

PN-ABD-719

63530

ALMACENAMIENTO DE BAJO COSTO PARA LA PAPA

R.H. Booth, R.L. Shaw y L.J. Harmsworth

Segunda edición



CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP)

1986

ALMACENAMIENTO DE BAJO COSTO PARA LA PAPA

R.H. Booth, R.L. Shaw y L.J. Harmsworth

Segunda edición



CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP)

Apartado Postal 5969 Lima - Perú. Cables: CIPAPA - Lima
Télex: 25672 PE. Teléfonos: 366920 - 354354

1986

ALMACENAMIENTO DE BAJO COSTO PARA LA PAPA

R. H. Booth, R. L. Shaw y L. J. Harmsworth
Centro Internacional de la Papa
Lima, Perú

Compendio

Se analiza la necesidad de considerar al almacenamiento de papa como una parte integral del sistema total de producción y de analizar su interdependencia con los modelos de producción y comercialización comunes en un lugar. También se discuten algunos factores socioeconómicos que deben ser considerados, en adición a los factores biológicos y de ingeniería, para tomar decisiones sobre almacenamiento y sistemas derivados integrados al mismo, y sobre la selección de métodos de almacenamiento. Se hace hincapié en el peligro de transferir sistemas de almacenamiento de una región a otra sin considerar su adaptación a las condiciones locales de producción, de comercialización y socioeconómicas. Se discuten métodos de almacenamiento de bajo costo solicitados en muchos países en desarrollo, y factores para considerar en su diseño, modificación y evaluación. Se presta atención especial al uso potencial de la luz difusa en almacenes sencillos de bajo costo para semilla como una alternativa a los almacenes para semilla con temperatura baja controlada. La buena selección de tubérculos antes de la cosecha y el buen manejo son destacados como esenciales para un almacenamiento exitoso, particularmente donde se utilizan almacenes de bajo costo.

Introducción

El propósito de la producción de papa es abastecer la demanda total del mercado. Esto puede ser logrado por producción continua orientada por el mercado o por una producción periódica más almacenamiento. El almacenamiento de papa, tanto para consumo como para semilla, debe ser una parte integrada del sistema total de producción. Debido a que una producción continua es rara vez posible o practicable en muchos países, el almace-

namiento se hace necesario para abastecer al mercado según lo que los consumidores demanden y proveerlo de tubérculos-semillas para sembrar en la próxima temporada de cultivo.

Los consumidores demandan papa para consumo directo, para procesamiento y, en algunos casos y países, para alimentación animal. Las exigencias de papa tanto para consumo como para semilla pueden referirse tanto al mercado interno como al de exportación. El almacenamiento moviliza la papa de manera controlada en el tiempo, de modo que el producto esté disponible cuando se requiera. Esto ayuda a estabilizar y reducir las excesivas fluctuaciones de precios.

Socioeconomía

Además de los biológicos y de ingeniería, los factores socioeconómicos deben ser estudiados y formar parte de las decisiones sobre almacenamiento de papa. Se necesita conocer la cantidad y calidad de la papa por almacenar, por qué debe ser almacenada y por cuánto tiempo se necesita o desea almacenarla. Para contestar estas preguntas se deben conocer los modelos actuales de producción y los procedimientos corrientes de comercialización, y evaluar cómo es que el almacenamiento se adapta al sistema existente así como anticipar si el almacenamiento cambiará o modificará el sistema en alguna forma.

Para que el almacenamiento funcione, debe ser aceptable tanto para la parte de producción como para la parte de comercialización del sistema total de producción-almacenamiento-demanda. Si no es aceptado por ambas partes, no debe ser utilizado.

Un almacén para papa es como una represa utilizada para depositar y controlar el flujo de una corriente, en el sistema de un río, y prevenir daños por inundación. La represa es diseñada para acumular el exceso de agua durante la época de lluvias y liberarla gradualmente durante la estación seca. Conociendo cuánta agua debe ser entregada, y cuándo hacerlo, es posible regular el flujo del sistema del río para prevenir inundaciones y sequías. Al menos un flujo mínimo de agua es generalmente mantenido en todo momento.

Sin embargo, debe tenerse cuidado de almacenar sólo la cantidad de papa necesaria para satisfacer las futuras demandas de los consumidores: el exceso de papa almacenada dará lugar a un aumento de la oferta y, por ello, a una baja de precios, incrementando así la pérdida económica.

Para regular el ingreso de papa recientemente cosechada al almacén y la salida de la papa almacenada al mercado, es de suma importancia obtener información sobre la influencia del aumento o la disminución de la oferta sobre los precios. Se hace necesario también obtener información detallada sobre los modelos de producción, sobre los sistemas de comercialización y sobre la demanda total de los consumidores y sus variaciones, a fin de determinar las necesidades de almacenamiento adecuadas para satisfacer los pedidos regionales o nacionales.

Todos los métodos de almacenamiento de papa, inclusive los más simples, cuestan dinero. Todos los sistemas de almacenamiento exigen inversiones. Aun en el caso de que el almacén sea utilizado parcialmente o no sea utilizado, hay costos que se suman al costo del sistema total de producción. Cuanto más complicado sea el sistema de almacenamiento, más elevada será la inversión.

Los métodos de almacenamiento seleccionados y utilizados deben tener el mayor costo/beneficio posible. El mejor método, esto es, el de mayor costo/beneficio, puede no ser el método técnicamente más efectivo. Por ejemplo, en una situación dada las pérdidas en el almacenamiento pueden ser técnicamente reducidas de 15% a 7% mediante la instalación de una planta de refrigeración en un almacén existente con ventilación forzada. Pero esta mejora técnica podría ser justificada sólo si el valor del 8% del cultivo librado de daños o pérdidas fuera mayor que los costos de instalación, operación y mantenimiento de la planta de refrigeración.

Para que la parte del sistema correspondiente al almacenamiento sea efectiva, la operación del almacén debe ser completa. El manejo del almacenamiento es tan crítico para el sistema como lo son el manejo de la producción y de la comercialización. Esto implica el conocimiento del sistema total producción-almacenamiento-demanda en adición al conocimiento

detallado de la tecnología de almacenamiento de papa. El costo y la disponibilidad de las habilidades administrativas son factores importantes al escoger entre los métodos de almacenamiento técnicamente apropiados y aquellos con el mayor costo/beneficio. El manejo apropiado del almacenamiento ayuda a lograr que el sistema total de producción sea más eficiente y menos costoso.

Necesidades de almacenamiento

El almacenamiento de papa debe ser parte aceptada del modelo de producción y del de comercialización. Donde no pueden darse producción y cosecha continuas es necesario el almacenamiento, el cual moviliza la papa de manera controlada a medida que transcurre el tiempo. Así, las necesidades de almacenamiento son determinadas por las necesidades totales y específicas de los consumidores y por la magnitud, duración y frecuencia de las cosechas. Estos factores, junto con costos variables de almacenamiento y las condiciones sociales, hacen que las necesidades de almacenamiento sean específicas para cada localidad. No existe "el mejor" sistema de almacenamiento: diferentes sistemas son más o menos apropiados bajo diferentes condiciones técnicas, económicas y sociales.

A continuación se presentan algunos ejemplos de las influencias de los modelos de producción y comercialización sobre las necesidades de almacenamiento. Las solicitudes, tanto totales como específicas de los consumidores, pueden ser o no ser estables durante el año o de un año al siguiente. Se necesita información sobre la magnitud y estabilidad de las tendencias de las variaciones así como de la demanda, para determinar las necesidades de almacenamiento. Si, por simplicidad, se considera que la demanda total en una localidad es constante, entonces se puede ver (Figuras 1 a 5) cómo la magnitud y frecuencia de las cosechas influyen sobre las necesidades de almacenamiento. En las Figuras 1 y 2, la producción anual total es igual a la demanda. En la Figura 1 hay una sola cosecha anual de dos meses que exige que 16,7% del total de la producción sea comercializado directamente durante esos dos meses y que 83,3% sea almacenado y entregado al mercado durante los siguientes diez meses para proveer una oferta uniforme que satisfaga la demanda. Esta situación exige un almacenamiento en gran escala y por un largo período.

