



Almacenes de maíz en México: tipología y caracterización

Maize warehouses in Mexico:
Typology and characterization

*Miguel Ángel Ortiz Rosales**
*Orsohe Ramírez Abarca***
*J. Martín González Elías****
*Alejandro Velázquez Monter**

Estudios Sociales
45

Fecha de recepción: diciembre de 2013

Fecha de aceptación: marzo de 2014

* Colegio de Postgraduados

Dirección para correspondencia: ortizma@colpos.mx

** Centro Universitario UAEM

***Universidad de Guanajuato

Resumen / Abstract

En México se tiene una heterogeneidad de almacenes para el acopio de granos. El objetivo del presente trabajo fue proponer una tipología de almacenes de maíz que permite agrupar características en común. Dicha tipología podría servir como base para focalizar políticas de apoyo diferenciadas. La metodología consistió en las siguientes herramientas estadísticas: análisis de componentes principales y análisis clúster. Se utilizaron datos de 1,158 almacenes de maíz, ubicados en 28 estados de la república mexicana. Se consideraron las siguientes variables: infraestructura; equipo para el manejo de granos, laboratorio y transporte; registros administrativos y capacidad instalada. Los resultados permiten clasificar a los almacenes de maíz en cinco grupos homogéneos al interior y heterogéneos entre sí, así como identificar en qué estados es predominante cada clúster.

Palabras clave: almacenamiento, componentes principales, clúster, granos, maíz, seguridad alimentaria.

In Mexico there is heterogeneity on grain storage. The aim of this study is to propose a typology for maize warehouses that allow grouping the shared characteristics. The typology could serve as a basis for targeting policies differentiated support. Methodology consisted on the following statistical tools: principal component analysis and cluster analysis. The data used was provided by 1.158 corn warehouses located in 28 states of Mexico. The following variables were considered: equipment for grain handling, laboratory and transportation, administrative records and infrastructure installed capacity. Results allow to classify corn warehouses in five homogeneous groups into each one and heterogeneous each other, also to identify in which federal entities predominates each cluster.

Key words: storage, principal components, cluster, grains, corn, food security.

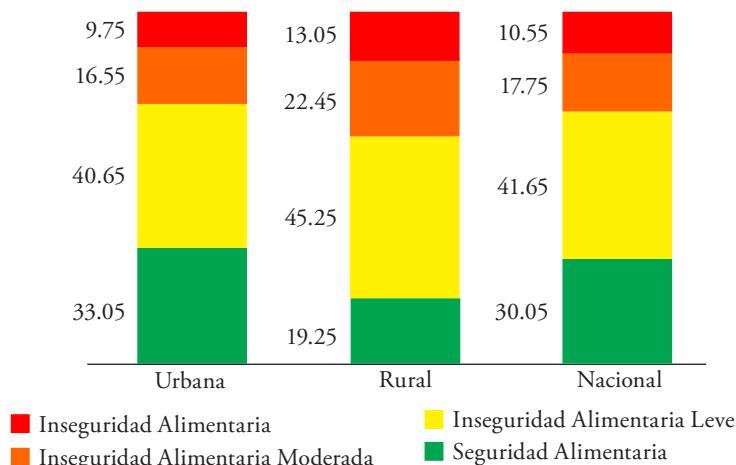
Introducción

Actualmente, el maíz es el cereal más producido en todo el mundo. De acuerdo con cifras de la División de Estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAOSTAT, por sus siglas en inglés), en la última década, México figura en el quinto lugar, tanto como productor de grano como de semilla; son Estados Unidos y China quienes ocupan los primeros lugares. Por otro lado, en cuanto a demanda de alimentos se refiere, México es el mayor consumidor de maíz en el mundo, pues este grano representa alrededor del 30% del consumo diario calórico de los mexicanos, lo cual se explica por el consumo per cápita anual de 120 kg, una cifra muy por encima del consumo promedio mundial de 17 kg (FAOSTAT, 2013).

La importancia en el consumo de maíz para alimentación en México se observa también en el gasto familiar. El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) refleja que, en promedio, se destina el 8% del gasto en alimentos tan solo para adquirir tortillas de maíz (INEGI, 2012); además, el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) muestra, a través de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, Ensanut 2012, que en el patrón alimentario figuran muchos otros alimentos elaborados principalmente con maíz (Gutiérrez *et al.*, 2012).

Por otro lado, los resultados de la Ensanut 2012 revelan que solo el 30% de los hogares en México presenta seguridad alimentaria; es decir, una tercera parte de los hogares en el país tiene acceso a alimentos suficientes de forma permanente. En contraste, la situación más grave se da en las zonas rurales donde más del 80% de los hogares vive en algún grado de inseguridad alimentaria (Gutiérrez *et al.*, 2012) (figura 1).

Figura 1. Prevalencia nacional de inseguridad alimentaria en hogares en México, 2012 (porcentaje)



Fuente: elaboración propia con base en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, Ensanut 2012.

