



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO DE SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA  
ECONOMÍA**

**APLICACIÓN DE MÉTODOS  
MULTIVARIADOS PARA LA TIPIFICACIÓN  
Y CARACTERIZACIÓN DE ALMACENES DE  
MAÍZ EN MÉXICO**

**MIGUEL ANGEL ORTIZ ROSALES**

**T E S I S**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL**

**PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**DOCTOR EN CIENCIAS**

**MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO**

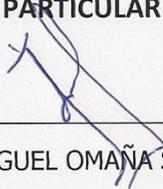
**2012**

La presente tesis titulada: **Aplicación de métodos multivariados para la tipificación y caracterización de almacenes de maíz en México**, realizada por el alumno: **Miguel Ángel Ortiz Rosales**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

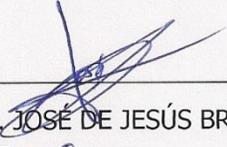
**DOCTOR EN CIENCIAS  
SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA  
ECONOMÍA**

**CONSEJO PARTICULAR**

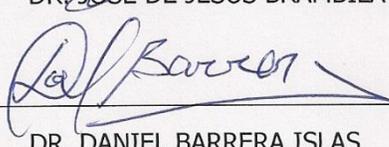
CONSEJERO

  
\_\_\_\_\_  
DR. JOSÉ MIGUEL OMAÑA SILVESTRE

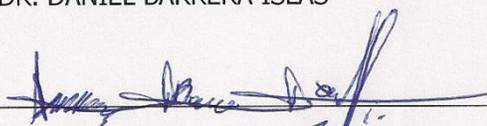
ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
DR. JOSÉ DE JESÚS BRAMBILA PAZ

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
DR. DANIEL BARRERA ISLAS

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
DR. OLIVERIO HERNÁNDEZ ROMERO

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
DR. MARCOS PORTILLO VÁZQUEZ

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Diciembre de 2012

**APLICACIÓN DE MÉTODOS MULTIVARIADOS PARA LA TIPIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN  
DE ALMACENES DE MAÍZ EN MÉXICO**

**Miguel Ángel Ortiz Rosales, Dr.**

**Colegio de Postgraduados, 2012**

## **Resumen**

El principal cultivo en producción, importaciones y consumo en México es el maíz, su correcto almacenamiento permite hacerlo disponible en todo momento, incide directamente en la seguridad alimentaria del país, permite hacer más competitiva la oferta y es un detonante de ingresos y empleos. Para asegurar el abasto de maíz es necesario contar con un sistema de almacenamiento eficiente, cuya comprensión requiere caracterizarlo tomando en cuenta diversas variables vinculadas a los distintos niveles de desarrollo de los propietarios de los almacenes. En este estudio se propone una tipología de almacenes de maíz que permite describir el sistema de almacenamiento de maíz en México considerando características comunes de infraestructura, equipamiento de manejo, equipamiento de laboratorio, equipamiento de transporte, registros administrativos y capacidad instalada. Se utilizan dos técnicas de análisis multivariado, el análisis de componentes principales, que por medio del logaritmo *princomp* en el programa SAS permite reducir las variables a dos componentes principales; y el análisis *cluster*, que a partir del nuevo conjunto de datos formado por los dos componentes principales y por medio del procedimiento *fastclus* en SAS, permite clasificar 1,158 almacenes de todo el país en 5 grupos relativamente homogéneos al interior de cada grupo y heterogéneos entre sí. Los resultados muestran que la mitad de los almacenes del país cuentan con infraestructura pero con niveles bajos de equipamiento y procedimientos administrativos, además de que concentran sólo el 7% de capacidad instalada, en contraste el 16% de almacenes con los mejores indicadores de infraestructura, equipamiento y procesos administrativos, significan el 69% de la capacidad instalada. En medio de estos extremos se encuentran almacenes con características adecuadas para el manejo del grano en todas las variables analizadas, así como almacenes cuya principal carencia es la falta de infraestructura. Finalmente, se observa que la ubicación geográfica de los almacenes coincide con las zonas de alta producción de maíz. La tipología obtenida podría servir como antecedente para formular políticas de apoyo diferenciadas para hacer más eficiente el sistema de almacenamiento de maíz en México.

**Palabras clave:** seguridad alimentaria, almacenamiento, tipología.

**APPLICATION OF MULTIVARIATE METHODS FOR A TIPOLOGY AND CHARACTERIZATION OF CORN  
WAREHOUSES IN MEXICO**

**Miguel Ángel Ortiz Rosales, Dr.**

**Colegio de Postgraduados, 2012**

**Abstract**

In México, corn is the main crop on production, imports and consumption quantity. A proper storage can make it available all the time, directly affects the country's food security, allows for more competitive supply and activates the income and employment. Ensuring the supply of corn requires to have an efficient storage system, whose understanding implies considering characterize various variables associated with different levels of development of the warehouses' owners. This study proposes a typology of corn warehouses for describing the system storage of maize in Mexico considering common characteristics of infrastructure, grain handling equipment, laboratory equipment, transport equipment, administrative records and storage capacity. Two techniques of multivariate analysis are used; the first is principal component analysis, using the *princomp* logarithm of SAS program to reduce the variables to two principal components. The second is the cluster analysis, using the new data consisting on the two principal components and the *fastclus* procedure in SAS for classify 1,158 corn warehouses in 5 groups of relatively homogenous within each group and heterogeneous between them. The results show that half of corn warehouses in the country have infrastructure however have low levels of equipment and administrative processes, in addition concentrates only 7% of installed capacity. In contrast 16% of corn warehouses have the best indicators of infrastructure, equipment and administrative processes, and accumulates the 69% of the installed capacity. Between these extremes are corn warehouses with features suitable for handling grain in all the analyzed variables, and corn warehouses whose main shortcoming is the lack of infrastructure. Finally, it is noted that the corn warehouses' location coincides with the regions with high production of corn. This typology could serve as a base to help policymakers, on differentiated policies elaboration to make more efficient the system storage of maize in Mexico.

**Key words:** food security, storage, typology.

## Agradecimientos

A l@s mexican@s que a través de los impuestos que pagan financiaron mis estudios de postgrado.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)** por la beca otorgada para la realización de mis estudios doctorales.

Al **Colegio de Postgraduados**, en particular al **Programa de Economía** por brindarme la oportunidad de realizar el doctorado.

A los **integrantes de mi consejo particular**: Dr. José Miguel Omaña Silvestre, Dr. José de Jesús Brambila Paz, Dr. Daniel Barrera Islas, Dr. Oliverio Hernández Romero y Dr. Marcos Portillo Vázquez, por sus valiosos comentarios, aportaciones y sugerencias para mejorar esta investigación.

A l@s **profesor@s** del Colegio de Postgraduados por compartir sus conocimientos conmigo.

Al personal administrativo del Programa de Economía por las facilidades otorgadas durante la realización del doctorado.

Al Dr. Fermín Pascual Ramírez por su apoyo y asesoría para la elaboración de los mapas.

A mis amigos que me han apoyado en los momentos difíciles, en especial al Dr. Orsohe Ramírez Abarca.

A la Señora Esther Estrada Millán, por su invaluable apoyo en los momentos que más la necesitamos.

Dedico este trabajo con amor a:

Mi hija,

Mi esposa y

Mi madre

## Tabla de contenido

Resumen .....	ii
Abstract .....	iii
Índice de gráficas.....	viii
Índice de cuadros .....	ix
Índice de figuras .....	x
Lista de anexos .....	x
<b>Capítulo 1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
1.1. Planteamiento del problema .....	3
1.2. Objetivos .....	6
1.3. Hipótesis.....	6
1.4. Metodología .....	7
1.4.1. El análisis de componentes principales.....	8
1.4.2. El análisis clúster .....	15
1.5. Revisión de literatura .....	21
<b>Capítulo 2. Marco teórico .....</b>	<b>27</b>
2.1. Seguridad alimentaria, acceso a la alimentación y desnutrición .....	27
2.2. El almacenamiento y sus funciones .....	34
2.3. Principales causas de daños y pérdidas postcosecha de granos .....	36
2.4. Regulación del mercado de granos en México .....	40
2.4.1. El comité regulador del mercado de trigo.....	40
2.4.2. El Comité regulador del mercado de subsistencias .....	41
2.4.3. Nacional Distribuidora y Reguladora S.A. de C.V. (NADYRSA) .....	44
2.4.4. La Compañía Exportadora e Importadora Mexicana, S.A. (CEIMSA) .....	45
2.4.5. La Compañía Nacional de Subsistencias Populares, S.A (CONASUPOSA) .....	49
2.4.6. La Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO).....	50
2.5. Privatización de ANDSA y liquidación de BORUCONSA.....	53
<b>Capítulo 3. Situación mundial y nacional del maíz.....</b>	<b>57</b>
3.1. Entorno mundial.....	57
3.1.1. Superficie cosechada, rendimientos y producción mundial .....	57
3.1.2. Precios al productor a nivel mundial.....	59

3.1.3.	Exportaciones e importaciones mundiales .....	60
3.2.	Entorno nacional .....	61
3.2.1.	Superficie cosechada, rendimientos y producción en México.....	61
3.2.2.	Precios medios rurales en México.....	63
<b>Capítulo 4. El modelo de análisis de componentes principales y análisis clúster.....</b>		<b>65</b>
4.1.	Análisis de Componentes Principales (ACP).....	67
4.2.	Análisis Clúster .....	69
4.3.	Tipología de almacenes.....	71
4.3.1.	Almacenes Tipo A.....	72
4.3.2.	Almacenes Tipo B .....	72
4.3.3.	Almacenes Tipo C.....	73
4.3.4.	Almacenes Tipo D.....	73
4.3.5.	Almacenes Tipo E .....	74
4.4.	Análisis comparativo por variable .....	75
4.4.1.	Capacidad instalada.....	75
4.4.2.	Material de construcción .....	76
4.4.3.	Indicador de equipamiento de manejo de grano.....	77
4.4.4.	Indicador de equipamiento de laboratorio.....	78
4.4.5.	Indicador de equipamiento de transporte.....	79
4.4.6.	Indicador de registros administrativos.....	80
<b>Capítulo 5. Caracterización del sistema de almacenamiento de maíz en México .....</b>		<b>82</b>
5.1.	Antigüedad por tipo de almacén.....	82
5.2.	Figuras jurídicas representativas por tipo de almacén .....	83
5.3.	Estructura operativa por tipo de almacén .....	84
5.4.	Prácticas de comercialización por tipo de almacén .....	85
5.5.	Distribución de almacenes en los estados de acuerdo a la tipología .....	93
5.6.	Capacidad instalada vs proporción de almacenes según tipología.....	95
<b>Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones.....</b>		<b>97</b>
<b>Literatura citada .....</b>		<b>101</b>
<b>Anexos .....</b>		<b>107</b>

## Índice de gráficas

Gráfica 1. Carencia por acceso a la alimentación según entidad federativa, 2010 (%).....	29
Gráfica 2. Ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo según entidad federativa, 2010 (%).....	33
Gráfica 3. Producción de los principales cereales en el mundo (2001-2010).....	57
Gráfica 4. Países con mayores rendimientos de Maíz en el mundo.....	59
Gráfica 5. Principales países exportadores de maíz.....	60
Gráfica 6. Principales países importadores de maíz.....	61
Gráfica 7. Principales estados productores de maíz en México.....	62
Gráfica 8. Estados con mayores rendimientos de Maíz en México.....	63
Gráfica 9. Precios medios rurales de maíz en México.....	64
Gráfica 10. Clusters de almacenes de maíz.....	70
Gráfica 11. Distribución de los tipos de almacenes (%).....	71
Gráfica 12. Almacenamiento promedio por tipo de almacén (X6).....	76
Gráfica 13. Infraestructura principal por tipo de almacén (X1).....	77
Gráfica 14. Disponibilidad de equipamiento de manejo de grano por tipo de almacén (X2).....	78
Gráfica 15. Disponibilidad de equipamiento de laboratorio por tipo de almacén (X3).....	79
Gráfica 16. Disponibilidad de equipamiento de transporte por tipo de almacén (X4).....	80
Gráfica 17. Registros administrativos por tipo de almacén (X5).....	81
Gráfica 18. Década de inicio de operaciones por tipo de almacén.....	83
Gráfica 19. Figuras jurídicas representativas por tipo de almacén.....	84
Gráfica 20. Personal operativo en los almacenes por tipo de almacén.....	84
Gráfica 21. Principales proveedores según tipo de almacén.....	85
Gráfica 22. Modelos de compra de grano utilizados en cada tipo de almacén.....	86
Gráfica 23. Tiempo promedio de almacenamiento en cada tipo de almacén.....	87
Gráfica 24. Servicios financieros en cada tipo de almacén.....	89
Gráfica 25. Servicios ofrecidos por los almacenes en cada tipo de almacén.....	89
Gráfica 26. Principales compradores por tipo de almacén.....	90
Gráfica 27. Proporción y capacidad de almacenamiento acumulado por tipo de almacén.....	96

## Índice de cuadros

Cuadro 1. Variables de estudio .....	20
Cuadro 2. Proporción de ingesta y gasto en la canasta básica alimentaria urbana y rural .....	30
Cuadro 3. Proporción del gasto en alimentos y bebidas por decil de ingresos y objeto del gasto ..	32
Cuadro 4. Prevalencia de desnutrición en México (porcentaje).....	34
Cuadro 5. Nivel de mermas de maíz durante el sistema de post-cosecha .....	39
Cuadro 6. Principales países productores de Maíz en el mundo .....	58
Cuadro 7. Precios al productor en los principales países productores de Maíz .....	59
Cuadro 8. Superficie cosechada, producción y rendimiento de granos básicos en México .....	61
Cuadro 9. Descripción de las variables analizadas para realizar el modelo.....	65
Cuadro 10. Distribución de los almacenes analizados .....	66
Cuadro 11. Matriz de correlación.....	67
Cuadro 12. Eigenvalores de la matriz de correlación.....	68
Cuadro 13. Eigenvectores .....	69
Cuadro 14. Resumen de clusters.....	71
Cuadro 15. Valores promedio por variable y tipo de almacén .....	75
Cuadro 16. Distancia promedio y tiempo de traslado entre proveedores y almacenes .....	86
Cuadro 17. Medios de transporte y costo promedio para la movilización del grano al almacén ....	88
Cuadro 18. Distancia promedio y tiempo de traslado entre almacenes y compradores .....	91
Cuadro 19. Medios de transporte y costo promedio para la movilización del grano a su destino ..	92
Cuadro 20. Proporción y capacidad de almacenamiento por tipo de almacén.....	95

## Índice de figuras

Figura 1. Industria de destino por tipo de almacén .....	93
Figura 2. Distribución geográfica de los cinco tipos de almacenes de maíz .....	94

## Lista de anexos

**Anexo 1.** Memoria fotográfica de los almacenes, según su tipología

**Anexo 2.** Procedimiento PRINCOMP de SAS

**Anexo 3.** Procedimiento FASTCLUS de SAS

**Anexo 4.** Ubicación geográfica de los almacenes de maíz en México, según su tipología

## Capítulo 1. Introducción

De acuerdo con cifras de la FAO (2012), durante el 2010 en el mundo se produjeron 804.7 millones de toneladas métricas de maíz, en una superficie de 153.3 millones de hectáreas, con un rendimiento promedio de 3.8 toneladas por hectárea. A nivel nacional la producción de maíz durante el 2011 fue de 17.6 millones de toneladas, cosechadas en 6.07 millones de hectáreas con un rendimiento promedio de 2.9 toneladas por hectárea (SIACON, 2012).

De los granos cosechados en México, el maíz es el principal en cuanto a superficie cosechada y volumen de producción, ya que de los cerca de 29 millones de toneladas de granos que se produjeron en 2011, el maíz aportó cerca del 61 % y de las 9.6 millones de hectáreas que se cosecharon, de maíz fueron el 62%. El segundo lugar en cuanto a volumen de producción y superficie cosechada lo ocupa el sorgo grano con el 22% y 19%, respectivamente y el trigo se ubica en el tercer lugar con el 7% de la superficie cosechada de granos y el 13% en cuanto a volumen de producción.

El maíz se cultiva a lo largo de todo México, de acuerdo con información del SIACON (2012), durante el 2011 se produjo en 31 de las 32 entidades federativas, únicamente Baja California no reportó producción. Los tres principales estados productores en orden de importancia son: Sinaloa, Jalisco y Chiapas.

México y Guatemala son los dos países cuya población consume más plattos derivados del maíz y por ello somos los que más consumo *per cápita*<sup>1</sup> tenemos. Se ha dicho que somos “los hombres del maíz” (Brambila, 2011).

En este sentido, vale la pena mencionar la gran variedad de usos del maíz, tanto del grano como del cultivo de manera integral. El maíz se puede consumir como alimento humano

---

<sup>1</sup> A nivel mundial el consumo *per cápita* anual de maíz es de 17 kg, en México el consumo *per cápita* es de 120.5 kg al año (FAOSATAT, 2009).

de manera directa en forma de elote o como tortilla; además sirve como materia prima en las industrias ya que con éste se puede elaborar almidón, glucosa, fructosa, dextrosa, aceites, cereales, whisky, cerveza y botanas.

Por otro lado, el jugo de la caña de maíz se puede usar como golosina o para fermentar bebidas, las hojas de las mazorcas como envoltura para la elaboración de tamales, los hongos de las mazorcas o huitlacoche para elaborar quesadillas. Los elotes se pueden consumir hervidos, en tamales, en esquites o en guisados como moles de olla, en el caso de pozole se debe usar el maíz cacahuazintle.

Además, con la harina del maíz seco y molido se pueden preparar tamales, galletas o gorditas, y si se tuesta y se endulza se elabora pinole. Una vez nixtamalizado<sup>2</sup> el maíz, se tiene una masa con la cual se pueden elaborar tortillas y una gran cantidad de antojitos mexicanos, tales como tlacoyos, tamales, sopes, entre otros.

De las tortillas de maíz se desprenden una importante cantidad de platillos mexicanos, entre las que se encuentran: quesadillas, chilaquiles, enchiladas, tacos, garnachas, flautas, guaraches, memelas, tostadas, entre otras (FIRA, sin fecha). Todos estos alimentos preparados a base de maíz forman parte predominante del patrón alimentario en México.

De la gran cantidad de usos que tiene el maíz, destaca la elaboración de tortillas, cuyo consumo sumado al de maíz grano aporta el 21% de la ingesta diaria de alimentos de la población rural y el 10% en la población urbana (CONEVAL, 2012). Además, es de destacar que las familias mexicanas destinan el 6% del gasto en alimentos para la compra de tortillas (INEGI, 2012), esto sin tomar en consideración el gasto en los demás alimentos preparados con maíz, que generalmente son incluidos en el gasto en alimentos

---

<sup>2</sup> El maíz como todos los cereales tienen algunas sustancias que nos son benéficas y el exceso de algunas nos son tóxicas. El grano de maíz tiene lignina, que nos es tóxica, pero con el proceso de nixtamalización y al agregar cal se elimina. La niacina (Vitamina B3) que contiene no es digerible, no se sabe exactamente por qué y bloquea la absorción de los nutrientes de otros alimentos, pero al nixtamalizar el grano se vuelve digerible y la podemos absorber (Brambila, 2011).

consumidos fuera del hogar, rubro que conforme incrementan los deciles de ingreso llega a representar hasta el 40% del gasto total en alimentos.

El uso del maíz va más allá de la alimentación humana, ya que puede utilizarse en la alimentación de ganado, debido a que se usa como ingrediente en la elaboración de alimentos balanceados y recientemente ha cobrado auge para la producción de etanol, mismo que es usado para la elaboración de biocombustibles.

En virtud de la importancia que tiene el maíz en el consumo alimentario de los mexicanos, pero además entre todos los actores que participan en la red de valor, es imprescindible contar con un sistema de almacenamiento eficiente, con el equipo, infraestructura, capacidad instalada y laboratorios de calidad necesarios para tener inventarios del grano en los períodos de escases, y además permita conservar la calidad y el valor económico de dicho cereal, de manera que contribuya en la seguridad alimentaria de la población mexicana.

### **1.1. Planteamiento del problema**

El acopio y la comercialización de los granos básicos en nuestro país son fundamentales, se considera que la deficiente infraestructura de acopio, almacenamiento, empaque, conservación, distribución y transporte; así como la carencia de esquemas de financiamiento a la comercialización, provocan que nuestros productos pierdan competitividad frente a los extranjeros (ASERCA, 1995).

El almacenamiento de granos es importante para conservar sus características de calidad durante un período prolongado de tiempo, con la finalidad de preservar su valor económico. Asimismo, el almacenamiento permite preservar la seguridad alimentaria, esto debido a que al tratarse de cosechas estacionales, es necesario asegurar la disponibilidad de granos a lo largo del año para abastecer la demanda de éstos, ya sea para consumo humano, para la industria alimentaria o de alimentos balanceados (ASERCA,

1995). El reto de la seguridad alimentaria<sup>3</sup> solo puede enfrentarse con una red de infraestructura de almacenamiento y de transporte de granos y oleaginosas suficiente, adecuada y amplia, que permita la disponibilidad, el acceso, la sanidad y la inocuidad en forma permanente y sostenible (SIAP, 2012).

Las pérdidas de grano se clasifican en cuantitativas y cualitativas. Las primeras se deben a mermas producidas por un manejo deficiente durante el transporte (derrames) y las causadas por insectos, roedores y pájaros que se alimentan del grano. Las pérdidas cualitativas son producidas por la contaminación del producto por cuerpos de insectos, excretas y pelos de roedores y contaminación con micotoxinas (principalmente aflatoxinas) (Moreno, 1999).

El SIAP (2010), estima que en México debido a un deficiente sistema de almacenamiento de maíz se tienen mermas de 4.14%, por su parte, la FAO calcula que se pierden entre el 6 y 8% de los granos almacenados. El reto es reducir la cantidad de mermas y con esto disminuir la cantidad de maíz que actualmente importa nuestro país para satisfacer la demanda interna.

México cuenta con los almacenes necesarios para la creación de una reserva estratégica de alimentos, sin embargo éstos no tienen las condiciones necesarias para que los alimentos no sufran daños causados por la acción de plagas, enfermedades o del medio ambiente (Ayala y Carrera, 2008). De acuerdo con el SIAP (2012), en México se tienen 1,966 centros de almacenamiento, que comprenden una capacidad total para almacenar 30,531,000 toneladas. De las 1,966 bodegas de granos y oleaginosas, 1,555 tienen naves de almacenamiento, 634 cuentan con silos y 672 son unidades a la intemperie<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> De acuerdo con la FAO, la seguridad alimentaria a nivel de individuo, hogar, nación y global se consigue cuando todas las personas, en todo momento, tienen acceso físico y económico a suficiente alimento seguro y nutritivo, para satisfacer sus necesidades alimenticias y preferencias, con el objeto de llevar una vida activa y sana.

<sup>4</sup> La suma de silos, naves y unidades a la intemperie es mayor a 1,966 debido a que en algunos almacenes se tienen una combinación de éstos.

Asegurar el abasto de granos básicos ha sido una preocupación permanente del gobierno, desde la creación de la comisión reguladora del mercado de trigo, el comité regulador del mercado de subsistencias, nacional distribuidora y reguladora S.A. de C.V. (NADYRSA), la compañía importadora y exportadora S.A. (CEIMSA), la compañía nacional de subsistencias populares S.A. (CONASUPOSA) y la compañía nacional de subsistencias populares (CONASUPO). En este proceso de búsqueda de asegurar el abasto de los granos básicos, el almacenamiento ha tenido un papel fundamental.

Por otro lado, a pesar de los esfuerzos del gobierno por asegurar el abasto de granos básicos, no se ha logrado erradicar el hambre, ya que de acuerdo con datos del CONEVAL, durante el 2010 a nivel nacional, 28 millones de mexicanos presentaban carencia por acceso a la alimentación, es decir cerca de la cuarta parte de la población total, además cerca de la quinta parte de la población tenía un ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo, es decir aquel ingreso que le permite cubrir los gastos necesarios para acceder a una canasta alimentaria básica. Estas cifras se reflejan en la prevalencia de desnutrición en México ya que de acuerdo con Olaiz *et al.* (2006) uno de cada cinco prescolares del medio rural y uno de cada diez del medio urbano presentan desnutrición por baja talla.

Bajo este contexto, es transcendental tener una tipología de almacenes que sea resultado del procesamiento de variables e información real, con la finalidad de conocer más acertadamente cuáles y cuántos almacenes tienen el equipamiento, la infraestructura, laboratorios y demás características que debe cumplir un almacén de granos para preservar la cantidad y calidad del producto almacenado durante periodos de tiempo largos.

Actualmente, no se tiene evidencia de la existencia de una clasificación de los almacenes de granos en México que haya sido elaborado a partir del análisis conjunto de diversas variables, por tal motivo en ésta tesis se presenta una clasificación realizada a partir de análisis multivariado, misma que eventualmente permitirá a los organismos gubernamentales elaborar políticas públicas focalizadas a los diferentes tipos de

almacenes, es decir, diferenciar los apoyos de acuerdo a las necesidades reales de cada tipo de almacén.

## **1.2. Objetivos**

- Proponer una tipología de almacenes de maíz en México que permita caracterizar el sistema de almacenamiento del grano en el país, a partir del análisis conjunto de las variables: capacidad instalada, material de construcción del almacén, equipo de manejo de grano, equipo de laboratorio, equipo de transporte y registros administrativos.
- Describir los principales aspectos de comercialización por tipo de almacenes, considerando a sus principales proveedores, compradores e industrias de destino del grano.
- Presentar por medio de mapas con datos geoposicionados, la ubicación geográfica de los almacenes de maíz en México según la tipología, a fin de identificar las zonas estratégicas de almacenamiento de maíz en el país.

## **1.3. Hipótesis**

- Las variables de equipo de transporte, manejo de grano y laboratorio; infraestructura; manejo administrativo y capacidad instalada se correlacionan positivamente entre sí, lo cual explica que los almacenes con la mejor infraestructura y/o niveles elevados de equipamiento, tienen un nivel importante de almacenamiento que requiere un manejo administrativo adecuado.
- La mayor parte de los almacenes de maíz en México carecen de infraestructura adecuada y/o equipamiento necesario para el manejo y conservación del grano.
- Los almacenes con mejores características de equipamiento, capacidad instalada, infraestructura y manejo administrativo se ubican en las principales zonas productoras y consumidoras del grano en el país.

## 1.4. Metodología

La presente investigación es de carácter transversal<sup>5</sup> y explicativa<sup>6</sup>. El desarrollo de este trabajo se llevó a cabo en tres etapas, en la primera se revisó literatura relacionada con el almacenamiento de granos, con la finalidad de tener un marco de referencia; en la segunda etapa, se realizaron estadísticas descriptivas del entorno de la producción maíz a nivel nacional e internacional, para éstas fueron usadas fuentes de información secundarias tales como estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés) y del Sistema de información agroalimentaria de consulta (SIACON); y en la tercera etapa fue desarrollada la tipología de almacenes de maíz en México mediante técnicas de análisis multivariado, para desarrollar esta última etapa se utilizó la base de datos del “Estudio de gran visión y factibilidad económica y financiera para el desarrollo de infraestructura de almacenamiento y distribución de granos y oleaginosas para el mediano y largo plazo a nivel nacional”, promovido por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; durante el 2010.

En virtud de que el propósito de la presente investigación es elaborar la tipología de almacenes de maíz en México, en lo que resta del presente apartado se hace énfasis en las técnicas estadísticas multivariadas que permiten cumplir los objetivos antes mencionados.

Con frecuencia se presentan situaciones en donde no es posible dar un diagnóstico sobre el fenómeno estudiado con base en una sola pregunta o variable, debido a que pueden ser varios los aspectos que afectan el comportamiento del mismo; en su lugar, es más acertado medir diferentes atributos sobre un mismo individuo u objeto y analizarlos de manera simultánea mediante técnicas de estadística multivariada (Vences, 1999). Para

---

<sup>5</sup> Son aquellas investigaciones en las cuales se obtiene información del objeto de estudio una única vez en un momento dado (Bernal, 2006).

<sup>6</sup> Cuando en una investigación, el investigador se plantea como objetivos estudiar el porqué de las cosas, los hechos, los fenómenos o las situaciones, a estas investigaciones se les denomina explicativas. En este tipo de investigaciones se analizan causas y efectos de la relación entre variables (Bernal, 2006).

llevar a cabo el proceso de clasificación de los almacenes de maíz en México fueron consideradas las siguientes seis variables: i) equipo para manejo de grano, ii) equipo de laboratorio, iii) equipo de transporte, iv) registros administrativos, v) material principal de construcción del almacén y vi) capacidad de almacenamiento en toneladas; por tal motivo, para desarrollar la presente investigación es necesario recurrir a las técnicas de la estadística multivariada, en específico las siguientes: i) el análisis de componentes principales y ii) el análisis clúster o de conglomerados, mismas que se presentan a continuación.

