (Tabla 1), serían altamente deseables. Creemos que por el momento, lo más adecuado sería iniciar las actividades evaluando la posible aplicación de medidas que incluyan facilidades de almacenaje para frutas y vegetales utilizando al máximo las condiciones climáticas de la zona (primordialmente su baja temperatura), así como una tecnología apropiada para la misma.

Ya se han diseñado sistemas de almacenamiento utilizando una tecnología apropiada para zonas con clima naturalmente templado para productos como la papa (4). Un diagrama de este tipo de facilidades de almacenaje se expone en la Fig. 1. Se estima que la unidad de almacenaje mostrada sería aplicable tanto a la papa como a todas aquellas frutas y/o vegetales que requieren alta humedad relativa y baja temperatura durante esa etapa. Al evaluar los sistemas de almacenamiento



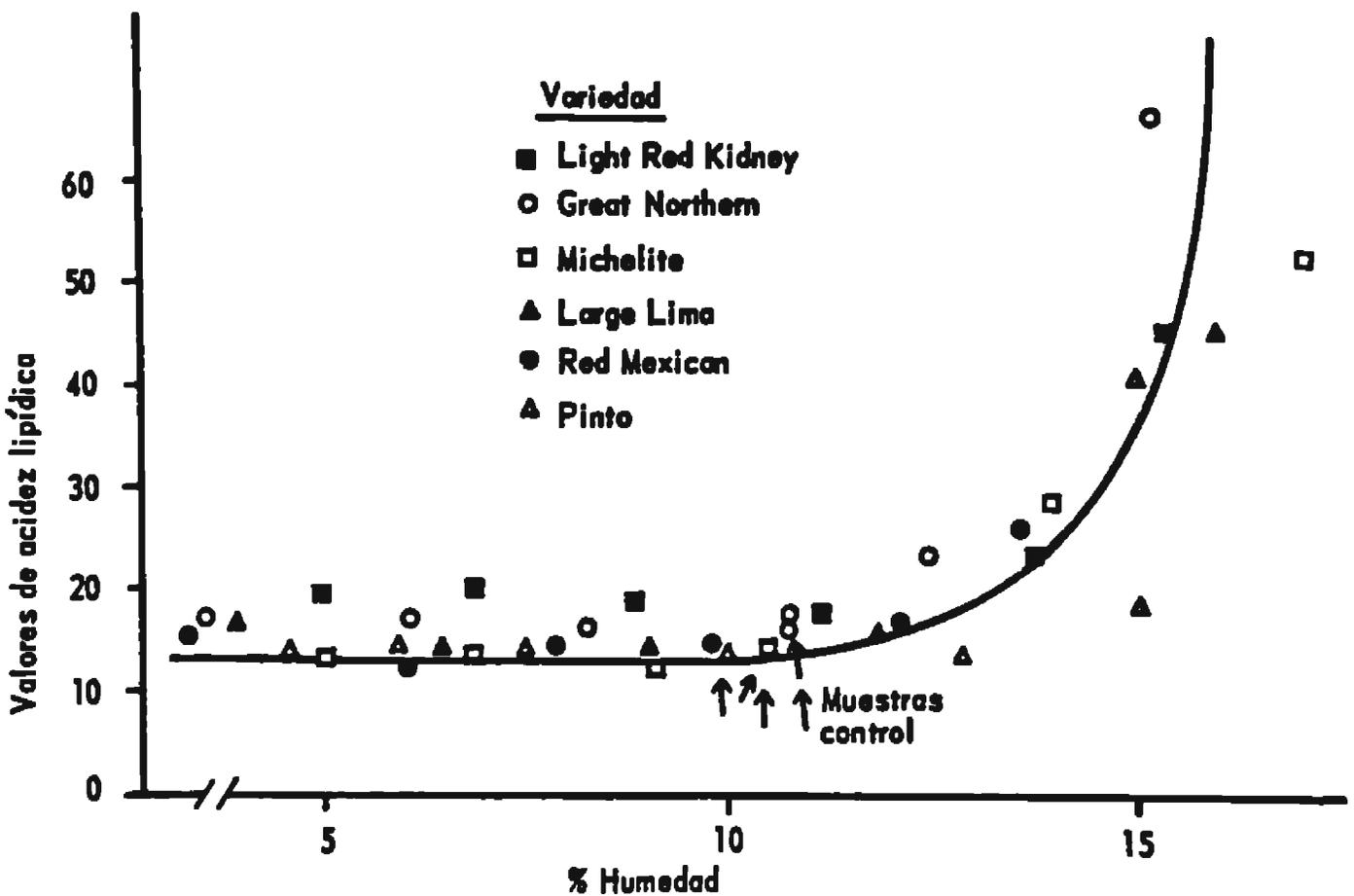
Incap 78-1008

FIG. 1. — Diagrama de almacén para papa y productos similares utilizando las condiciones climáticas de la zona.

como el que se muestra en esa Figura, la acción debería acompañarse de una mejora en las prácticas de cosecha y de la evaluación de variedades de la fruta u hortaliza considerada, en función de estabilidad durante el almacenaje. Ello aseguraría que la implementación de la medida tenga mayores probabilidades de éxito. En otras palabras, desde un inicio debe existir la deseada interacción entre la agricultura y la ciencia y tecnología de alimentos.

El impulso o aplicación de mejoras en el sistema de almacenaje como la esbozada, redundaría en un provecho económico y de desarrollo para el agricultor y la comunidad en general, mayor que otras alternativas como la oferta de todo el producto en época de la cosecha, a compradores mayoristas.