Aunado a la inseguridad alimentaria, en México aún hay niveles importantes de desnutrición crónica en preescolares, ya que casi 14 de cada 100 niños y niñas menores de cinco años tienen baja talla para su edad, situación que puede generar efectos adversos en el corto, mediano y largo plazo, en aspectos como: morbilidad, mortalidad, desarrollo psicomotor, desempeño intelectual y físico, lo que se traduce en desventajas de por vida en el desarrollo de capacidades (Gutiérrez *et al.*, 2012).

Al panorama de carencia alimentaria y desnutrición se suma la problemática en la producción, almacenamiento y distribución de alimentos en el país, el acceso a los mercados y el nivel de dependencia en cuanto a importaciones de productos básicos. Tan solo en el cultivo de maíz, y a pesar de que México figura entre los principales productores, el 26% de la oferta disponible para consumo humano corresponde a importaciones (FAOSTAT, 2013).

Atender el problema del hambre obliga a reconocer que en las acciones de política pública no basta contar con alimentos suficientes en el mercado; es necesario también tomar medidas preventivas para tener alimentos disponibles y distribuirlos a quienes no pueden acceder a ellos por falta de ingresos o acceso físico (Sen, 2003; Vite, 1999).

En este contexto, la importancia del maíz en la alimentación a nivel nacional exige la necesidad de contar con un sistema de almacenamiento de granos eficiente, misma que demanda almacenes con características apropiadas en cuanto a infraestructura y equipamiento para preservar la calidad del grano y asegurar su disponibilidad a lo largo del año, factores indispensables para atender el problema de inseguridad alimentaria del país y trabajar en una reserva estratégica de alimentos.

Las pérdidas poscosecha de alimentos en los países en desarrollo son enormes y cuando las consecuencias de dichas pérdidas se miden en términos de sufrimiento o supervivencia humana y costo económico, representan un desafío que amerita atención prioritaria (National Academy of Sciences, 1978).

En México, la estimación de mermas de maíz durante la poscosecha fluctúa entre 4% y 25%. En 2008, el titular de la Sagarpa anunció que “por deficiencia en los procesos de cosecha, en las cadenas de almacenamiento y en los sistemas de transporte, se estima que se pierde entre el 10% y el 15% de las cosechas de productos del campo” (Sagarpa, 2008). En 2009, Aserca (2009) estimó que anualmente se pierde entre el 5% y 25% de la producción total de maíz, trigo y frijol. Por su parte, en la balanza mensualizada de disponibilidad-consumo de maíz blanco de 2010, el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Sagarpa maneja una merma de 4% de la producción disponible de maíz e importaciones (SIAP, 2010).

Cuando los granos son almacenados se someten invariablemente al riesgo de sufrir pérdidas en cantidad, aspecto y propiedades nutricionales, debido a la interacción de humedad, temperatura, luz y agentes bióticos como hongos e insectos, que se desarrollan a partir de la misma interacción de dichos factores; a ello se suman los roedores y otras plagas. Un almacén con las condiciones necesarias y adecuadas para mantener el grano libre de daños, permite reducir la enorme pérdida económica y social que se presenta durante el almacenamiento (Olakojoo y Akinlosotu, 2004; Neethirajan *et al.*, 2007; Laopongsit y Srzednicki, 2010).

La cruzada nacional contra el hambre, anunciada en enero de 2013 como principal estrategia gubernamental para atender el problema de inseguridad alimentaria en México, contempla como uno de sus objetivos minimizar las pérdidas poscosecha y de alimentos durante el almacenamiento y transporte (DOF, 2013). En este sentido, el presente trabajo tiene el objetivo de obtener una tipología que permita describir por separado a los almacenes con características comunes y contar así con elementos que podrían orientar el diseño de políticas y programas de apoyo basadas en las necesidades del sistema de almacenamiento de maíz y focalizarlas tomando como referencia las características de cada tipo de almacén.



Para evaluar la eficiencia y calidad de los almacenes es necesario tomar en cuenta varios aspectos. Recientemente, se cuenta con datos disponibles a nivel nacional que permiten analizar características de los almacenes en cuanto a capacidad instalada, infraestructura principal, equipamiento para el manejo del grano, equipo de laboratorio, equipo de transporte y prácticas de administración en los almacenes. Dicha información se utilizó para llevar a cabo un análisis multivariado que permitiera clasificar a los almacenes en grupos relativamente homogéneos al interior y heterogéneos entre sí.

Materiales y métodos

La información utilizada para llevar a cabo la tipología de almacenes de maíz en México fue proporcionada por el servicio Infomex del gobierno federal a través de la solicitud de información pública número 0833100006413.