#### **1.4.1. El análisis de componentes principales**

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 y Neil, 2002).

De acuerdo con Pla (1986), 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.

Por su parte, Jolliffe (2002); Neil (2002); Härdle y Simar (2003), coinciden en que la idea central del ACP es reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos que consta de un gran número de variables correlacionadas. Lo anterior se consigue mediante la transformación a un nuevo conjunto de variables denominadas componentes principales, las cuales tienen la característica de que no están correlacionados y que están ordenadas de modo que los primeros conservan la mayor parte de la varianza total de las variables originales, es decir los componentes principales se definen como una combinación lineal particular de las variables originales (Der y Everitt, 2002).

Es importante mencionar que actualmente se encuentran disponibles diversos programas computacionales que incorporan el análisis de componentes principales entre sus

funciones, entre ellos se encuentran el SPSS y el SAS, en el presente trabajo se usa el segundo de éstos.

La importancia del software que permite llevar a cabo el análisis de componentes principales radica en que sin éstos sería prácticamente imposible desarrollar los algoritmos del ACP debido a la gran cantidad de observaciones y de variables que se analizan.

### ***Definición y determinación de los componentes principales<sup>7</sup>***

Supongamos que las variables aleatorias  $x_1 \dots x_p$  poseen una distribución p-dimensional cualquiera con vector de media  $\mu$  y matriz de varianzas y covarianzas  $\Sigma$  con raíces características:  $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \lambda_p \geq 0$ .

De esta distribución se extrae una muestra de  $n$  observaciones independientes  $x_1, x_2, \dots x_n$  representada por la matriz de datos  $x = (x_{ij})$ , para  $i = 1, 2, \dots n$ ;  $j = 1, 2, \dots p$  dónde:

$$x'_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots x_{ip})$$

$x'_i =$  Vector fila  $i$  – ésimo de la matriz  $x$

$x'_i =$  Observación multivariada de la  $i$  – ésima ( $i = 1, 2, \dots n$ )

Es decir:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2j} & \dots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{ip} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nj} & \dots & x_{np} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x'_1 \\ x'_2 \\ \vdots \\ x'_i \\ \vdots \\ x'_n \end{bmatrix}$$

Con estos datos se calcula el vector de medias muestrales:

---

<sup>7</sup> El presente apartado fue tomado de Hernández (1998).

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 \\ \vdots \\ \bar{x}_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\sum_{i=1}^n x_{i1}}{n} \\ \vdots \\ \frac{\sum_{i=1}^n x_{ip}}{n} \end{bmatrix}$$

La matriz de varianzas y covarianzas muestrales:

$$S = (s_{jk})$$

Dónde:

$$s_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)(x_{ik} - \bar{x}_k)}{n - 1}$$

Y la matriz de correlaciones muestrales:

$$R = (r_{jk})$$

Dónde:

$$r_{jk} = \frac{s_{jk}}{\sqrt{s_{jj}}\sqrt{s_{kk}}}$$

Si definimos a los componentes principales como aquellas combinaciones lineales de las variables originales  $X_j$ , que no están correlacionadas entre sí y que tienen una varianza máxima.

Consideremos las  $p$  combinaciones lineales siguientes, cada una evaluada sobre los  $n$  individuos de la muestra:

$$\begin{aligned} y_1 &= a_{11}x_1 + a_{21}x_2 + \cdots + a_{p1}x_p = a'_1X \\ y_2 &= a_{12}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{p2}x_p = a'_2X \\ &\quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \\ y_i &= a_{1i}x_1 + a_{2i}x_2 + \cdots + a_{pi}x_p = a'_iX \\ &\quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \\ y_p &= a_{1p}x_1 + a_{2p}x_2 + \cdots + a_{pp}x_p = a'_pX \end{aligned}$$

Dónde:

$$a'_i = (a_{1i}, a_{2i}, \dots, a_{pi})$$

Es un vector fila de constantes  $i = (1, 2, \dots, n)$  y

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_p \end{bmatrix}$$

es un vector columna que representa los valores de las variables  $X_j$  en un individuo cualquiera.

Los componentes principales muestrales son combinaciones lineales  $y_1, y_2, \dots, y_p$ , como las anteriores, pero tienen vectores de coeficientes  $a_i$ , muy particulares tales que:

- i.  $y_1, y_2, \dots, y_p$  están no correlacionadas entre sí.
- ii.  $Var(y_1), Var(y_2), \dots, Var(y_p)$  alcanzan los valores más grandes posibles.
- iii. Los vectores coeficientes  $a'_i$  son tales que  $a'_i a_i = 1$ , donde  $i = 1, 2, \dots, p$ .

El primer componente principal muestral  $y_1$  maximiza su varianza muestral  $var(y_1) = a'_1 S a_1$  sujeto a  $a'_1 a_1 = 1$ . El segundo componente principal  $y_2$  maximiza su varianza  $var(y_2) = a'_2 S a_2$  sujeto a  $a'_2 a_2 = 1$  y covarianza muestral  $cov(y_1, y_2) = 0$ . El tercer componente principal  $y_3$  maximiza su varianza  $var(y_3) = a'_3 S a_3$  sujeto a  $a'_3 a_3 = 1$ , covarianza muestral  $cov(y_1, y_3) = 0$  y  $cov(y_2, y_3) = 0$ . En general, el  $i$ -ésimo componente principal maximiza varianza  $var(y_i) = a'_i S a_i$  sujeto a  $a'_i a_i = 1$ , covarianza muestral  $cov(y_k, y_i) = 0$  para  $k < i$ .

### **Obtención de los componentes principales<sup>8</sup>**

La primera componente principal  $Y_{1i}$  se expresa como combinación lineal de las  $p$  variables originales, donde  $\mu_{1j}$  son las ponderaciones:

---

<sup>8</sup> El presente apartado fue tomado de Castro (2002).

$$\begin{bmatrix} y_{11} \\ y_{12} \\ \dots \\ y_{1n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{21} & \dots & x_{p1} \\ x_{12} & x_{22} & \dots & x_{p2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{1n} & x_{2n} & \dots & x_{pn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mu_{11} \\ \mu_{12} \\ \dots \\ \mu_{1p} \end{bmatrix}$$

De forma matricial resumida, el componente  $y_1$  será:

$$y_1 = X\mu_1$$

La primera componente se obtiene maximizando su varianza  $Var(y_1)$ , sujeta a la restricción de que la suma de sus ponderaciones ( $\mu_{1j}$ ) sea igual a la unidad:

$$\sum_{j=1}^p \mu_{1j}^2 = \mu_1' \mu_1 = 1$$

La varianza del primer componente, considerando que su media es cero, viene dada por:

$$Var(y_1) = \frac{\sum_{i=1}^n z_{1i}^2}{n} = \frac{1}{n} z_1' z_1 = \frac{1}{n} \mu_1' X' X \mu_1 = \mu_1' \left[ \frac{1}{n} X' X \right] \mu_1$$

Si las variables están tipificadas,  $\left[ \frac{1}{n} X' X \right]$  es la matriz de correlaciones  $R$ . Si las variables están expresadas en desviaciones respecto a la media, esa expresión es la matriz de covarianzas muestral  $V$ . Siguiendo la descripción sobre la base de la matriz  $V$ , la expresión de la varianza es:

$$Var(y_1) = \mu_1' V \mu_1$$

Para maximizar esa función sujeta a la restricción  $\sum_{j=1}^p \mu_{1j}^2 = \mu_1' \mu_1 = 1$ , se conforma el lagrangiano a maximizar:

$$L = \mu_1' V \mu_1 - \lambda(\mu_1' \mu_1 - 1)$$

Derivando respecto a  $\mu_1$  e igualando a cero:

$$\frac{dL}{d\mu_1} = 2V\mu_1 - 2\lambda\mu_1 = 0; (V - \lambda I)\mu_1 = 0$$

Al resolver la expresión anterior se obtienen raíces características o autovalores (eigenvalores). El vector  $\mu_1$  es el vector característico (eigenvector) correspondiente a la raíz característica mayor ( $\lambda_1$ ) de la matriz  $V$ .

El resto de los componentes se obtienen de forma análoga. Para el siguiente componente  $y_2$  se impone además de  $\mu_2' \mu_2 = 1$ , la condición de que no esté correlacionado con el anterior:  $\mu_2' \mu_1 = 0$  y así para todos los  $p$  componentes. Para el componente genérico  $Z_h$ :

$$\mu_h' \mu_h = 1$$

$$\mu_h' \mu_1 = \mu_h' \mu_2 = \dots = \mu_h' \mu_{h-1} = 0$$

Es decir, que no estén correlacionados los componentes.

El vector de ponderaciones  $\mu_h$  para el componente  $y_h$  está asociado a la raíz característica  $\lambda_h$ , una vez ordenadas éstas de mayor a menor.

Para considerar la proporción de la varianza total explicada por cada componente es necesario determinar la varianza de los componentes. Dada la condición impuesta de que  $\mu_h' \mu_h = 1$ , la varianza del componente  $y_h$  es precisamente la raíz característica  $\lambda_h$  a la que va asociada:

$$Var(y_h) = \mu_h' V \mu_h = \lambda_h$$

La variabilidad total observada en las variables originales puede definirse como la suma de sus varianzas, las cuales aparecen en la diagonal principal de la matriz  $V$ . La traza, suma de los elementos de la diagonal principal, de la matriz  $V$  es precisamente esa variación total:

$$Traza(V) = \sum_{h=1}^p \lambda_h$$

Por consiguiente, el componente  $y_h$  explica una proporción de  $P_h$  de la variación total en los datos originales igual a:

$$P_h = \frac{\lambda_h}{\text{Traza}(V)}$$

Si en vez de partir de la matriz  $V$  se trabaja con la matriz  $R$ , la  $\text{Traza}(R) = p$ , por lo que  $P_h = \frac{\lambda_h}{p}$ .

Los eigenvectores se obtienen de la matriz de covarianza,  $S$ , sin embargo, cuando las variables originales se encuentran en escalas muy distintas es mejor extraerlos de la matriz de correlación,  $R$ . Las varianzas de las nuevas variables son dadas a partir de los eigenvectores de  $S$  o  $R$ .

Para el presente estudio se utilizó la matriz de correlaciones, esto en virtud de que las variables que describen el sistema de almacenamiento de maíz en México están expresadas en diferentes unidades de medida.

Otro argumento para utilizar la matriz de correlaciones en lugar de la de covarianzas es que los resultados del análisis para diferentes conjuntos de variables son más directamente comparables, asimismo, es importante considerar que el ACP basado en la matriz de covarianzas es sensible a las unidades de medida para cada variable, si hay grandes diferencias en las varianzas, las variables más dispersas tenderán a dominar las componentes principales.

El algoritmo del análisis de componentes principales se desarrolló con el paquete estadístico *SAS/STAT* versión 9.2 a través del procedimiento *PRINCOMP*.

### ***Criterios para la determinación del número de componentes principales***

La selección del número de componentes adecuados para simplificar un conjunto de datos multivariados generalmente se basa en uno o más de los siguientes procedimientos (Der y Everitt, 2002):

- i. Retener solo los componentes suficientes para explicar algún porcentaje específico de la varianza total de las variables originales. Generalmente se sugieren valores

entre 70 y 90%, sin embargo los valores menores podrían ser apropiados a medida que el número de variables,  $p$ , o el número de observaciones,  $n$ , incrementa.

- ii. Excluir aquellos componentes principales cuyos eigenvalores sean menores al promedio. Cuando los componentes se extraen de la matriz de correlación, esto implica excluir componentes con eigenvalores menores a 1<sup>9</sup>.
- iii. Graficar los eigenvalores como un *diagrama de scree* y ver el punto de inflexión en la curva.

Debido a que en el presente estudio los componentes principales son extraídos de la matriz de correlaciones, el criterio utilizado para seleccionarlos es eliminar los eigenvalores menores a 1, es decir, fue utilizado el criterio de Kaiser.

#### **1.4.2. El análisis clúster**

Peña (2002) establece que el análisis de conglomerados (clúster) tiene por objeto agrupar elementos en grupos homogéneos en función de las similitudes entre ellos, por su parte Montanero (2008) define al análisis clúster como una técnica multivariante de agrupación de datos teniendo en consideración su afinidad respecto a un vector  $Y$  de  $p$  variables observadas.

Otra definición interesante para el análisis de conglomerados es la presentada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática<sup>10</sup> (INEI, 2002) en la que establece que es una técnica de análisis multivariado que permite agrupar un conjunto de individuos o de variables en grupos o clúster de acuerdo a ciertos criterios de distancia y similitud

---

<sup>9</sup> Es el denominado criterio de Kaiser, mismo que implica que obtener los componentes principales a partir de la matriz de correlaciones  $R$ , equivale a suponer que las variables observables tengan una varianza 1, por lo tanto una componente principal con varianza inferior a 1 explica menos variabilidad que una variable observable. Entonces, retenemos las  $m$  primeras componentes tales que:  $\lambda_m \geq 1$ , donde  $\lambda_1 \geq \dots \geq \lambda_p$  son los valores propios de  $R$ , que también son las varianzas de los componentes.

<sup>10</sup> Documento desarrollado por la dirección técnica de demografía e indicadores sociales del instituto nacional de estadística e informática de Perú.

fijados, de tal manera que cada grupo esté integrado por unidades homogéneas y los grupos entre si sean muy heterogéneos.

Montanero (2008) menciona que se debe tener en cuenta que un cambio de escala en alguna variable, puede afectar sensiblemente a la formación de conglomerados, además, si existen variables fuertemente correlacionadas, puede que se éste sobrevalorando un factor latente común que tendrá más peso del debido en la formación de conglomerados. Debido a lo anterior es necesario realizar un análisis de componentes principales y considerar la posibilidad de reducir el vector observado. En la presente tesis se realizó como paso previo al análisis clúster un análisis de componentes principales.

### **Etapas para el análisis clúster**

Aldenfender y Blashfield (1980), citado por Díaz de rada (1998), establecen cuatro etapas básicas en la realización del análisis clúster:

- i. Estudio pormenorizado de las variables que van a ser incluidas en el análisis.
- ii. Uso de un método de clasificación de clúster con el objetivo de crear grupos similares.
- iii. Cálculo de las distancias o similitudes entre casos.
- iv. Validación de los resultados del análisis.

### ***Selección de las variables que van a ser incluidas en el análisis***

Deben ser considerados tres aspectos fundamentales en el tratamiento de los datos: 1) que las variables estén incorrelacionadas; 2) que la unidad de medida sea la misma para todas las variables analizadas y 3) que el número de variables no sea demasiado grande.

Para la presente investigación como paso previo al análisis clúster se llevó a cabo el análisis de componentes principales, por tal motivo se cumplen los tres aspectos fundamentales del tratamiento de datos, mismos que fueron mencionados anteriormente.

### ***Elección de la técnica de agrupamiento***

Las técnicas de agrupamiento se dividen en dos: 1) jerárquicas y 2) no jerárquicas. A su vez, las jerárquicas se dividen en aglomerativas o ascendentes y disociativas o descendentes. Las primeras parten de casos individuales y siguiendo un determinado criterio los clasifican en distintos grupos hasta conseguir un conglomerado único, mientras que las segundas parten de un conjunto general y van desagregando los individuos hasta llegar a la unidad.

Las técnicas no jerárquicas parten de un número de grupos determinado y van agrupando a los sujetos en cada fase según una determinada medida de similaridad o distancia. Tratan de formar grupos bajo la premisa de maximizar la varianza inter-grupos y minimizar la varianza dentro del grupo.

El análisis de clúster jerárquico se utiliza cuando se dispone de una muestra relativamente pequeña de individuos y el no jerárquico cuando se tiene un tamaño de muestra grande y *a priori* se conoce el número de grupos (INEI, 2002).

En este trabajo se adoptó la técnica no jerárquica debido a que se tenía definido de antemano el número de clúster a formar, además de que el número de registros era grande (1,158 almacenes ubicados en 28 estados de la república mexicana). También fue tomado en consideración que ésta técnica ofrece la ventaja de que una incorrecta asignación de un individuo puede ser modificada y corregida.

Entre las técnicas no jerárquicas fue seleccionado el método k-means, mismo que comienza con una división del conjunto de los datos en  $x$  grupos configurados al azar y posteriormente trata de mejorar esta primera clasificación reasignando aquellos elementos que tienen una gran distancia al centroide del clúster que pertenece, tratando de este modo de reducir la distancia media entre cada elemento de un grupo y su centroide. El proceso de funcionamiento de este método es el siguiente: 1) se comienza con una partición inicial de los datos en un específico número de agrupamientos para calcular posteriormente el centroide de cada uno; 2) el siguiente paso trata de reasignar cada caso

al agrupamiento más cercano (cuya distancia al centriode del clúster sea menor), 3) calcula los nuevos centroides de los clusters cada vez que incorpora un nuevo caso y 4) repite alternativamente el segundo y tercer paso hasta que ninguna reasignación de un caso a un nuevo clúster permita reducir más la distancia entre los individuos dentro de cada agrupamiento, ni aumentar la distancia entre los distintos clusters.

### ***Selección de las medidas de proximidad y distancia***

Una vez que ya se conocen los datos a utilizar y el proceso de encadenamiento, se procede a medir que grado de similitud o de distancia tienen los individuos seleccionados. Se han desarrollado una gran cantidad de índices de distancia y de proximidad que permiten medir el grado de semejanza o diferencia entre dos individuos.

Para el presente trabajo se utilizó la distancia euclídea debido a que es la que incorpora por default el procedimiento *FASTCLUS* de *SAS*, mismo que fue utilizado para realizar el análisis clúster.

La distancia euclídea se define como la raíz cuadrada de la suma de las diferencias entre los elementos al cuadrado.

La distancia euclídea entre dos datos  $x_1 = (x_{11}, \dots, x_{1p})'$  y  $x_2 = (x_{21}, \dots, x_{2p})'$  se define mediante la siguiente expresión:

$$d_e(x_1, x_2) = \|x_1 - x_2\|_2 = \sqrt{\sum_{j=1}^p (x_{1j} - x_{2j})^2}$$

Las técnicas más utilizadas en la validación de clusters son el análisis de varianza y el análisis discriminante. En el primero de ellos se busca conocer las diferencias que presentan las variables en cada uno de los clusters y en el segundo se pretende descubrir el porcentaje de sujetos que están agrupados correctamente. Sin embargo, a pesar de la importancia que tienen las dos técnicas enunciadas anteriormente, ninguna de ellas es adecuada si la clasificación encontrada carece de sentido teórico o es muy difícil su

interpretación. En la presente investigación fue utilizado el sustento teórico como criterio para validar los resultados.

El algoritmo del análisis de clúster se llevó a cabo con el paquete estadístico *SAS/STAT* versión 9.2 a través del procedimiento *FASTCLUS*.

**Cuadro 1. Variables de estudio**

<b>X1 = Material principal de construcción</b>		<b>X1i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9</b>	<b>n=1,158</b>
Dónde:	4 = bodegas de block y techo con losa de concreto	7 = bodegas de piedra o adobe	
1 = silos verticales de concreto	5 = bodegas de lámina o acero	8 = piso de cemento y lona	
2 = silos de lámina	6 = bodegas de ladrillo y concreto	9 = piso y cubierta improvisada	
3 = bodegas de block y techo de lámina			
<b>X2 = Indicador de equipamiento de manejo de grano</b>		$X2i = \sum_{i=1}^{1,158} \frac{(a1 + a2 + a3 + a4 + a5 + a6 + a7 + a8 + a9 + a10 + a11 + a12 + a13 + a14)}{14}$	
Dónde:	a5 = aireadores	a10 = envasadora	
a1 = estibadores	a6 = bazooka o transportadora helicoidal	a11 = coseadora	
a2 = secadoras	a7 = tractor	a12 = montacargas	
a3 = cribadoras	a8 = sondas de muestreo preventivo	a13 = bascula	
a4 = banda transportadora	a9 = sondas de profundidad	a14 = cangilones	
<b>X3 = Indicador de equipamiento de laboratorio</b>		$X3i = \sum_{i=1}^{1,158} \frac{(b1 + b2 + b3 + b4 + b5 + b6 + b7 + b8)}{8}$	
Dónde:	b3 = boerner	b6 = sondas de profundidad	
b1 = determinador de humedad	b4 = zarandas	b7 = aflatex	
b2 = balanza granataria	b5 = sondas de alveolos	b8 = horno o estufa de desecamiento	
<b>X4 = Indicador de equipamiento de transporte</b>		$X4i = \sum_{i=1}^{1,158} \frac{(c1 + c2 + c3 + c4 + c5)}{5}$	
Dónde:	c2 = espuela de ferrocarril	c4 = patios de maniobras de al menos 50 m <sup>2</sup>	
c1 = vehículo de carga	c3 = puerto para realizar cabotaje	c5 = rampa de vaciado	
<b>X5 = Indicador de registros administrativos</b>		$X5i = \sum_{i=1}^{1,158} \frac{(d1 + d2 + d3 + d4 + d5 + d6 + d7 + d8)}{8}$	
Dónde:	d3 = registros de pagos	d6 = programa de movilizaciones de grano	
d1 = registros de inventarios	d4 = registros de entradas y salidas de grano	d7 = registros de laboratorio (sanidad)	
d2 = registros de compras	d5 = facturación	d8 = programa de cómputo especializado en manejo de almacén	
<b>X6 = Capacidad instalada</b>	<b>X6i = Q</b>	<b>n=1,158</b>	
Dónde:	Q = cantidad de toneladas		

Fuente: Elaboración propia

## 1.5. Revisión de literatura

Para éste apartado fueron revisados estudios que incluyen alguna clasificación de los almacenes de granos en México que sirvan de referencia para llevar a cabo el planteado en la presente investigación. Se encontraron las siguientes clasificaciones:

Guajardo (1983) menciona que en la red de almacenamiento de México se encuentran bodegas de todos los tipos, clasificadas de acuerdo con sus zonas de influencia, de las operaciones comerciales: ya sea como almacén de mercancías en tránsito o de transferencia o para grandes concentraciones de gran radio de acción regional que dependerá básicamente de los medios de comunicación, de la política de control de precios y de la redistribución de las mercancías, asociado a las grandes concentraciones de la población humana, asimismo siguen existiendo estructuras rusticas de las culturas indígenas. A continuación se presenta una descripción de los tipos de bodegas más importantes de México:

**Tipo butler:** de estructura metálica, pisos planos de cemento, equipada para granel en carga o descarga con capacidad de 14,000 a 30,000 toneladas.

**Tipo hangar:** de mampostería y techo de lámina en forma parabólica para granel o encostado, de 15,000 toneladas de capacidad.

**Tipo pantaco:** bodegas planas con techos de dos aguas para granos encostados y/o a granel, de 5,000 a 10,000 toneladas de capacidad.

**Tipo cascaron:** para almacenaje a granel, de estructura de concreto, de 2,250 a 6,500 toneladas de capacidad.

**Tipo ANDSA, modificada:** totalmente mecanizada para granel en carga y descarga de camiones y de furgones, con ductos y sistemas de ventilación, de 5,000 a 10,000 toneladas de capacidad.

**Tipo wonder:** de 1,500 a 5,000 toneladas de capacidad para granel o encostalado. Con pisos de cemento y estructura de lámina en forma semicircular. Se logra buena conservación con granos de humedad adecuada por períodos no muy prolongados. Por su forma no son muy prácticos ya que desaprovechan espacio.

**Tipo red nacional:** pisos, muros y techos de concreto, anden para carga y descarga, equipadas y con capacidad para 5,000 toneladas a granel.

**Tipo tejana:** estructuras descubiertas por los cuatro costados, con techo de láminas de dos aguas y estructuras metálicas y plataformas de concreto. Su capacidad de almacenamiento más frecuente es de 5,000 toneladas.

**Silos verticales:** toda la estructura es de concreto<sup>11</sup>, seguros por su hermetismo para almacenamiento prolongado de granos a bajos contenidos de humedad. Totalmente automatizado, versátil por su capacidad de depósitos para granel, con descarga por gravedad y bandas transportadoras y elevadas con cangilones de 7 kilogramos de capacidad de acarreo. Los hay de muy diversas capacidades. Estos silos detectan los calentamientos por medio de termopares dentro de un sistema electrónico de control remoto.

**Silos semi esféricos:** Este tipo de silos los manejaba ANDSA<sup>12</sup> para almacenamiento a granel con capacidad de 60,000 toneladas, totalmente automatizado desde la recepción del grano por camión y/o tolvas de ferrocarril, hasta la dosificación y aquintalado del producto para distribuirse encostalado. Esta unidad de almacenamiento está integrada por tres silos horizontales con capacidad de 20,000 toneladas cada uno, de planta circular con 74 metros de diámetro y 24 de altura, con cubiertas de cúpula geodésicas a base de estructura metálica y lámina galvanizada, dotado de un silo con un sistema de inyección y distribución de aire y otro de medición de temperaturas mediante cables provistos de termopares.

---

<sup>11</sup> Los más importantes silos de este tipo, son los silos Miguel Alemán de Tlalnepantla, Estado de México.

<sup>12</sup> Un ejemplo de este tipo de bodegas, eran los localizados en los Reyes, La Paz, Estado de México.

**Silos metálicos:** Su instalación es para 10,000 toneladas a base de cuatro ó cinco silos mecanizados para la recepción o movilización a granel, dando buenos resultados en zonas de producción donde existen problemas de conservación y debe moverse lo más rápido posible.

**Silos cónicos de piedra:** construidos en áreas rurales con capacidad de 50 a 200 toneladas. Fueron sustituidos por bodegas rectangulares de mampostería a causa de su permeabilidad.

**Bodegas rectangulares de mampostería:** de piso plano de concreto, muros de piedra o tabique cocido enjarrados con cemento en su interior y hasta la mitad de su altura en el exterior; techos de lámina, ya sea de dos aguas o parabólicas, con capacidad variable de 500 a 15,000 toneladas para grano encostalado y/o a granel.

**Patios mecanizados:** característicos de zonas productoras de maíz y sorgo, son apisonados, limitándolos con barreras de lámina, equipado. Se usa como almacén temporal y posteriormente se transforma en almacén semi mecanizado elevando los muros y techándolo.

**Almacén a la intemperie:** Muchas veces es necesario almacenar a la intemperie, formando estibas para granel o encostalados protegidos por cubierta de polivinilos y ductos de aireación.

Por otro lado, Díaz (1999), clasifica a los almacenes en las siguientes categorías:

**Silos metálicos:** son estructuras en forma de cilindros que se presentan en forma individual o en grupos, mecanizados o semi mecanizados para almacenamientos a granel. Cuando los silos son mecanizados, para su llenado se operan con un elevador dotado de bandas o cangilones el cual se une a los silos por su parte superior externa con bajantes que pueden obstruirse para el llenado programado de cada silo. Cuando los silos son semi mecanizados, estos se operan con transportadores helicoidales tipo bazooka,

generalmente están equipados con sistemas de aireación para mantener el grano con humedades estables y frescos.

**Tinas metálicas tipo Butler:** son estructuras circulares de almacenamiento, a diferencia de los silos metálicos son descubiertas. Son utilizadas también para almacenamientos a granel de manera semi mecanizada operándose con transportadores helicoidales del tipo bazooka. El piso puede ser de concreto o tierra compactada donde se colocan tarimas de madera o plástico que evitan el humedecimiento del grano a causa de la evaporación acuosa y el contacto directo de éste con la tierra. La protección del grano de factores climáticos adversos se realiza mediante la colocación de cobertores o lonas circulares tipo fortotlex. Están equipados con sistemas de aireación necesarios en algunos casos para abatir la humedad del grano, evitar la emigración de la humedad y mantener fresco el grano.

**Bodegas horizontales.** Este tipo de almacenes pueden ser de concreto, hormigón o de estructuras metálicas, con dimensiones y capacidades de almacenamiento variados, mecanizadas, semi mecanizadas o con esfuerzo físico. Cuentan en muchos de los casos con sistemas de aireación y extractores de aire caliente en el cuerpo de la bodega o en otras ocasiones adaptados provisionalmente a éstos. Poseen por lo menos dos puertas grandes situadas en extremos o lados opuestos del almacén que permiten el fácil manejo de los productos y una ventilación adecuada. A este tipo de almacenes corresponden también los “tejabanes”, denominados así por estar descubiertos parcial o totalmente por sus lados laterales o frontales.