Figura 1. Una sola temporada de producción al año: producción total igual a la demanda.

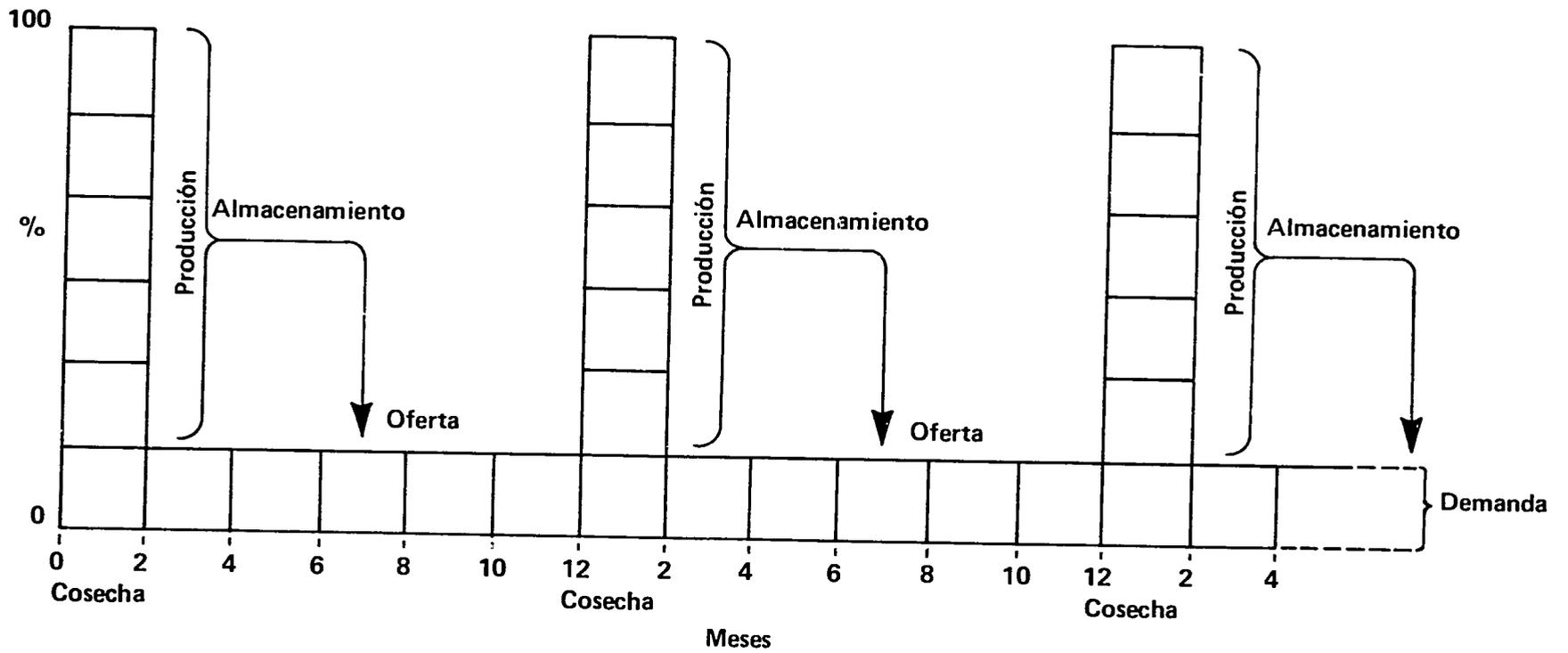
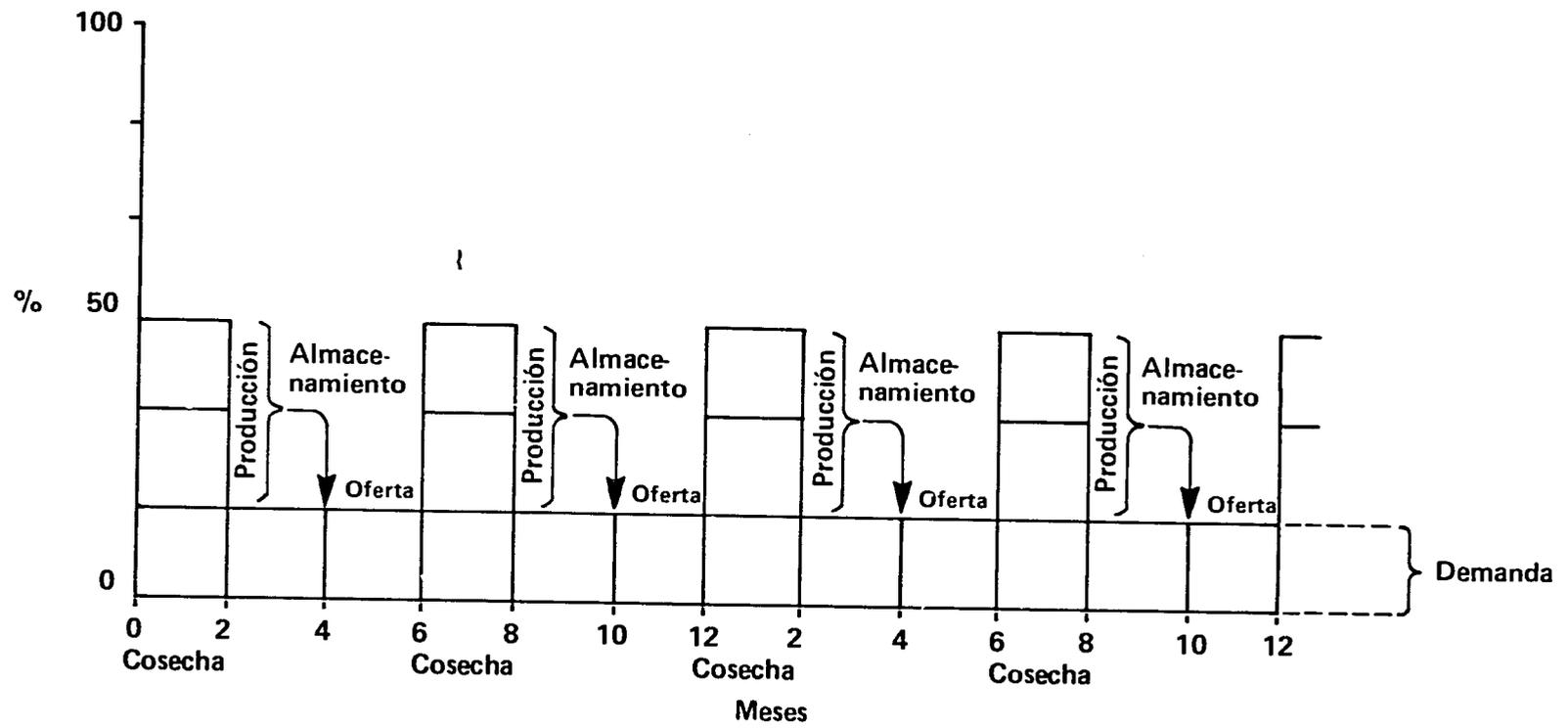


Figura 2. Dos temporadas de producción al año, dos cosechas iguales: producción total igual a la demanda.



En la Figura 2 se suponen dos cosechas al año, de dos meses cada una, e iguales tanto en magnitud como en frecuencia. Cada cosecha produce la mitad de la cantidad producida en la cosecha única de la Figura 1, y 33,3% se comercializa directamente, mientras que 66,6% es almacenado y entregado al mercado, de manera uniforme, durante los cuatro meses siguientes. Esta situación exige un almacenamiento de pequeña escala por poco tiempo, en el cual los mismos almacenes pueden ser utilizados para las dos estaciones.