La base de datos original se compone de 1,672 almacenes, que incluyen el sistema de almacenamiento de 11 granos y oleaginosas en 29 estados del país. Debido a que este estudio está enfocado al almacenamiento de maíz, el criterio de selección fue tomar a todos aquellos almacenes con capacidad de 100 toneladas o más y con acopio de maíz en el periodo analizado, quedando así una base de 1,158 almacenes ubicados en 28 estados.

Para representar las variables del modelo, se tomaron dos variables descriptivas: material principal de construcción (X_1) y capacidad instalada (X_6). Asimismo, se elaboraron cuatro indicadores: indicador de equipamiento para el manejo de grano (X_2), indicador de equipamiento de laboratorio (X_3), indicador de equipamiento de transporte (X_4) e indicador de registros administrativos (X_5); cuyos valores se ubican en un rango de 0 a 1, donde 1 significa el 100% de equipamiento para cada indicador y cero, nada de equipo. A continuación se presentan los valores que pueden tomar cada una de dichas variables, así como sus respectivas fórmulas.

X_1 = Material de construcción

$X_1i= 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$ $n = 1,158$

Donde:

1= silos verticales de concreto

2= silos de lámina

3= bodegas de block y techo de lámina

- 4= bodegas de block y techo de losa de concreto
- 5= bodegas de lámina o acero
- 6= bodegas de ladrillo y concreto
- 7= bodegas de piedra o adobe
- 8= piso de cemento y lona
- 9= piso y cubierta improvisada

X2= Indicador de equipamiento de manejo de grano

$$X2i = \frac{\sum_{i=1}^{1,158} (a1+a2+a3+a4+a5+a6+a7+a8+a9+a10+a11+a12+a13+a14)}{14}$$

Donde:

- a1= estibadoras
- a2= secadoras
- a3= cribadoras
- a4= banda transportadora
- a5= aireadores
- a6= bazooka o transportadora helicoidal
- a7= tractor
- a8= sondas de muestreo preventivo
- a9= sondas de profundidad
- a10= envasadora
- a11= cosedora
- a12= montacargas
- a13= báscula
- a14= cangilones

X3= Indicador de equipamiento de laboratorio

$$X2i = \frac{\sum_{i=1}^{1,158} (b1+b2+b3+b4+b5+b6+b7+b8)}{14}$$

Donde:

- b1= determinador de humedad
- b2= balanza granataria
- b3= divisor cónico boerner
- b4= zarandas
- b5= sondas alveólos



- b6= sondas de profundidad
 b7= aflatex o determinador de aflatoxinas
 b8= horno o estufa de desencadenamiento

X4= Indicador de equipamiento de transporte

$$X4i = \sum_{i=1}^{1,158} \frac{(c1+c2+c3+c4+c5)}{14}$$

Donde:

- c1= vehículo de carga
 c2= espuela de ferrocarril
 c3= puerto para realizar cabotaje
 c4= patios de maniobra al menos 50m²
 c5= rampa de vaciado

X5= Indicador de registros administrativos

$$X5i = \sum_{i=1}^{1,158} \frac{(d1+d2+d3+d4+d5+d6+d7+d8)}{14}$$

Donde:

- d1= registros de inventarios
 d2= registros de compras
 d3= registros de pagos
 d4= registros de entradas y salidas de granos
 d5= facturación
 d6= programa de movilizaciones de grano
 d7= registro de laboratorios (sanidad)
 d8= programa de cómputo especializado en manejo de almacén

X6= Capacidad instalada

$$X6i = Q \quad n = 1,158$$

Dónde:

Q = cantidad de toneladas

Para hacer la clasificación de los almacenes a partir de las seis variables, se seleccionaron las siguientes técnicas estadísticas: Análisis de Componentes Principales (ACP) y Análisis Clúster o de Conglomerados.

Análisis de Componentes Principales (ACP)

El Análisis de Componentes Principales (ACP) fue iniciado por K. Pearson en 1901 y desarrollado tal como se conoce actualmente por H. Hotelling en 1933, (Pla, 1986; Neil, 2002).

El ACP tiene los siguientes objetivos: 1) generar nuevas variables que puedan expresar la información contenida en el conjunto original de datos; 2) reducir la dimensionalidad del problema que se está estudiando, como paso previo a futuros análisis y; 3) eliminar, cuando sea posible, algunas de las variables originales si ellas aportan poca información (Pla, 1986; Jolliffe, 2002; Neil, 2002; Härdle y Simar, 2003).

El algoritmo del análisis de componentes principales se desarrolló con el paquete estadístico SAS/STAT versión 9.2 a través del procedimiento Princomp. Dicho procedimiento se seleccionó debido a que las variables de estudio tienen distintas unidades y en este se procede a partir de variables estandarizadas. La importancia del *software* que permite llevar a cabo el análisis de componentes principales consiste en que, sin estos, sería prácticamente imposible desarrollar los algoritmos del ACP debido a la gran cantidad de observaciones que se analizan.