**Almacenamientos a la intemperie.** Denominados así por carecer de cobertores o contenedores estructurales contruidos exprofeso para la guarda de granos. Estos espacios de almacenamiento pueden ser planchas de concreto o áreas de tierra compactada, con dimensiones de acuerdo a las exigencias de almacenamiento o disponibilidad o limitaciones de equipo necesario en la construcción de éstos almacenes (lonas, parrillas de madera, ventiladores, ductos de aireación, etc.). Son utilizados para

almacenamientos de granos envasados o a granel, mecanizados, semi mecanizados o con esfuerzo físico.

**Silo metálico tipo tambo.** El pequeño productor ha aprovechado los tambores de combustible y aceites como silos de almacenamiento a fin de disminuir costos de instalación, éstos constituyen una buena alternativa para almacenar pequeñas cantidades de grano. Los tambores permiten que el grano se almacene herméticamente, lo que proporciona su buena conservación a granel y evita los daños por insectos y roedores.

Recientemente el SIAP (2012), realizó una clasificación de las bodegas basada en la infraestructura de almacenamiento y conservación, nivel de equipamiento y vías de acceso para el acopio y la movilización, de acuerdo con los siguientes niveles:

**Nivel AAA.** Poseen instalaciones techadas y mecanizadas con: 1) Infraestructura para dar las condiciones óptimas al grano almacenado y conservado; 2) equipo para recepción de grano, incluso espuela de ferrocarril para embarque y transferencia; 3) Basculas (mecanizadas o electrónicas) para pesar camiones o furgones de ferrocarril; 4) Equipo de secado, de análisis, sistema de ventilación, entre otros; 5) cuenta con equipo de análisis y aplica normas de calidad.

**Nivel AA.** Cuenta con instalaciones techadas, pero no mecanizadas: 1) Disponen de infraestructura para la recepción, embarque y transferencia de grano; 2) pueden tener secadora; 3) tienen báscula para vehículo de carga (camionera); 4) cuentan con piso y muros de contención y 4) no cuentan con espuela de ferrocarril.

**Nivel A.** Instalaciones a la intemperie mecanizadas: pueden contar con secadoras y básculas y están contruidos con piso y muros de contención.

**Patios.** Pisos o terrenos baldíos a la intemperie que no tienen las especificaciones establecidas para instalaciones de niveles “AAA”, “AA”, “A”.

Es importante destacar que ninguno de estos autores tenía como objetivo en sus investigaciones desarrollar una clasificación de las bodegas o almacenes de México, por tal

motivo no se encontró la metodología empleada para llegar a éstas y sus conclusiones no se presentan en torno a la clasificación de los almacenes.

Se observa que la clasificación de Díaz (1999) y Guajardo (1983) están basadas principalmente en el material de construcción de los almacenes, por su parte el SIAP (2012) realizó una clasificación tomando en consideración las siguientes variables: infraestructura de almacenamiento, nivel de equipamiento y vías de acceso para el acopio y la movilización.

## Capítulo 2. Marco teórico

Con la finalidad de hacer evidente la importancia de contar con un sistema de almacenamiento adecuado a las exigencias del mercado de maíz, en éste capítulo se presentan las bases teóricas relacionadas con la seguridad alimentaria, se muestran algunas cifras de acceso a la alimentación y desnutrición en México, además se describen las canastas básicas alimentarias rural y urbana. Asimismo, se define el almacenamiento y sus funciones; y finalmente se hace un recorrido por las diferentes instituciones creadas por el Estado para intervenir en la regulación y abasto de los productos básicos en México.

### 2.1. Seguridad alimentaria, acceso a la alimentación y desnutrición

El concepto de seguridad alimentaria surge en la década de los setentas, basado en la producción y disponibilidad alimentaria a nivel global y nacional. En la década de los ochentas se añadió la idea del acceso, tanto económico, como físico. En la década de los noventas se llegó al concepto actual que incorpora la inocuidad y las preferencias culturales y se reafirma la seguridad alimentaria como un derecho humano (FAO, 2011).

A partir de la cumbre mundial de la alimentación del 2006, la FAO estableció que “la seguridad alimentaria a nivel de individuo, hogar, nación y global se consigue cuando todas las personas, en todo momento, tienen acceso físico y económico a suficiente alimento seguro y nutritivo, para satisfacer sus necesidades alimenticias y preferencias, con el objeto de llevar una vida activa y sana” (FAO, 2011).

Para el Instituto de Nutrición para Centroamérica y Panamá (INCAP), la seguridad alimentaria nutricional es un estado en el cual todas las personas gozan, en forma oportuna y permanente, de acceso físico, económico y social a los alimentos que necesitan, en cantidad y en calidad, para su adecuado consumo y utilización biológica, garantizando un estado de bienestar general que coadyuve al logro de su desarrollo (FAO, 2011).

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en el artículo 4º, párrafo tercero, establece que toda persona tiene derecho a la alimentación nutritiva, suficiente y de calidad.

Para el caso de México, el acceso a la alimentación es una de las vertientes tomadas en consideración para la medición multidimensional de la pobreza, en este sentido, el artículo 36 de la Ley General de Desarrollo Social establece que para medir la pobreza se deben considerar al menos los siguientes indicadores: ingreso corriente per cápita; rezago educativo promedio en el hogar; acceso a los servicios de salud; acceso a la seguridad social; calidad y espacios de la vivienda; acceso a los servicios básicos en la vivienda; acceso a la alimentación y el grado de cohesión social.

La carencia en el acceso a la alimentación se puede medir de forma cualitativa al cuantificar la percepción de la población respecto a aspectos tales como la preocupación por la falta de alimentos, los cambios en la calidad y cantidad de éstos, asimismo a través de las experiencias de hambre padecidas. De acuerdo con el CONEVAL (2009), en nuestro país, para evaluar el acceso a la alimentación se emplean cuatro escalas de inseguridad alimentaria: 1) inseguridad alimentaria severa, 2) inseguridad alimentaria moderada, 3) inseguridad alimentaria leve y 4) seguridad alimentaria.

Una persona está en situación de carencia por acceso a la alimentación si el hogar en el que reside tiene inseguridad alimentaria moderada o severa; es decir, si la persona no contó en todo momento con comida suficiente para llevar una vida activa y sana. Para estimar el indicador de carencia por acceso a la alimentación, se capta la percepción sobre los siguientes aspectos<sup>13</sup>:

- ¿Se preocupó que la comida se acabara por falta de dinero?
- ¿Algún adulto tuvo una alimentación basada en muy poca variedad de alimentos?

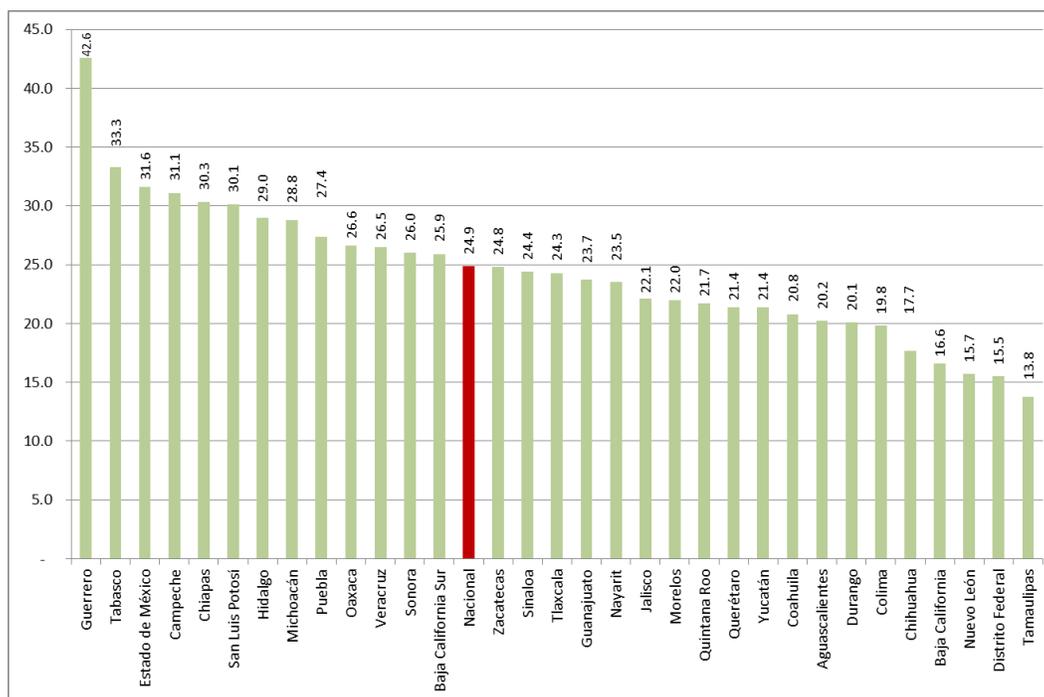
---

<sup>13</sup> Para mayor detalle respecto a la metodología de cálculo del indicador de carencia al acceso a la alimentación revisar la Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. 2009.

- ¿Algún adulto dejó de desayunar, comer o cenar por falta de dinero?
- ¿Algún adulto comió menos por falta de dinero?
- ¿Se quedaron sin comida por falta de dinero?
- ¿Algún adulto sintió hambre pero no comió por falta de dinero?
- ¿Algún adulto solo comió una vez al día o dejó de comer todo un día?
- ¿Tuvieron que mendigar o mandar a trabajar a los niños para conseguir comida?

De acuerdo con estimaciones del CONEVAL, durante el 2010 a nivel nacional 28 millones de mexicanos presentaba carencia por acceso a la alimentación, es decir cerca de la cuarta parte de la población total (Gráfica 1).

**Gráfica 1. Carencia por acceso a la alimentación según entidad federativa, 2010 (%).**



Fuente: Elaboración propia con información de CONEVAL.

En términos porcentuales, los estados que tuvieron la mayor cantidad de personas con carencia alimentaria son: Guerrero (42.6%), Tabasco (33.3%), Estado de México (31.6%), Campeche (31.1%) y Chiapas (30.3%); en contraparte las entidades federativas que presentaron los menores índices de carencia alimentaria fueron: Tamaulipas (13.8%), Distrito Federal (15.5%), Nuevo León (15.7%), Baja California (16.6%) y Chihuahua (17.7%).

Una forma de presentar de forma cuantitativa la carencia en el acceso a la alimentación es a través de la línea de bienestar mínimo, la cual permite identificar a la población que aun haciendo uso de todos sus ingresos para la compra de alimentos, no le alcanza para adquirir lo indispensable para tener una nutrición adecuada.

De acuerdo con estimaciones del CONEVAL, durante el mes de junio de 2012 la canasta alimentaria rural costaba 783 pesos, por su parte, la canasta alimentaria urbana tenía un precio de 1,101 pesos (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Proporción de ingesta y gasto en la canasta básica alimentaria urbana y rural**

GRUPO	NOMBRE	CANASTA RURAL		CANASTA URBANA	
		Consumo (gr/día)	Costo Mensual	Consumo (gr/día)	Costo Mensual
MAÍZ	Tortilla de maíz y maíz en grano	21.3	12.5	9.8	5.7
BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS	Agua embotellada	17.9	1.0	25.8	1.4
LECHE	De vaca, pasteurizada, entera, light o bronca	11.5	6.8	12.8	6.9
BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS	Refrescos de cola y de sabores	7.8	4.1	10.6	4.3
VERDURAS Y LEGUMBRES FRESCAS	Jitomate	5.0	4.7	4.0	3.1
LEGUMINOSAS	Frijol	4.7	5.8	3.2	3.7
CARNE DE POLLO	Pollo entero o en pieza	4.5	10.1	2.3	4.7
CARNE DE RES Y TERNERA	Bistec, cocido o molida	3.5	12.9	2.2	7.9
VERDURAS Y LEGUMBRES FRESCAS	Cebolla	2.9	1.9	2.7	1.4
TUBÉRCULOS CRUDOS O FRESCOS	Papa	2.4	1.2	2.8	1.1
FRUTAS FRESCAS	Plátano tabasco	2.4	1.3	2.2	1.0
HUEVOS	Huevos de gallina	2.2	2.7	2.1	2.0
FRUTAS FRESCAS	Manzana y perón	1.9	1.7	1.9	1.6
FRUTAS FRESCAS	Naranja	1.8	0.7	1.8	0.6
FRUTAS FRESCAS	Limón	1.7	0.9	1.6	0.7
AZÚCAR Y MIELES	Azúcar	1.5	1.4	0.9	0.8
TRIGO	Pan de dulce	1.3	2.4	2.1	4.1
ACEITES	Aceite vegetal	1.3	1.6	0.7	0.7
ARROZ	Arroz en grano	1.0	0.8	0.6	0.4
TRIGO	Pan blanco	0.8	1.1	1.6	1.8
VERDURAS Y LEGUMBRES FRESCAS	Chile**	0.8	1.1	0.6	0.8
TRIGO	Pasta para sopa	0.6	0.8	0.4	0.4
PESCADOS FRESCOS	Pescado entero	0.5	0.9	0.2	0.4
QUESOS	Queso fresco	0.4	1.2	0.3	0.8
ALIMENTOS PREPARADOS	Pollo rostizado	0.3	0.8	0.5	1.6
TRIGO	Galletas dulces	0.2	0.5		
BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS	Jugos y néctares envasados			3.5	2.3
CARNE DE CERDO	Costilla y chuleta			1.3	3.8
OTROS DERIVADOS DE LA LECHE	Yogur			0.4	0.5
TRIGO	Pan para sándwich, hamburguesas			0.3	0.6
CARNES PROCESADAS	Jamón			0.3	0.8
OTROS CEREALES	Cereal de maíz, trigo, arroz, avena			0.2	0.5
CARNES PROCESADAS	Chorizo y longaniza			0.2	0.6
OTROS	Alimentos y bebidas consumidas fuera del hogar		16.3		27.8
OTROS ALIMENTOS PREPARADOS	Otros alimentos preparados para consumir en casa		3.2		5.3
<b>TOTAL</b>		<b>1,354.3</b>	<b>\$782.89 *</b>	<b>1,592.5</b>	<b>\$1,101.45*</b>

\* A precios de junio 2012

\*\* Precio promedio chiles jalapeño, poblano, serrano y otros chiles

Fuente: Elaboración propia con información de CONEVAL, 2012.

Se observa que los principales alimentos en ambos estratos son maíz, jitomate, frijol, carne de pollo, carne de res, cebolla y papa. En ambas canastas, es particularmente importante el maíz, pues representa el 21% del consumo diario total de alimentos medidos en gramos en la canasta rural y el 10% en la canasta urbana.

En cuanto a bebidas se refiere, la mayor proporción de la ingesta diaria se concentra en agua embotellada, leche y refrescos, sumándose en la canasta urbana los jugos y néctares envasados.

Por su parte, la mayor proporción del gasto en alimentos se concentra prácticamente en los mismos productos, es decir; maíz, leche, refrescos, jitomate, frijol, carne de pollo y carne de res. Sumando a dichos productos el gasto en consumo de huevo, pan de dulce, alimentos y bebidas consumidos fuera del hogar y otros alimentos preparados, se concentra el 80 del gasto total en alimentos y bebidas tanto en el estrato rural como urbano, situación que refleja canastas con muy poca variedad de alimentos.

De acuerdo a la información de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT 2006), como parte de los alimentos consumidos fuera del hogar, lo más representativo del patrón alimentario son los antojitos, alimentos fritos, capeados, bebidas endulzadas, dulces y botanas, comida rápida y embutidos. El exceso en el consumo de estos alimentos representa altos niveles de grasa, sal y azúcar en la dieta de los mexicanos, comparados con niveles muy bajos de vitaminas y minerales debido a la baja representatividad de frutas y verduras en el consumo diario.

De acuerdo con cifras de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en los Hogares (ENIGH, 2010), la población mexicana destina en promedio una tercera parte de su gasto corriente monetario a la compra de alimentos y bebidas. Los principales rubros de gasto son: proteínas de origen animal en las que se gasta el 32%; calorías, carbohidratos y grasas a las que se destina el 25% y alimentos y bebidas consumidas fuera del hogar que representan el 21%; con menor representatividad aparecen las vitaminas y minerales (11%), proteínas de origen vegetal (2%), bebidas alcohólicas (2%) y otros alimentos (8%).

La diferencia más marcada en la estructura del gasto por tipo de alimentos en la población tomando como variable de referencia el ingreso es el incremento del consumo fuera del hogar y bebidas alcohólicas en los deciles más altos, principalmente en sustitución del rubro de calorías, carbohidratos y grasas, proteínas de origen vegetal, y verduras y legumbres consumidas dentro del hogar. Por otro lado, comparando la estructura de gasto en cada decil de ingresos, las proteínas de origen animal, las frutas y el rubro de otros alimentos no muestran grandes diferencias (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Proporción del gasto en alimentos y bebidas por decil de ingresos y objeto del gasto**

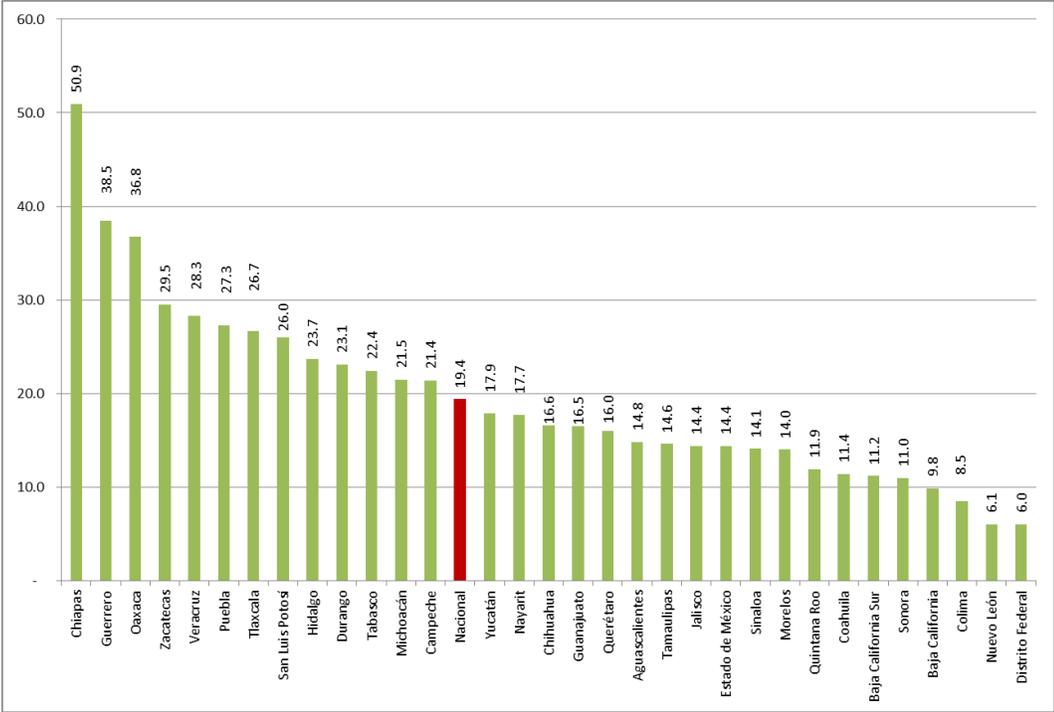
Objeto del Gasto	Decil de Ingresos									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
<b>Calorías, carbohidratos y grasas</b>										
Cereales	14	11	10	10	9	9	9	9	8	6
Tortillas de maíz	8	10	9	9	8	8	7	6	5	3
Tubérculos	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
Aceites y grasas	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1
Azúcar y mieles	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0
Bebidas no alcohólicas	6	7	7	7	7	7	7	7	7	5
<b>Proteínas de origen vegetal</b>	6	4	3	3	2	2	2	2	1	1
<b>Proteínas de origen animal</b>										
Carne de res y ternera	4	6	6	7	7	7	7	7	7	6
Carne de puerco	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
Carne de aves	6	7	7	7	7	7	7	6	6	5
Otras carnes	3	3	4	4	4	4	3	3	3	2
Pescados y mariscos	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
Leche	5	6	6	6	6	7	7	6	6	5
Derivados de la leche	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Huevo	5	5	4	4	3	3	3	2	2	1
<b>Vitaminas y minerales</b>										
Frutas	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4
Verduras y legumbres	10	10	9	9	8	8	8	7	7	5
<b>Otros alimentos</b>	6	6	7	7	8	8	8	9	9	8
<b>Bebidas alcohólicas</b>	0.6	0.6	1.1	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	1.4
<b>Consumo fuera del hogar</b>	9	8	11	12	13	15	17	21	25	39

Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en los Hogares, ENIGH 2010.

A nivel nacional, durante el 2010, cerca de la quinta parte de la población tenía un ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo, es decir aquel ingreso que le permite cubrir los gastos necesarios para acceder a una canasta básica alimentaria (Gráfica 2). En el Estado de Chiapas, para el año de referencia, la mitad de la población tenía un ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo, por su parte Guerrero tenía el 38.5%, Oaxaca el 36.8%,

Zacatecas el 29.5%, Veracruz el 28.3% y Puebla el 27.3%. En contraparte, los estados que tienen los menores porcentajes de población con un ingreso por debajo de la línea de bienestar mínimo son: Distrito Federal (6%), Nuevo León (6.1%), Colima (8.5%), Baja California (9.8%) y Sonora (11%).

**Gráfica 2. Ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo según entidad federativa, 2010 (%).**



Fuente: Elaboración propia con información de CONEVAL.

A consecuencia del patrón alimentario, México vive una epidemia de malnutrición por exceso, ya que 7 de cada 10 adultos en el país, un tercera parte de los adolescentes y alrededor del 25 de los niños tienen sobrepeso u obesidad (Olaiz et al., 2006), cifras que ubican al país en primer lugar a nivel mundial en obesidad infantil y segundo lugar en obesidad en adultos.

Paradójicamente, también se presentan cifras importantes de desnutrición en el país; 1 de cada 5 preescolares del medio rural y 1 de cada 10 del medio urbano presentan desnutrición por baja talla, asimismo, 7 de preescolares rurales y 4 de preescolares urbanos tienen bajo peso.

Las cifras de desnutrición por baja talla se extienden a la población en edad escolar y adolescentes, principalmente en el estrato rural (Olaiz et al., 2006) (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Prevalencia de desnutrición en México (porcentaje)**

	Preescolares		Niños (as) en edad escolar				Adolescentes			
			Hombres		Mujeres		Hombres		Mujeres	
	Rural	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Urbano
Desnutrición por baja talla	19.9	10.1	17.9	7.5	15.8	7	13.2	8	17.1	10.4
Desnutrición por bajo peso	6.6	4.4	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Emanciación (baja talla y bajo peso)	1.8	1.6	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

Fuente: ENSANUT, 2006.

## 2.2. El almacenamiento y sus funciones

Se entiende por almacenamiento a la fase del sistema postcosecha durante la cual los productos se conservan de manera apropiada para garantizar la seguridad alimentaria de las poblaciones fuera de los períodos de producción agrícola (De Lucia y Assenato, 1993).

Entre las funciones más importantes que debe cumplir el almacén destinado a la conservación de los productos agrícolas, ya sea que se trate de grandes silos y bodegas tipo comercial o de pequeños almacenes rústicos propios de campesinos que producen para el autoconsumo, destacan aquellas encaminadas a protegerlos contra la excesiva humedad de la intemperie y de las temperaturas favorables al desarrollo de agentes patógenos que los deterioran (Torres, 1995).

Haag y Soto (1979), mencionan que el almacenamiento tiene varios propósitos, mismos que dependen de las características del producto. Se puede almacenar un artículo producido en una pequeña época para distribuirlo a través de todo el año o para permitir la producción uniforme durante el año de un producto con una demanda altamente estacional. También algunos productos se deben almacenar para mejorar su calidad y madurez. Últimamente los gobiernos de muchos países han operado varios programas de retención de ciertos productos agropecuarios para mantener y regular los precios en los mercados internos.

Brambila (2011), señala que el papel que juegan el acopio, almacenamiento y las reservas es el de distribuir en el tiempo la producción que se da en unos pocos meses para satisfacer el consumo que es constante a lo largo del año.

Para satisfacer la demanda de alimentos es necesario en primer instancia producirlo en suficientes cantidades y en segundo lugar conservarlo para consumirlo conforme se vaya necesitando (Martínez, 1991). La conservación de granos y semillas tiene como objetivo principal reducir al máximo las pérdidas cualitativas y cuantitativas del producto.

De acuerdo con Moreno (1999), un buen sistema postcosecha, no solamente preserva la cantidad y calidad de lo cosechado, sino que también preserva el esfuerzo y las ganancias de los productores.

Un almacén debe proteger al grano de la excesiva humedad, de las temperaturas desfavorables, de la presencia y desarrollo de microorganismos, así como de insectos y roedores. La infraestructura debe contar con facilidades mecánicas para la limpieza, el transporte y el almacenamiento y para la aplicación de medidas que se consideren pertinentes en cualquier momento (Ramírez, 1982).

Para que los almacenes cumplan con sus funciones es necesario que cuenten con paredes secas, techos sin goteras y pisos sin humedad. Las puertas y ventanas deben funcionar apropiadamente para evitar la entrada de roedores y pájaros que perjudiquen el grano. Es indispensable la limpieza del almacén y sus alrededores eliminando residuos de granos, costales viejos y usados, basura o desperdicios.

El principal problema del almacenamiento es evitar que se dañe o deteriore el producto, esto es, se debe mantener la calidad del producto y eso cuesta, porque hay que tener la tecnología adecuada para guardar grano (Brambila, 2011).

### 2.3. Principales causas de daños y pérdidas postcosecha de granos

Martínez (2008) define la palabra **pérdida** como todos los granos que han llegado a un grado de deterioro tal, que no pueden ser utilizados para el consumo humano. Por otro lado, conceptualiza la palabra **daños** como la cantidad de grano que ha sido alterada por factores bióticos y/o abióticos, en este caso una parte del grano dañado puede ser recuperado para su consumo. Los factores abióticos o físicos incluyen la temperatura, la humedad ambiental, el contenido de humedad del grano, las practica deficientes en el manejo postcosecha y los contaminantes. Los factores bióticos o biológicos involucran a los insectos, los hongos, roedores, levaduras y el metabolismo.

Moreno (1999) clasifica las pérdidas de grano en cuantitativas y cualitativas. Las primeras se deben a mermas producidas por un manejo deficiente durante el transporte (derrames) y las causadas por insectos, roedores y pájaros que se alimentan del grano. Las pérdidas cualitativas son producidas por la contaminación del producto por cuerpos de insectos, excretas y pelos de roedores, contaminación con micotoxinas (principalmente aflatoxinas).

Por su parte Ramírez (1982), incluye dentro de los factores que ocasionan pérdidas de grano a la carencia de almacenes adecuados para su manejo, el manejo deficiente de granos y semillas y el desconocimiento de los principios de conservación de granos. Además coincide con Martínez (2008) y Moreno (1999) en que el volumen almacenado se ve mermado por el alto contenido de humedad e impurezas del grano al momento de almacenarlo y por la presencia de plagas.

Hall (1971), clasifica las pérdidas de grano en las siguientes categorías:

- Pérdida de peso. Son resultado de que se evapora la humedad, de que los insectos, roedores y pájaros devoran cantidades de un producto y de que se deja que éste se derrame del recipiente en que se transporta o almacena.
- Pérdida de valor nutritivo. La merma de peso durante el almacenamiento que no haya sido producida por disminución de la humedad es una indicación de la

pérdida de valor nutritivo. Este tipo de pérdida puede deberse a la exposición del producto a condiciones extremas de temperatura y humedad durante la desecación y almacenamiento, al desarrollo de hongos y al ataque de insectos, roedores y pájaros.

- Pérdida de calidad. Generalmente la calidad se juzga por la uniformidad de tamaño y color; en la textura; en el contenido de materias extrañas, en ocasiones también son considerados los datos químicos como el contenido de aceite, la acidez, la humedad y la presencia de toxinas.
- Pérdida de dinero. Contar con instalaciones para almacenar adecuadamente permite a los productores no verse obligados a vender el producto inmediatamente después de la cosecha, cuando normalmente los precios son bajos.

De acuerdo con Hall (1971), al evitar las pérdidas de granos se tienen los siguientes beneficios:

- Las familias agrícolas dispondrán de mayor cantidad de alimentos para el consumo propio.
- Los agricultores podrían vender mayores cantidades de alimentos.
- Se elevarían los niveles de vida de la población rural.
- Habría mayor abundancia de alimentos para la población no rural.
- Los productos destinados a la exportación serían de mejor calidad y podrían competir mejor en el comercio mundial.
- El país tendría una economía más sólida y ganaría importancia en el plano internacional.