Las Figuras 3 y 4 ilustran casos de sobreproducción y déficit de producción en una sola cosecha al año y los efectos sobre la oferta como consecuencia de los mismos. En el caso de la sobreproducción, sólo el excedente deberá ser almacenado. Si se almacena en exceso, se producirán pérdidas económicas aún mayores debido a una depresión en los precios provocada por la sobreproducción. Cuando existe un déficit en la producción total, la política y manejo del almacenamiento determinará la distribución del mismo.

Una situación muy complicada es ilustrada en la Figura 5. No obstante que la producción total de las dos cosechas por año es igual a la demanda total, no es posible mantener una oferta uniforme para satisfacer esta demanda porque las cosechas son desiguales en magnitud. Por lo tanto, tal como se ilustra en la Figura 5, la sobreproducción de la primera cosecha no debe, normalmente, ser almacenada, mientras que la segunda y menor cosecha dará lugar a un déficit.

En la mayoría de los casos los tubérculos almacenados compiten pobremente en el mercado con los tubérculos frescos, pero cuestan más. Por ello, para cubrir los costos adicionales del almacenamiento, será difícilmente factible en la práctica la posibilidad teórica y técnica de almacenar el excedente de la primera estación de mayor producción hasta el período deficitario que sigue a la estación de la segunda y menor producción. Es de vital importancia en el manejo de estas situaciones, conocer hasta qué punto la sobreproducción o el déficit influyen sobre los precios y la demanda.

Figura 3. Una temporada de producción al año: producción total mayor que la demanda.

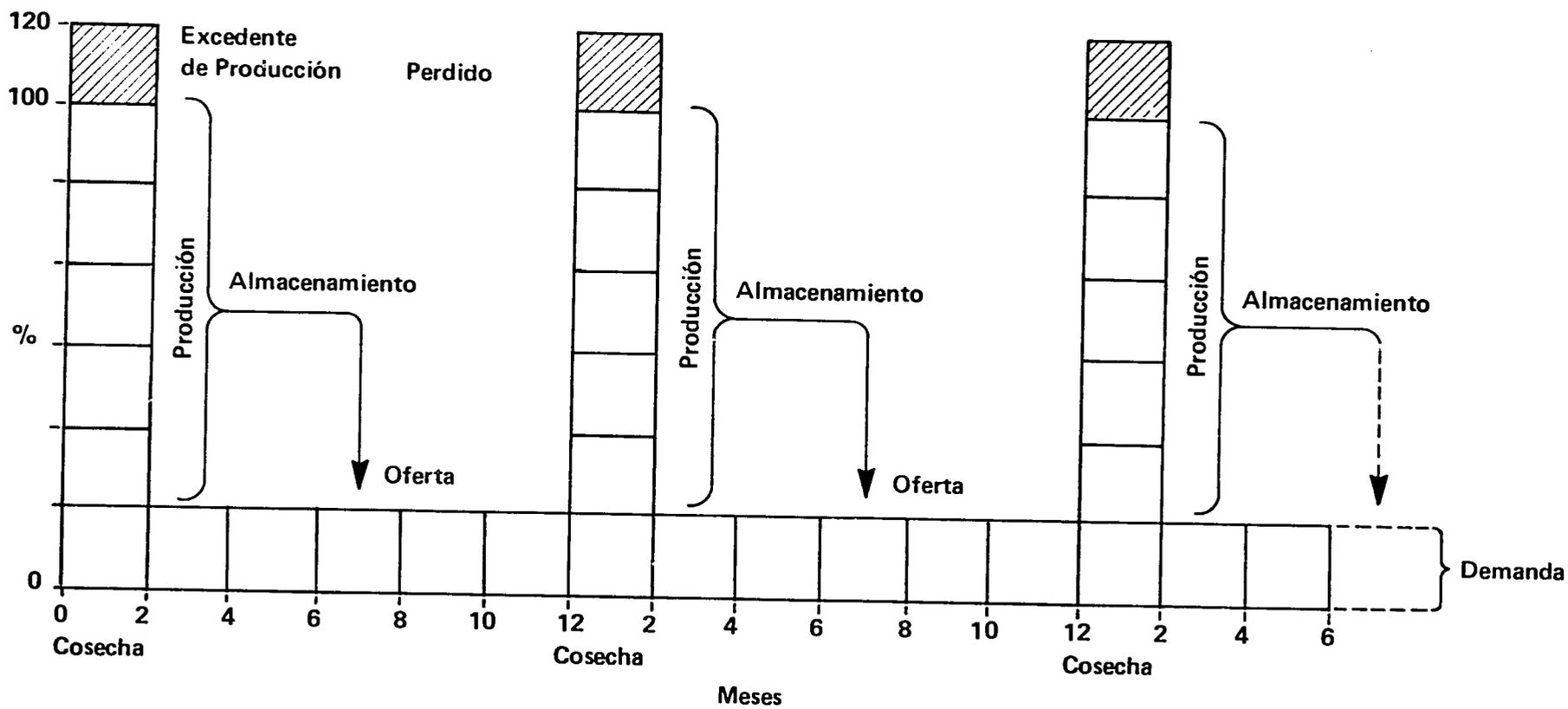


Figura 4. Una temporada de producción al año: producción total menor que la demanda.