Análisis clúster

El Análisis Clúster o de Conglomerados es una técnica multivariante que tiene por objeto agrupar elementos en grupos homogéneos en función de las similitudes entre ellos, respecto a un vector \mathbf{y} de p variables observadas (Peña, 2002; Montanero, 2008).

De acuerdo con Montanero (2008), se debe tener en cuenta que un cambio de escala en alguna variable puede afectar sensiblemente a la formación de conglomerados; además, cuando existen variables fuertemente correlacionadas, es posible que se sobrevalore un factor latente común, que tendrá más peso del debido en la formación de conglomerados.

En virtud de lo anterior, los componentes principales se tomaron como el nuevo conjunto de datos no correlacionados para realizar el análisis clúster. Una vez más, se utilizó el Programa SAS 9.2 para correr el procedimiento Fastclus en el que se especificaron cinco clusters y 20 iteraciones.



Resultados y discusión

La matriz de correlación obtenida a partir del ACP muestra que las variables de equipamiento de manejo de grano (X2), equipamiento de laboratorio (X3), equipamiento de transporte (X4), registros administrativos (X5) y capacidad instalada (X6) se correlacionan positivamente (cuadro 1).

Cuadro 1. Coeficientes de correlación entre las variables

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
X1	1	-0.2126	-0.0657	-0.3166	-0.1063	-0.1887
X2	-0.2126	1	0.7627	0.6921	0.6835	0.5736
X3	-0.0657	0.7627	1	0.5773	0.655	0.532
X4	-0.3166	0.6921	0.5773	1	0.617	0.5586
X5	-0.1063	0.6835	0.655	0.617	1	0.4192
X6	-0.1887	0.5736	0.532	0.5586	0.4192	1

Fuente: elaboración propia con información proporcionada por el Servicio Infomex de Gobierno Federal.

Es decir, si un almacén tiene niveles altos de equipamiento de manejo de grano, también tendrá niveles altos en equipamiento de laboratorio, equipamiento de transporte, registros administrativos y capacidad instalada. Los valores de los coeficientes de correlación son de 0.7627, 0.6921, 0.6835 y 0.5736, respectivamente.

Por otro lado, debido a que la variable de material principal de construcción (X1) indica que a mayor valor menor calidad de la infraestructura, la correlación que guarda con el resto de las variables es negativa, mostrando que los almacenes construidos con silos y bodegas tendrán mejores indicadores y mayor capacidad instalada, que los almacenes a la intemperie o con cubiertas improvisadas.

La matriz de correlación justifica el análisis de componentes principales previo a la elaboración de los clusters; asimismo, en los eigenvalores correspondientes se observa que con solo dos componentes principales se explica el 75% de la varianza total en las variables estudiadas. Incluso, si solo se tomara el primer componente principal, se estaría explicando el 58% de la varianza total; sin embargo, no se tomaría en cuenta la variable de material de construcción del almacén (X1), ya que, como se observa en el cuadro de eigenvectores, esta se explica a partir del segundo componente (cuadros 2 y 3).

Ahora bien, si se pretendiera agrupar a los almacenes, particularmente por la capacidad instalada, valdría la pena tomar el tercer componente principal, ya que en este es en el que más se explica dicha variable; sin embargo, con base en Der y Everitt (2002), se tomó el criterio de incluir solo a los componentes con eigenvalores mayores a 1, lo que se observó en los dos primeros componentes que, además de reducir la cantidad de información explican el 75% de la varianza total (cuadro 2).

Así pues, el sistema que se obtiene para explicar en conjunto las seis variables analizadas es el que se conforma por los eigenvectores uno y dos (cuadro 3), y se expresa de la siguiente manera:

$$Y_1 = -0.1572 X_1 + 0.4816 X_2 + 0.4500 X_3 + 0.4498 X_4 + 0.4317 X_5 + 0.3901 X_6$$

$$Y_2 = 0.9268 X_1 + 0.0680 X_2 + 0.2637 X_3 - 0.1575 X_4 + 0.1983 X_5 - 0.0527 X_6$$

Cuadro 2. Eigenvalores de la matriz de correlación obtenida del ACP

Lambda	Eigenvalor	Diferencia	Proporción	Acumulada
1	3.5057	2.4982	0.5843	0.5843
2	1.0075	0.4204	0.1679	0.7522
3	0.5871	0.2064	0.0979	0.8501
4	0.3807	0.0717	0.0635	0.9135
5	0.3091	0.0992	0.0515	0.9650
6	0.2099		0.0350	1.0000

Fuente: elaboración propia con información proporcionada por el Servicio Infomex del Gobierno Federal.