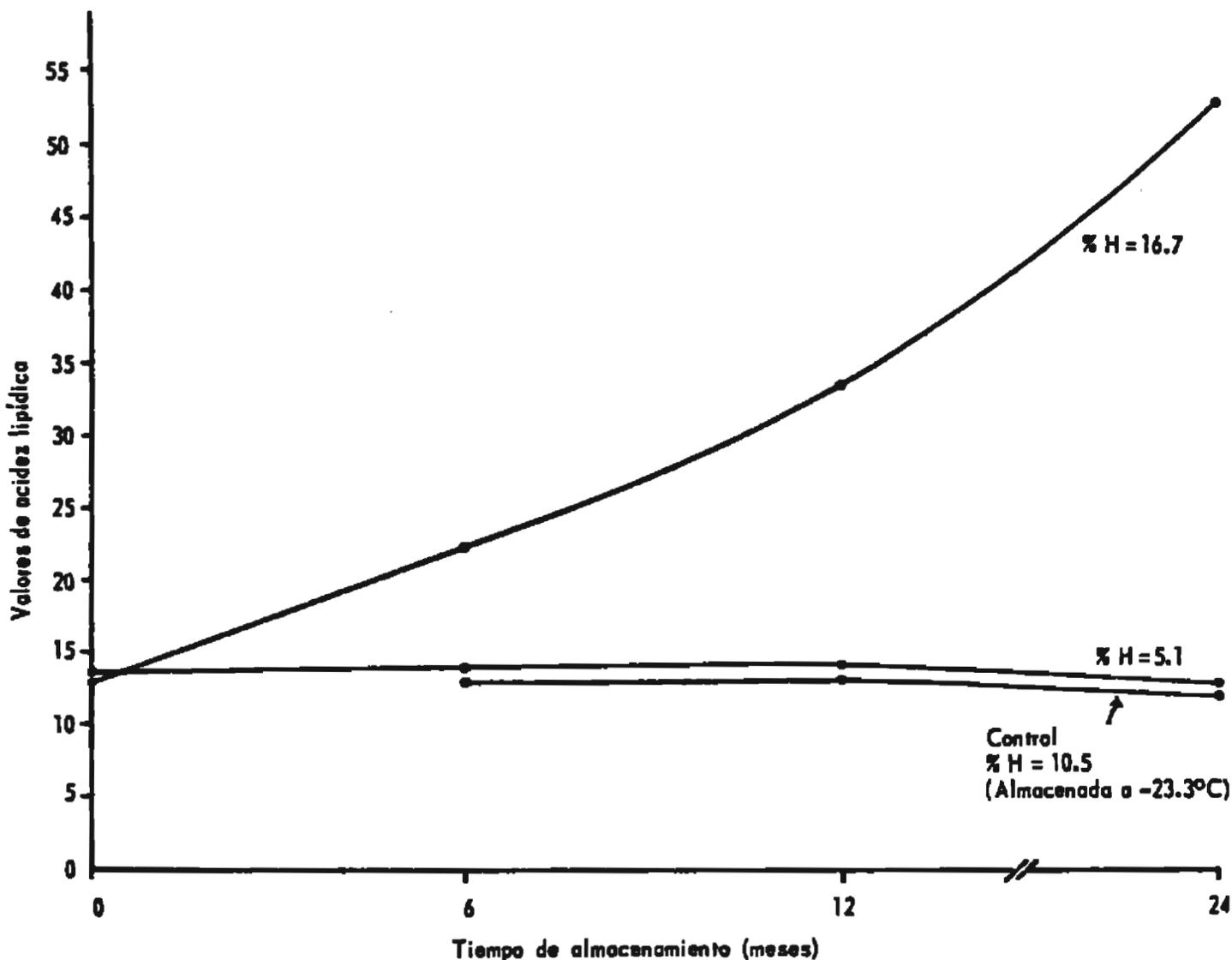
En el caso de los granos, cereales o leguminosas (maíz y frijol), cabe indicar que las condiciones de almacenamiento informadas como óptimas exigen baja temperatura y baja humedad relativa (5-9). En el caso del frijol, es necesario mantener una temperatura baja o bien una humedad relativa baja durante su almacenamiento, a fin de asegurar no sólo una mayor estabilidad del producto (Figuras 2 y 3, y Tabla 2)



Tomado de: Morris, H. J. and Wood, E. R., Food Tech., 10: 225, 1956

Incap 73-88

FIG. 2. — Valores de acidez de fracción lipídica vs o/o H 6 variedades de frijoles secos de diferente contenido de humedad almacenados 2 años a 25°C.



Tomado de: Morris, H. J. and Wood, E. R. Food Tech. 10: 225, 1956.

Incap 73-79

FIG. 3. — Influencia de la humedad sobre la acidez de la fracción lipídica de la variedad de frijol Michelite (*Phaseolus vulgaris*) almacenado a 25°C.

sino también un tiempo de cocción (Figura 4) una aceptabilidad (Figura 5) y un valor nutricional igual o estable (5-7, 10, 11). Aun cuando el frijol sea pre-secado, es imprescindible una humedad relativa baja durante su almacenamiento para que la humedad del grano se mantenga baja (Figura 6) y asegurar su estabilidad (6, 12). El maíz (Tabla 3) requiere bajos valores de humedad relativa y de temperatura de almacenamiento a fin de asegurar la estabilidad del grano (8, 9). Como se aprecia en la Tabla 4, la temperatura baja es también un factor crítico para preservar la calidad del maíz dulce o en forma de elote (13), además de la baja humedad relativa ya citada.