Moreno (1999) menciona que en el sistema de almacenamiento de nuestro país existe una inadecuada e insuficiente infraestructura de almacenamiento y acondicionamiento (secado y limpieza) de los granos básicos, así como falta de asistencia técnica e información adecuada para la prevención de las pérdidas postcosechas. En muchas regiones del país las bodegas existentes no reúnen el requisito mínimo de garantizar la

preservación del producto almacenado en condiciones adecuadas, por lo que se requiere apoyar la inversión en infraestructura de almacenamiento (Villa, 2008).

Un buen sistema postcosecha debe estar constituido por una red de estructuras adecuadas y equipadas para el almacenamiento y conservación de granos, estructuras que pueden ser grandes o pequeños silos, bodegas planas o trojes mejoradas de los campesinos, además de que el personal del almacén debe tener la preparación técnica adecuada para realizar su trabajo con el menor riesgo posible de pérdidas. La modernización inminente del sistema postcosecha de granos básicos requiere que la infraestructura que lo conforme este acorde al escenario de producción de granos, al escenario de acopio, al escenario de puntos de internación de las importaciones y al de la concentración para las grandes urbes y reservas para el consumo de la población y uso de la industria (Moreno, 1999).

La mejor manera de evitar pérdidas del grano almacenado es a través de un programa de prevención riguroso, mismo que implica las siguientes acciones:

Antes de meter el grano al almacén deben aplicarse desinfectantes y quemar los posibles residuos o huevecillo de plagas, asimismo se pueden poner trampas para roedores.

Es fundamental evitar el exceso de humedad, para lo cual deben buscarse goteras y en caso de encontrarlas, éstas deben ser arreglarlas, asimismo en las paredes se debe verificar que no se filtre la humedad.

Otro aspecto que incentiva la presencia de plagas y enfermedades es el calor, por tal motivo debe tenerse un sistema de ventilación adecuado, debe caminar sobre los granos para detectar exceso de calor, de tal forma que en caso de que esté caliente el grano debe bajarse la temperatura de éste.

No se deben mezclar granos contaminados en un mismo almacén, para eso debe tenerse cuidado durante las pruebas de laboratorio que el grano este limpio, asimismo se deben cumplir los estándares de calidad en cuanto a humedad y temperatura del maíz que será almacenado.

El nivel de mermas post-cosecha se ve influenciado por diversos factores en cada etapa del sistema, en general, influye el tiempo empleado en cada etapa, las técnicas y equipos utilizados, las condiciones climáticas y la exposición a plagas potenciales (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Nivel de mermas de maíz durante el sistema de post-cosecha**

Etapa	Mermas mínimas	Mermas máximas	Mermas promedio	Factores determinantes
Cosecha y secado en campo	5 % (lugares más secos)	50% (lugares severamente infestados de animales salvajes)	7 – 12%	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tiempo de cosecha</li> <li>▪ Características genéticas</li> <li>▪ Condiciones meteorológicas</li> <li>▪ Prácticas de cosecha</li> <li>▪ Exposición prolongada en campo</li> </ul>
Transporte			1 – 2%	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tipo y eficiencia de transporte</li> <li>▪ Cantidad de grano transportado</li> <li>▪ Condiciones del suelo y superficies del terreno</li> </ul>
Secado en finca			3 – 6 % (reducción de 2% con técnicas como el cribado)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Secado previo en campo</li> <li>▪ Métodos de secado</li> <li>▪ Condiciones climáticas</li> <li>▪ Proliferación de hongos, mohos y bacterias</li> <li>▪ Animales domésticos y aves</li> </ul>
Trilla, pelado y limpieza	1% (proceso manual)	2 – 5% (proceso con máquina)		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Contenido de humedad del grano</li> <li>▪ Método utilizado</li> </ul>
Almacenamiento			5 – 6%	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Factores físicos (daños durante la cosecha, transporte y limpieza)</li> <li>▪ Temperatura y humedad</li> <li>▪ Tipo de estructura de almacenamiento</li> <li>▪ Duración de almacenamiento</li> <li>▪ Manejo del grano</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia con información de AGST/FAO, 2003.

En México, la estimación de mermas de maíz durante la post-cosecha fluctúa entre 4.14% 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 estimaba que anualmente se pierden entre el 5 y 25% de la producción total de maíz, trigo y frijol (ASERCA, 2009). 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 4.14% de la producción disponible de maíz e importaciones (SIAP, 2010).

## **2.4. Regulación del mercado de granos en México**

En el presente apartado se hace un recorrido por la historia de las instituciones encargadas de regular el mercado de alimentos básicos.

### **2.4.1. El comité regulador del mercado de trigo**

El 22 de junio de 1937, por acuerdo presidencial del General Lázaro Cárdenas, fue constituido el Comité Regulador del Mercado de Trigo, mismo que tenía entre sus principales funciones: la fijación del precio del trigo, el establecimiento de una reserva estratégica y la realización de importaciones cuando la producción nacional era insuficiente (CONASUPO, 1988a).

Además de las funciones anteriormente mencionadas, el comité tenía las siguientes:

- Estudiar la situación actual de la distribución de la cosecha de este año (1937).
- Investigar la capacidad adquisitiva de trigo de la población del país.
- Investigar las necesidades de trigo de cada una de las regiones, en relación con la capacidad de los molinos de cada una de ellas.
- Investigar el consumo de harina y de pan en el país.
- Establecer zonas de distribución de trigos y harinas para evitar el sobreprecio por transporte.
- Establecer patrones para trigos y harinas.
- Importar y vender trigo para llenar las necesidades de consumo.
- Iniciar la formación de un stock de trigo para evitar deficiencias de las cosechas en el país, usando para ello la diferencia entre los precios de adquisición del trigo importado y los de venta, una vez deducidos los gastos de comité.

- Regular el precio del trigo a razón de 200 pesos la tonelada en los puntos de producción, tomando como base para este precio la calidad del “trigo defiance” de Sonora y los relativos que resulten para las demás calidades.

La creación del Comité Regulador del Mercado de Trigo estuvo enmarcada por un amplio proceso de organización de los productores trigueros, el cual abarcó los diez años anteriores a la fundación del comité y por una movilización en protesta por el alza inmoderada de los precios de los productos básicos (Azpeitia, 1994).

El Comité Regulador del Mercado de Trigo estaba integrado por seis miembros, los tres primeros fueron designados por las secretarías de hacienda y crédito público; de economía nacional y de agricultura y fomento; el resto fue nombrado por los representantes de los productores de las regiones trigueras del noroeste, del norte y del centro del país.

La intervención del Estado en la determinación de precios agrícolas empezó a tomar forma en 1937, cuando se establece la política de precios mínimos de garantía para los productores de trigo y precios máximos al consumidor de este cereal (García *et al.*, 2003).

El Comité Regulador del Mercado de Trigo fue sustituido por el Comité Regulador del Mercado de Subsistencias.

#### **2.4.2. El Comité regulador del mercado de subsistencias**

Por acuerdo presidencial el 25 de abril de 1938 fue creado el comité regulador del mercado de subsistencias, mismo que estaba integrado por varias secretarías de Estado, de los bancos nacionales y de almacenes nacionales de depósito (García *et al.*, 2003), el principal objetivo del Comité era asegurar a los productores agrícolas precios remuneradores para sus cosechas y garantizar a los consumidores el abastecimiento de esos bienes a precios razonables (CONASUPO, 1988a).

Además de las funciones de oferta y demanda de productos agrícolas, el comité regulador del mercado de subsistencias tenía las siguientes encomiendas:

- Presentar iniciativas a las autoridades competentes relacionadas con tarifas aduanales, impuestos, subsidios, transportes, fletes, créditos a la agricultura, entre otros.
- Efectuar operaciones de compra y venta, dentro y fuera del país.
- Realizar el almacenamiento para regular el movimiento de los precios.

El Comité Regulador del Mercado de Subsistencias no se creó como una autoridad, sino que sería un comerciante más en el mercado, aunque sin ser un monopolio y sin fines de lucro. Su función reguladora de los precios era marginal, no estaba facultado para fijar precios máximos<sup>14</sup>.

El comité regulador del mercado de subsistencias se desempeñaba como demandante y como oferente de productos agrícolas. En el primer caso utilizaba como herramientas la fijación del precio rural de protección y los mecanismos de compra; en el caso de oferente utilizaba la fijación de precios de venta al mayoreo y menudeo y los canales de distribución y venta.

El precio rural de protección, era un precio mínimo fijo y establecido con anterioridad. Para los mecanismos de compra, el Comité no estaba preparado para comprar los productos en el lugar que se producían, por tal motivo se plantearon dos formas de adquirir los productos que se querían proteger: 1) estos podían ser embarcados libres a bordo (LAB) en carros de ferrocarril<sup>15</sup> o 2) podían ser almacenados en bodegas de ANDSA

---

<sup>14</sup> La tarea de fijar precios máximos correspondía a las instancias gubernamentales a sugerencia del Comité central y de los Comités locales consultivos de artículos de consumo necesario.

<sup>15</sup> Cuando el productor optaba por embarcar un carro y consignarlo al Comité, tenía que solicitarlo y obtenerlo, transportar por su cuenta la mercancía, documentar el carro, responder por la calidad y las condiciones de la mercancía, y hasta por el 1% de las mermas en tránsito cuando la mercancía fuera a granel y del total de peso de factura cuando iba en sacos.

u otras autorizadas<sup>16</sup>. Una vez almacenadas las mercancías el Comité podía obtener con ellos créditos prendarios en los bancos nacionales.

El Comité no estaba facultado para fijar los precios máximos de venta al mayoreo o al menudeo de los productos de subsistencia, pero si tenía que fijar los precios a los cuales vendería esos productos, de esta manera influía en el mercado de subsistencias. Para calcular los precios de mayoreo, a los precios de protección le sumaban los gastos de transporte, almacenamiento y las utilidades<sup>17</sup>. El Comité buscaba comprar en los meses de precios bajos a mejor precio y vender en los meses de precios altos a precios menores. La fijación de precios máximos al menudeo no era competencia del Comité, pero si podía pedir a los Comités locales, por medio de la secretaria de economía, que los estableciera para algunos productos en momentos determinados con la finalidad de auxiliar a su acción reguladora.

Para ofrecer productos de subsistencia el Comité recurrió a distintos métodos y agentes: ventas a expendios autorizados de menudeo o medio mayoreo; a comercios foráneos; a instituciones oficiales; ventas por conducto de ANDSA y otros almacenes autorizados; contratación de agentes de ventas; ventas al menudeo y ventas por medio de tiendas sindicales o cooperativas de consumo.

El comité regulador del mercado de subsistencias fue sustituido por la Nacional Distribuidora y Reguladora S.A. de C.V.

---

<sup>16</sup> También implicaba una serie de costos y requisitos para el vendedor ya que tenía que transportar por su cuenta el producto hasta la bodega, hacer pesar las mercancías, pagar las maniobras de estiba y traspaleo, pagar los timbres de facturas, pasar por los análisis de laboratorio de los almacenes, pagar las tablas necesarias para proteger los furgones, pagar los gastos de maniobra desde las bodegas hasta el carro donde se transportaran esas mercancías, pagar los impuestos locales y absorber las mermas de entre el 1 y 1.25% almacenamiento y tránsito. El precio que pagaba el Comité en este caso era el precio LAB carro de ferrocarril menos los descuentos anteriores.

<sup>17</sup> En el caso de maíz y frijol, cuando las cosechas eran escasas, el Comité tenía que comprar la producción nacional e importar y finalmente vender a precios inferiores a los cuales había comprado los granos.

### **2.4.3. Nacional Distribuidora y Reguladora S.A. de C.V. (NADYRSA)**

El 18 de junio de 1941 fue creada la Nacional Distribuidora y Reguladora S.A. de C.V. (NADYRSA)<sup>18</sup>, la cual incluyó tres tipos de acciones: serie A (perteneían al gobierno y eran inalienables); serie B (podían ser suscritas por instituciones nacionales y privadas de crédito y sus auxiliares, por corporaciones de carácter público y por particulares) y serie C (podían ser suscritas exclusivamente por agrupaciones de trabajadores y ejidatarios organizados) (CONASUPO, 1988a).

El objetivo central de NADYRSA era regular los precios de los artículos de primera necesidad, y se extendió a las materias primas, debía mantener precios remunerativos para los productores y ofrecer a los consumidores precios que se ajusten en el mayor grado posible precios que se ajusten a los precios rurales corrientes.

Además, se le encargó promover la organización de sistemas de almacenamiento y la creación o mejoramiento de sistemas de transporte necesarios para el manejo de las mercancías. También debía ayudar en la clasificación de los productos, incluyendo el establecimiento de los laboratorios necesarios para dicho fin. Asimismo, le correspondía presentar las necesidades de créditos de avío, refaccionarios y prendarios de las zonas de su interés ante las instituciones oficiales crediticias. Finalmente, estaba obligada a informar de sus servicios a los usuarios potenciales.

---

<sup>18</sup> El capital social de NADYRSA estuvo integrado por el Gobierno Federal (Secretaría de Economía, Secretaría de Hacienda y Crédito Público y Secretaría de Agricultura y Fomento); Banco Nacional de Crédito Agrícola, S.A.; Banco Nacional de Crédito Ejidal, S.A.; Banco Nacional de Comercio Exterior, S.A.; Nacional Financiera, S.A.; Banco Nacional de México, S.A.; Banco Mexicano, S.A.; el Banco Morton S. Leishman, S.A. Unión Nacional de Productores de Azúcar, S.A.; Administración de Ferrocarriles Nacionales de México, S.A.; Mexargo, S.A.; Salvador Rivera Caloca (de Molino Cuauhtémoc, S.A.); Vicente Lomelín (de Harinera de México, S.A.); Almacenadora, S.A.; Fernando Leal Novelo (de Asociación Nacional de Almacenistas, Comerciantes de Víveres y Similares); Guadalupe García; Confederación de Trabajadores Mexicanos y la Confederación Nacional Campesina.

Otras facultades que tenía NADYRSA eran los subsidios a la importación y a la exportación; las facilidades para que su opinión fuera escuchada en los organismos encargados de reglamentar las cuotas de almacenamiento, las tarifas de transporte, los volúmenes para la exportación de productos y las especificaciones de los productos que manejaba.

Durante la segunda guerra mundial, el gobierno mexicano tomó una serie de medidas, entre las que destacan la creación de los consejos mixtos de economía regional, éstos proponían a la Secretaría de Economía los precios del maíz, frijol y arroz más convenientes para su jurisdicción, asimismo debían informar sobre las necesidades o excedentes en sus regiones.

En 1943, se formó un consorcio integrado por el Banco Nacional de Crédito Agrícola, S.A., el Banco Nacional de Crédito Ejidal, S.A., la Compañía Nacional Exportadora, S.A. (CEIMSA) y la propia NADYRSA; éste consorcio tenía la finalidad de adquirir los productos agrícolas a precios remunerativos, de realizar el acopio de dichos productos en las zonas de producción, así como efectuar las reservas necesarias para asegurar el abasto en el mercado nacional e intervenir marginalmente en el mercado a fin de mantener la estabilidad de la oferta (García *et al.*, 2003). De acuerdo con Azpeitia (1994) el consorcio ya tenía la facultad de fijar precios mínimos.

Debido a que las actividades de NADYRSA y CEIMSA estaban vinculadas y eran complementarias, en septiembre de 1949 se ordenó la disolución de NADYRSA y la asignación de las funciones de ambas a CEIMSA (Azpeitia, 1994).

#### **2.4.4. La Compañía Exportadora e Importadora Mexicana, S.A. (CEIMSA)**

El 1° de septiembre de 1937 se creó CEIMSA, misma que operó como filial comercial del Banco Nacional de Comercio Exterior, con el fin de realizar las acciones que por cuestiones legales le estaban prohibidas a éste (Azpeitia, 1994), el fin último de CEIMSA era el de proteger el consumo de las mayorías a través de fomentar y organizar el comercio exterior de los productos agrícolas (CONASUPO, 1988a). CEIMSA operó como empresa paraestatal,

en su consejo de administración participaron el Banco de México, BANCOMEXT, los bancos agrícola, ejidal y nacional financiera.

El 14 de julio de 1949, por decreto del presidente Miguel Alemán, se facultó a la Compañía Exportadora e Importadora Mexicana, S.A., para llevar a cabo las operaciones de abastecimiento y regulación precios de artículos de consumo necesario, con lo cual se consolidó la intervención permanente del Estado en los asuntos de comercialización y abasto (CONASUPO, 1988a).

Para llevar a cabo dichas tareas, se le otorgaron a CEIMSA las siguientes franquicias y prerrogativas:

- Subsidios para la importación y exportación
- Facilidades para que su opinión sea escuchada por los organismos encargados de reglamentar las cuotas de almacenamientos, tarifas de transportes, erogaciones de los productos que maneja la sociedad y aforos para la exportación de productos.

Para facilitar el otorgamiento de créditos, el almacenamiento y el transporte de los bienes alimenticios que manejaba trabajo de manera estrecha con los bancos agrícola y ejidal, con ANDSA y con ferrocarriles nacionales (Azpeitia, 1994). En este esquema CEIMSA programaba y supervisaba, los bancos comunicaban la compra, ANDSA recibía los granos y certificaba la calidad y volumen y finalmente los bancos cubrían el valor de la operación con documentos de crédito de cargo de CEIMSA (CONASUPO, 1988a).

CEIMSA tenía los siguientes programas en favor de la política agrícola del país:

- Cooperar al fomento de la agricultura mediante los precios de garantía en aquellos renglones deficitarios de la producción o que requieran un estímulo para su incremento y con ello elevar el ingreso agrícola nacional.
- Organizar en cooperación con la Secretaría de Agricultura y Ganadería y con ANDSA el sistema nacional de bodegas agrícolas para la recepción, protección y

almacenamiento de las cosechas adquiridas. La capacidad de almacenamiento de CEIMSA en 1958 era de 1,600,000 toneladas.

- Estabilizar el mercado agrícola adquiriendo excedentes de producción, para evitar que los precios rurales bajen y vendiendo cuando los precios tienden a subir más allá de los niveles considerados como normales, para proteger a los consumidores.
- Proveer a la industria de materias primas agrícolas, buscando actuar como agencia reguladora del mercado, procurando estabilidad de precios y costos.
- Proteger el interés de los consumidores al procurar la estabilidad de los precios de consumo en productos que operaba.
- Realizar campañas tendientes a la mejor nutrición de la población, en particular de las clases populares de escasos recursos, proporcionándoles alimentos, como la leche, el pan y la tortilla, en el distrito federal a precios accesibles.
- Promover el establecimiento de tiendas de víveres en los centros de trabajo, en defensa del salario y poder de compra del trabajador, especialmente en periodos de anormalidad o en renglones de la alimentación, afectados por circunstancias transitorias o adversas, que tiendan a la elevación de los precios.
- Cooperar en la ampliación del mercado doméstico, para el mayor consumo de lo que el país produce, frente a las eventualidades y las fluctuaciones de las exportaciones y de los precios mundiales.
- Importan artículos básicos para alimentación, cuando el interés público así lo exija, en particular cuando las cosechas nacionales se hayan afectado por circunstancias fortuitas y por otros riesgos que regularmente afectan a la agricultura, en particular a la que se realiza en tierras de temporal.
- Exportar excedentes, cuando es posible y conveniente y como consecuencia de las transacciones realizadas con los agricultores o en apoyo y servicio de éstos.
- Colaborar en la mejor movilización de las mercancías para almacenarlas en los lugares de mayor interés nacional, mediante programas que faciliten los servicios de los ferrocarriles nacionales de México.

El sistema de compras y almacenamiento de granos, evidenció que ANDSA, por su organización específica, era la única organización que podía dar un buen servicio y de paso, al disponer de mayores ingresos, se pudo integrar como sistema nacional y superar sus prácticas de conservación, controles y costos. ANDSA fue la única que recibió granos a nombre de CEIMSA, y por primera vez se hizo cumpliendo normas de calidad certificadas por análisis de laboratorio.

En lo que se refiere a la distribución, CEIMSA con base en estadísticas y necesidades de consumo reales por regiones y plazas, formulaba periódicamente los programas de almacenamiento y distribución de los granos adquiridos y almacenados, quedando a cargo de ANDSA hacer la entrega directa al mayoreo, mediante ordenes de CEIMSA y previo depósito bancario de los compradores.

En 1959, el gerente general de CEIMSA, elaboró un diagnóstico sobre el funcionamiento del organismo, en el cual propuso la transformación de la Compañía en una institución del servicio público que planifique, controle y ejecute, en un nivel técnico más alto, los precios de garantía en la compra de maíz, frijol y trigo; mantenga los precios reguladores en las ventas al menudeo de artículos de primera necesidad; limite los subsidios a que sólo beneficien a sectores de población de ingresos muy reducidos; descentralice algunas de sus funciones y dependencias para que se desempeñen por organismos ya especializados o de nueva creación, que sean administrados bajo normas de iniciativa privada; coordine sus actividades con sectores del comercio que ofrezcan una cooperación patriótica y responsable; suprima personal no necesario para abatir con otras medidas complementarias los costos de administración y finalmente; sugiere la creación de un órgano crediticio que tenga a su cargo la integración y modernización de las industrias de alimentación y vestidos populares, que producen para consumo de obreros y campesinos.

Derivado de la reorganización, la principal función de CEIMSA continuó siendo el establecimiento de precios de garantía a productos agrícolas, en favor de ejidatarios y pequeños agricultores, especialmente en los casos del trigo, maíz y frijol. Además se mantuvo la función de recepción, almacenamiento y conservación de granos,

especialmente en los casos en que el precio de garantía era establecido por CEIMSA. Otra función fue la regulación de precios en artículos de primera necesidad, sosteniendo precios bajos al consumidor. Además la función de manejo descentralizado de industrias de transformación. La política de subsidios sobre una base de doble finalidad: mantener un nivel de precios para único beneficio de los muy pobres y controlar los aumentos improcedentes como protección a los consumidores en general.

CEIMSA es sustituida por la Compañía Nacional de Subsistencias S.A. Ésta última debía cumplir los grandes objetivos de la Compañía Exportadora e Importadora S.A.

#### **2.4.5. La Compañía Nacional de Subsistencias Populares, S.A (CONASUPOSA)**

El 25 de marzo de 1961, el presidente de la República, Adolfo López Mateos, decide darle un nuevo impulso a CEIMSA, situándola en el centro de la adquisición, comercialización y distribución de los productos básicos, creando a CONASUPO S.A. que absorbió a la antigua CEIMSA y la amplió con mayores tareas y con la creación de filiales, a fin de evitar que el aumento de funciones se tradujera en mayor burocracia. De esta manera se transformó en un órgano esencialmente coordinador de esfuerzos dispersos en distintos organismos (CONASUPO, 1988a).

CONASUPOSA estaba formada por CEIMSA (en liquidación), el Banco de México, S.A., el Banco Nacional de Comercio Exterior, S.A., Almacenes Nacionales de Depósito, S.A. y Ferrocarriles Nacionales de México, organismo público descentralizado.

El nuevo organismo, tenía entre sus objetivos intervenir en los fenómenos de producción, distribución y consumo de artículos de primera necesidad, proteger y mejorar el ingreso rural a través de una acción más decidida en los mercados de compra de productos agrícolas, y en los mercados de consumo para que los artículos de primera necesidad lleguen a la población necesitada en volumen suficiente, precios bajos y calidades satisfactorias.

De acuerdo con la cláusula quinta del contrato social de CONASUPOSA, se tenía por objeto:

- La compra, transformación, conservación y venta de artículos perecederos de consumo necesario, bien directamente o por cuenta de terceros.
- La compra, transformación, conservación y venta de materias primas y productos elaborados para la cría y alimentación de ganado mayor y menor.
- La promoción, organización y operación, por si o a través de tercero, de sistemas de autocamiones para el transporte, distribución y venta de artículos y productos propios de la alimentación humana y animal.
- Realizar por si o a través de terceros y siempre por encargo de dependencias, organismos o empresas de Estado, de organizaciones de productores agrícolas o de entidades clasistas campesinas, servicios sociales de auxilio en favor de ejidatarios y pequeños agricultores con el muestreo, análisis y certificación de granos que entreguen en compras de primera mano, y en la supervisión de dichas operaciones, para que los compradores les cubran por lo menos los precios oficiales de garantía que estén vigentes.
- La adquisición, enajenación y administración de instalaciones muebles e inmuebles y de los equipos necesarios para el debido cumplimiento de sus objetivos fundamentales.
- La realización de todos los actos y la celebración de todos los contratos que estén relacionados con el cumplimiento de los fines anteriores.

El 21 de agosto de 1965, según la escritura de disolución y liquidación de CONASUPOSA estuvo presente Carlos Hank González, gerente general de la sociedad anónima y posterior director general de CONASUPO.

#### **2.4.6. La Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO)**

El primero de abril de 1965, por decreto presidencial de Gustavo Díaz Ordaz la Compañía Nacional de Subsistencias Populares, S.A. (CONASUPOSA) es sustituida por el Organismo

Público Federal Descentralizado de servicio social denominado Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO). Su nueva estructura la hacía dejar de ser una entidad mercantil y la convertía en un organismo de servicio eminentemente social (CONASUPO, 1988b).

El consejo de administración es la máxima autoridad de CONASUPO, lo integraban los secretarios de programación y presupuesto; de hacienda y crédito público; de patrimonio y fomento industrial; de agricultura y recursos hidráulicos y el de comercio, a éste último le correspondía la presidencia del consejo. A los secretarios se les suma el director general de CONASUPO y el secretario del gabinete agropecuario (Camargo y Duran, 1982).

Con el fin de combatir el rezago agrario representado por el caciquismo la CONASUPO se interesó en desterrar en la medida de lo posible las prácticas ilícitas de intermediarios y acaparadores. Por el lado del consumidor, la institución asumía la responsabilidad directa de promover, organizar y operar sistemas comerciales adecuados para comprar, envasar, distribuir y vender subsistencias populares (CONASUPO, 1988b).

En un principio la recepción de CONASUPO se llevaba a cabo en vagones de ferrocarril que CONASUPO situaba lo más cerca posible de los centros productores, pero que obviamente no le permitían contar con los medios técnicos necesarios para aplicar con precisión las normas de calidad y tener una adecuada recepción y almacenamiento. La comisión operadora de Graneleros del Pueblo (COGRAP) construyó con mano de obra campesina 1109 centros de recepción en 20 estados de la República con un total de 1008 silos cónicos y 2550 bodegas rectangulares, en conjunto tenían una capacidad de 1,033,250 toneladas (Camargo y Duran, 1982).

En 1971, por acuerdo presidencial los Graneleros del Pueblo pasaron a ser filial de la CONASUPO mediante la creación de Bodegas Rurales CONASUPO, S.A. (BORUCONSA) cuyo crecimiento fue consecuencia de la demanda de instalaciones en el campo mexicano. El desarrollo económico del país fue excediendo la capacidad operativa de BORUCONSA, por lo que en 1974, por acuerdo presidencial CONASUPO adquirió las acciones que

representaban el capital social de Almacenes Nacionales de Depósito, S.A. (ANDSA), logrando entre ambas abrir 1862 centros de recepción en la República.

La intervención de CONASUPO como organismo regulador y de abasto hace que incremente su capacidad de almacenamiento conforme crece el país y de acuerdo a las necesidades del mercado. En 1977, ANDSA y BORUCONSA tenían una capacidad de almacenaje en sus instalaciones de 5.3 millones de toneladas, para el año 1978, la capacidad era de 7.5 millones de toneladas. Las necesidades de almacenamiento excedieron dicha capacidad, de tal manera que se habilitaron bodegas particulares, en 1977, éstas podían almacenar hasta un millón 483 mil toneladas y para 1982 tenían una capacidad de 2.8 millones de toneladas. En conjunto, ANDSA, BORUCONSA y las bodegas privadas, en 1982, tenían una capacidad de 10 millones 382 mil toneladas.

Cuando la capacidad anteriormente señalada resulta insuficiente, se utilizan terrenos planos para habilitar bodegas a cielo abierto, las cuales tienen paredes de costales llenos de granos y se techan con lonas. En 1977 tenían una capacidad de 1.8 millones de toneladas, en 1982 ésta se incrementó a 3.6 millones de toneladas.

El sistema CONASUPO fue el más grande en su género, participó en los ámbitos agropecuario, industrial y comercial. Debido al crecimiento del país y al desarrollo de la institución se incorporaron empresas filiales, mismas que en su mayoría fueron sociedades anónimas con recursos operativos propios.