Cuadro 3. Eigenvectores obtenidos del ACP

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6
X1	-0.1572	0.9268	0.1708	0.2489	0.1431	0.0693
X2	0.4816	0.0680	-0.0979	-0.2556	0.2701	0.7846
X3	0.4500	0.2637	-0.0740	-0.5997	0.1936	-0.5704
X4	0.4498	-0.1575	-0.0450	0.6643	0.5249	-0.2324
X5	0.4317	0.1983	-0.4755	0.2631	-0.6919	-0.0175
X6	0.3901	-0.0527	0.8530	0.0505	-0.3388	0.0046

Fuente: elaboración propia con información proporcionada por el Servicio Infomex del Gobierno Federal.



Los dos primeros componentes principales se tomaron como el nuevo conjunto de datos para realizar el análisis cluster. La consistencia de los resultados obtenidos puede observarse a partir del estadístico Pseudo F y el estadístico R-cuadrado; el primero de ellos compara la dispersión entre clusters dividida entre la dispersión dentro de los clusters, por lo que el valor obtenido de 1889.04, indica un cociente elevado y, por tanto, satisfactorio. Asimismo, el estadístico R-cuadrado, indica que los cinco clusters explican el 83% de la varianza de los datos, con lo cual se asume que el agrupamiento de los almacenes es adecuado (cuadro 4).

Cuadro 4. Tipos de almacén representados por cada cluster

Cluster	Tipo de almacén	Frecuencia	%	Desviación estándar RMS	Distancia máxima del valor germinal a la observación	Conglomerado más próximo (tipo de almacén)	Distancia entre centroides del conglomerado
1	E	540	47%	0.48	1.6559	B	2.3071
2	C	67	6%	0.5709	1.9975	D	1.5213
3	D	75	6%	0.4249	1.4097	C	1.5213
4	A	190	16%	0.6961	3.8478	B	2.3935
5	B	286	25%	0.5773	2.1476	E	2.3071

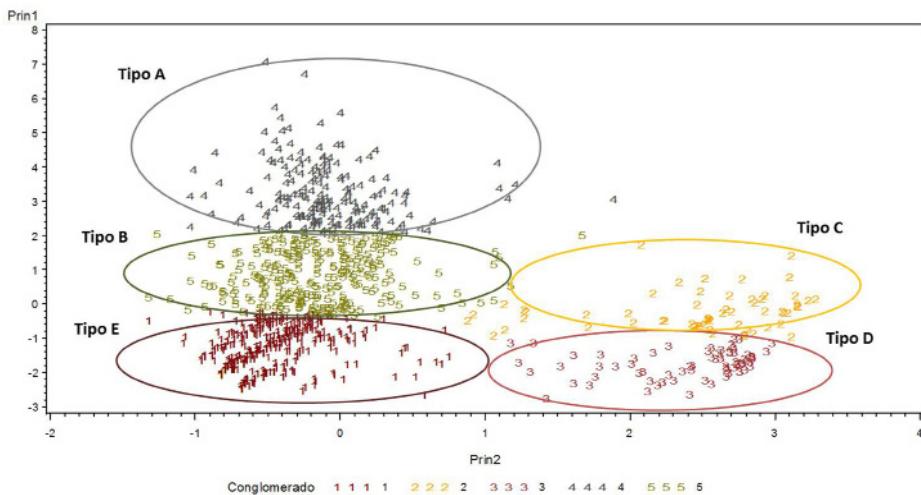
Fuente: elaboración propia con información proporcionada por el Servicio Infomex del Gobierno Federal.

La figura 2 muestra que el cluster 1 agrupa el 47% de los almacenes y, tanto este como los clusters 4 y 5, se explica, principalmente, a partir del primer componente, por lo que las diferencias entre estos grupos se deben a diferencias en los niveles de equipamiento, registros administrativos y capacidad instalada. El segundo componente explica el comportamiento de los clusters 2 y 3, que como se verá más adelante, corresponden a los almacenes que se encuentran a la intemperie y carecen de infraestructura.

A fin de facilitar el análisis de resultados, se renombraron los clusters considerando a los almacenes con las características más favorables como almacenes tipo A, y así en forma descendente hasta los almacenes tipo E, bajo el criterio de

que los mejores almacenes son aquellos que cuentan con mejor infraestructura y niveles más altos de equipamiento, registros administrativos y capacidad instalada, en conjunto.

Figura 2. Clusters obtenidos con el primer y segundo componentes principales



Fuente: elaboración propia con información proporcionada por el Servicio Infomex del Gobierno Federal.

Los resultados indican que 16% de los almacenes son tipo A y el cluster más similar en características es el de los almacenes tipo B; los almacenes tipo B representan 25% del total y el cluster más próximo es el de los almacenes tipo E; asimismo, los almacenes tipo C constituyen el 6% y tienen mayor similitud a los almacenes tipo D. Paralelamente, los almacenes tipo D significan también el 6% y el grupo más similar es el de los almacenes tipo C. Finalmente, los almacenes tipo E concentran 47% del total y su conglomerado más cercano es el de los almacenes tipo B (cuadro 4).