Similar al caso de frutas y verduras, en el caso de los granos básicos los sistemas de almacenaje basados en una tecnología apropiada serían los más adecuados para iniciar su evaluación y posible aplicación. Dado que tanto en el caso de los cereales como de las leguminosas, el problema más agudo de pérdidas después de la cosecha es de naturaleza biológica (por roedores, insectos y microorganismos como mohos), se considera que los sistemas de silos para el almacenaje de granos básicos,

TABLA 2

Biodeterioro de frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) después de cuatro meses de almacenamiento a diferentes condiciones

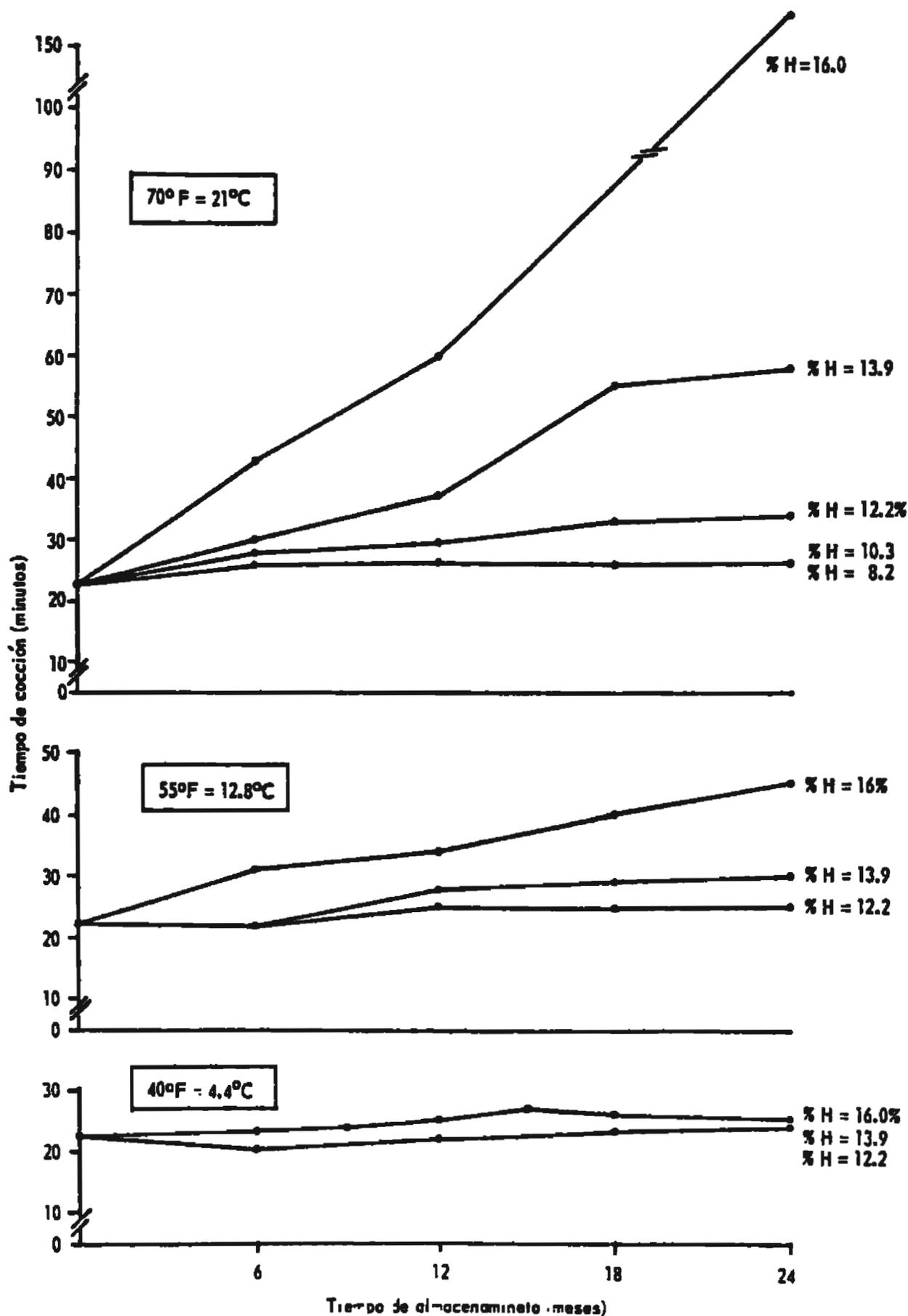
Tratamiento	Condic. almac.		o/o de peso del frijol dañado		
	Temp. °C	Humedad relativa	Insectos ( <i>A. obtectus</i> )	Mohos*	Bacterias**
Ninguno	25	62	5.9	48	0
	30	62	6.6	36	8
	25	80	3.8	67	2
	30	80	3.0	100	10
2 min autoclave	25	62	4.8	28	0
	30	62	5.0	22	3
	25	80	1.7	51	1
	30	80	1.4	100	6
10 min a vapor	25	62	4.7	30	1
	30	62	4.8	22	4
	25	80	1.3	45	3
	30	80	1.8	100	11

\* Primordialmente *Aspergillus flavus*.

\*\* Primordialmente *Lactobacillus sp.*

utilizando ventiladores-tipo savanius o extractores de aire basados en una diferencial de densidad, podrían evaluarse a nivel familiar o comunal (Figura 7). Podrían usarse sistemas de almacenamiento cerrado, desprovisto de ventilación, asegurando un secado apropiado del material previo a ser almacenado. En el caso de granos como el maíz o maicillo pueden usarse sistemas más pequeños, de tipo casero, utilizando el humo como agente preservante y el calor de la estufa como fuerza deshidratante (Fig. 8).