Las empresas filiales que participaron con CONASUPO fueron: Sistema de Distribuidora CONASUPO, S.A. de C.V.; Impulsora del Pequeño Comercio S.A de C.V.; Centros CONASUPO de Capacitación, S.C.; Fideicomiso Comisión Promotora CONASUPO para el Mejoramiento Social; Industrias CONASUPO, S.A. de C.V.; Leche Industrializada CONASUPO, S.A. de C.V.; Maíz Industrializado CONASUPO, S.A. de C.V.; Trigo Industrializado CONASUPO, S.A. de C.V.; Almacenes Nacionales de Deposito, S.A. y Bodegas Rurales CONASUPO, S.A. de C.V.

## 2.5. Privatización de ANDSA y liquidación de BORUCONSA

La desaparición de los precios de garantía del trigo, arroz, sorgo, cebada y soya en 1988 representó el inicio del proceso de desmantelamiento y privatización de una de las principales instituciones en el México moderno, el sistema CONASUPO. En 1998, desaparecen todos los precios de garantía, incluidos el de maíz y frijol, se privatiza ANDSA y se liquida BORUCONSA y evidentemente desapareció la CONASUPO. Junto a la desaparición de los precios de garantía se canceló la participación del estado en la compra de las cosechas (Rodríguez y Suarez, 1998).

ANDSA<sup>19</sup> se fundó el 26 de marzo de 1936 por acuerdo presidencial, fue considerada una empresa de participación estatal debido a sus relaciones con el gobierno, fue una organización nacional auxiliar de crédito constituida como sociedad anónima. El antecedente más visible de ANDSA fueron los almacenes México-Veracruz<sup>20</sup> y los almacenes generales de depósito del crédito agrícola S.A., cuyas acciones eran controladas en su mayoría por el banco nacional de crédito agrícola (Carvajal, 1957).

BORUCONSA inició sus actividades el 2 de agosto de 1971, el antecedente de esta empresa data de 1966 con la Comisión Operadora de Graneleros del Pueblo. El 5 de septiembre de 1998 la Secretaría de Hacienda y Crédito Público autorizó a la SAGAR para que procediera a disolver y liquidar a BORUCONSA (Rodríguez y Suarez, 1998).

Tomando en consideración que ANDSA fue un organismo auxiliar de crédito, además almacén general de depósito y una institución paraestatal, de manera general sus objetivos eran: almacenar, guardar y conservar los bienes o mercancías que se le entreguen en custodia por los depositantes, expidiéndoles a éstos certificados de depósito susceptibles de pignoración dentro del mercado.

---

<sup>19</sup> Para operar ANDSA adquirió bodegas de almacenes México-Veracruz y de los almacenes generales de depósito del crédito agrícola.

<sup>20</sup> fueron los primeros almacenes generales de depósito que operaron en México y tenían una función de iniciativa privada, no cumplían una misión social.

Específicamente las funciones y atribuciones de ANDSA eran:

- Almacenar, guardar y conservar bienes y mercancías.
- Realizar la transformación de las mercancías depositadas a fin de aumentar su valor, pero sin variar esencialmente su naturaleza.
- Certificar la calidad de los productos que guarda en sus almacenes, de conformidad con las normas de calidad tanto nacional como internacional.
- Expedir certificados de depósito y bonos de prensa.
- Elaborar toda clase de operaciones de crédito relacionadas con ese objeto y ejecutar actos y celebrar toda clase de contratos o convenios que sean necesarios o convenientes para llevar a cabo el mismo objeto.
- Proporcionar a sus clientes información periódica sobre movimientos y existencias de sus mercancías.
- Elaborar, si el depositante lo solicita, informes especiales.
- Tramitar, si el depositante lo pide, el seguro de sus mercancías contra incendio, rayo y/o explosión.
- Movilizar, si el depositante lo solicita, mercancías o bodegas de ANDSA en el mismo lugar o a cualquier punto del país que estén establecidas.
- Cubrir fletes, maniobras, acarreos, etc., con cargo al depositante.
- Entregar las mercancías en los lugares y en la forma que indique el depositante contra el pago de su valor o mediante recibo.
- Solicitar a petición del propietario, como almacén general de depósito, las bodegas de materias primas o de productos elaborados o semielaborados de los industriales y comerciantes, en las que se prestarán los mismos servicios como si se tratara de bodegas propiedad de la empresa.
- Recibir en depósito mercancías nacionales o extranjeras de cualquier clase.
- Tramitar el pago de los derechos de importación ante las autoridades hacendarias, teniendo la empresa la facultad de posponer el pago hasta dos años, pero debiendo cubrir los impuestos correspondientes a los artículos que parcialmente salgan del almacén.

- Adquirir, explotar o enajenar bienes muebles o inmuebles y derechos reales que directa e indirectamente pueden ser utilizados en los objetos con la salvedad de que no está capacitada para adquirir terrenos o fincas rústicas destinadas a fines agrícolas.

Por su parte, BORUCONSA tenía los siguientes objetivos:

- Coadyuvar a la organización de la participación activa de los campesinos en la comercialización de sus cosechas, proporcionándoles la capacitación necesaria para que se conviertan en factores dinámicos y conscientes del desarrollo de sus comunidades.
- Operar, administrar, acondicionar y mantener en buen estado de funcionamiento los silos, almacenes y bodegas rurales, tanto los ya construidos como los que en el futuro edifiquen los campesinos con intervención de CONASUPO, así como cualquier otra clase de centros receptores, almacenes o bodegas destinadas a guardar y conservar toda clase de frutos o productos agrícolas industrializados o no, fertilizantes, insecticidas y parasiticidas, aperos de labranza y equipo agrícola, bienes de consumo popular, etc.
- Organizar eficientemente la operación de los silos, almacenes y bodegas rurales, aplicando, los sistemas adecuados para la recepción, almacenamiento, conservación, distribución y venta de los productos que en ellos se manejan.
- Llevar a cabo todos los actos jurídicos mercantiles necesarios para el cumplimiento de los objetivos anteriores.
- Realizar todas las finalidades descritas dentro de los programas oficiales de promoción, del desarrollo rural, de comercialización de los productos del campo, de distribución de subsistencias populares y de industrialización de la producción agrícola.

De 1936 a 1994, el estado mexicano construyó uno de los sistemas de acopio y almacenamiento de granos y oleaginosas más grande y eficiente del mundo. Con la creación de ANDSA en 1936, de Graneleros del Pueblo en 1965 y de BORUCONSA en 1971,

se desarrolló una red de acopio y almacenamiento con presencia en prácticamente todas las zonas agrícolas y todas las ciudades medianas y grandes del país (Rodríguez y Suarez, 1998).

CONASUPO, a través de Graneleros del Pueblo y de BORUCONSA, impulsó la construcción de 1371 centros de acopio a lo largo y ancho del campo mexicano con una capacidad total de almacenamiento bajo techo y a la intemperie de 4 millones de toneladas. ANDSA despegó una red de almacenamiento para la concentración y distribución de granos en la ciudades para satisfacer las necesidades de los molineros-nixtamaleros, las industrias procesadoras y los sistemas gubernamentales de abasto de alimentos, de 1936 a 1990 se construyeron casi mil bodegas con una capacidad de almacenamiento de 4.5 millones de toneladas (Rodríguez y Suarez, 1998).

Entre ANDSA y BORUCONSA se integró una red de nacional que se extendía desde los más remotos centros de producción agrícola hacía todas las capitales de los estados y las principales ciudades del país, pasando por terminales graneleras en puertos y fronteras. El sistema de acopio y almacenamiento le permitió a CONASUPO tener la capacidad operativa real de intervenir y regular los mercados a través de compras ilimitadas a precios de garantía, de construir y administrar las reservas estratégicas de alimentos, de movilizar las cosechas desde las zonas de producción hasta las zonas de consumo, de realizar importaciones y de distribuir los alimentos y materias primas a los miles de molinos nixtamaleros y a la mayoría de las localidades urbanas y a una parte importante de la población rural. Con la desaparición de CONASUPO y la desincorporación de ANDSA y BORUCONSA, el estado renuncia a su rectoría y responsabilidad de la seguridad alimentaria de los mexicanos y la traslada al mercado (Rodríguez y Suarez, 1998).

## Capítulo 3. Situación mundial y nacional del maíz

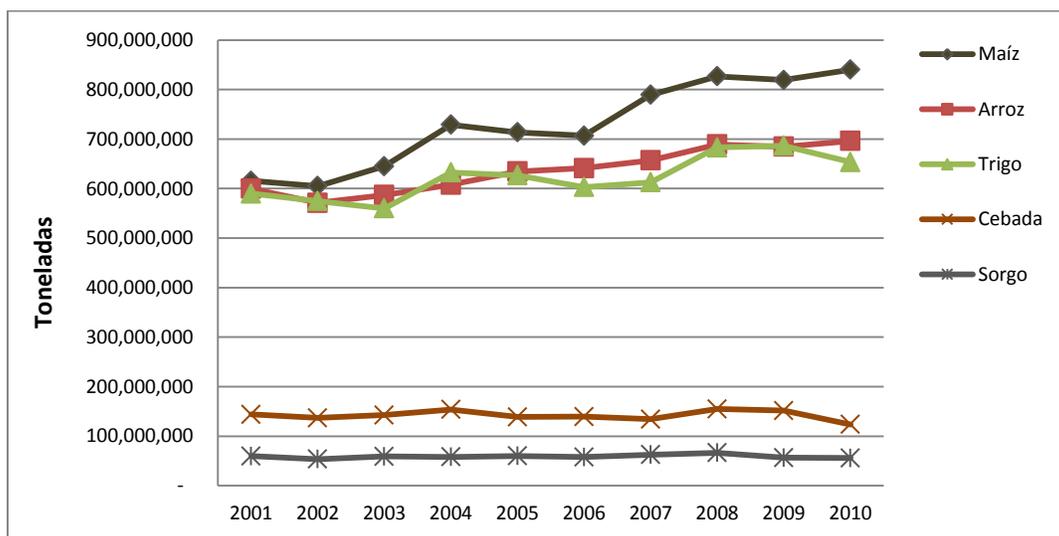
En este capítulo se presenta un panorama de la producción y comercialización de maíz a nivel nacional e internacional. En primera instancia, se describe la tendencia de los principales países productores, importadores y exportadores del grano en el mundo; posteriormente, se analiza el entorno nacional, a partir de variables de superficie, niveles de producción, rendimientos y precios medios rurales.

### 3.1. Entorno mundial

#### 3.1.1. Superficie cosechada, rendimientos y producción mundial

En el mundo se producen cerca de 2,500 millones de toneladas de cereales, de las cuales 96% corresponden a maíz, arroz, trigo, cebada y sorgo. Entre estos, el maíz es el grano de mayor importancia, en el año 2010 se produjeron alrededor de 840 millones de toneladas, cosechadas en 161.7 millones de hectáreas, lo cual representó 34% de la producción mundial de cereales (Gráfica 3) y 24% de la superficie cosechada (FAOSTAT, 2012). Asimismo, durante los últimos diez años, el maíz ha tenido el crecimiento más acelerado de los granos básicos, con una tasa media de crecimiento anual de 4%, comparada con 2% en arroz, 1% en trigo y cebada, y 0.5% en sorgo.

Gráfica 3. Producción de los principales cereales en el mundo (2001-2010)



Fuente: Elaboración propia con información de FAOSTAT, 2011.

Estados Unidos es el principal productor de maíz en el mundo, en promedio durante 2001-2010, produjo el 41% y cosechó el 21% del área destinada a este cultivo. Asimismo, aunque el maíz se produce prácticamente en todo el mundo, solo cinco países concentran las tres cuartas partes de la producción mundial, entre los cuales se ubica México (Cuadro 6).

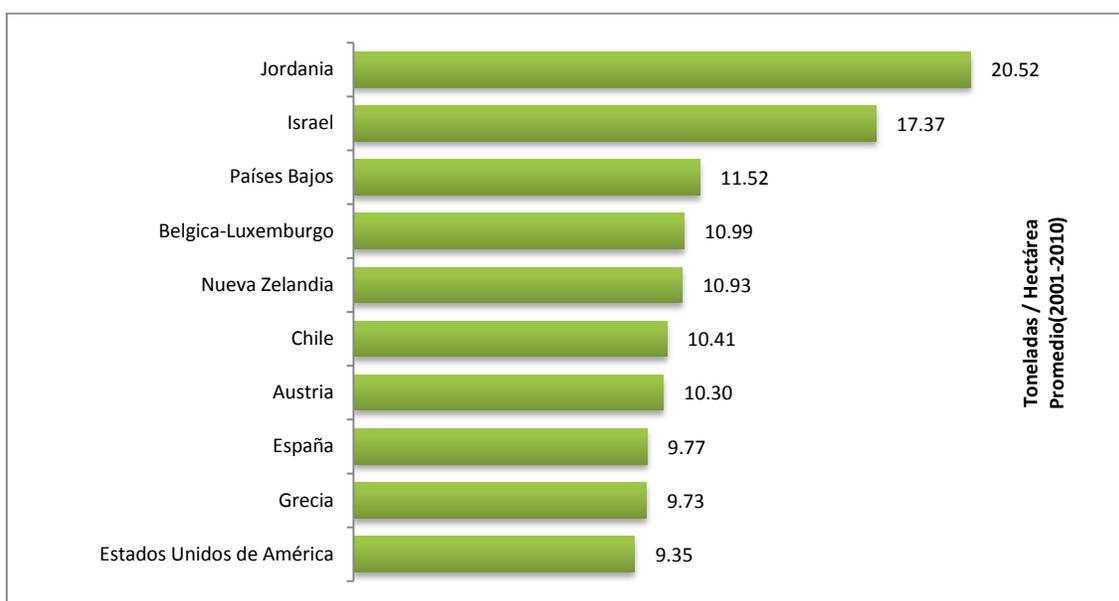
**Cuadro 6. Principales países productores de Maíz en el mundo**

País	Producción (toneladas) 2010	% Mundial (2001-2010)	TCMA (2001-2010)	Área Cosechada (hectáreas) 2010	% Mundial (2001-2010)	TCMA (2001-2010)
 Estados Unidos	316,165,000	40.9%	2.74	32,960,400	21.4%	1.71
 China	177,540,788	20.5%	4.51	32,517,868	19.3%	2.95
 Brasil	55,394,800	6.6%	2.82	12,683,400	9.0%	0.28
 México	23,301,900	3.1%	1.47	7,148,050	5.1%	-0.88
 Argentina	22,676,900	2.5%	3.97	2,902,750	1.9%	0.31
 <b>Mundo</b>	<b>804,767,045</b>	<b>100.0%</b>	<b>3.08</b>	<b>153,280,705</b>	<b>100%</b>	<b>1.59</b>

Fuente: Elaboración propia con información de FAOSTAT, 2011.

Los rendimientos más elevados y con un crecimiento más acelerado durante los diez últimos años en la producción de maíz se observan en Jordania e Israel, que en promedio cosechan 20.5 y 17.4 toneladas por hectárea, cifras que se encuentran muy por encima del promedio mundial de 3.5 ton/ha. Entre los principales productores de maíz, destaca el rendimiento en Estados Unidos y Argentina, que en promedio entre 2001 y 2010 cosecharon 9.4 y 6.5 ton/ha respectivamente, en comparación con los rendimientos promedio de China, Brasil y México, que se ubicaron en 5.2, 3.6 y 3 ton/ha respectivamente (Gráfica 4).

**Gráfica 4. Países con mayores rendimientos de Maíz en el mundo**



Fuente: Elaboración propia con información de FAOSTAT, 2011.

### 3.1.2. Precios al productor a nivel mundial

Haciendo un comparativo de precios pagados al productor durante los últimos diez años entre los cinco principales países productores, se observa que China encabeza la lista, con un promedio de 207 dólares pagados al productor por tonelada de maíz. Asimismo, aunque México es el segundo país con mayor precio pagado al productor, es en el que menos se han incrementado los precios en dicho periodo (Cuadro 7).

**Cuadro 7. Precios al productor en los principales países productores de Maíz**

País	2010	Promedio (2001-2010)	TMCA
China	US\$ 273	US\$ 207	5.8
México	US\$ 223	US\$ 185	3.7
Brasil	US\$ 170	US\$ 132	9.4
Estados Unidos de América	US\$ 213	US\$ 122	10.6
Argentina	US\$ 135	US\$ 99	4.9
Promedio Mundial	US\$ 372	US\$ 266	7.1

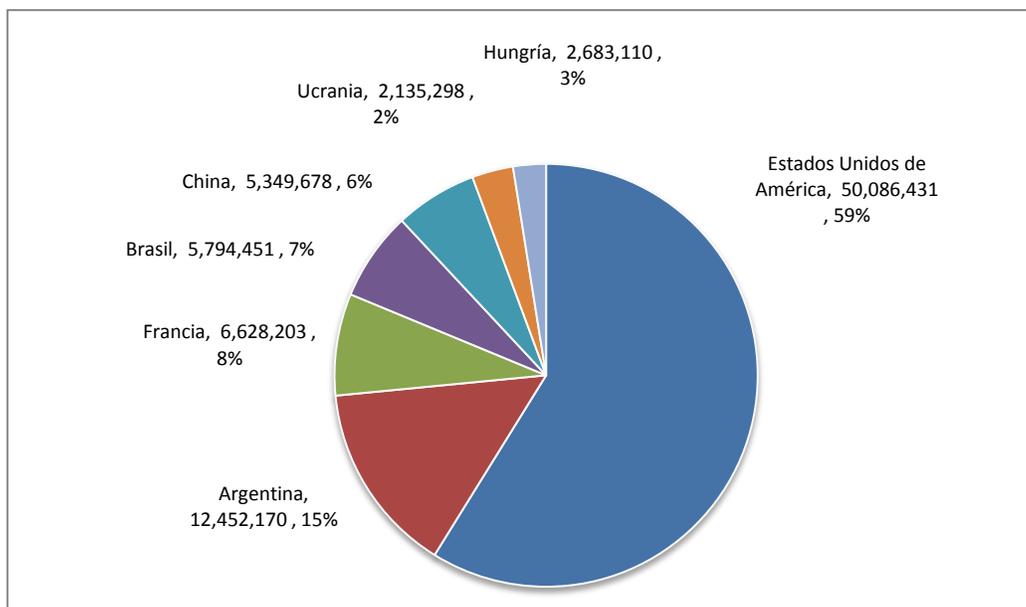
Fuente: Elaboración propia con información de FAOSTAT, 2011.

### 3.1.3. Exportaciones e importaciones mundiales

En el comercio internacional de maíz, Estados Unidos figura como principal exportador, ya que solo este país concentra la mitad de todas las exportaciones de maíz en el mundo, a este país se le suman Argentina, Francia, Brasil y China, para acumular más del 80% de las exportaciones mundiales (Gráfica 5).

Por otro lado, aunque México participa sólo con el 0.17% de las exportaciones mundiales, durante los últimos diez años presenta el crecimiento más acelerado del Continente Americano, con una tasa de crecimiento media anual de 48%, comparada por ejemplo con 0.6% de Estados Unidos o 6.75% de Brasil.

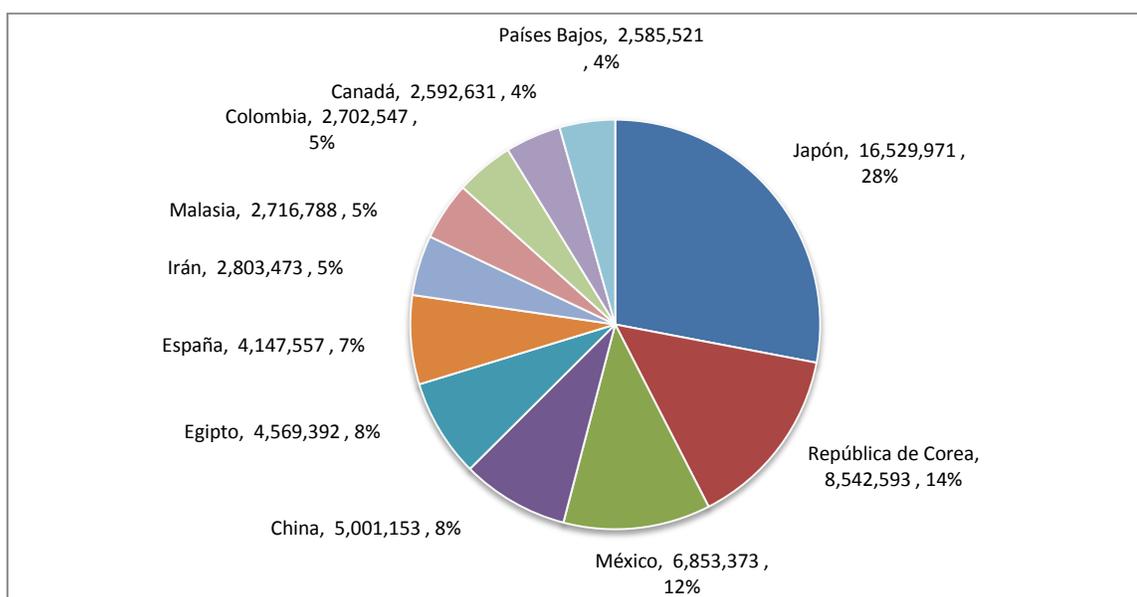
**Gráfica 5. Principales países exportadores de maíz**



Fuente: Elaboración propia con información de FAOSTAT, 2011.

En cuanto a importaciones se refiere, los principales países son Japón, República de Corea y México, sin embargo, se encuentran mucho menos concentradas, ya que estos países acumulan solo una tercera parte de todo el maíz que se importa en el mundo (Gráfica 6).

**Gráfica 6. Principales países importadores de maíz**



Fuente: Elaboración propia con información de FAOSTAT, 2011.

## 3.2. Entorno nacional

### 3.2.1. Superficie cosechada, rendimientos y producción en México

A nivel nacional, el maíz representa el 63% de la superficie cosechada de granos y el 61% de la producción, con un rendimiento promedio de 2.9 ton/ha. Sigue en importancia tanto en superficie cosechada como el volumen de producción el sorgo y en tercer lugar el trigo, sin embargo, ambos presentan mayores niveles de rendimiento que el maíz (Cuadro 8).

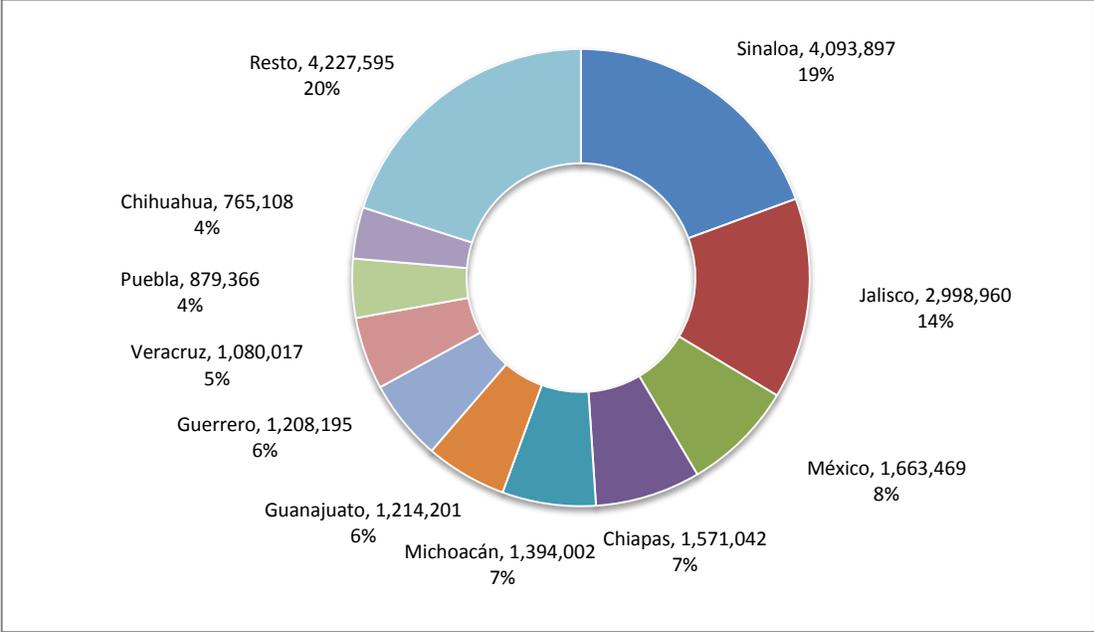
**Cuadro 8. Superficie cosechada, producción y rendimiento de granos básicos en México**

Riego + Temporal	Superficie Cosechada (Ha.)		Volumen Producción (Ton.)		Rendimiento (Ton. / Ha.)
Trigo Grano	662,221.35	6.86%	3,627,510.83	12.52%	5.48
Sorgo Grano	1,728,228.45	17.89%	6,429,311.46	22.19%	3.72
Maíz Grano	6,069,091.63	62.84%	17,635,417.31	60.87%	2.90
Frijol	894,972.06	9.27%	567,779.15	1.96%	0.63
Cebada Grano	218,344.21	2.26%	487,448.05	1.68%	2.23
Avena Grano	51,655.40	0.53%	50,582.48	0.17%	0.97
Arroz Palay	34,037.44	0.35%	173,460.78	0.60%	5.09
<b>TOTAL</b>	<b>9,658,550.54</b>	<b>100.00%</b>	<b>28,971,510.06</b>	<b>100.00%</b>	<b>21.05</b>

Fuente: Elaboración propia con información de SIACON, 2012.

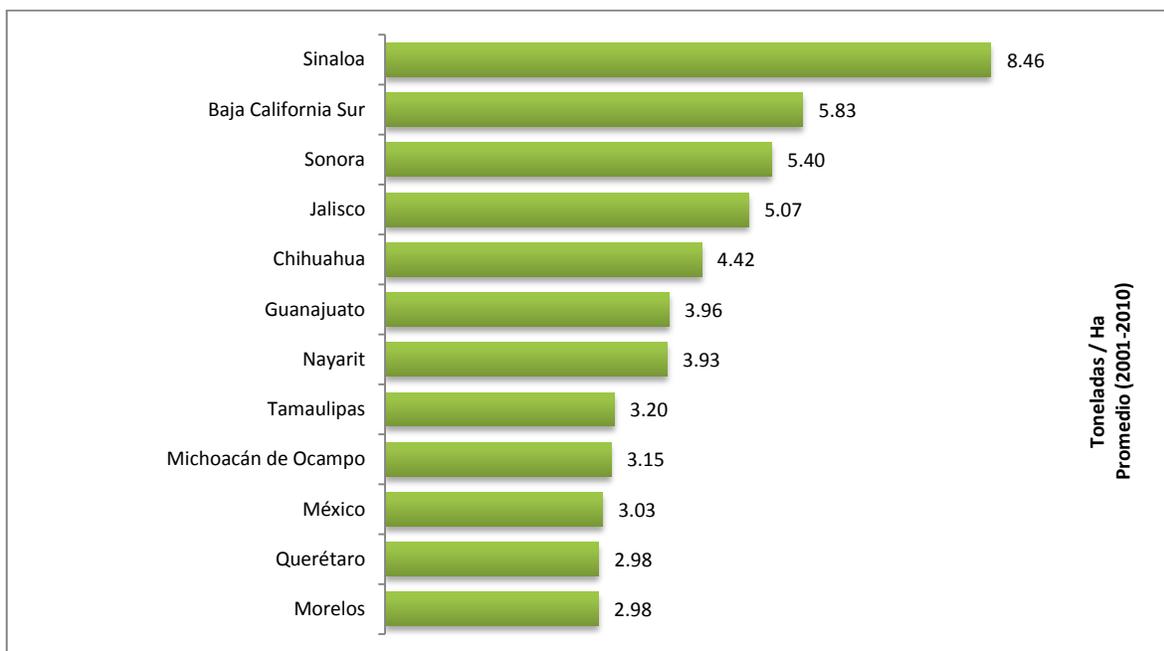
Durante el año agrícola 2011, solo cinco estados concentraron la mitad de la producción en el país, estos fueron: Sinaloa, Jalisco, Chiapas, Michoacán y Guerrero (Gráfica 7). Aunque el estado de Chiapas es el que presenta mayor superficie cosechada, con alrededor de 11% de la superficie nacional promediando los últimos diez años, y Sinaloa representa en el mismo periodo cerca del 7%; la diferencia en rendimientos es muy grande, ya que en promedio Chiapas cosechó 2 ton/ha y Sinaloa 8.5 ton/ha. En consecuencia, los estados como Sinaloa, cuyos rendimientos son los más elevados, aseguran un mayor nivel de producción a pesar de destinar menor superficie a este cultivo (Gráfica 8).

**Gráfica 7. Principales estados productores de maíz en México**



Fuente: Elaboración propia con información de SIACON, 2012.