Dada la representatividad y similitud aparente entre los almacenes tipo C y D, podría pensarse en hacer un solo grupo con ambos; sin embargo, como se verá más adelante, las características particulares entre grupos justifican el análisis por separado.

Tipología de almacenes

A continuación se describen las características particulares de cada cluster de almacenes, especificando capacidad de almacenamiento promedio, infraestructura

principal, niveles de equipamiento para el manejo de grano, laboratorio y transporte y registros administrativos que llevan a cabo en la operación (cuadro 5).

Cuadro 5. Valores promedio por variable de cada tipo de almacén

CLUSTER	X1	X2	X3	X4	X5	X6
	Material principal de construcción*	Equipamiento de manejo de grano (%)	Equipamiento de laboratorio (%)	Equipamiento de transporte (%)	Registros administrativos (%)	Capacidad instalada promedio
Almacenes tipo A	2.5	0.81	0.79	0.65	0.93	39,998
Almacenes tipo B	2.9	0.52	0.40	0.42	0.75	7,929
Almacenes tipo C	8.9	0.39	0.49	0.24	0.66	4,081
Almacenes tipo D	9.6	0.19	0.20	0.11	0.35	1,610
Almacenes tipo E	3.1	0.17	0.06	0.19	0.28	1,431
TOTAL	3.7	0.38	0.30	0.32	0.53	9,529

* 1) silos verticales de concreto, 2) silos de lámina, 3) bodegas de block y techo de lámina, 4) bodegas de block y techo de losa de concreto, 5) bodegas de concreto con losa de concreto, 6) bodegas de lámina o acero, 7) bodegas de ladrillo y concreto, 8) bodegas de piedra y/o adobe, 9) piso de cemento y lona, 10) piso y cubierta improvisada.

Fuente: elaboración propia con información proporcionada por el Servicio Infomex del Gobierno Federal.

Almacenes tipo A

Los almacenes tipo A representan el 16% del total de almacenes y su capacidad de almacenamiento promedio es de aproximadamente 40 mil toneladas. Se caracterizan por tener una infraestructura a base de silos de lámina, bodegas de block y techo de lámina y, ocasionalmente, silos verticales de concreto. Cuentan con equipo para el manejo de grano y análisis de laboratorio. Para el manejo de grano destacan: secadoras, cribadoras, bandas transportadoras, aireadores, *bazookas*, tractores, sondas de muestreo preventivo, sondas de profundidad, coseadoras, básculas, cangilones y, ocasionalmente, estibadores, envasadoras y montacargas. El equipo de laboratorio está conformado por determinadores de humedad de grano, balanza granataria, boerner, zarandas, sondas de alvéolos,

sondas de profundidad y en algunos almacenes, aflatex y horno o estufa de desecamiento. Para el transporte del grano, estos almacenes cuentan con patios de maniobras, rampas de vaciado y vehículos de carga; la mitad de ellos cuenta con espuela de ferrocarril e, incluso, algunos tienen puerto para realizar cabotaje. Este tipo de almacenes lleva a cabo una administración completa con registros de entradas y salidas de grano, pagos, compras, inventarios, facturación, programa de movilizaciones, registros de sanidad y programas de cómputo especializados para el manejo del grano.

Almacenes tipo B

Los almacenes tipo B representan el 25% del total de almacenes y su capacidad de almacenamiento promedio es de aproximadamente ocho mil toneladas. Su infraestructura consta de bodegas de block y techo de lámina principalmente. Algunos cuentan con silos de lámina y, algunas veces, bodegas de block y techo de concreto, bodegas de lámina o acero, silos verticales de concreto, o bodegas de concreto con losa de concreto. Se encuentran medianamente equipados para el manejo de grano y análisis de laboratorio. Prácticamente todos tienen básculas y *bazookas*, aproximadamente la mitad de estos cuenta con estibadores, cribadoras, bandas transportadoras, aireadores, tractores, sondas de muestreo preventivo, sondas de profundidad, envasadoras, cosedoras y cangilones; y una tercera parte tiene secadoras y montacargas. El equipo de laboratorio se conforma, principalmente, por determinadores de humedad y balanza granataria; algunos tienen boerner, zarandas, sondas de alveólos y sondas de profundidad. Para el transporte del grano, estos almacenes cuentan con patios de maniobras y vehículos de carga; la mitad de ellos cuenta también con rampas de vaciado. Este tipo de almacenes llevan a cabo una administración suficiente, con registros de entradas y salidas de grano, pagos, compras, inventarios y facturación; en la mitad de estos almacenes existen también programas de movilizaciones, registros de sanidad y programas de cómputo especializados para el manejo del grano.