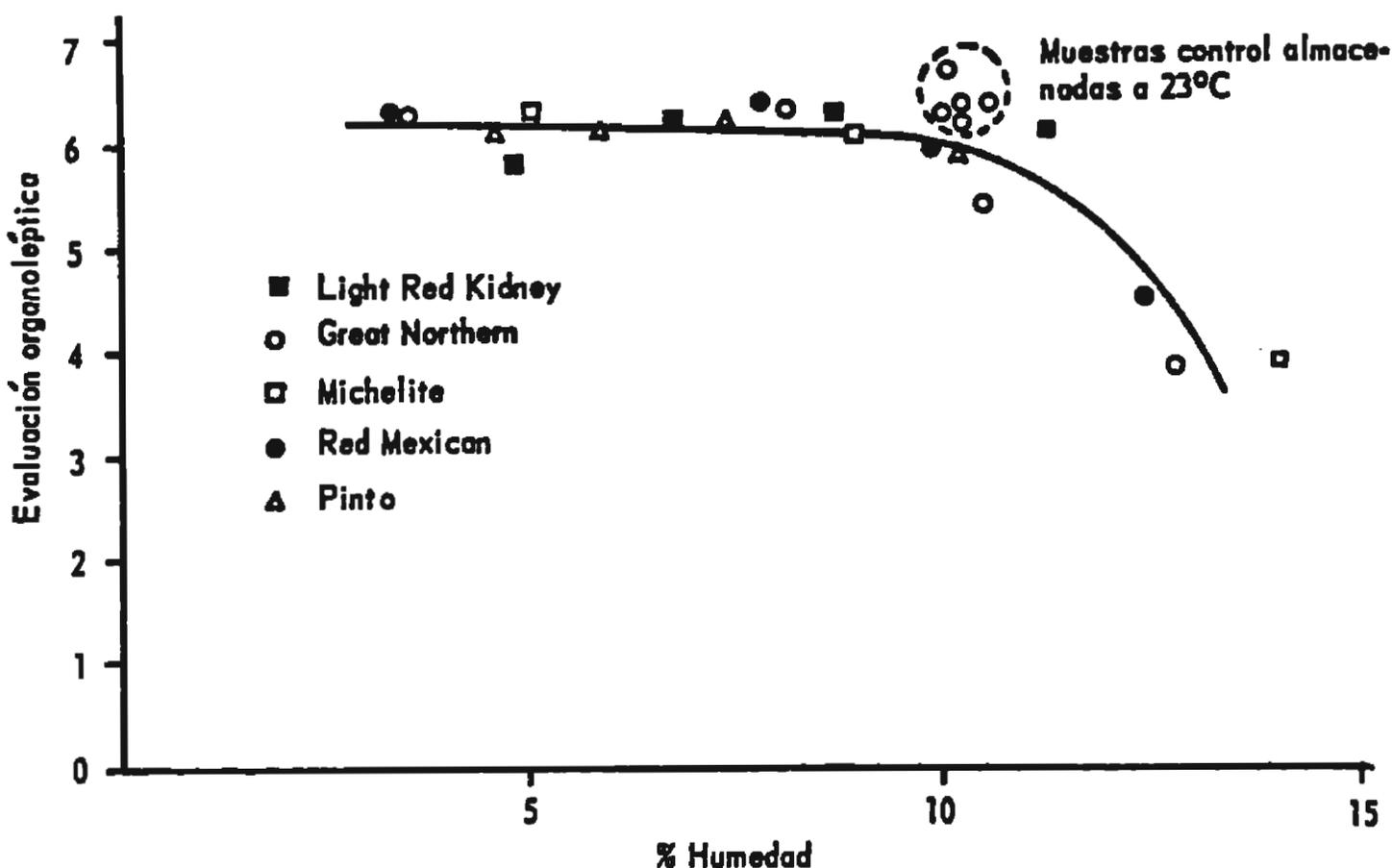
En general, con las mejoras en el sistema de almacenaje de los diferentes productos agrícolas considerados en este estudio, se lograrían altas ventajas tendientes a estabilizar el precio de los productos, así como a asegurar su disponibilidad durante todo el año. Esto sería de sumo beneficio, tanto para el productor como para el consumidor.



Tomado de: Burr, H. K., Samuel Kon and H. J. Morris. Food Tech. 22: 336, 1968.

Incap 73-86

FIG. 4. — Tiempo de cocción de frijoles pinto almacenados a diferentes humedades y temperaturas.



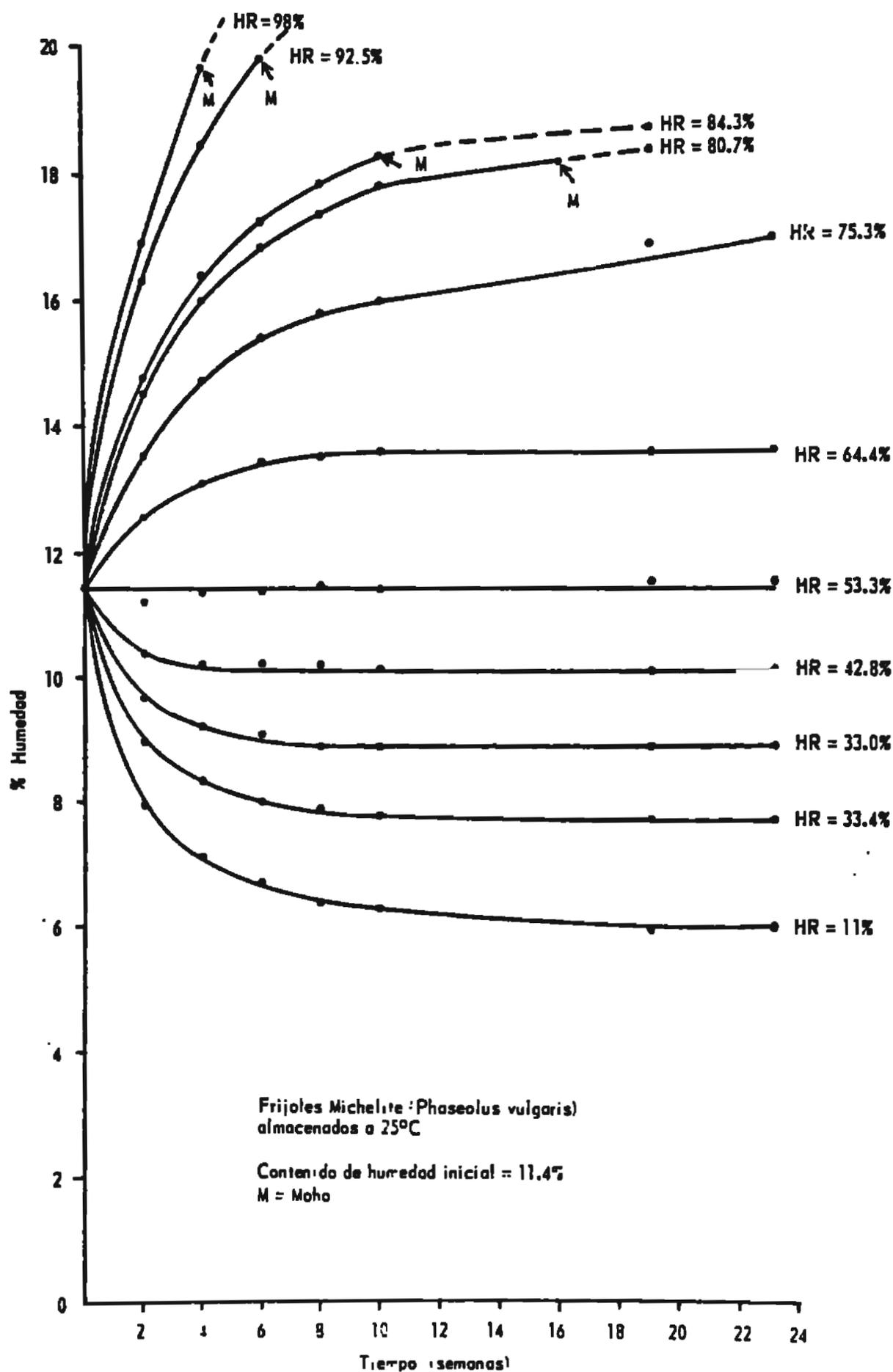
Tomado de: Morris, H. J. and Wood, E. R. Food Tech. 10: 225, 1956.