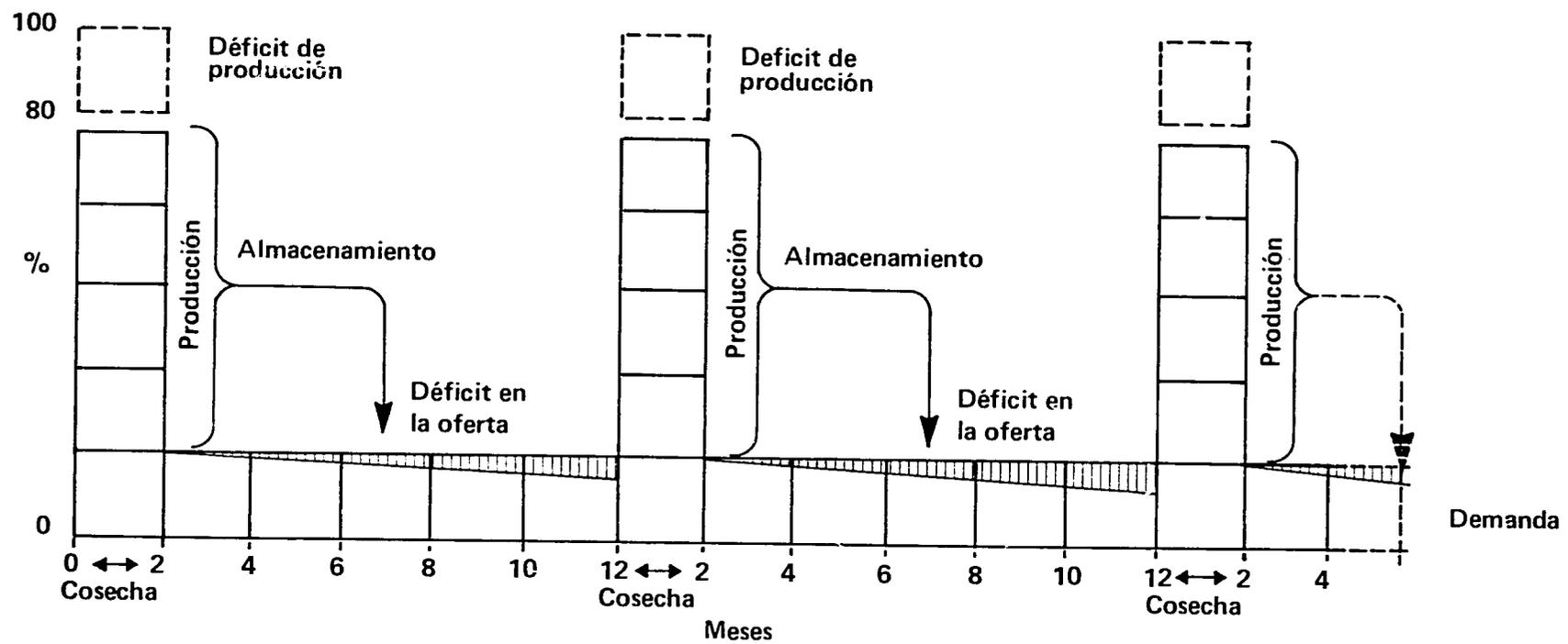
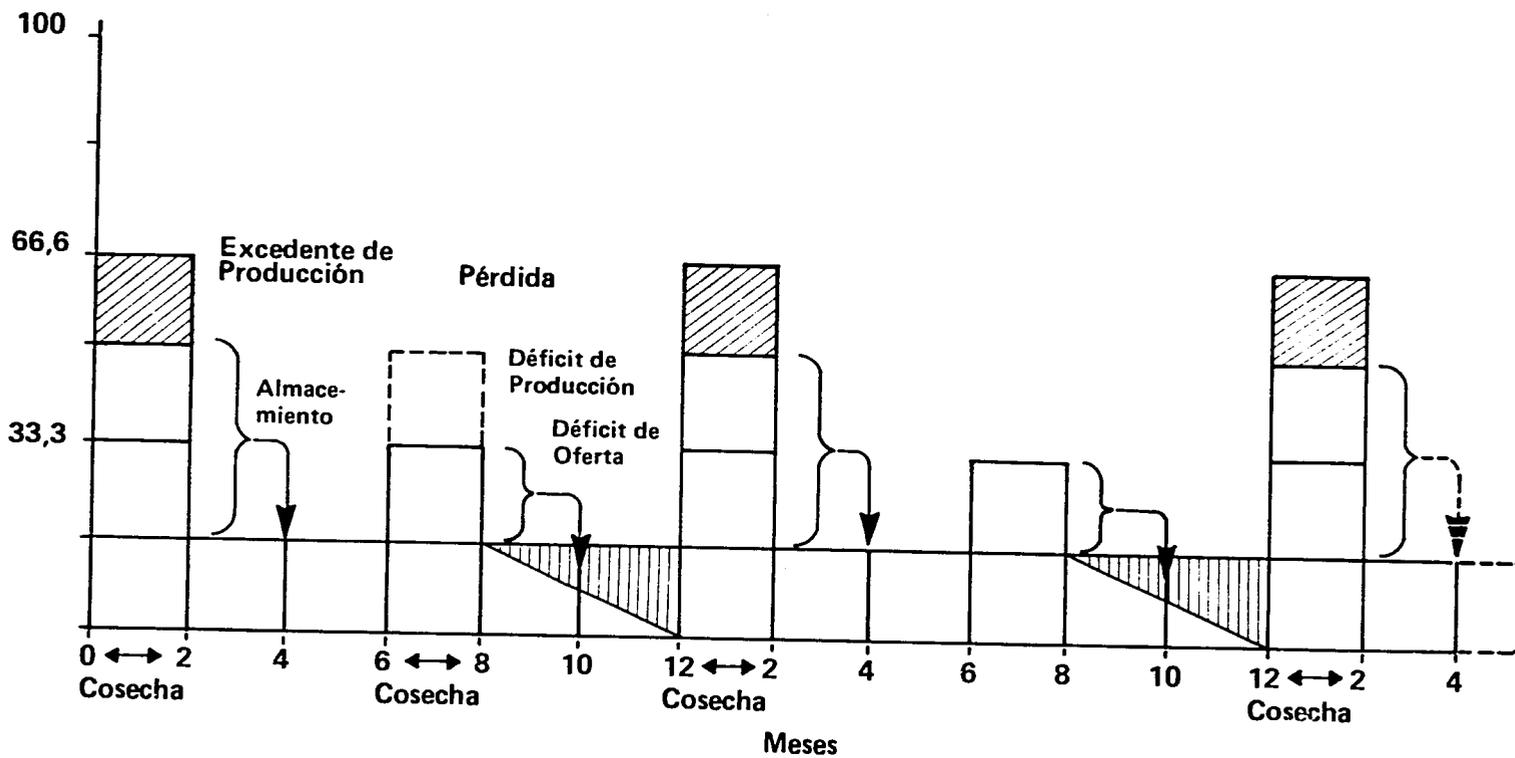


Figura 5. Dos temporadas desiguales de producción al año: producción total igual a la demanda. Producciones desiguales que conducen a ofertas desiguales (pérdidas más déficit).

10



Los modelos de mercadeo y distribución influyen sobre las necesidades de almacenamiento. Como ejemplo se pueden examinar modelos alternativos de distribución de semilla de los productores de semillas a los usuarios de las mismas, en una localidad determinada, y ver las influencias que esos modelos tienen sobre las necesidades de almacenamiento.

Hay tres modelos principales de distribución de los tubérculos-semillas, que tienen diferentes necesidades de almacenamiento (Figura 6)."

Primero. Al momento de la cosecha la semilla puede ser recolectada y almacenada por una o más agencias centralizadas de semillas, o por comerciantes, y luego ser vendida y distribuida a los usuarios al momento de la siembra. Este sistema demanda unos cuantos almacenes de gran escala.

Segundo. La semilla puede ser almacenada por los mismos productores de semilla y vendida y distribuida a los usuarios al momento de la siembra, ya sea directamente o mediante agencias o comerciantes de semillas. Este sistema exige un mayor número de almacenes de mediana escala.

Tercero. Los tubérculos-semillas pueden ser vendidos y distribuidos ya sea directamente o mediante agentes o comerciantes de semillas, a los usuarios al momento de la cosecha, para que cada uno de ellos los almacenen hasta el momento de la siembra. Este sistema exige un número mayor de almacenes rurales de pequeña escala. Adicionalmente, tanto los productores de semilla como los usuarios pueden almacenar tubérculos-semillas para sus propias siembras en el futuro.

Las alternativas descritas no son excluyentes y en una localidad dada pueden operar una al lado de las otras, siempre y cuando exista la adecuada flexibilidad en el sistema de precios. Un sistema rígido de precios, basado en un solo modelo de mercadeo y distribución, automáticamente excluirá el uso de sistemas alternativos de distribución y almacenamiento.

Figura 6.1. Tres modelos alternativos de distribución de semilla, con diferentes necesidades de almacenamiento (Alternativa 1).