**Gráfica 8. Estados con mayores rendimientos de Maíz en México**

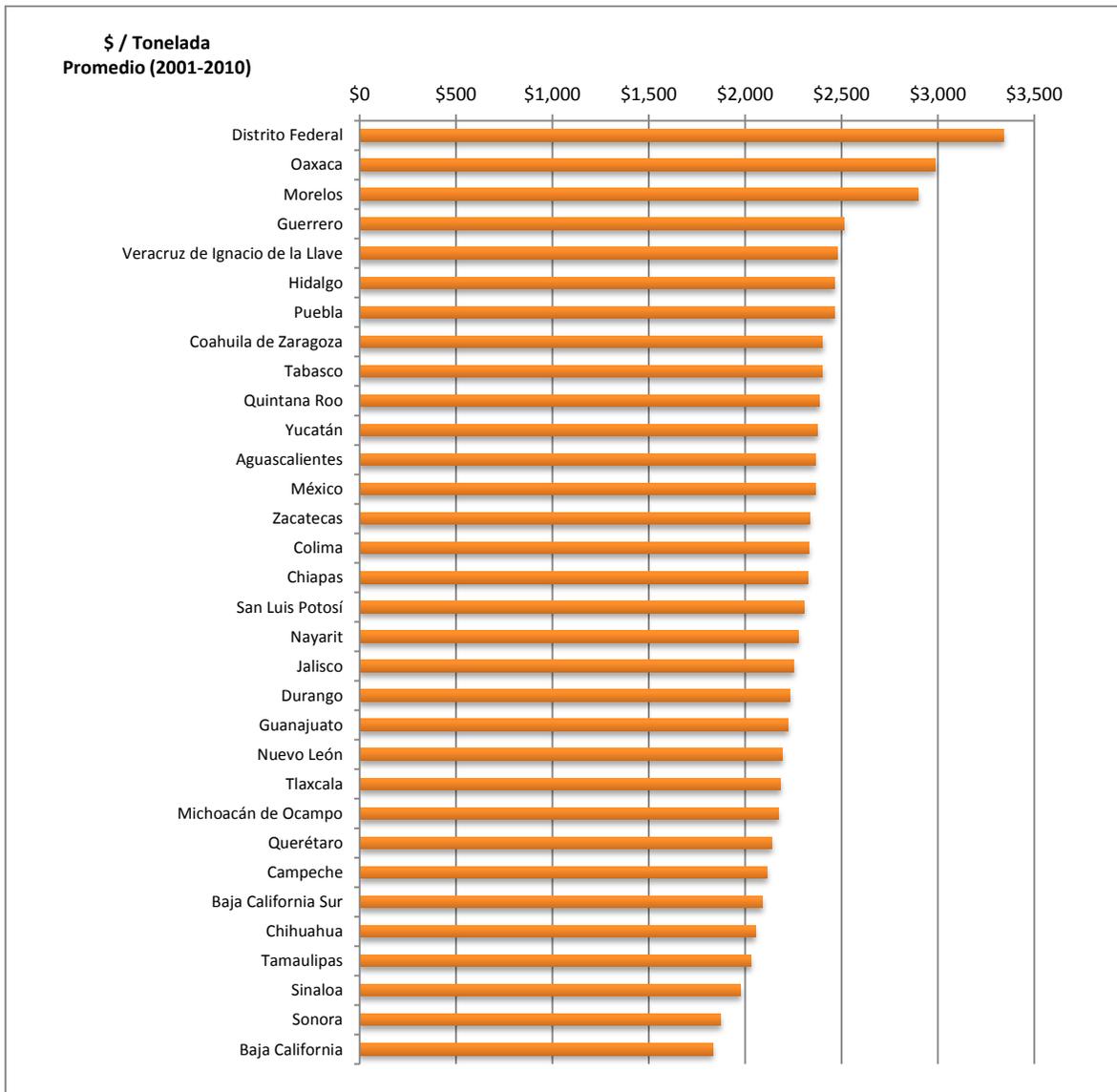


Fuente: Elaboración propia con información de SIACON, 2012.

### 3.2.2. Precios medios rurales en México

Durante el periodo 2001-2010, los precios medios rurales se observaron más favorables para los productores de los estados del centro y sureste del país, particularmente en el DF, Oaxaca y Morelos, oscilaron en promedio en \$3,000 /ton durante los últimos años. No obstante, debe tomarse en cuenta que se trata de precios corrientes, en los cuales no es posible ver el efecto en el alza de precio de los insumos (Gráfica 9).

**Gráfica 9. Precios medios rurales de maíz en México**



Fuente: Elaboración propia con información de SIACON, 2012.

## Capítulo 4. El modelo de análisis de componentes principales y análisis clúster

Se analizaron 1158 almacenes de maíz ubicados en 28 estados de la república mexicana, de los cuales, seis estados concentran el 65% de las observaciones (Cuadro 10). En el Cuadro 9 se indican las variables que se tomaron en cuenta para llevar a cabo la clasificación.

**Cuadro 9. Descripción de las variables analizadas para realizar el modelo**

Variable	Descripción
X1 = Material principal de construcción	<i>Infraestructura principal en el almacén:</i> silos verticales de concreto, silos de lámina, bodegas de block y techo de lámina, bodegas de block y techo con losa de concreto, bodega de lámina o acero, bodega de ladrillo y concreto, bodega de piedra y/o adobe, piso de cemento y lona, piso y cubierta improvisada.
X2 = Indicador de equipamiento de manejo de grano	<i>Equipamiento de manejo de grano con el que cuenta el almacén en un listado de:</i> estibadores, secadoras, cribadoras, banda transportadora, aireadores, bazooka o transportadora helicoidal, tractor, sondas de muestreo preventivo, sondas de profundidad, envasadora, cosedora, montacargas, balanza y cangilones (14 = 100%).
X3 = Indicador de equipamiento de laboratorio	<i>Equipamiento de laboratorio con el que cuenta el almacén en un listado de:</i> determinador de humedad, balanza granataria, boerner, zarandas, sondas de alveolos, sondas de profundidad, aflatex y horno o estufa de desecamiento (8 = 100%).
X4 = Indicador de equipamiento de transporte	<i>Equipamiento de transporte con el que cuenta el almacén en un listado de:</i> vehículos de carga, espuela de ferrocarril, puerto para realizar cabotaje, patios de maniobras de al menos 50 m <sup>2</sup> y rampa de vaciado (5 = 100%)
X5 = Indicador de registros administrativos	<i>Registros administrativos que lleva el almacén para el manejo de granos:</i> inventarios, compras, pagos, entradas y salidas, facturación, programa de movilizaciones, registros de laboratorio (sanidad) y programa de cómputo especializado en manejo del almacén (8 = 100%).
X6 = Capacidad instalada	Capacidad instalada para la recepción de grano (en toneladas)

Fuente: Elaboración propia.

Para obtener dicha información, fueron usadas las bases de datos del “Estudio de gran visión y factibilidad económica y financiera para el desarrollo de infraestructura de almacenamiento y distribución de granos y oleaginosas para el mediano y largo plazo a nivel nacional”.

**Cuadro 10. Distribución de los almacenes analizados**

Estado	Almacenes	%	Acumulado (%)
Nuevo León	183	15.8%	15.8%
Chiapas	154	13.3%	29.1%
Jalisco	136	11.7%	40.8%
Sinaloa	100	8.6%	49.5%
Hidalgo	94	8.1%	57.6%
Tlaxcala	89	7.7%	65.3%
Michoacán	50	4.3%	69.6%
Sonora	47	4.1%	73.7%
Guanajuato	46	4.0%	77.6%
Tamaulipas	36	3.1%	80.7%
Veracruz	33	2.8%	83.6%
Guerrero	31	2.7%	86.3%
Querétaro	21	1.8%	88.1%
Chihuahua	20	1.7%	89.8%
Durango	18	1.6%	91.4%
Zacatecas	16	1.4%	92.7%
Oaxaca	15	1.3%	94.0%
Puebla	14	1.2%	95.3%
Coahuila	13	1.1%	96.4%
San Luis Potosí	8	0.7%	97.1%
Nayarit	7	0.6%	97.7%
Aguascalientes	5	0.4%	98.1%
Baja California Sur	5	0.4%	98.5%
Colima	5	0.4%	99.0%
Campeche	4	0.3%	99.3%
Tabasco	4	0.3%	99.7%
México	3	0.3%	99.9%
Yucatán	1	0.1%	100.0%

Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

#### 4.1. Análisis de Componentes Principales (ACP)

El análisis de componentes principales (ACP) se realizó en el paquete estadístico *SAS/STAT* versión 9.2. Debido a que las variables utilizadas se expresan en distintas unidades de medida se seleccionó el procedimiento *PRINCOM*, mismo que trabaja con variables estandarizadas. De esta manera se generó la matriz de correlaciones entre variables, los eigenvalores y la proporción de la varianza explicada por cada uno de ellos, los eigenvectores y los componentes principales. El criterio que se siguió para determinar el número de componentes a utilizar fue el de Kaiser que incluye sólo a aquellos componentes cuyos eigenvalores sean mayores a 1.

La matriz de correlación (Cuadro 11) muestra que las variables de equipamiento tanto de manejo de grano como de laboratorio (X2 y X3), equipo de transporte (X4), registros administrativos (X5) y capacidad instalada (X6) se correlacionan positivamente. En otras palabras, si un almacén tiene niveles altos de equipamiento de manejo de grano, por ejemplo, también tendrá niveles altos en equipamiento de laboratorio, equipamiento de transporte, registros administrativos y capacidad instalada, con correlaciones 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.

**Cuadro 11. Matriz de correlación**

	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 de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

La matriz de correlación justifica el análisis de componentes principales y en los eigenvalores correspondientes se observa que con solo dos componentes principales se explica el 75% de la varianza total de las variables estudiadas. Incluso, si sólo 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, ésta se explica a partir del segundo componente (Cuadros 12 y 13).

Asimismo, si la intención fuera tipificar a los almacenes principalmente 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, como el criterio para determinar el número componentes fue el de incluir sólo a aquellos con eigenvalores mayores a 1, se tomaron los dos primeros componentes, que además de reducir la cantidad de información explican satisfactoriamente el 75% de la varianza total.

De esta manera, el sistema que se obtiene para explicar en conjunto las seis variables analizadas es el que se conforma por los eigenvectores uno y dos, y se expresa de la siguiente manera:

$$Y1 = -.1572 X1 + 0.4816 X2 + 0.4500 X3 + 0.4498 X4 + 0.4317 X5 + 0.3901 X6$$

$$Y2 = 0.9268 X1 + 0.0680 X2 + 0.2637 X3 - 0.1575 X4 + 0.1983 X5 - 0.0527 X6$$

**Cuadro 12. Eigenvalores de la matriz de correlación**

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 de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

**Cuadro 13. Eigenvectores**

	Prin1	Prin2	Prin3	Prin4	Prin5	Prin6
<b>X1</b>	-0.1572	0.9268	0.1708	0.2489	0.1431	0.0693
<b>X2</b>	0.4816	0.0680	-0.0979	-0.2556	0.2701	0.7846
<b>X3</b>	0.4500	0.2637	-0.0740	-0.5997	0.1936	-0.5704
<b>X4</b>	0.4498	-0.1575	-0.0450	0.6643	0.5249	-0.2324
<b>X5</b>	0.4317	0.1983	-0.4755	0.2631	-0.6919	-0.0175
<b>X6</b>	0.3901	-0.0527	0.8530	0.0505	-0.3388	0.0046

Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

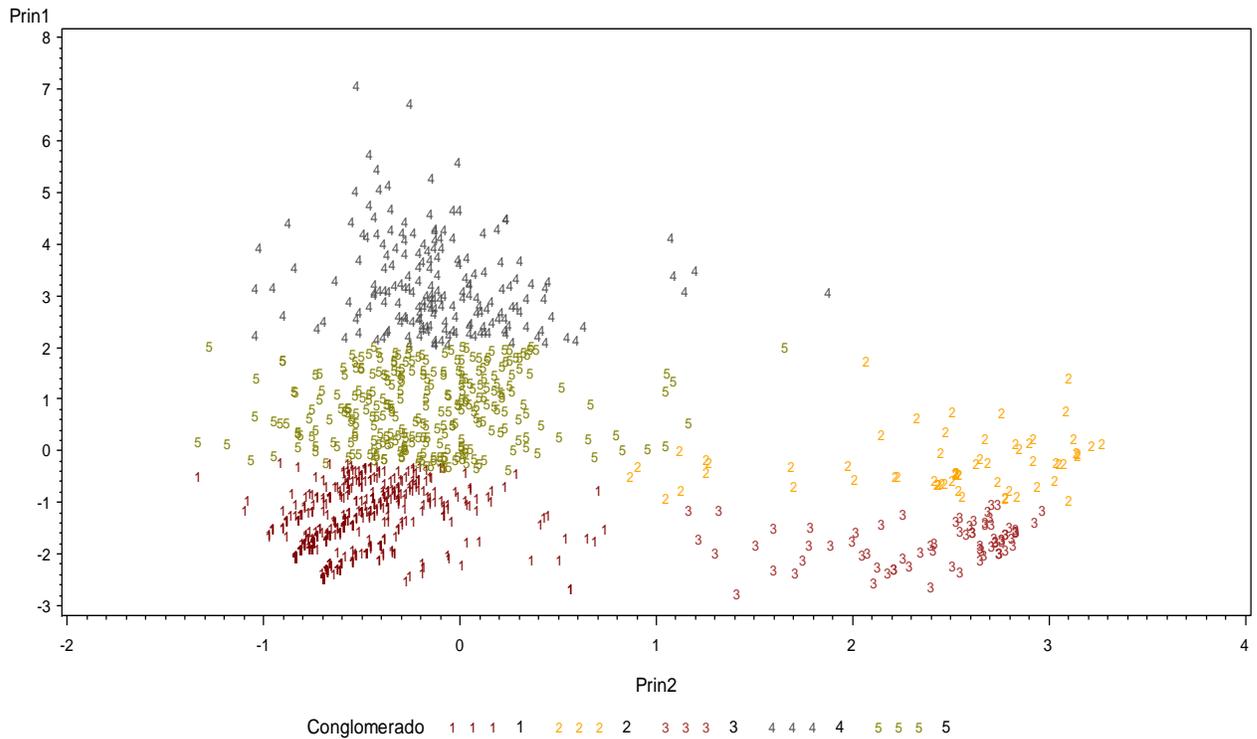
## 4.2. Análisis Clúster

Los dos primeros componentes principales se tomaron como el nuevo conjunto de datos 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.

El estadístico Pseudo F 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 5 clusters explican el 83% de la varianza de los datos, con lo cual se asume que el agrupamiento de los almacenes es adecuado (Cuadro 14).

Los resultados indican que el Cluster 1 agrupa el 47% de los almacenes, y tanto éste como los clusters 4 y 5 se explican 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. Por otro lado, 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, es decir, a diferencia de los otros tres grupos, carecen de infraestructura (Gráfica 10).

**Gráfica 10. Clusters de almacenes de maíz**

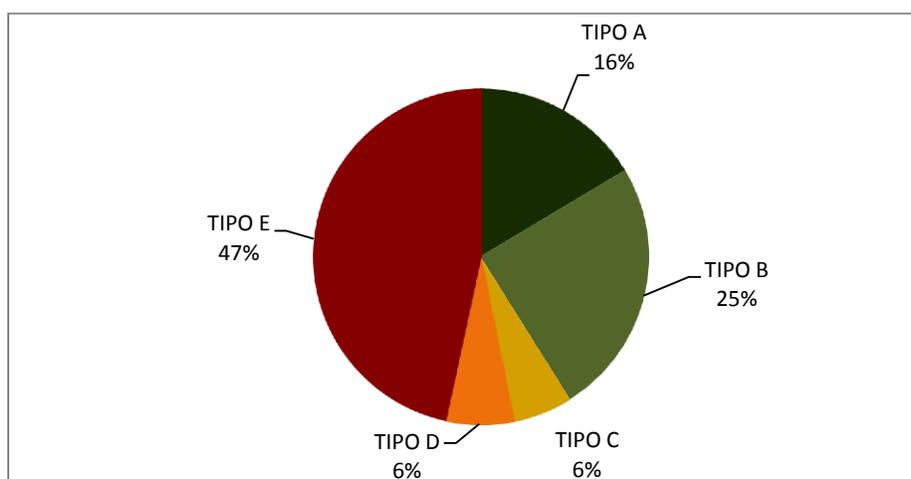


Fuente: Elaboración propia

A fin de facilitar el análisis de cada uno de los clusters, se renombraron 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 (Cuadro 15).

Los resultados indican que el 16% de los almacenes son Tipo A y el clúster más similar en características es el de los almacenes Tipo B; los almacenes Tipo B representan el 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 el 47% del total y su conglomerado más cercano es el de los almacenes Tipo B (Gráfica 10 y Cuadro 14).

**Gráfica 11. Distribución de los tipos de almacenes (%)**



Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

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.

**Cuadro 14. Resumen de clusters**

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

Estadístico Pseudo F = 1889.04

R-cuadrado general aproximado esperado = 0.83460

Criterio de agrupamiento cúbico = 9.397

Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

### 4.3. Tipología de almacenes

A continuación se describen las características particulares de cada clúster de almacenes, especificando capacidad de almacenamiento promedio, infraestructura principal, niveles de equipamiento para el manejo de grano, equipo de laboratorio y de transporte y registros administrativos que llevan a cabo en la operación.

#### **4.3.1. Almacenes Tipo A**

Representan el 16% del total de almacenes y su capacidad de almacenamiento promedio es de aproximadamente 40,000 toneladas. Se caracterizan por infraestructuras de silos de lámina, bodegas de block y techo de lámina, y ocasionalmente silos verticales de concreto. Se encuentran totalmente equipados para el manejo de grano y análisis de laboratorio. Como parte del equipo de manejo de grano destacan: secadoras, cribadoras, bandas transportadoras, aireadores, bazookas, tractores, sondas de muestreo preventivo, sondas de profundidad, cosedoras, básculas, cangilones, y ocasionalmente estibadores, envasadoras y montacargas. El equipo de laboratorio se conforma por: determinadores de humedad, balanza granataria, boerner, zarandas, sondas de alveolos, 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 llevan 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.

#### **4.3.2. Almacenes Tipo B**

Representan el 25% del total de almacenes y su capacidad de almacenamiento promedio es de aproximadamente 8,000 toneladas. Se caracterizan por infraestructuras de bodegas de block y techo de lámina principalmente, algunos cuentan con silos de lámina, y ocasionalmente 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 alveolos 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.

#### **4.3.3. Almacenes Tipo C**

Representan el 6% del total de almacenes y su capacidad de almacenamiento promedio es de aproximadamente 4,000 toneladas. Estos almacenes carecen de infraestructura, ya que en su mayoría son pisos de cemento con lona o pisos con cubierta improvisada, solo algunos se conforman por bodegas de piedra y/o adobe, bodegas de lámina o acero, o bodegas de ladrillo y concreto. Sin embargo, cuentan 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 equipamiento para el manejo de grano consiste en: estibadores, cribadoras, bazookas, sondas de muestreo preventivo y básculas. El equipo de laboratorio se conforma principalmente por determinadores de humedad, balanza granataria, zarandas y sondas de alveolos; 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. La administración de estos almacenes 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 movilizaciones y registros de sanidad.

#### **4.3.4. Almacenes Tipo D**

Representan también el 6% del total de almacenes y su capacidad de almacenamiento promedio es de 1,600 toneladas. Al igual que los almacenes tipo C, carecen de

infraestructura, sólo que la mayoría de estos son pisos con cubierta improvisada, y en menor medida pisos de cemento con lona, algunos son bodegas de piedra y/o adobe. A diferencia de los anteriores, el equipo básico para el manejo de grano y análisis de laboratorio es mínimo. Para el manejo del grano, la mayoría tiene báscula, y algunos tienen también estibadores, cribadores y bazookas. El equipo de laboratorio se conforma principalmente por determinadores de humedad, balanza granataria y zarandas, sin embargo, estos equipos se presentan solo en la mitad de este grupo de almacenes. La mayoría de estos almacenes no se encuentran equipados para el transporte del grano, sólo en algunos casos cuentan con patios 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.

#### **4.3.5. Almacenes Tipo E**

Representan casi el 50% del total de almacenes y su capacidad de almacenamiento promedio es de alrededor de 1,400 toneladas. Estos almacenes si cuentan con infraestructura que en su gran mayoría se conforma por bodegas de block y techo de lámina, sin embargo, cuentan con los niveles más bajos en el resto de los indicadores. Como parte del equipo para el manejo del grano, sólo la mitad de éstos cuenta con tractor y báscula. El equipo de laboratorio es prácticamente nulo, en casos aislados se cuenta con determinador de humedad. Asimismo, como parte del equipo de transporte únicamente destacan los vehículos de carga y ocasionalmente los patios de maniobras. Aproximadamente la mitad de estos almacenes cuenta con los registros administrativos mínimos, es decir, entradas y salidas de grano, pagos y compras, existen también algunos que llevan a cabo inventarios y facturación.

**Cuadro 15. Valores promedio por variable y 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
<b>TOTAL</b>	<b>3.7</b>	<b>0.38</b>	<b>0.30</b>	<b>0.32</b>	<b>0.53</b>	<b>9,529</b>

\* 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 de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

#### 4.4. Análisis comparativo por variable

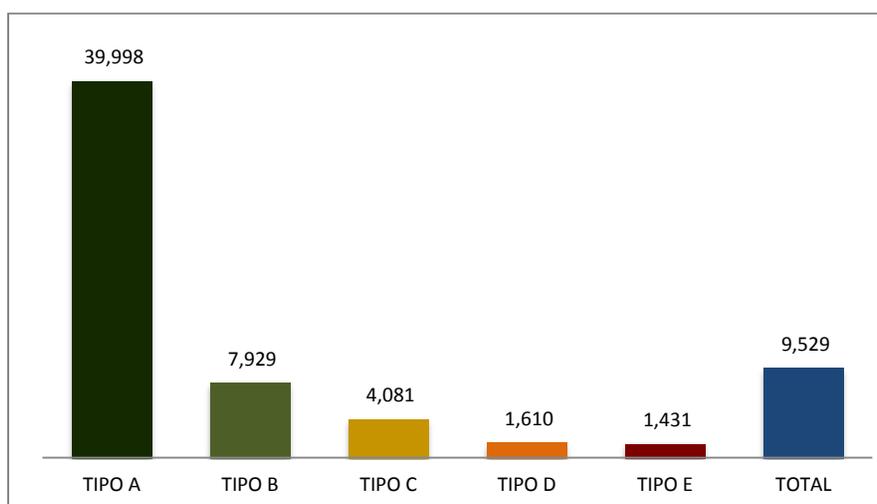
Una vez descritas las características de cada tipo de almacén, a continuación se realiza un análisis comparativo por tipo de almacén para cada una de las variables de estudio.

##### 4.4.1. Capacidad instalada

La capacidad de almacenamiento es tal vez la variable más clara para clasificar a los almacenes, ya que un almacén con gran capacidad muy probablemente contará con equipo de manejo y llevará a cabo prácticas de administración, sin embargo, en México existen almacenes con gran capacidad pero carentes de infraestructura adecuada y/o equipamiento.

A nivel nacional, los almacenes de maíz tienen en promedio una capacidad de 9,529 toneladas, los más grandes, clasificados como Almacenes Tipo A, almacenan en promedio cerca de 40,000 toneladas y los más pequeños ya sea bodegas o a la intemperie (Tipos D y E) almacenan alrededor de 1,431 toneladas. Por otro lado, los almacenes que podrían considerarse medianos, son aquellas bodegas bien equipadas que almacenan en promedio cerca de 8,000 toneladas, y los patios de piso de cemento cubiertos con lona que en promedio captan alrededor de 4,000 toneladas (Gráfica 12).

**Gráfica 12. Almacenamiento promedio por tipo de almacén (X6)**



Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

#### **4.4.2. Material de construcción**

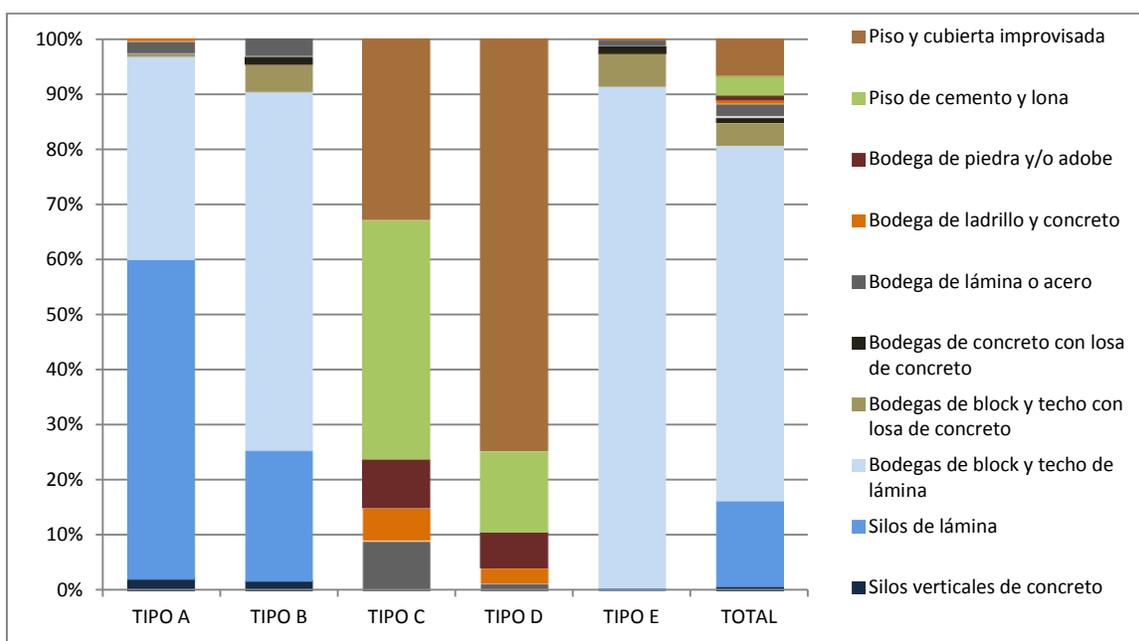
El tipo de infraestructura más sobresaliente en el sistema de almacenamiento del país son las bodegas de block con techo de lámina, estas representan el 65% del total, seguidas de los silos que significan el 16%. Comparando la infraestructura por tipo de almacenes, en los grupos A y B se observa que dichos materiales representan alrededor del 90%, con la principal diferencia de que en los almacenes más grandes (Tipo A) los silos representan cerca del 60% del material principal.

Las bodegas de block y techo de lámina representan también el 90% del material principal en los Almacenes Tipo E, sin embargo en este grupo, dada la capacidad de almacenamiento y las características en general de los almacenes, no se encuentran silos.

Los otros dos grupos de almacenes (D y E) son los que se encuentran a la intemperie, en este caso, en los almacenes de mayor capacidad y mejores niveles de indicadores (Tipo C), sobresalen más los pisos de cemento con lona, que los pisos con cubiertas improvisadas.

Los tipos de materiales menos representativos son las bodegas de piedra, adobe, ladrillo, lámina o concreto, así como los silos verticales de concreto (Gráfica 13).

**Gráfica 13. Infraestructura principal por tipo de almacén (X1)**

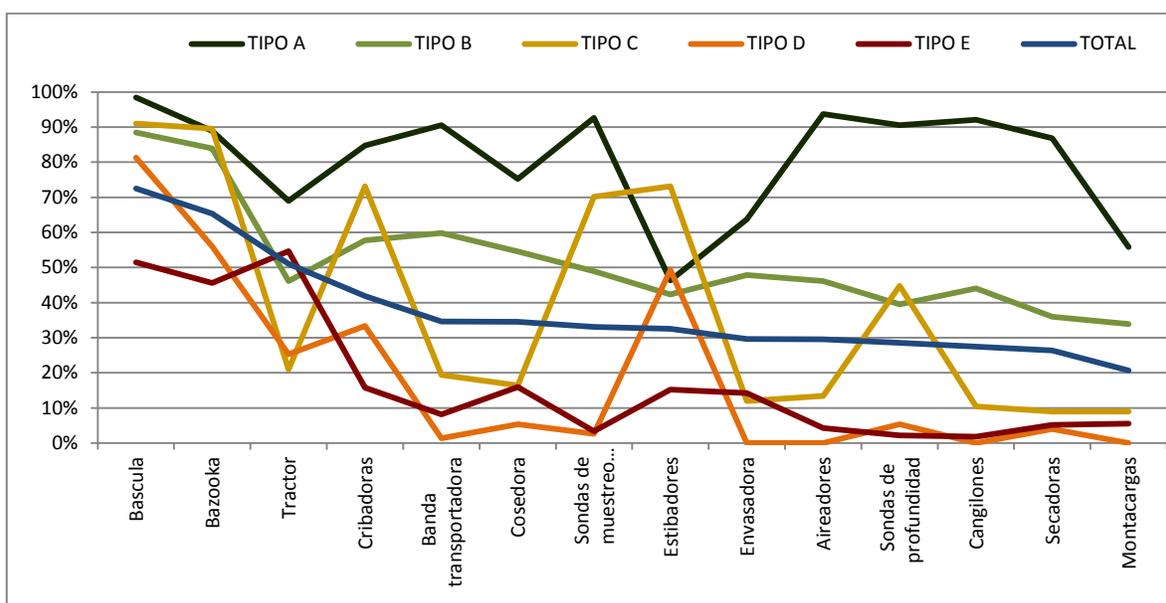


Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

#### 4.4.3. Indicador de equipamiento de manejo de grano

Los equipos de manejo de grano que sobresalen en más de la mitad de los almacenes del país son las básculas, bazookas y tractores. En los almacenes más grandes (Tipo A) el equipo básico incluye también cribadoras, bandas transportadoras, cosedoras, sondas de muestreo y de profundidad, aireadores, cangilones y secadoras. Por otro lado, los estibadores son más característicos de los almacenes a la intemperie (Tipo C y D) (Gráfica 14).