Incap 73-89

FIG. 5. — Evaluación organoléptica vs o/o humedad de frijoles secos almacenados por 2 años a 25°C.

Aun cuando las intervenciones orientadas a mejorar las facilidades de transporte y de almacenaje tanto del distribuidor en el centro de acopio como del vendedor en el sitio de venta en fresco son deseables o buscadas, la verdad es que son más complejas de aplicar. Se cree que ello es debido a que dichas operaciones son manejadas por empresas ajenas al productor. Sin embargo, se considera que evaluando e implementando facilidades de almacenamiento mejoradas en la zona de producción (como las arriba indicadas), así como evaluando y utilizando materiales y/o técnicas de empaque o embalaje adecuadas para el sitio de cosecha de productos como frutas o verduras y granos básicos (2, 3), la mayoría de los problemas actuales que enfrenta la región serían aliviados en gran medida. Todo ello, por supuesto, también debe basarse en que el manejo de productos para entrega en el sitio de demanda, podría mejorarse en ciertos aspectos a fin de minimizar las pérdidas. Serían deseables las mejoras en el sistema de carga y descarga con supervisión adecuada, en especial en el caso de frutas u hortalizas, para evitar pérdidas por mal manejo. En este aspecto, se estima que el desarrollo de cursillos de entrenamiento y/o demostración a los agricultores interesados al igual que al personal involucrado, serían muy fructuosos.

Se debe hacer énfasis en el hecho de que para que los esfuerzos a realizarse en pro del mejoramiento de las deficiencias actuales tengan éxito, debe existir una



Tomada de: Weston, W. J. and J. H. Morris. Food Tech. 8: 353, 1954.

Incap 73-87

FIG. 6. — Velocidad de obtención del equilibrio higroscópico a diferentes humedades relativas.

TABLA 3

Días de almacén garantizados para maíz a diferentes temperaturas y contenidos de humedad\*

Temperatura de almacén (°C)	Contenido de humedad (o/o)			
	15	20	25	30
24	116	12	4	2
21	155	16	5	3
18	207	21	7	4
16	259	27	9	5
13	337	35	12	7
10	466	48	17	10
7	726	75	27	16
4	906	94	34	20
2	1,104	118	42	25

\* Tomado de Brooker y col. (1974).

fuerte interacción entre las disciplinas involucradas, específicamente la agricultura y la ciencia y tecnología de alimentos. Además, para que la implementación se haga una realidad, la tecnología a evaluarse debe ser adecuada a la zona, representando una inversión relativamente baja.

#### *Conservación por Procesamiento Posibilidades Agroindustriales*

Aparte de la alternativa de conservar los productos agrícolas de la zona mediante su almacenamiento con miras a ampliar el tiempo del año para su mercadeo en forma fresca, existe la posibilidad de preservarlos en forma procesada, no sólo con el mismo fin de alargar el tiempo de su mercadeo, sino también para conseguir nuevos mercados para el artículo procesado. Esta posibilidad de preservación a través del procesamiento abre las puertas a la formación de agroindustrias en la región.

En la Tabla 5 se enumeran algunas acciones tecnológicas para las cuales existen ya los principios básicos para adecuar una tecnología apropiada a la zona, a fin de evaluar y posteriormente implementar agroindustrias tecnológicamente viables. En la selección de la alternativa tecnológicamente viable a evaluarse para su posterior implementación, un factor que debe tomarse muy en cuenta es la demanda del producto procesado y la posibilidad de incremento en producción de la materia prima.