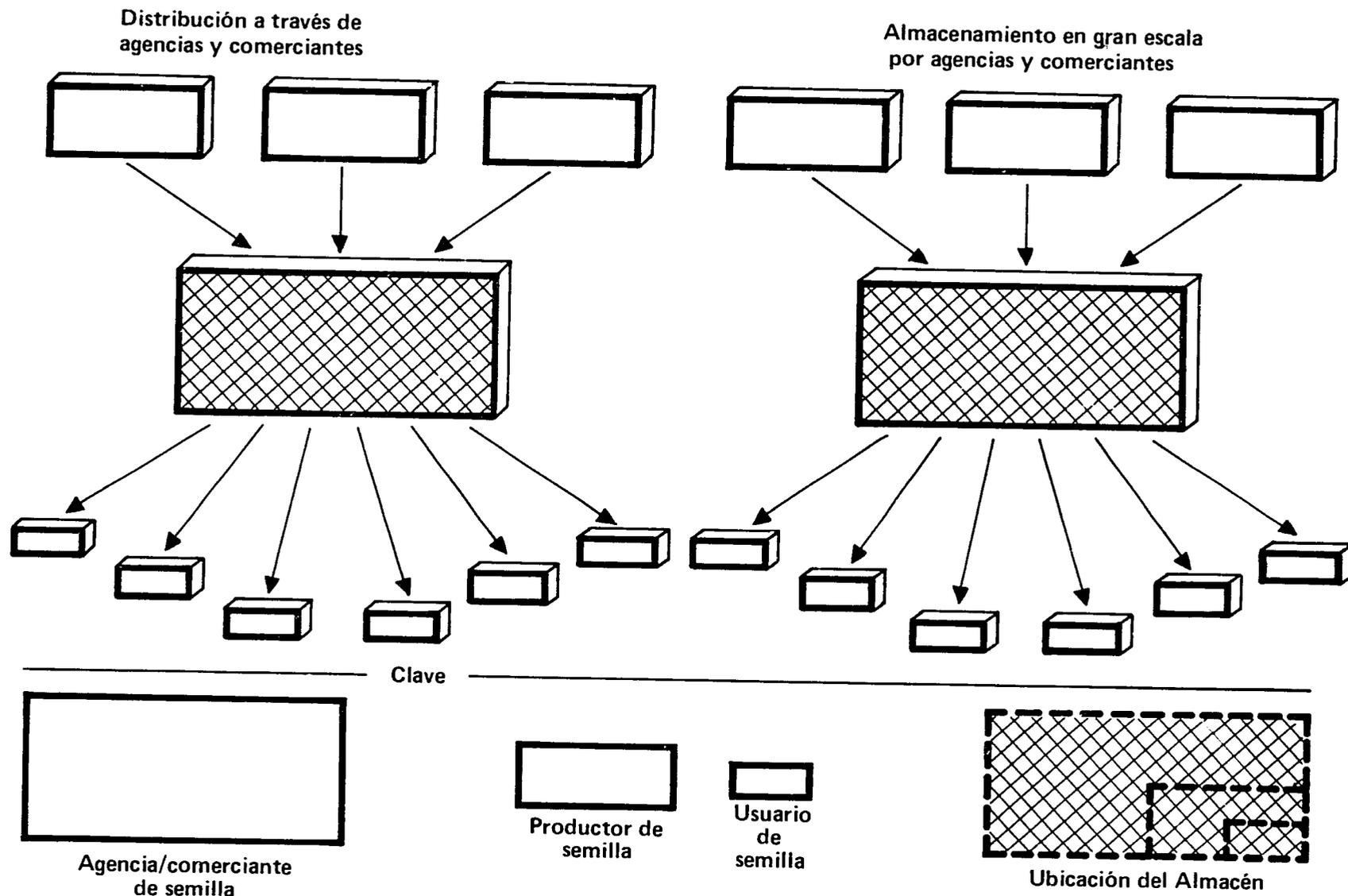


Figura 6.2. Tres modelos alternativos de distribución de semilla, con diferentes necesidades de almacenamiento (Alternativa 2).

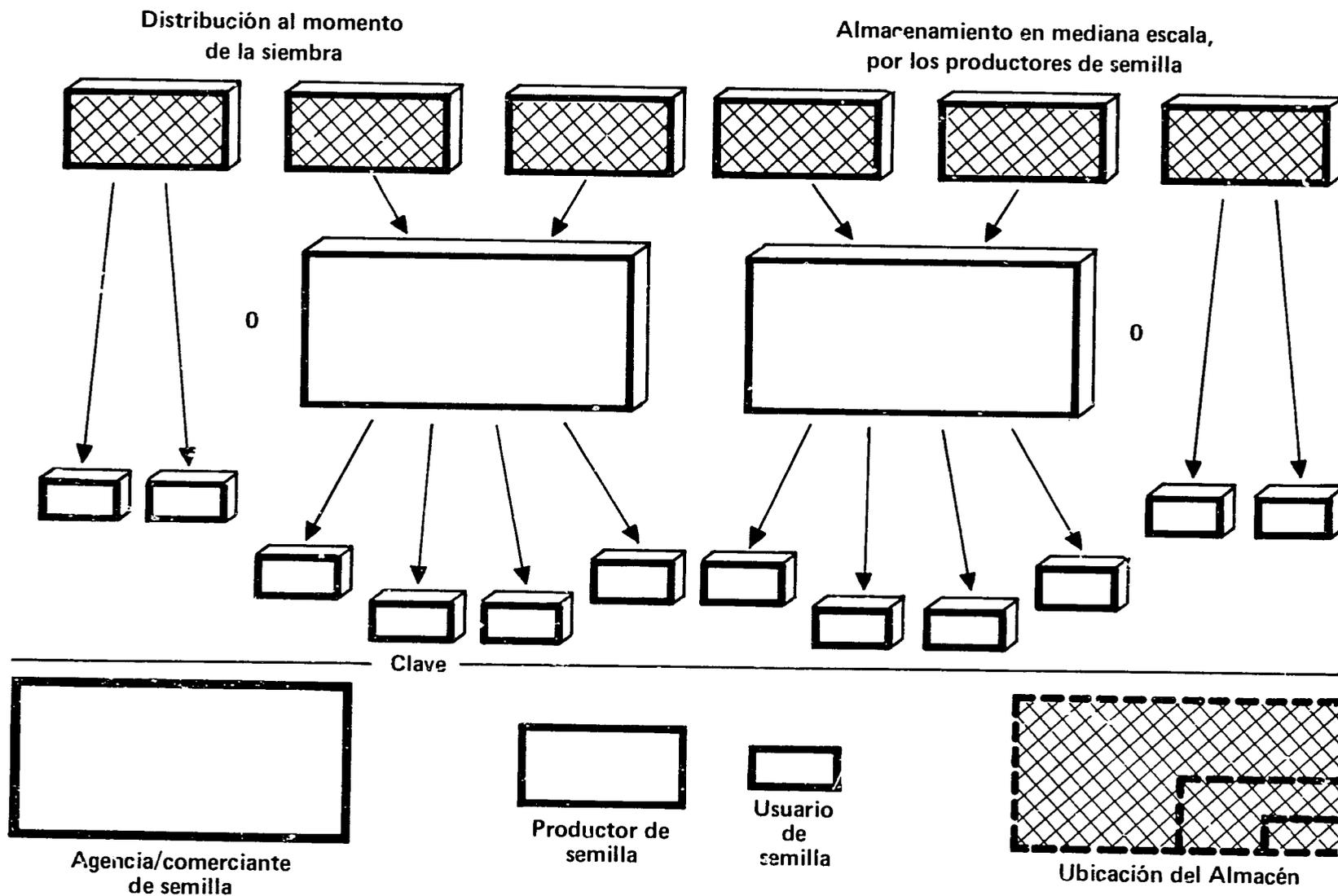
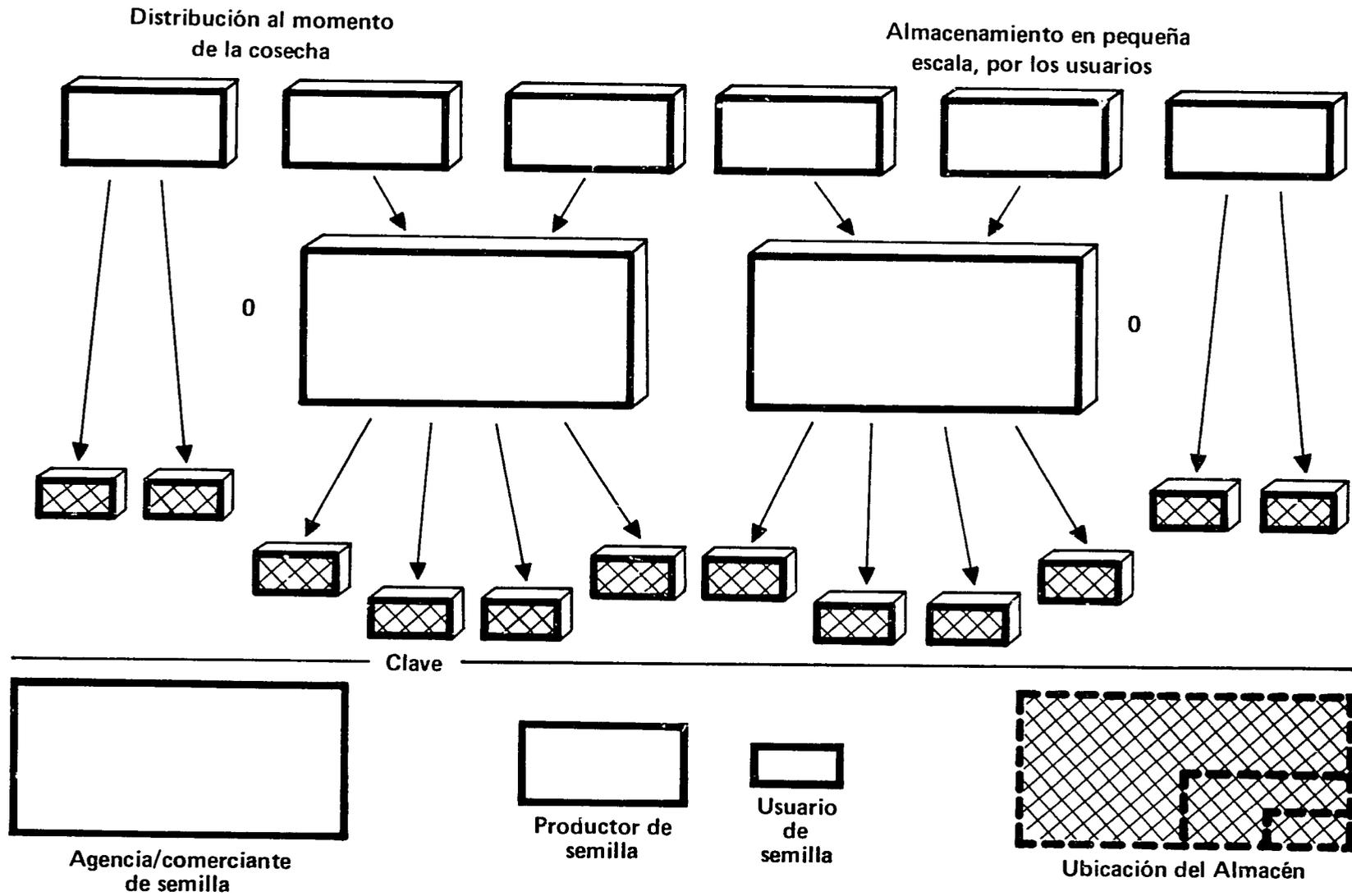