**Gráfica 14. Disponibilidad de equipamiento de manejo de grano por tipo de almacén (X2)**



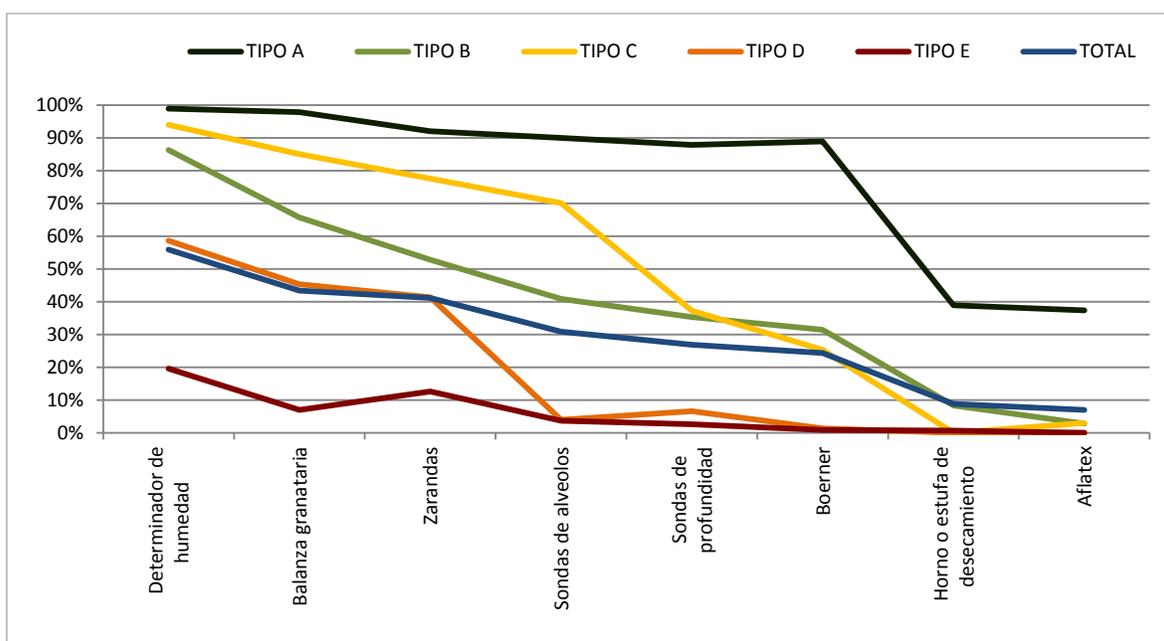
Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

#### 4.4.4. Indicador de equipamiento de laboratorio

En cuanto a equipo de laboratorio se refiere, prácticamente todos los Almacenes Tipo A y alrededor del 90% de los Almacenes Tipo B y C cuentan con determinadores de humedad, sin embargo, sólo los almacenes Tipo A tienen en su mayoría un equipo de laboratorio más completo, compuesto por balanza granataria, zarandas, sondas de alveolos, sondas de profundidad y boerner. Por otro lado, debido a que el grano de los Almacenes Tipo C se encuentra más expuesto que el de los almacenes Tipo B, el equipo de laboratorio es más vasto, incluyendo en mayor proporción, balanza granataria, zarandas y sondas de alveolos.

Los equipos de laboratorio más especializados como horno o estufa de desecamiento y aflatex, aparecen solo en alrededor del 40% de los Almacenes Tipo A (Gráfica 15).

**Gráfica 15. Disponibilidad de equipamiento de laboratorio por tipo de almacén (X3)**



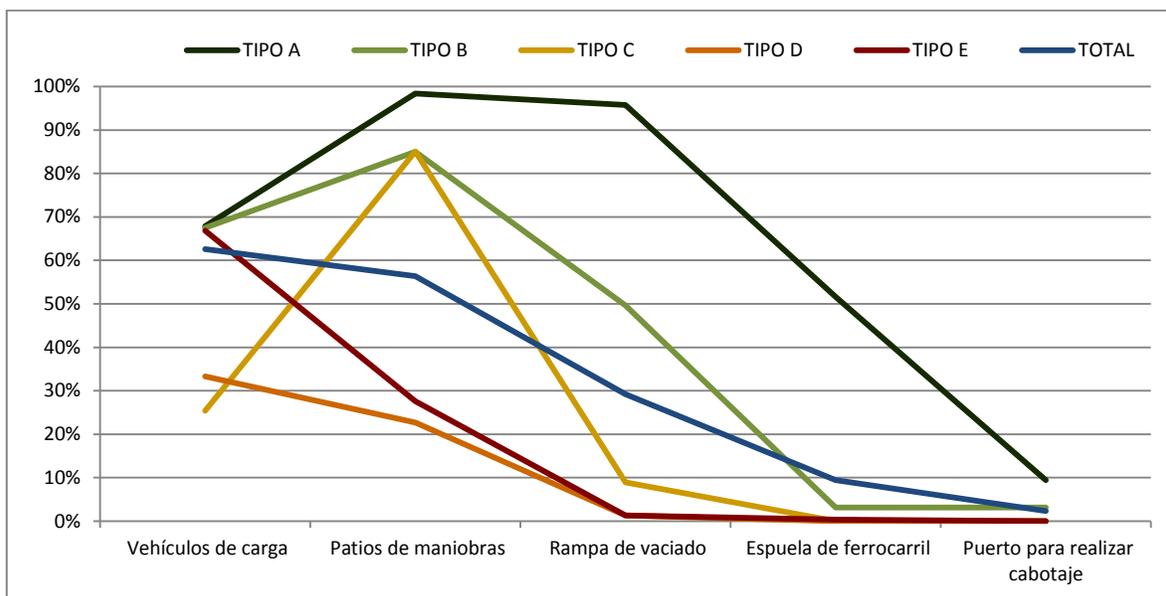
Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

#### 4.4.5. Indicador de equipamiento de transporte

Más de la mitad de los almacenes en el país cuentan con vehículos de carga y patios de maniobras de al menos 50 metros cuadrados, sin embargo, en los almacenes que se encuentran a la intemperie (Tipos C y D) y los más pequeños (Tipo E), el equipamiento de transporte es menos representativo, destacando sólo los patios de maniobras en los almacenes Tipo C y los vehículos de carga en los almacenes Tipo E.

En contraste, prácticamente todos los Almacenes Tipo A cuentan con rampas de vaciado, la mitad de este grupo tiene espuela de ferrocarril, y en el 10% de estos almacenes se cuenta con puerto para realizar cabotaje (Gráfica 16).

**Gráfica 16. Disponibilidad de equipamiento de transporte por tipo de almacén (X4)**

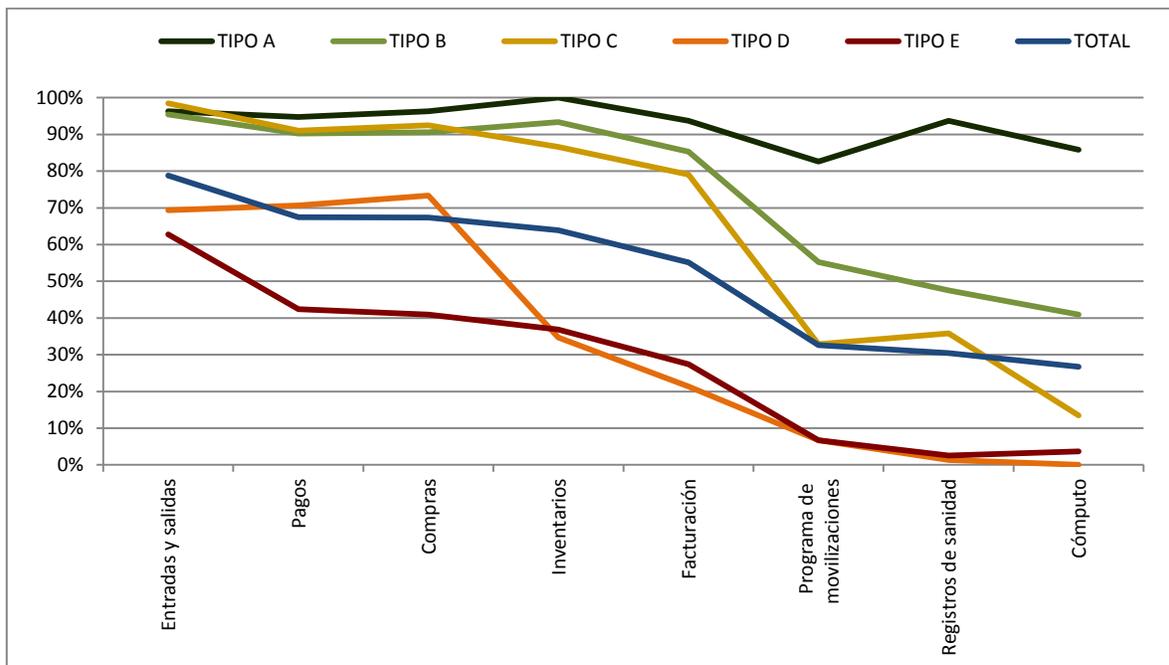


Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

#### **4.4.6. Indicador de registros administrativos**

La administración en la mayor proporción de los almacenes es mínima, pues en el grupo que concentra cerca del 50% de almacenes (Tipo E), la mayoría se limita a registrar las entradas y salidas de grano, y en menor proporción se llevan registros de pagos, compras, inventarios y facturación. Sin embargo, todos estos si son sobresalientes en los Almacenes Tipo A, B y C, e incluso aproximadamente el 90% de los almacenes Tipo A y alrededor del 50% de los almacenes Tipo B cuentan además con programas de movilización del grano, registros de sanidad y programas de cómputo especializado para el manejo del grano (Gráfica 17).

**Gráfica 17. Registros administrativos por tipo de almacén (X5)**



Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

## **Capítulo 5. Caracterización del sistema de almacenamiento de maíz en México**

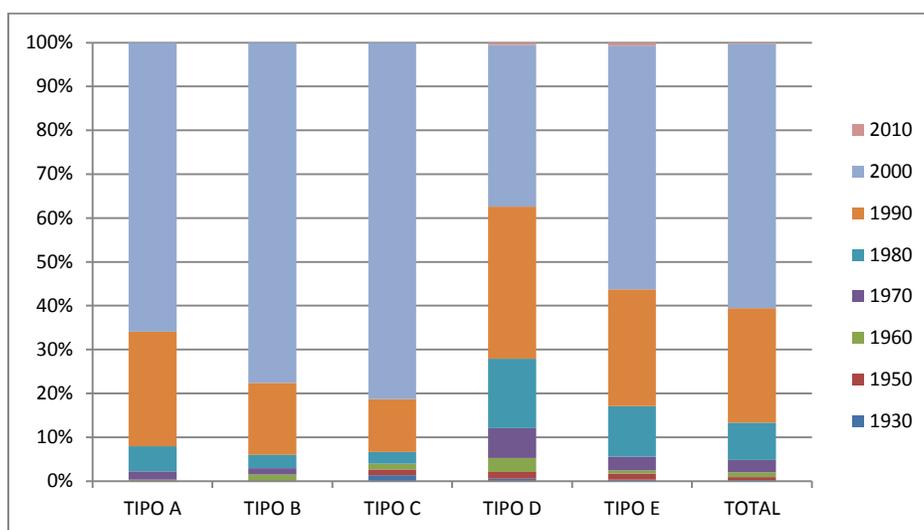
La tipología antes descrita permite identificar cinco grupos de almacenes en México: los almacenes de gran capacidad, con la infraestructura más innovadora, altamente equipados y con procesos administrativos bien estructurados (Tipo A); los almacenes también de buena infraestructura y con buen equipamiento y procesos administrativos, pero de menor capacidad (Tipo B); los almacenes que aunque carecen de infraestructura o presentan infraestructura obsoleta, almacenan una buena cantidad de grano y cuentan con niveles básicos de equipamiento y procesos administrativos (Tipo C); el resto de almacenes sin infraestructura adecuada y que almacenan pocos niveles de grano pero cuentan con equipo y procesos administrativos básicos (Tipo D); y finalmente, las bodegas más chicas, con poca capacidad de almacenamiento y los niveles más bajos de equipamiento y registros administrativos (Tipo E).

A partir de dicha clasificación, es posible analizar características de operación y comercialización tomando en cuenta el tipo de almacén del que se trata.

### **5.1. Antigüedad por tipo de almacén**

Lo primero que se analiza es la antigüedad de los almacenes, se observa que más de la mitad del total de almacenes se crearon después del año 2000, siendo más recientes los almacenes de mejor infraestructura (Tipos A, B y C); otra cuarta parte de almacenes se creó en la década de los 90's, y en este periodo destaca la aparición de los almacenes de menor capacidad (Tipo D y E). Entre los almacenes que se crearon en la década de los ochentas o antes, destacan nuevamente los almacenes Tipo D y E, entre los que se encuentran los conos y bodegas de ladrillo, piedra o adobe (Gráfica 18).

**Gráfica 18. Década de inicio de operaciones por tipo de almacén**



Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

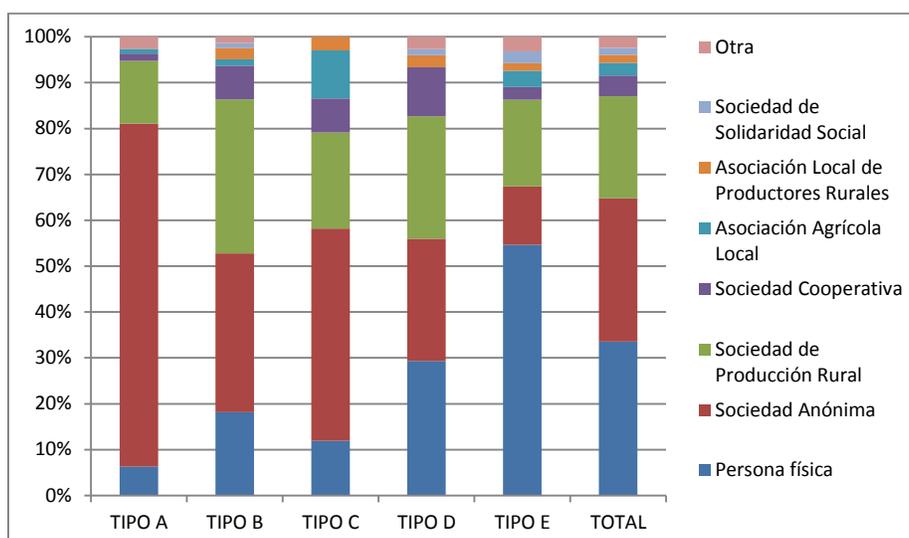
## 5.2. Figuras jurídicas representativas por tipo de almacén

A nivel general, una tercera parte de los almacenes son representados por personas físicas, otro tanto por sociedades anónimas y cerca de una cuarta parte por sociedades de producción rural. La constitución legal de los almacenes tiene una relación positiva con la capacidad y nivel de equipamiento de los almacenes, de manera que en los almacenes Tipo A, las sociedades anónimas representan el 75% y las SPR el 14%.

Por otro lado, en los almacenes Tipo B, si bien el 80% se encuentra legalmente constituido, las SA y SPR tienen el mismo nivel de representatividad, ya que ambas figuras representan el 34%, asimismo, aparecen aunque en menor proporción las Sociedades Cooperativas. El caso de los almacenes Tipo C y Tipo D es similar, incluyéndose también en los almacenes Tipo D las Asociaciones Agrícolas Locales.

En contraste, más de la mitad de los almacenes Tipo E carecen de figura legal, y quienes se encuentran constituidos legalmente son principalmente Sociedades de Producción Rural (Gráfica 19).

**Gráfica 19. Figuras jurídicas representativas por tipo de almacén**

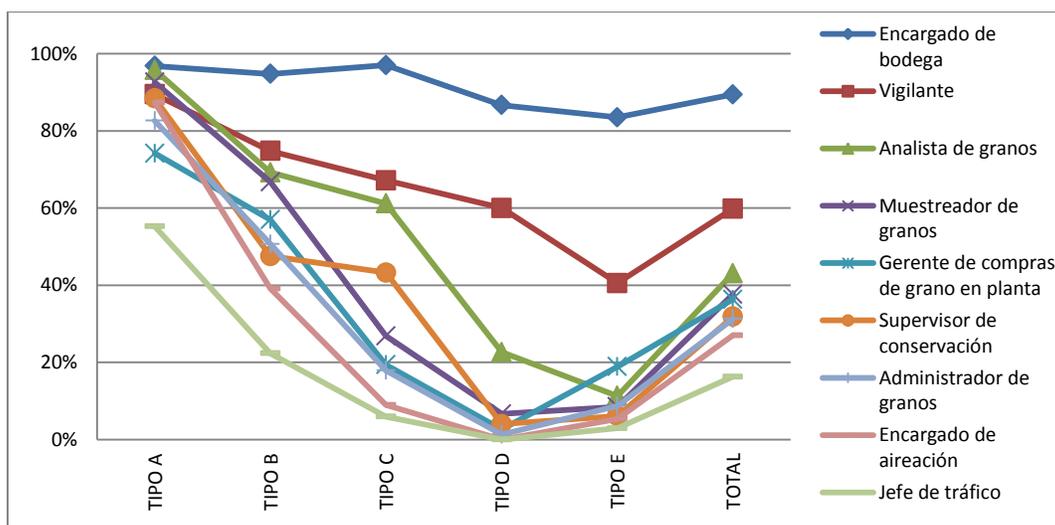


Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

### 5.3. Estructura operativa por tipo de almacén

Todos los almacenes operan al menos con un encargado de la bodega y la mayor proporción cuenta también con un vigilante, por otro lado y acorde a las características de cada grupo de almacenes, únicamente los almacenes Tipo A y la mayor proporción de los almacenes Tipo B, cuentan con una estructura operativa amplia, con personal específico para cada proceso (Gráfica 20).

**Gráfica 20. Personal operativo en los almacenes por tipo de almacén**

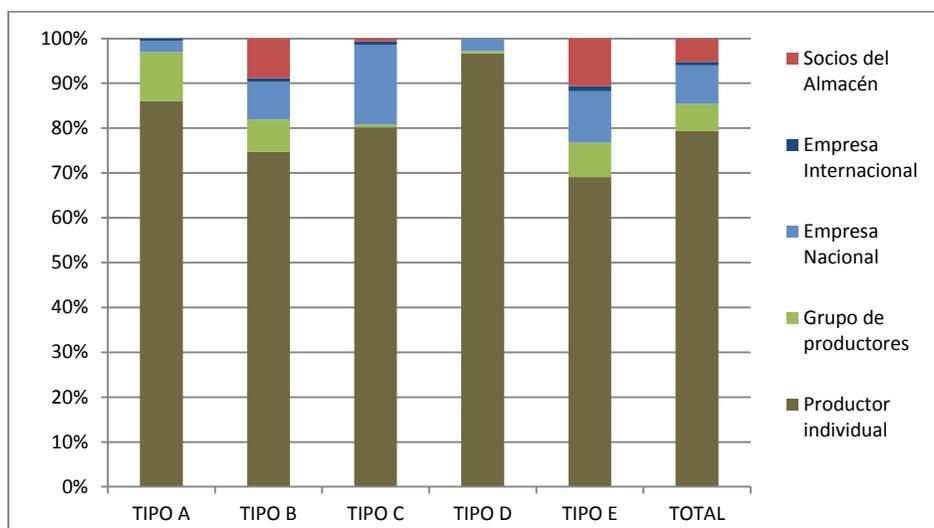


Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

#### 5.4. Prácticas de comercialización por tipo de almacén

Tomando en cuenta a los principales proveedores de maíz en los almacenes, la mayor proporción del grano se adquiere de productores individuales, independientemente del tipo de almacén del que se trate. En los almacenes tipo A, B y C figuran también los grupos de productores como parte de los proveedores principales, aunque sólo con una representatividad de aproximadamente 10%; asimismo, un porcentaje similar se adquiere de socios en los almacenes tipo B y E (Gráfica 21).

**Gráfica 21. Principales proveedores según tipo de almacén**



Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

La distancia y el tiempo de traslado entre proveedores y almacenes son también muy similares para todos los grupos, ya que en su mayoría los proveedores se encuentran a menos de 30 minutos de los almacenes, o bien a menos de 1 hora. Visto en distancias, los proveedores que se ubican más cerca, recorren una distancia promedio de 9 km, y aquellos que provienen de lugares que se encuentran a más de dos horas, recorren una distancia promedio de 553 km (Cuadro 16).

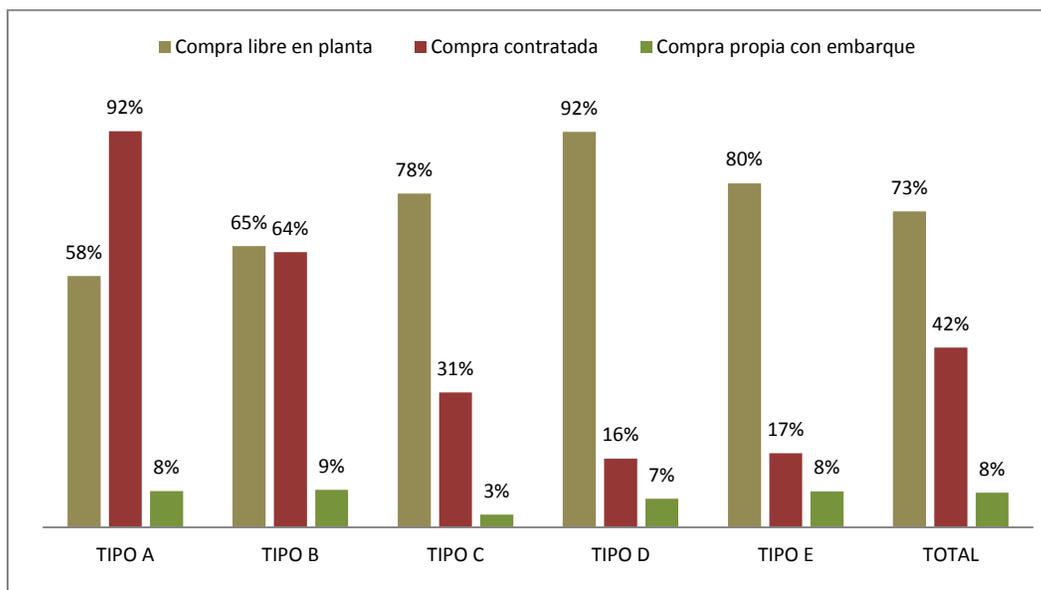
**Cuadro 16. Distancia promedio y tiempo de traslado entre proveedores y almacenes**

	TIPO A		TIPO B		TIPO C		TIPO D		TIPO E		TOTAL	
	%	Km	%	Km								
<b>Menos de 30 minutos</b>	49	11	48	11	38	6	60	4	49	11	49	9
<b>Entre 30 minutos y 1 hora</b>	34	32	32	28	40	8	29	8	30	21	32	21
<b>Entre 1 y 2 horas</b>	15	58	12	52	17	16	8	12	9	40	12	39
<b>Más de 2 horas</b>	1	200	8	504	5	159	3	677	12	623	7	553

Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

La principal forma de pago que se establece con los proveedores es al contado, ya que representa alrededor del 80% en todos los tipos de almacenes. Sin embargo, sólo en los almacenes Tipo A y Tipo B es común que la compra de grano sea previamente contratada, ya que en el resto de los almacenes prácticamente todo el grano que se almacena es bajo el modelo de compra libre en planta (Gráfica 22).

**Gráfica 22. Modelos de compra de grano utilizados en cada tipo de almacén**

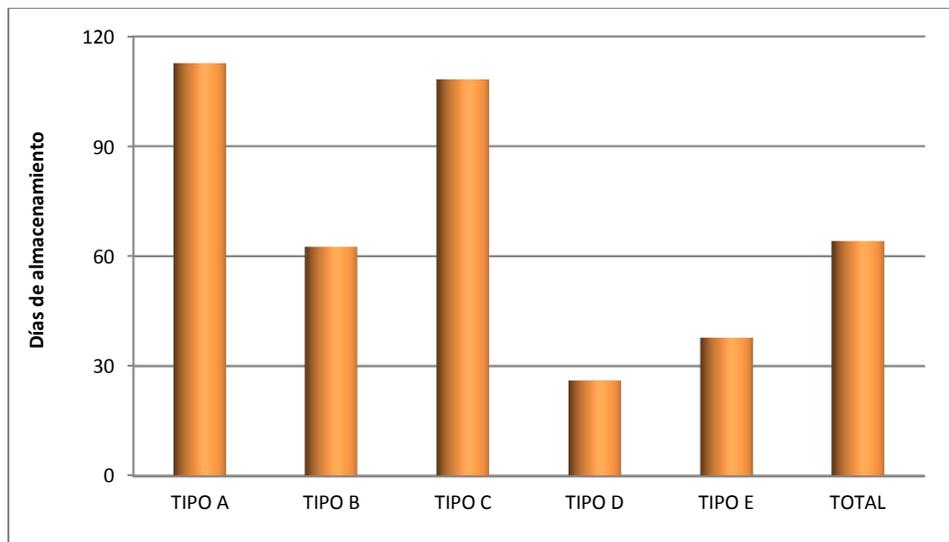


Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

Asimismo, el tiempo de almacenamiento promedio es distinto en cada tipo de almacén, en los más pequeños (Tipo D y E) el grano permanece en promedio alrededor de un mes, las bodegas medianas (Tipo B) almacenan el grano dos meses en promedio y los almacenes más grandes (Tipo A), cerca de cuatro meses. Cabe señalar que los almacenes

Tipo C, es decir, aquellos que carecen de infraestructura pero almacenan cantidades elevadas de grano, también lo hacen por más de tres meses en promedio (Gráfica 23).

**Gráfica 23. Tiempo promedio de almacenamiento en cada tipo de almacén**



Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

También se observan diferencias claras entre grupos de almacenes con respecto al tipo de transporte que utilizan los proveedores de grano. En los almacenes Tipo A, más del 80% del grano se transporta en torton hasta el almacén, con un costo promedio de \$66 por tonelada movilizada, el resto se moviliza en tráiler, cuyo costo promedio es de \$97 por tonelada. Para los almacenes Tipo B, el torton también es el principal medio para transportar el grano, sin embargo, se utilizan también las camionetas con una frecuencia similar a la del tráiler, destacando que el costo por tonelada movilizada es más caro para los almacenes Tipo B que para los almacenes Tipo A, situación que podría explicarse por el tamaño de los almacenes y el uso de economías de escala.

En contraste, en los tres tipos de almacenes restantes (Tipo C, Tipo D y Tipo E), el menor volumen de grano transportado explica que se usen principalmente camionetas, incluso en los almacenes Tipo D, éste es prácticamente el único medio para transportar el grano al almacén. En el caso de los almacenes Tipo D y Tipo E, dada la similitud en la capacidad de almacenamiento, el costo por tonelada movilizada es muy similar en todos los medios de transporte utilizado. La situación de los almacenes Tipo C, cuya cantidad de

almacenamiento es superior a la de los almacenes Tipo D y Tipo E, pero los costos de transporte son ligeramente superiores, se explica más bien por la distancia a la que se encuentran los proveedores.