TABLA 4

Efecto de la temperatura de almacén sobre la estabilidad del maíz dulce o elote

Temperatura (°/o)	Tiempo (días)	Azúcar metabolizada (°/o)
20	1	25
20	4	62
0	1	8
0	4	22

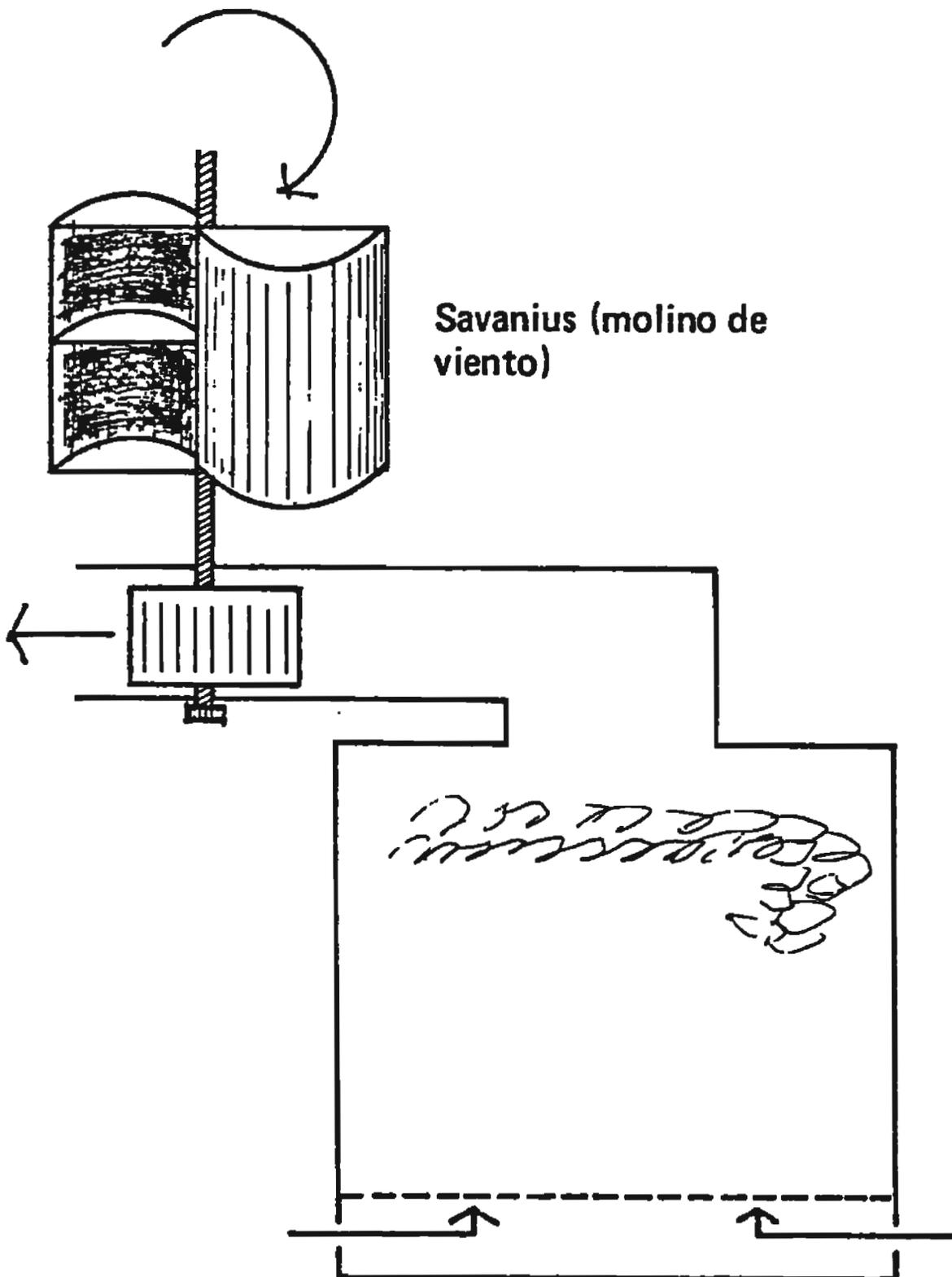
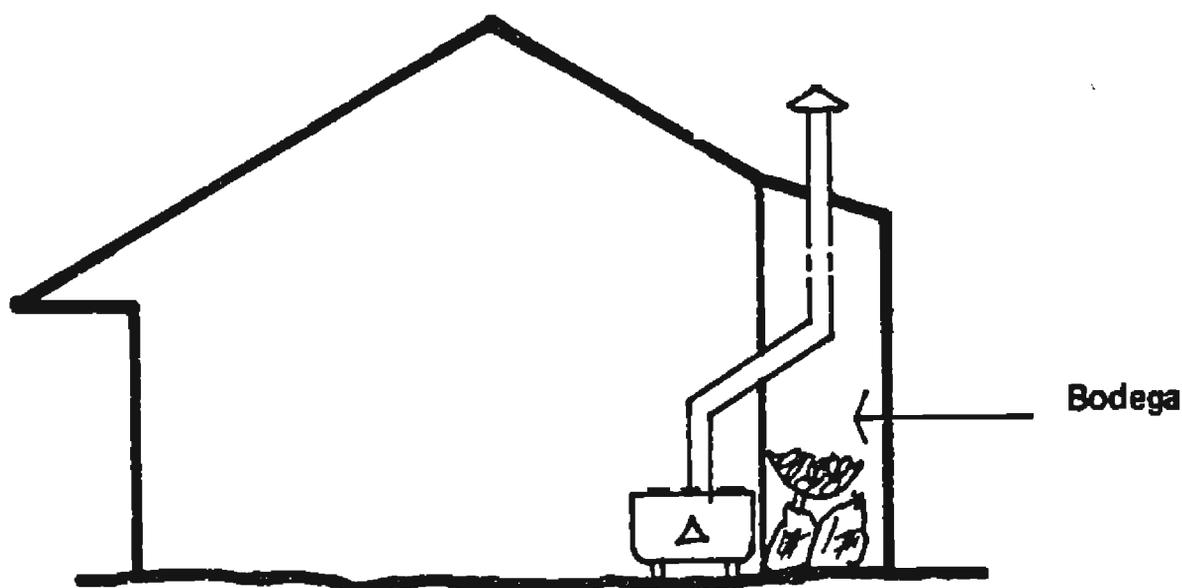
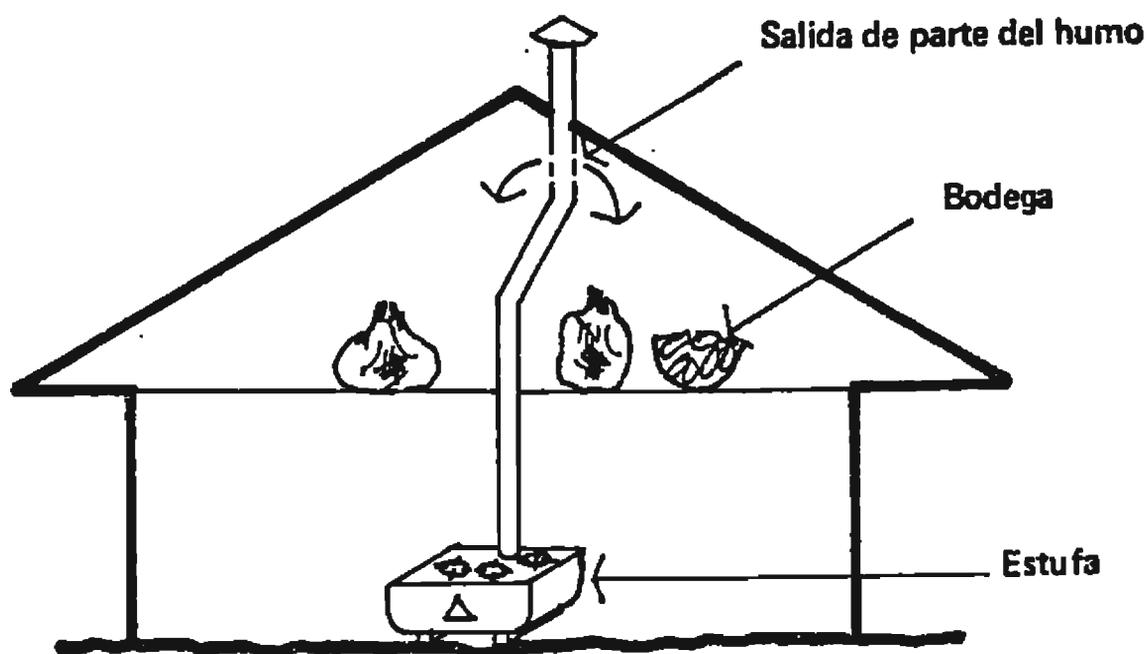