Figura 6.3. Tres modelos alternativos de distribución de semilla, con diferentes necesidades de almacenamiento (Alternativa 3).



Por lo tanto, se necesita información detallada sobre los sistemas de mercadeo y distribución, y sobre las demandas totales y específicas de los consumidores antes de poder establecer los modelos y las necesidades de almacenamiento tanto nacionales, como regionales e individuales. Tal información no sólo afectará las necesidades totales de almacenamiento sino también las decisiones técnicas detalladas, porque, por ejemplo, las instalaciones para el almacenamiento en gran escala y por períodos prolongados, generalmente reclaman diferentes métodos de almacenamiento con niveles más altos de complejidad.

Métodos de almacenamiento

Los métodos de almacenamiento pueden caracterizarse como almacenamiento de campo o construcciones para almacenamiento. El almacenamiento de campo puede consistir en postergar la cosecha o en almacenar en el subsuelo, o en diferentes tipos de montones y fosos. Las construcciones para almacenamiento son locales adaptados, de múltiple propósito, o locales especialmente edificados como almacenes de papa.

Como los tubérculos de papa cosechados y almacenados continúan respirando, producen calor y por lo tanto los almacenes de papa necesitan ventilación. El tipo de sistema de ventilación que se seleccione dependerá de varios factores biológicos, técnicos y socioeconómicos. Los sistemas de ventilación utilizan el aire frío del ambiente cuando éste se encuentra disponible, y en caso contrario el aire enfriado artificialmente. La refrigeración es el medio más común de enfriar el aire a pesar de que el enfriamiento por evaporación también puede ser considerado en aquellas regiones de humedad ambiental relativa baja. El aire de ventilación es distribuido en medio de los tubérculos almacenados, utilizando ya sea la circulación natural o sistemas de circulación forzada.

Estos sistemas de ventilación determinan diferentes diseños para los almacenes. Para un diseño eficiente de sistemas de ventilación se necesita conocer las propiedades termodinámicas del aire (psicrometría).

Conjuntamente con la ventilación, todos los almacenes requieren aislamiento térmico. El grado de aislamiento térmico dependerá de la temperatura interna de almacenamiento requerida y de las temperaturas ambientales externas. En el diseño y la construcción del almacén se deberán tomar en cuenta la experiencia y los materiales locales. Los materiales de construcción seleccionados deben proteger contra el clima, tener adecuada resistencia para la retención de la papa y proporcionar el adecuado aislamiento térmico.

El método más eficiente de almacenamiento y manejo de la papa no es absoluto sino relativo a un gran número de condiciones continuamente cambiantes de los factores técnicos, sociales y económicos. Por lo tanto, diferentes métodos son más o menos apropiados en diferentes circunstancias, dentro de diferentes períodos de la misma estación de almacenamiento. En una situación particular, los métodos deben ser seleccionados en términos de aceptabilidad dentro del sistema total producción-almacenamiento-demanda en operación. Ello es necesario para obtener máximos ingresos en relación con la inversión disponible y rebajar las pérdidas, tanto cuantitativas como cualitativas, hasta donde sea posible.

Así, para obtener mayores beneficios, en vez de seleccionar simplemente un método de almacenamiento que involucre unidades de almacenamiento costosas y complejas, conviene escoger varios métodos y estructuras diferentes de almacenamiento. Estos deberán adaptarse, en conjunto, para formar un sistema integrado de almacenamiento en el cual cada método genere por separado máximos ingresos para los diferentes períodos dentro de la estación total de almacenamiento, o para diferentes usos finales.