Almacenes tipo C

Este tipo de almacén representa el 6% del total de almacenes y su capacidad de almacenamiento promedio es de, aproximadamente, cuatro toneladas. Estos almacenes carecen de infraestructura, ya que en su mayoría tienen piso de cemento con lona o con cubierta improvisada; solo algunos cuentan con bodegas de piedra o adobe, o de lámina o acero, o de ladrillo y concreto. Sin embargo, cuen-



tan con el equipo básico para el manejo de grano y análisis de laboratorio, inclusive cuentan con laboratorios mejor equipados que los almacenes tipo B. El equipo para el manejo de grano incluye: estibadores, cribadoras, *bazookas*, sondas de muestreo preventivo y básculas. El equipo de laboratorio se conforma, especialmente, por determinadores de humedad, balanza granataria, zarandas y sondas de alveólos; algunos tienen boerner y sondas de profundidad. Para el transporte del grano, estos almacenes cuentan solamente con patios de maniobras y ocasionalmente vehículos de carga. Su administración es similar a la de los almacenes tipo B, con registros de entradas y salidas de grano, pagos, compras, inventarios y facturación; ocasionalmente cuentan con programas de movilización y registros de sanidad.

Almacenes tipo D

Los almacenes tipo D representan el 6% del total de almacenes y su capacidad promedio es de 1,600 toneladas. Al igual que los almacenes tipo C, carecen de infraestructura; la mayoría tienen piso con cubierta improvisada y un bajo porcentaje, piso de cemento con lona, algunos son bodegas de piedra o adobe. El equipo básico para el manejo de grano y análisis de laboratorio es mínimo. Para el manejo de grano, la mayoría cuenta con báscula, y algunos tienen también estibadores, cribadores y *bazookas*. Solamente la mitad de estos almacenes tiene determinadores de humedad de grano, balanza granataria y zarandas. La mayoría no posee equipo para el transporte del grano y solo algunos tienen patio de maniobras y vehículos de carga. Por otro lado, cuentan con los registros administrativos mínimos, es decir, entradas y salidas de grano, pagos y compras; ocasionalmente cuentan con inventarios y facturación.

Almacenes tipo E

Los almacenes tipo E representan el 47% del total y su capacidad de almacenamiento promedio es de alrededor de 1,400 toneladas. La infraestructura de la mayoría de ellos consta de bodegas de block y techo de lámina y registraron los niveles más bajos en el resto de los indicadores. Para el manejo del grano, solo la mitad de ellos cuenta con tractor y báscula. El equipo de laboratorio es prácticamente nulo; solamente algunos cuentan con determinador de humedad. Asimismo, como parte del equipo de transporte únicamente destacan los vehículos de carga y pocos tienen patio de maniobras. Aproximadamente, la mitad de estos almacenes cuenta con los registros administrativos mínimos; es decir, entra-

das y salidas de grano, pagos y compras. Hay algunos que llevan a cabo inventarios y facturación.

Tomando en cuenta la tipología y el número de almacenes, de los que se tiene información en cada estado, es posible identificar a las entidades con mejores características para el almacenamiento de maíz, en cuanto a infraestructura, equipamiento, administración y capacidad instalada se refiere, así como aquellas cuyas principales necesidades se enfocan a la mejora de infraestructura, equipamiento o ambas (figura 3).

Figura 3. Ubicación geográfica de los almacenes conforme a la tipología



Fuente: elaboración propia con información proporcionada por el Servicio Infomex del Gobierno Federal.

Los estados con almacenes más grandes y mejor equipados (tipo A y tipo B) son Sinaloa, Sonora, Aguascalientes, Guanajuato y Tamaulipas; los almacenes que operan al aire libre o con infraestructura provisional (tipo C y tipo D) se ubican, principalmente, en Chiapas, Oaxaca y Michoacán; los estados donde predominan las bodegas más pequeñas, con muy bajo o nulo equipamiento, además de niveles bajos de capacidad instalada (tipo E), son Tlaxcala, Hidalgo,



Guerrero, Nuevo León y Yucatán. En el resto de los estados, el sistema de almacenamiento se compone, especialmente, por almacenes tipo E y tipo B, es decir, bodegas pequeñas sin equipamiento, o bien, almacenes con buena infraestructura, equipo y niveles importantes de capacidad instalada, pero no los más tecnificados del país.

Conclusiones

Actualmente la seguridad alimentaria no está únicamente relacionada con la falta de producción, el encarecimiento de los alimentos o el bajo nivel de ingresos de las familias. Es fundamental que los alimentos se encuentren disponibles, evitar al máximo las pérdidas por mal manejo poscosecha y asegurar el acceso físico en todo momento, para lo cual, resulta indispensable tener claridad en cómo se encuentra el sistema de almacenamiento de granos en el país y con base en esto, dirigir las políticas de apoyo de manera diferenciada, con miras de contar con almacenes que permitan conservar las cosechas en términos de calidad y de cantidad.

Un buen sistema de almacenamiento permite disminuir las mermas ocasionadas por plagas y enfermedades, reduciendo así los costos económicos, ambientales y sociales que estos generan. La disponibilidad de grano libre de plagas y enfermedades permite, a su vez, hacer frente a los períodos de escasez de alimentos.