FIG. 7. — Posible sistema tecnológico para almacenamiento de granos.



Incap 78-1006

FIG. 8. — Posibles sistemas para la utilización del humo de estufa como preservativo de alimentos en una bodega.

En la actualidad no existe en Santa María Cauqué ninguna agroindustria comunitaria que utilice los alimentos producidos en la misma comunidad y/o zonas aledañas. Sin embargo, las posibilidades de desarrollo de tales empresas agroindustriales están latentes. El preparado de jaleas, mermeladas y productos similares no es desconocido para las mujeres de la zona, pero se ha venido practicando únicamente a

**TABLA 5**

**Ejemplos de acciones tecnológicas con posibilidades de desarrollo agroindustrial en la zona de Santa María Cauqué**

---

<b>Frutas y vegetales:</b>	<b>A. Producción de conservas ácidas o acidificadas (tipo pepinillos ácidos, col agria, etc.).</b>
	<b>B. Producción de jaleas, mermeladas y productos similares.</b>
	<b>C. Producción de frutas y hortalizas secas.</b>
<b>Granos básicos:</b>	<b>A. Producción de maíz tierno (o elote) envasado en forma de grano o atole.</b>
	<b>B. Producción de harina seca de maíz tierno (o elote).</b>
	<b>C. Productos de maíz opaco-2 como sustituto y/o extensor de maíz tierno (o elote).</b>
<b>Sub-productos:</b>	<b>A. Producción de ensilaje.</b>
	<b>B. Producción de raciones para animales.</b>

---

nivel del hogar. Productos de similar naturaleza, que podrían tener oportunidad de producirse a nivel familiar o comunal en forma de agroindustria, son los del tipo de conservas ácidas (pepinillos, chiles, etc.), para los cuales hay potencial de producción de materia prima en la región. Estos productos, al igual que las mermeladas y jaleas, se ven con mayor interés para una agroindustria rural dado el riesgo relativamente bajo de contaminación que presentan debido a su bajo pH (1).

El secado, primordialmente el secado al sol, tampoco es desconocido en el área, ya que es una operación cuyo valor se ha apreciado bastante para asegurar la preservación de granos básicos (como maíz y frijol) durante el almacenaje. Por lo mismo, se considera que la introducción de mejoras tecnológicas en el proceso de secado utilizando tecnologías apropiadas (como utilización de energía solar) podría abrir posibilidades para el secado de productos hortícolas y frutales. En este último caso, la posibilidad de introducir tecnologías simples que coadyuven al mismo secado, como es el incluir azúcar en la producción de frutas cristalizadas, también debería tomarse en cuenta (1). Considerando la importancia, ampliamente reconocida del aporte en micronutrientes de frutas y productos hortícolas a la dietas (14), se cree que toda acción que resulte en su preservación e incremento en disponibilidad y consumo, puede ser muy positiva en una interacción entre ciencias y tecnología de alimentos y nutrición.

En el caso de los granos básicos, también existen algunas posibilidades agroindustriales para la zona; por ejemplo, el envasado y preservación del maíz tierno (o

elote), maíz sazón y maíz opaco-2 (Figura 9). El elote no sólo goza de amplia aceptación en todo el país sino que también se ha constatado que es de calidad proteínica superior a la del maíz común ya sazón (15). El opaco-2, por su dulzor, podría evaluarse como sustituto del elote (15).



FIG. 9.— Envasado y preservación de maíz sazón y maíz opaco-2.