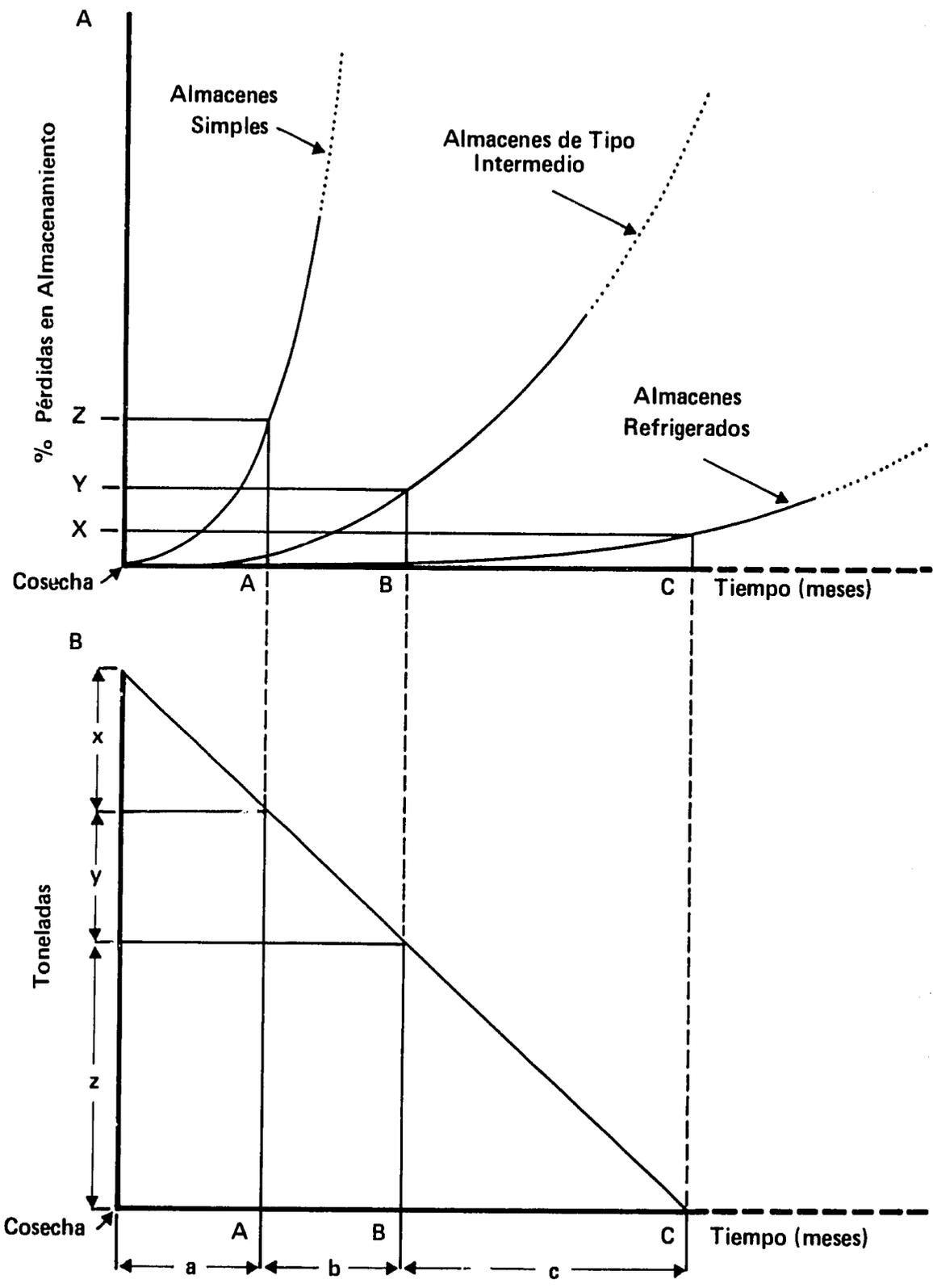
Un ejemplo de tal sistema de almacenamiento, utilizando tres diferentes métodos, es presentado en la Figura 7B. En este ejemplo, el tonelaje "x" que se necesita durante la primera porción "a" de la estación total de almacenamiento, es almacenado en simples montones en el campo; el tonelaje "y" necesario para el período "b" es conservado en almacenes con ventilación natural de tipo intermedio y solamente el tonelaje "z", para el período final "c", es almacenado en almacenes refrigerados complejos.

Antes de llegar a establecer tales sistemas integrados se necesita información sobre cuánto tiempo puede la papa ser almacenada económicamente, utilizando diferentes métodos, bajo las condiciones locales. Cuando se dispone de información sobre pérdidas en el almacenamiento (Figura 7A), ésta, junto con datos socioeconómicos y de mercadeo, puede ser utilizada para establecer un sistema integrado como el ilustrado en la Figura 7.

Cuando se seleccionen sistemas de almacenamiento específicos debe tomarse nota del valor total del mercado para el producto por almacenar y utilizar tal información para decidir sobre cuánto invertir en sistemas de almacenamiento, para proteger ese valor. Muy frecuentemente se hacen demasiados esfuerzos y gastos para producir una cosecha que luego es almacenada bajo condiciones inadecuadas lo que da lugar a pérdidas considerables. Tales pérdidas podrían reducirse con una inversión adicional relativamente pequeña.

Debe ponerse mucha atención, no solamente en el comportamiento técnico y económico de los métodos seleccionados sino también en su aceptación por parte de los productores y de los comerciantes como integrantes del sistema total. Si los métodos seleccionados no son aceptados por ambos grupos, no deberán utilizarse. Hay muchos ejemplos de almacenamiento, considerados como "elefantes blancos", en los países en desarrollo, cuando almacenes técnicamente correctos no son utilizados debido a que son inapropiados para el sistema total prevaleciente. Tales ejemplos son comúnmente encontrados donde los métodos de almacenamiento fueron directamente transferidos de otras regiones, de clima similar, sin que se hiciera esfuerzo alguno para adaptar o desarrollar la tecnología necesaria para los sistemas socioeconómico, de producción, y de mercadeo prevalecientes. En pocas palabras, un método de almacenamiento debe ser seleccionado y desarrollado dentro del sistema total y no simplemente transferido del exterior, de otro sistema para el cual fuera desarrollado.

Figura 7. Desarrollo de sistemas integrados de almacenamiento.



Métodos de almacenamiento de bajo costo

La mayoría de los países en desarrollo exige métodos de almacenamiento de bajo costo. Algunos de los factores que influyen sobre la aptitud de estos y otros métodos de almacenamiento ya han sido discutidos en esta publicación. El método de almacenamiento técnicamente más eficiente, puede no ser el método de mayor costo/beneficio. Similarmente, los métodos de almacenamiento de bajo costo no necesariamente son los de mayor costo/beneficio.

Los métodos de almacenamiento de bajo costo incluyen, generalmente, sistemas de almacenamiento de campo, modificación o adaptación de construcciones existentes, y edificaciones especialmente diseñadas y construidas, utilizando experiencia y materiales locales. El costo de construcciones para almacenamiento, más sofisticadas y generalmente de mayor escala, puede comúnmente ser menor que lo considerado.

Si para una región se está considerando mejorar los métodos de almacenamiento, es necesario primero tener un amplio conocimiento de las prácticas existentes. Frecuentemente hay razones válidas para utilizar los sistemas existentes a pesar de que estos sistemas al comienzo puedan parecer inferiores para el técnico. Cualquier cambio que se haga en lo correspondiente al almacenamiento del sistema total de producción, necesita ser evaluado en comparación con las prácticas existentes, no sólo en estaciones experimentales sino también en fincas y dentro del sistema total. Se reconocen tres formas de evaluación: técnica, económica y de aceptación.

La evaluación técnica comprende una comparación del comportamiento técnico del método de almacenamiento "mejorado" con el método existente. En el caso de almacenes para papa de consumo, ésto significa comparar las pérdidas durante el almacenamiento. Cuando al almacenamiento es de tubérculos-semillas, se necesita evaluar tanto las pérdidas durante el almacenamiento como el comportamiento posterior de la semilla en el campo.

La evaluación económica comprende estudios comparativos de costo/beneficio llevados a cabo en el contexto del sistema total producción-almacenamiento-demanda. Estos estudios deberán tomar en consideración factores tales como costo y disponibilidad de capital, costos de construcción, costos de funcionamiento y mantenimiento, costo y disponibilidad de mano de obra, costo y disponibilidad de una buena administración, el pago de intereses, y necesidades y uso de dinero en efectivo.

La evaluación de aceptación del método es de vital importancia debido a que si el sistema "mejorado" no es aceptado y utilizado, no se justifica hablar de sus méritos técnicos y económicos. Por ello se necesita conocer las principales exigencias socioeconómicas locales sobre la transferencia de tecnología, conjuntamente con un seguimiento de la adopción del nuevo sistema que se trata de introducir.

Conocer y entender estos tres niveles de evaluación de tecnología es también útil para diseñar almacenes con un propósito definido, para una localidad determinada, y para investigar los problemas de almacenamiento.

Los factores principales para considerar en el mejoramiento del diseño de almacenes de bajo costo para papa de consumo son la ventilación y el aislamiento térmico. El aislamiento térmico de las construcciones existentes que vayan a ser utilizadas para almacenar papa es comúnmente inadecuado, y puede generalmente ser mejorado rápidamente con materiales de bajo costo disponibles localmente. Cuando se construya o modifique un almacén, recuérdese que la capacidad de aislamiento de la mayoría de los materiales se reduce si están húmedos. Además, la absorción de calor y, por ende, las necesidades de aislamiento, puede, en muchas circunstancias, ser reducida considerablemente pintando de blanco las superficies externas de la construcción. Un ejemplo de la efectividad de la pintura blanca para reducir la absorción de calor en almacenes rústicos de madera en Huancayo, Perú, se muestra en la Tabla 1. Un conocimiento más completo de psicrometría y de las formas óptimas para remover el calor de la papa para una distribución eficiente del aire, puede llevar comúnmente a mejoras simples en los sistemas de ventilación, y es esencial para el diseño efectivo de almacenes de mayor escala construidos con un propósito específico.