La tipología obtenida muestra que en México existen almacenes de maíz bien equipados y con buena infraestructura, que ejemplifican una red de almacenamiento adecuada para atender las necesidades de manejo y disponibilidad del grano. Por otro lado, aproximadamente la mitad de los almacenes del país son bodegas muy pequeñas, con equipamiento mínimo o nulo, lo que propicia la reducción de la calidad y el volumen del grano.

Los resultados aquí descritos evidencian la importancia de diferenciar el sistema de almacenamiento en México, tanto con fines descriptivos y de análisis, como para efectos de políticas y programas para su mejora.

Es importante que el gobierno mexicano impulse programas enfocados al almacenamiento de calidad de granos básicos con la finalidad de ayudar a lograr la seguridad alimentaria de la población y trabajar para la construcción de una reserva de alimentos. Los apoyos pueden diferenciarse tomando en consideración la tipología de almacenes propuesta en la presente investigación. Es decir, determinar el tipo de apoyo conforme a las características de cada almacén, situación que permitiría contar con almacenes competitivos y en cumplimiento con la normatividad en materia de almacenamiento de granos.

Bibliografía

- ASERCA (2009) "El manejo de los granos básicos" *Boletín ASERCA Regional Peninsular*. Núm. 21/09. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA), marzo.
- Der, G. y B. S. Everitt (2002) *A handbook of statistical analyses using SAS*. Second edition, Boca Raton, Florida, CRC Press CLL, 351 p.
- DOF (2013) "Decreto por el que se establece el Sistema Nacional para la Cruzada contra el Hambre" en *Diario Oficial de la Federación*. México, 22 de enero de 2013. En: <http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5285363&fecha=22/01/2013> [Accesado el día 15 de febrero de 2013]
- FAOSTAT (2013) *Food and Agriculture Organization of United Nations* (FAO), Statistics Division, Roma. En: <<http://faostat.fao.org/>> [Accesado el día 14 de mayo de 2013]
- Gutiérrez, J. P. et al. (2012) *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales*. Cuernavaca, Instituto Nacional de Salud Pública (INSP).
- Härdle, W. y L. Simar (2003) *Applied multivariate statistical analysis. Method and data technologies*. Springer, Berlín Louvain-la-Neuve, 486 p.
- INEGI (2012) *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en los Hogares. Tabulados básicos*. México. En: <<http://www3.inegi.org.mx/Sistemas/TabuladosBasicos/tabdireceto.aspx?s=est&c=33501>> [Accesado en febrero de 2013]
- Jolliffe, I. T. (2002) *Principal components analysis*. Second edition. New York, Springer-Verlag, 487 p.
- Laopongsit, W. y G. Srzednicki (2010) "Early detection of insect infestation in stored grain based on head space analysis of volatile compounds" *10th International Working Conference on Stored Product Protection*. Food Sciences and Technology, School of Chemical Sciences and Engineering, The University of New South Wales, Sydney, Australia.
- Montanero, F. J. (2008) *Análisis multivariante*. España, Universidad de Extremadura. Servicio de publicaciones, 286 p.
- National Academy of Sciences (1978) *Post-harvest food losses in developing countries*. Washington, D. C., Board on Science and Technology for International Development, Commission on International Relations, National Research Council, 206 p.
- Neethirajan, S. et al. (2007) "Detection techniques for stored-product insects in grain" *Food Control*. Vol. 18(2), febrero, Canadá, pp. 157-162.
- Neil, H. T. (2002) *Applied multivariate analysis*. Springer-Verlag, New York, 693 p.
- Olakojo, S. A. y T. A. Akinlosotu (2004) "Comparative study of storage methods of maize grains in South Western Nigeria" *African Journal of Biotechnology*. Vol. 3 (7), julio, pp. 362-365 En: <<http://www.academicjournals.org/AJB>> [Accesado el día 29 de junio de 2012]



- Peña, D. (2002) *Análisis de datos multivariantes*. España, Mc-Graw Hill, 515 p.
- Pla, L. E. (1986) *Análisis multivariado: método de análisis de componentes principales*. Washington, D. C. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, 94 p.
- Sagarpa (2008) Comunicado No. 192/08. *La producción de alimentos aumentará por encima del crecimiento de la población: ACJ*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) México D. F., 2 de octubre.
- Sen, A. (2003) "Development as capability expansion". Readings in human development" *Handbook of human development: Concepts measures and policies*. New York, Oxford University Press, pp 3-16.
- SIAP (2010) *Balanza mensualizada de disponibilidad-consumo. Cultivo: maíz blanco*. México, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa).
- Vite, P. M. A. (1999) "Amartya Kumar Sen: notas para pensar la pobreza y la desigualdad social" *Sociológica*. Año 14, núm. 39, Reforma institucional y gobiernos locales, enero-abril, pp. 175-181.