Otro aspecto que cabe subrayar es que cualquier oportunidad de desarrollo agroindustrial que se lograra implementar en la zona, no sólo proporcionaría alternativas de mano de obra y beneficio social, sino también originaría subproductos que, a su vez, darían lugar a nuevas posibilidades de incrementar la producción animal. Tanto la aceptabilidad (en la zona y en el país en general) como el valor nutricional de los productos de origen animal se reconocen ampliamente y sólo sería de prever que al incrementar su disponibilidad en la zona, se hiciesen más asequibles a los pobladores del área rural.

Conviene siempre insistir en que para aplicar cualesquiera de las posibilidades agroindustriales existentes, deben tomarse acciones previas que, entre otros aspectos, involucren el aumento de la producción agrícola (total y en términos de eficiencia), la capacitación de personas a involucrarse en la(s) agroindustria(s), y el desarrollo de facilidades (de riego, de almacenaje de materia prima, etc.) coadyuvantes a la agro-

industria. Por este motivo, es concebible que la interacción de disciplinas como la agricultura, la ciencia y tecnología de alimentos y la nutrición, favorecería el desarrollo relativamente rápido y coordinado de adelantos agroindustriales en la zona.

## Conclusiones

Se puede, pues, concluir que al presente la zona de Santa María Cauqué carece de facilidades apropiadas de almacenaje, tanto para granos básicos como para los productos hortícolas de la zona, y de agroindustrias que ayuden a su preservación.

Dada la pérdida post-cosecha relativamente alta, que varios autores consideran es debida a la carencia de facilidades adecuadas de almacenaje y transporte, se considera que el mejoramiento de tales facilidades es de relativa urgencia y de mayor prioridad que la alternativa de establecimiento de agroindustrias.

Se considera también que existen tecnologías de almacenamiento apropiadas para la zona de Santa María Cauqué cuya evaluación convendría iniciar utilizando los productos y facilidades de la zona.

Asimismo, existen alternativas factibles de evaluar como posibilidades agroindustriales. Sin embargo, previo a considerar agroindustrias como una alternativa viable para el desarrollo de la comunidad, deben aplicarse acciones en pro de la eficiencia de la producción agrícola, la capacitación de personas de la comunidad que se involucren en actividades agroindustriales, la instalación de facilidades de almacenaje, y otras. Para acelerar tal proceso, la interacción entre disciplinas como la agricultura, la ciencia y tecnología de alimentos y la nutrición sería altamente deseable, si no imprescindible.

## Bibliografía

1. Desrosier, N.W. *The Technology of Food Presentation*. Revised and augmented edition. Westport, Conn., The AVI Publishing Company, Inc., 1963, 405 p.
2. Ryall, A.L. & W.J. Lipton. *Handling, Transportation and Storage of Fruits and Vegetables*. Vol. I. *Vegetables and Melons*. Westport, Conn., The AVI Publishing Company, Inc., 1972, 473 p.
3. Parpia, H.A.B. Postharvest losses: Impact of their prevention on food supplies, nutrition and development. En: *Nutrition and Agricultural Development. Significance and Potential for the Tropics*. N.S. Scrimshaw and M. Béhar, (Eds.). New York, Plenum Press, 1976, p. 195-206.
4. Edgar, A.D. Storage of potatoes. En: *Potatoes: Production, Storing, Processing*. O. Smith (Ed.). Westport, Conn., The AVI Publishing Company, Inc., 1968. Chapter 15, p. 344-358.
5. Morris, J.J. & E.R. Wood. Influence of moisture content on keeping quality of dry beans. *Food Technol.*, 10: 225-229, 1956.
6. Burr, H.K., S. Kon & H.J. Morris. Cooking rates of dry beans as influenced by moisture content and temperature and time of storage. *Food Technol.*, 22: 336-338, 1968.
7. Molina, M.R. & R. Bressani. Factores de almacenamiento y procesamiento. Taninos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 27(2, Supl. 2): 78-84, 1977.
8. Sinha, R.N. & W. E. Muir (Eds.), *Grain Storage; Part of a System*. Westport, Conn., The AVI Publishing Company, Inc., 1973, 481 p.

9. Brooker, D.B., F.W. Bakker-Arkema & C.W. Hall. *Drying Cereal Grains*. Westport, Conn., The AVI Publishing Company, Inc., 1974, 265 p.
10. Bressani, R. & L.G. Elías. Legume foods. En: *New Protein Foods*. Vol. 1 A. *Technology*. A.M. Altschul (Ed.), New York, N.Y., Academic Press, Inc., 1974, p. 230-297.
11. Ruiloba, E.S. de. *Efecto de Diferentes Condiciones de Almacenamiento sobre las Características Físico-Químicas y Nutricionales del Frijol (Phaseolus vulgaris)*. Tesis de Magister *Scientificae* en Ciencias de Alimentos y Nutrición Animal, Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia/INCAP. Guatemala, C.A., noviembre de 1973.
12. Molina, M.R., G. de la Fuente & R. Bressani. Interrelationships between storage, soaking time, cooking time, nutritive value and other characteristics of the black bean (*Phaseolus vulgaris*), *J. Food Sci.*, 40: 587-591. 1975.
13. Nelson, A.I. & M.P. Steinberg. Sweet corn. En: *Corn: Culture, Processing, Products*. G.E. Inglett (Ed.) Westport, Conn., The AVI Publishing Company, Inc., 1970 Chapter 17, p. 314-349.
14. Wu Leung, Woot-Tsuen, con la colaboración de Marina Flores. *Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina*. Preparada bajo los auspicios del Comité Interdepartamental de Nutrición para la Defensa Nacional, Instituto Nacional para Artritis y Enfermedades Metabólicas, Institutos Nacionales de Salud, Bethesda, Md. EE.UU., y del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Ciudad de Guatemala, C.A. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, junio 1961, 132 p.
15. Menchú Lanza, J.F. *Evaluación Química y Biológica del Maíz Tierno Envasado*. Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1978, 58 p.