Tabla 1. Efecto de la pintura blanca sobre la temperatura (°C) de almacenes simples de madera, Huancayo, Perú. Promedio de cinco días.

Tiempo (horas)	Superficie externa		Superficie interna	
	Natural	Blanca	Natural	Blanca
0800	2	2	2	2
0900	23	15	8	4
1000	32	22	15	8
1100	37	24	17	10
1200	42	25	22	14
1300	44	28	24	15
1400	46	32	25	15
1500	20	17	19	15
1600	20	17	19	14
Promedio	29,6	20,2	16,8	10,8

En el almacenamiento de papa para semilla, deben ser considerados estos factores de ingeniería, pero adicionalmente puede ser utilizada la luz difusa. Donde el ambiente externo no sea apropiado, o el capital, por cualquier motivo, no se encuentre disponible para el almacenamiento de tubérculos-semillas bajo temperatura controlada, el almacenamiento en luz natural difusa, en almacenes simples de bajo costo, ofrece muchas ventajas sobre el almacenamiento simple y convencional en la oscuridad. El grado en que los almacenes de luz natural difusa para semillas pueden ser económicamente utilizados dependerá de los costos locales, de los sistemas de producción, distribución y comercialización. En general, es una tecnología que se adapta al agricultor en pequeño.

La ventaja principal del uso de la luz difusa, en oposición al almacenamiento en la obscuridad a temperaturas no controladas de almacenamiento, es el efecto de la luz en el control del crecimiento de los brotes y, consecuentemente, en la reducción de las pérdidas asociadas con el brotamiento excesivo. Otras ventajas son el incremento en el número de brotes o la reducción de la dominancia apical de la mayoría de las variedades, y un incremento de la resistencia a plagas y enfermedades. Todo esto generalmente lleva a una emergencia más temprana y uniforme en el campo que puede conducir a un rendimiento más elevado. Este sistema de almacenamiento de

semilla está siendo evaluado en muchos países en desarrollo y un ejemplo del tipo de resultados que se han obtenido, de almacenes de demostración en las Filipinas, se presenta en la Tabla 2.

Donde se utiliza la luz natural difusa ésta influye considerablemente en el diseño, los materiales de construcción y en ciertos detalles de construcción del almacén. En almacenes de luz natural difusa construidos con propósitos definidos, es mejor permitir que la luz difusa pase a través de paredes transparentes para lograr una mejor distribución de la luz y porque el calor ganado por unidad de superficie en la construcción es mayor a través de los techos que de las paredes.

Donde se modifiquen construcciones muy amplias ya existentes, para ser utilizadas como almacenes de luz natural difusa, la luz desde arriba será necesaria si se quiere aprovechar el espacio en su totalidad, pero esto acarreará una mayor absorción de calor que habrá de ingresar al almacén.

Dentro de los almacenes, los tubérculos-semillas deberán ser colocados en no más de dos capas, en anaqueles construidos especialmente con tablillas u otros materiales que dejan separaciones para una buena aireación, o en bandejas de semillas apiladas de manera que permitan el paso de la luz a todos los tubérculos. El espacio entre los anaqueles es determinado por su ancho y la amplitud de la construcción. Se recomienda un anaquel de no más de 1,5 m, de ancho, con un espaciado mínimo de 25 cm entre anaqueles. Generalmente los costos de construcción de los almacenes de luz natural difusa son muy bajos, pero el costo de los anaqueles o las bandejas de semillas puede ser un factor principal para determinar si este método simple de almacenamiento puede ser económicamente utilizado.

Para una penetración óptima de la luz, los almacenes construidos con propósito definido deben ser largos y angostos. Los materiales de construcción utilizados dependerán de su disponibilidad local, costos y el clima. En general, se recomienda un marco simple de madera redonda, bambú o su equivalente. Las paredes transparentes pueden ser de alambre, nylon o plástico (malla abierta); polietileno u hojas plásticas corrugadas y rígidas, o aun madera, caña o bambú. El polietileno o las hojas plásticas corrugadas y

Tabla 2. Comparación entre los almacenes de luz natural difusa para semilla y los almacenes de los agricultores. Baguio, Filipinas. (Variedad: Cosima. Fecha de cosecha: 26/2/79. Fecha de almacenamiento: 5/5/79. Fecha de siembra: 27/9/79.)

A. FASE DE ALMACENAMIENTO

	Long. promedio de los brotes (cm)	No. promedio de brotes por tubérculo	% pudriciones por peso	% peso perdido	% total de pérdidas en el almacenamiento
Almacenes de luz natural difusa	3,14	5	2,9	19,7	22,5
Almacenes del agricultor	4,72**	4	44,1	27,9	72,0

** Brotes blancos con pudrición apical.

B. FASE DE CAMPO

	Días para 75% de emergencia	% final de emergencia	Días para madurez	Rendimiento total (t/ha)	Rendimiento comercializable (t/ha)
Almacenes de luz natural difusa	8	98	88	20	15,3
Almacenes del agricultor	18	87	96	12,3	8,2

** Información suministrada por F. Rutab, BPI, Baguio.

rígidas deberán ser utilizados únicamente en zonas frías y cuando se les utilice se debe tener cuidado de permitir una ventilación adecuada. El techo deberá ser bien aislado y con aleros grandes que den sombra sobre las paredes y eviten que la luz solar caiga directamente sobre los tubérculos-semillas almacenados. Los techos de paja son ideales para este propósito.

En zonas calientes, donde la polilla de la papa es un problema en el almacenamiento, los tubérculos-semillas para almacenar deberán ser bien seleccionados, tratados con insecticidas antes de su almacenamiento y las paredes del almacén deben ser construidas con malla a prueba de la polilla.

La selección de los tubérculos antes del almacenamiento, conjuntamente con un buen manejo del almacén, son vitales para el almacenamiento exitoso tanto de papa para consumo como de tubérculos-semillas en almacenes de bajo costo, en los cuales el control sobre el ambiente de almacenamiento es menos exacto que en almacenes más complejos. El efecto de diferentes niveles de selección previa al almacenamiento se presenta en la Tabla 3. Estos resultados ilustran claramente que conforme aumenta el porcentaje de tubérculos defectuosos colocados en los almacenes, se incrementa el porcentaje de tubérculos que se vuelven defectuosos en comparación con los tubérculos sanos que ingresaron a los almacenes, durante el período de almacenamiento.

La calidad de los tubérculos colocados en un almacén es de por sí el factor de mayor importancia que afecta el resultado técnico de cualquier sistema de almacenamiento.

Tabla 3. Efecto de la selección previa al almacenamiento y del tipo de almacén sobre los resultados del almacenamiento. (% de pérdidas durante el almacenamiento después de 140 días.)

	Nivel de selección previa al almacenamiento		
	0% tubérculos defectuosos	25% tubérculos defectuosos	50% tubérculos defectuosos
<u>Tipo de almacén</u>			
Almacén de madera	14,7	41,9	61,8
Almacén de adobe	15,6	43,6	64,3
Luz/plástico	16,6	42,0	62,7
Luz/malla	15,7	39,7	64,5
Establo abierto (luz)	13,7	40,9	63,2
Cuarto de adobe (oscuro)	19,8	41,4	65,0
<u>Pérdidas</u>			
Promedio/pérdida total	16,0	41,6	63,6
Tubérc. defectuosos al comienzo	0,0	25,0	50,0
Pérdida neta en el almacenamiento	16,0	16,6	13,6
Pérdida neta en el almacenamiento, expresada en % de tubérculos inicialmente sanos	16,0	22,1	27,2