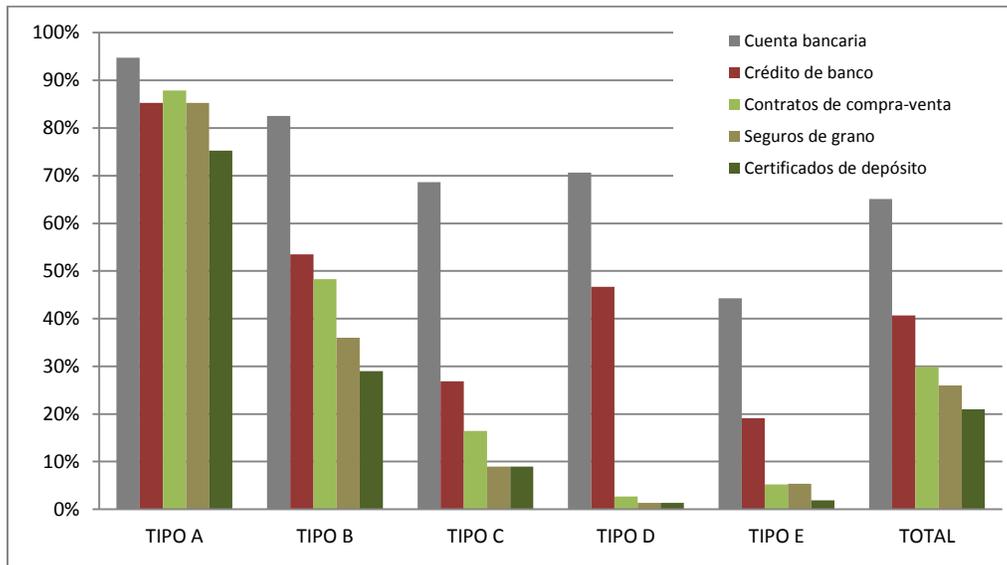
**Cuadro 17. Medios de transporte y costo promedio para la movilización del grano al almacén**

	TIPO A		TIPO B		TIPO C		TIPO D		TIPO E		TOTAL	
	%	\$	%	\$	%	\$	%	\$	%	\$	%	\$
<b>Tren</b>	0	-	0.5	190	0	-	0	-	0	-	0.1	190
<b>Trailer</b>	19	97	11	168	0	-	4	240	16	219	12	172
<b>Torton</b>	81	66	76	80	36	99	4	84	32	88	46	79
<b>Camioneta</b>	0.5	45	15	74	64	85	92	64	52	61	43	68

Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

Otros aspectos que sobresalen en relación a la compra de grano, son los servicios financieros son los que cuentan los almacenes. Los principales son acceso a cuenta bancaria y crédito de banco, sin embargo, en los almacenes Tipo E, estos servicios aparecen sólo en el 44% y 19% de los casos. En contraste, los almacenes Tipo A, cuentan en su mayoría con contratos de compra-venta, seguros de grano y certificados de depósito, como servicios adicionales a los anteriores; los contratos de compraventa son también representativos en la mitad de los almacenes Tipo B y aproximadamente una tercera parte de este grupo de almacenes cuenta con seguros de grano y certificados de depósito (Gráfica 24).

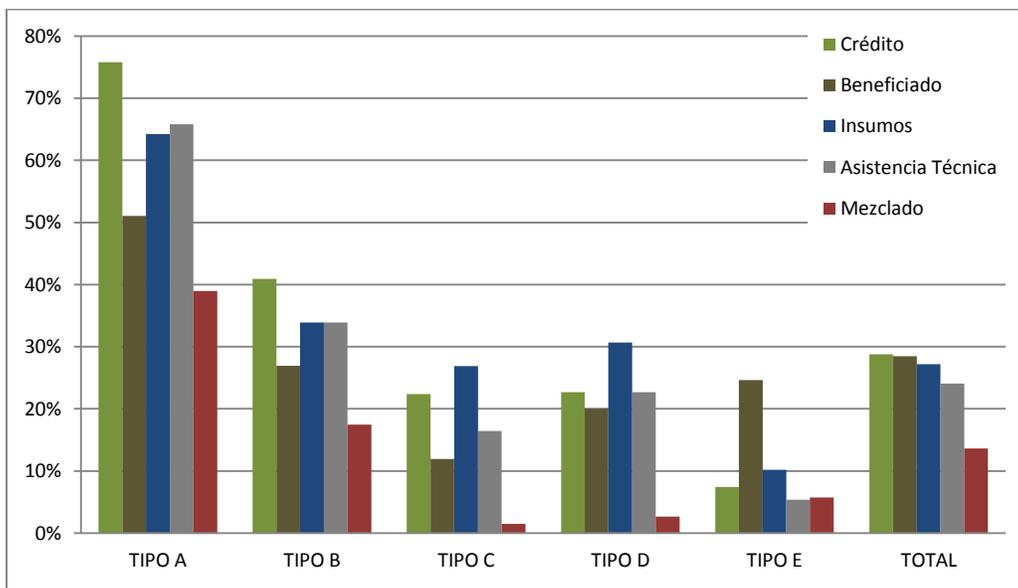
**Gráfica 24. Servicios financieros en cada tipo de almacén**



Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

Asimismo, durante el proceso de compra-venta, alrededor del 70% de los almacenes Tipo A ofrecen crédito, insumos y asistencia técnica; lo cual ocurre también con una tercera parte de los almacenes Tipo B y más del 20% de los almacenes tipo D y E. Por otro lado, los almacenes que cuentan con infraestructura (tipo A, B y E), son los que más ofrecen servicios de beneficiado y mezclado de grano (Gráfica 25).

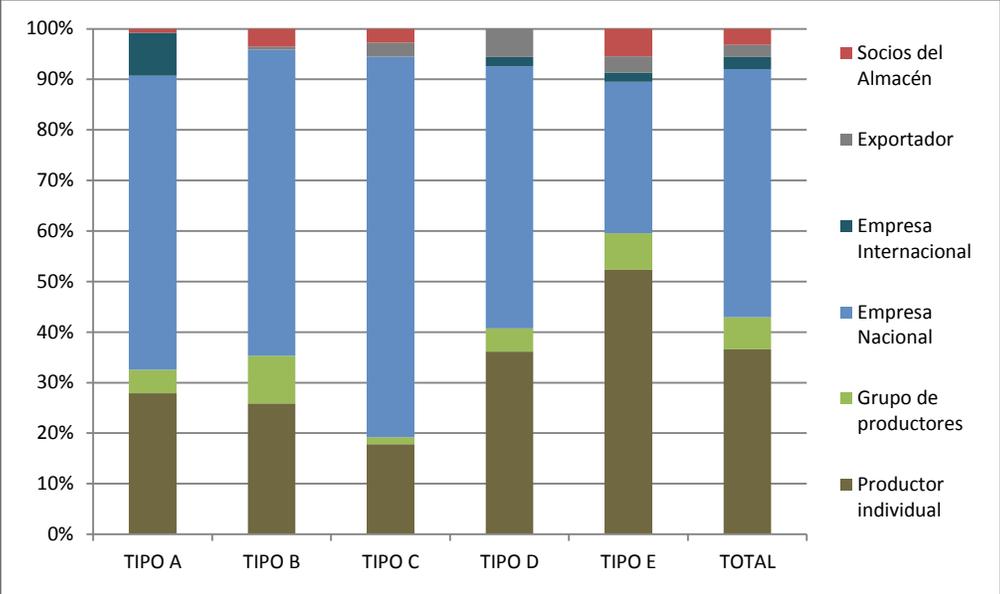
**Gráfica 25. Servicios ofrecidos por los almacenes en cada tipo de almacén**



Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

La venta de grano por parte de los almacenes se dirige principalmente a empresas nacionales, y en segundo lugar a productores individuales, concentrando en ambos tipos de actores al rededor del 90% de todo el grano vendido, en todos los grupos de almacenes. Únicamente los almacenes Tipo E tienen como principales compradores a productores individuales, y en segundo lugar de importancia a empresas nacionales, sin embargo, estos dos tipos de actores siguen concentrando prácticamente en total de la compra de grano, quedando una proporción muy poco representativa en manos de grupos de productores, empresas internacionales, socios de los almacenes o exportadores de grano (Gráfica 26).

**Gráfica 26. Principales compradores por tipo de almacén**



Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

Como en el caso de los proveedores, la mayor proporción de los compradores en todos los tipos de almacenes pagan el grano al contado, únicamente en los almacenes Tipo B, cerca del 30% de los almacenes ofrecen crédito a los compradores.

Por otro lado, a diferencia de las distancias cortas a las que se encuentran los proveedores, los compradores se encuentran distribuidos desde 30 minutos a la redonda de los almacenes, hasta más de 2 horas de recorrido, en promedio, los compradores más cercanos se ubican a 24 km de distancia de los almacenes y los que se encuentran más

lejos recorren una distancia promedio de 448 km. En general, los almacenes Tipo A tienen compradores principalmente ubicados a más de 2 horas de los almacenes, el resto de bodegas (almacenes Tipo B y tipo E) vende el grano a distancias más cortas, es decir, compradores que se ubican a menos de 30 minutos de los almacenes; y en el caso de los almacenes Tipo C y Tipo D, la mayoría de los compradores se ubica por lo menos a 1 hora de distancia de los almacenes (Cuadro 18).

**Cuadro 18. Distancia promedio y tiempo de traslado entre almacenes y compradores**

	TIPO A		TIPO B		TIPO C		TIPO D		TIPO E		TOTAL	
	%	Km	%	Km								
<b>Menos de 30 minutos</b>	23	30	36	39	15	22	19	21	54	17	36	24
<b>Entre 30 minutos y 1 hora</b>	31	68	29	85	23	62	27	40	18	42	25	61
<b>Entre 1 y 2 horas</b>	5	231	16	120	32	113	18	88	11	102	14	116
<b>Más de 2 horas</b>	40	793	19	452	30	207	37	288	17	300	25	448

Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

Acorde a las distancias que recorren los compradores y a las diferencias en niveles de almacenamiento por tipo de almacén, en los almacenes Tipo A, los medios de transporte que se utilizan son tren, tráiler y torton; en los almacenes tipo B deja de ser representativa la utilización de tren y la mitad del grano se transporta en torton; los almacenes tipo C y D cuyas distancias hasta los compradores son mayores utilizan en mayor proporción el tráiler; y para los almacenes tipo E, que como se observó antes los compradores se encuentran a distancias cortas, un medio de transporte que se hace tan representativo como el tráiler y el torton es la camioneta.

Los precios por tonelada movilizada son similares al compararse entre grupos de almacenes, en general, el costo en tráiler duplica el de torton y camioneta, y movilizar el grano en tren lo triplica (Cuadro 19).

**Cuadro 19. Medios de transporte y costo promedio para la movilización del grano a su destino**

Medio de transporte	TIPO A		TIPO B		TIPO C		TIPO D		TIPO E		TOTAL	
	%	\$	%	\$	%	\$	%	\$	%	\$	%	\$
<b>Tren</b>	31	265	3	363	0	-	0	-	0	-	6	275
<b>Trailer</b>	35	217	39	200	61	201	72	211	36	205	45	207
<b>Torton</b>	35	99	50	120	31	137	19	149	35	106	35	115
<b>Camioneta</b>	0	-	8	89	7	300	9	179	29	92	14	110

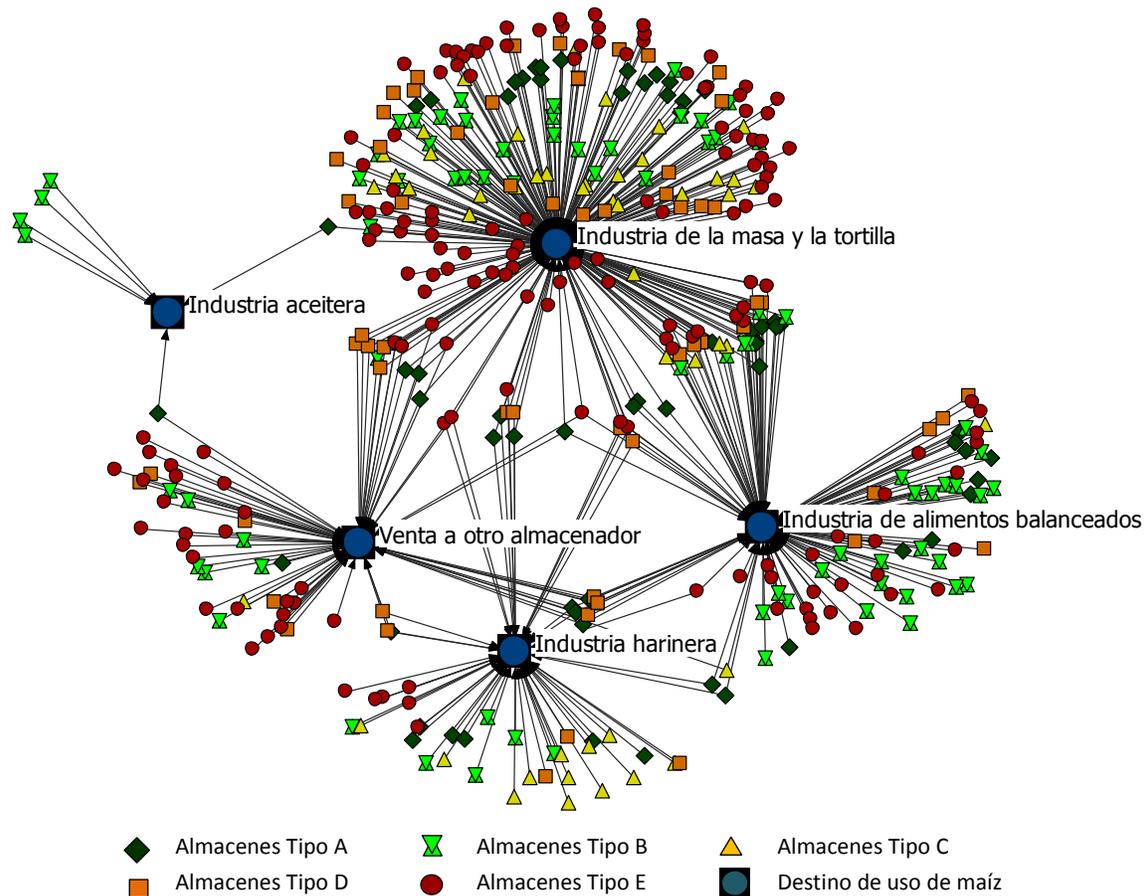
Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

Desde la perspectiva del destino final del maíz almacenado, el más representativo por la cantidad de menciones por parte de los almacenes es la industria de la masa y la tortilla, ya que concentra la mitad de los destinos; en segundo lugar de importancia aparece la industria de alimentos balanceados con una cuarta parte. Con menor frecuencia se encuentran como destinos la venta a otros almacenadores (14%) y la industria harinera (11%); y finalmente, tan solo con el 1% de los destinos se ubica la industria aceitera (Figura 1).

Algunas diferencias que pueden observarse en el destino del grano por tipo de almacén son que tanto los almacenes Tipo A como los Tipo B tienen como destino principal la industria de la masa y la tortilla y la industria de alimentos balanceados, además de que sólo en estos tipos de almacenes se observa la participación de la industria aceitera.

Por otro lado, aunque entre los almacenes Tipo D y Tipo E también es preponderante la industria de la masa y la tortilla, la venta a otros almacenadores tiene el mismo peso que la industria de alimentos balanceados. Finalmente, entre los almacenes tipo C, el principal destino después de la industria de la masa y la tortilla es la industria harinera.

Figura 1. Industria de destino por tipo de almacén



Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

### 5.5. Distribución de almacenes en los estados de acuerdo a la tipología

La tipología y características antes descritas 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.

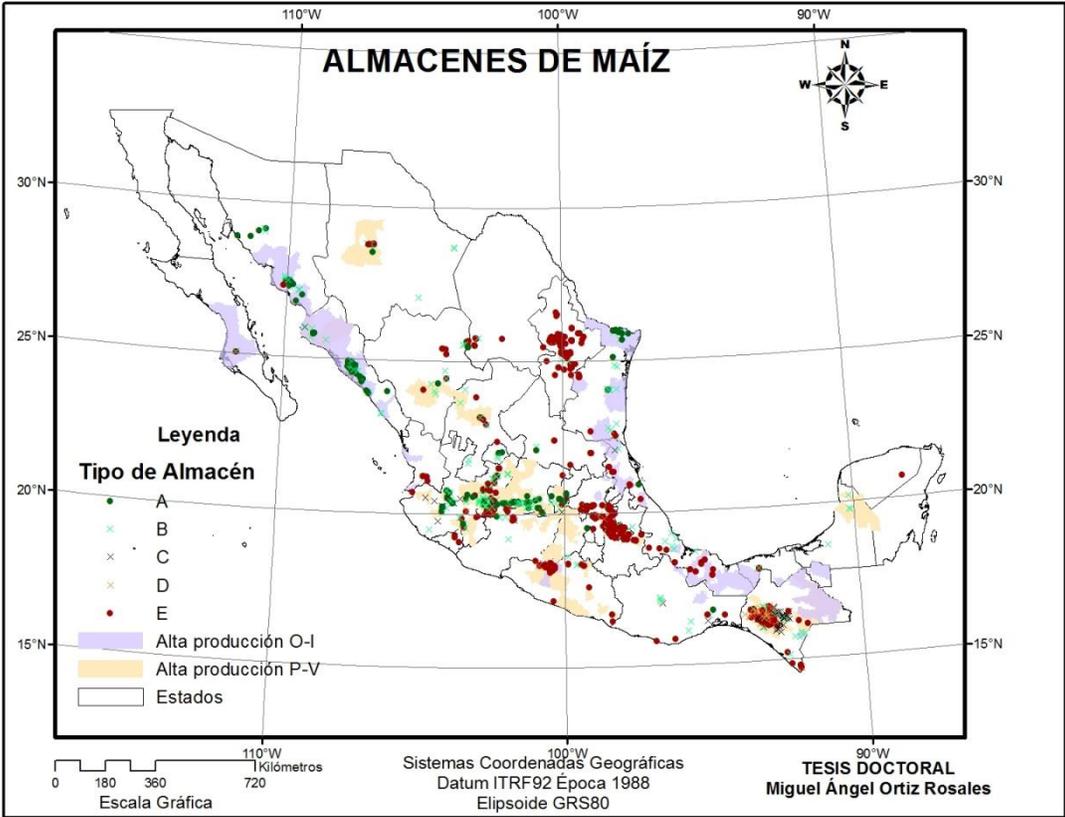
Tomando en cuenta esta tipología y el número de almacenes de los cuales se tiene información en cada estado, es posible identificar a las entidades con mejores características para el almacenamiento de maíz, en cuanto a infraestructura, equipamiento, administración y capacidad instalada se refiere; así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

Así, 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 (Figura 2 y Anexo 4).

Los estados en donde predominan las bodegas más pequeñas, con muy bajo o nulo equipamiento además de niveles bajos de capacidad instalada (Tipo E) son principalmente Tlaxcala, Hidalgo, Guerrero, Nuevo León y Yucatán.

En el resto de estados, el sistema de almacenamiento se compone principalmente por almacenes Tipo E y Tipo B, es decir, bodegas pequeñas sin equipamiento, o bien, almacenes con buena infraestructura y equipo, y niveles importantes de capacidad instalada (Figura 2).

**Figura 2. Distribución geográfica de los cinco tipos de almacenes de maíz**



Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

En el anexo 4, se presentan los mapas para los almacenes Tipo A, B, C, D y E, asimismo se muestra el mapa que concentra todos los tipos de almacenes identificados en el presente trabajo.

## 5.6. Capacidad instalada vs proporción de almacenes según tipología

Es preciso mencionar que la proporción por tipo de almacenes no refleja la proporción de niveles de acopio de maíz, situación que evidencia la diferencia en capacidades promedio por tipo de almacén. De hecho, se observa que los almacenes con las características más favorables (Tipo A), aunque representan sólo el 16% del total, concentran el 69% de la capacidad instalada, en contraste, los almacenes con los indicadores más bajos (Tipo E), representan sólo el 7% de la capacidad instalada, a pesar de que significan prácticamente la mitad del total de almacenes.

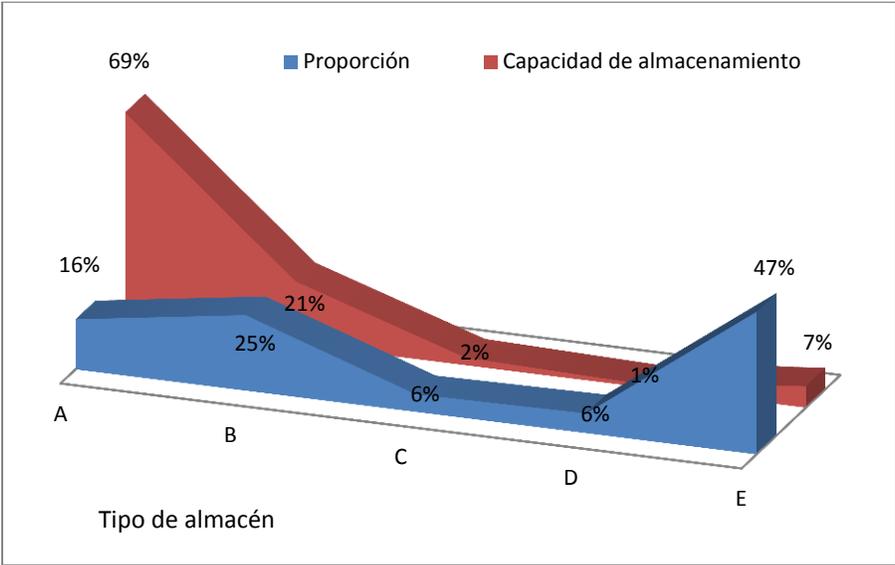
**Cuadro 20. Proporción y capacidad de almacenamiento por tipo de almacén**

Tipo de almacén	Número de almacenes	Proporción de almacenes	Capacidad total (ton)	Capacidad total (%)
A	190	16%	7,599,650	69%
B	286	25%	2,267,669	21%
C	67	6%	273,400	2%
D	75	6%	120,748	1%
E	540	47%	772,933	7%
Total	1,158	100%	11,034,400	100%

Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

Por otro lado, se observa que la proporción de almacenes Tipo B, C y D, equivale en mayor medida al nivel de capacidad de acopio respectivo, principalmente en los almacenes Tipo B, que representan el 25% del total en cantidad de almacenes y 21% en capacidad de acopio (Cuadro 20 y Gráfica 27).

**Gráfica 27. Proporción y capacidad de almacenamiento acumulado por tipo de almacén**



Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Estudio de granos y oleaginosas.

## Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones

Actualmente la seguridad alimentaria no está únicamente relacionada con la falta de producción de los alimentos, el encarecimiento de los mismos o la capacidad económica para adquirirlos, sino también con el acceso físico a éstos; en este sentido, es fundamental contar con almacenes que permitan conservar las cosechas en términos de calidad y de cantidad para asegurar su distribución de forma permanente.

Un buen sistema de almacenamiento permite hacer frente a los períodos de escases de alimentos, debido a que permite evitar la pérdida o daño de éstos a consecuencia de factores bióticos o físicos tales como temperatura, humedad, prácticas deficientes de manejo de grano y contaminantes, además de los abióticos o biológicos entre los cuales se tienen los insectos, hongos y roedores, principalmente.

Considerando variables de capacidad instalada, infraestructura, equipo de manejo de grano, equipo de laboratorio, equipo de transporte, y registros administrativos de los almacenes de maíz en México; la técnica de análisis de componentes principales permite reducir la dimensionalidad en dos componentes principales, mismos que explican el 75% de la varianza total y funcionan como nuevas variables para agrupar a los almacenes en clusters homogéneos al interior de los mismos y heterogéneos entre sí.

La tipología obtenida permite distinguir cinco tipos de almacenes en el país. Los almacenes Tipo A se distinguen por ser los más tecnificados y con mayor potencial dadas sus características; representan el 16% del total en el país, almacenan en promedio 40,000 toneladas, cuentan con la mejor infraestructura principalmente compuesta por silos y bodegas de lámina, se encuentran totalmente equipados tanto para el manejo del grano, como en equipo de laboratorio y de transporte, entre estos se encuentran almacenes con espuela de ferrocarril e incluso puerto para realizar cabotaje. Además, en estos almacenes se llevan a cabo desde los registros administrativos más básicos hasta programas de movilizaciones y programas de cómputo especializados.

Los almacenes Tipo B son los más cercanos a los Tipo A, son principalmente bodegas que almacenan en promedio 8,000 toneladas y cuentan con niveles de medianos a altos en equipamiento de manejo de grano, laboratorio y transporte, llevan a cabo registros administrativos suficientes o incluso similares a los de los almacenes Tipo A. Este grupo representa una cuarta parte de los almacenes del país y puede considerarse como el de almacenes medianos y con buen potencial.

En tercer grupo de almacenes (Tipo C), representa el 6% de total y son aquellos que aunque carecen de infraestructura adecuada para el almacenamiento, manejan niveles importantes de grano, con un promedio de 4,000 toneladas, cuentan con equipamiento básico de manejo, laboratorio y transporte y tienen una administración similar a la de los almacenes Tipo B. En este caso, los niveles de almacenamiento y equipamiento los hace también almacenes con buen potencial.

Por otro lado, se encuentran los almacenes Tipo D; que también representan el 6% y carecen de infraestructura, sin embargo, presentan diferencias significativas con los almacenes Tipo C; su capacidad de almacenamiento promedio es de 1,600 toneladas, su equipamiento es mínimo y de igual manera los registros administrativos que llevan para el manejo del grano.

Finalmente, los almacenes Tipo E representan la mitad de todos los almacenes del país, su capacidad promedio instalada es de 1,400 toneladas y se trata generalmente de bodegas pequeñas de block y techo de lámina que cuentan solo con equipamiento mínimo para manejo de grano y transporte, no así con equipo de laboratorio; además, sus registros administrativos son limitados.

Tomando en cuenta la tipología obtenida, se observa 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 significa que la calidad del grano

difícilmente sea la requerida. Destaca además que sólo el 16% de los almacenes con mejores características concentra el 69% de la capacidad instalada de almacenamiento en el país, en contraste con el 47% de los almacenes con los indicadores más bajos, cuya capacidad instalada suma sólo el 7%.

La distribución de los almacenes de maíz con mejores características en infraestructura, equipamiento, capacidad instalada y manejo administrativo se ubican en estados altamente productivos y consumidores, pero además en los que obtienen los rendimientos más altos de maíz, lo cual indica que el nivel de desarrollo organizativo y tecnológico de los propietarios incide positivamente en la calidad de los almacenes.

Así, 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 en donde predominan las bodegas más pequeñas, con muy bajo o nulo equipamiento además de niveles bajos de capacidad instalada (Tipo E) son principalmente Tlaxcala, Hidalgo, Guerrero, Nuevo León y Yucatán; en el resto de estados, el sistema de almacenamiento se compone principalmente por almacenes Tipo E y Tipo B, es decir, bodegas pequeñas sin equipamiento, o bien, almacenes con buena infraestructura y equipo, y niveles importantes de capacidad instalada, pero no los más tecnificados del país.

Es fundamental que el gobierno mexicano impulse programas enfocados al almacenamiento de granos básicos que incidan en la seguridad alimentaria de la población. Los apoyos pueden diferenciarse tomando en consideración la tipología de almacenes propuesta en la presente investigación, es decir conforme a sus características determinar el tipo de apoyo que podrían recibir para hacerlos competitivos y que cumplan con la normatividad en materia de almacenamiento de granos.

Además, es importante que en las políticas públicas que eventualmente implemente el gobierno para fortalecer el sistema de almacenamiento de maíz sean considerados los

diversos tipos de productores agrícolas, y se contemple la ubicación geográfica para determinar si es altamente productiva o consumidora, de manera que sea justificable la inversión para el establecimiento de un almacén de maíz. Para operar a su capacidad óptima, el tamaño del almacén debe ser acorde a la capacidad productiva o de consumo de la región.

Una vez identificados los tipos de almacenes de maíz que hay en México, su ubicación y su coincidencia con las zonas de alta producción y consumo; podría tomarse un esquema mixto en la implementación de políticas destinadas al fortalecimiento del sistema de almacenamiento de maíz en México.

En las zonas de producción en donde se encuentran una gran cantidad de productores pequeños pero el grano permanece poco tiempo almacenado, valdría la pena retomar el que se manejaba a través de BUROCONSA, donde se tenían bodegas pequeñas con el equipo y prácticas de manejo indispensables para asegurar el almacenamiento de la producción durante períodos cortos de tiempo.

Por otro lado, en las zonas urbanas donde el volumen de consumo es elevado, es necesario contar con almacenes con mejor infraestructura, equipo y prácticas de manejo; a fin de asegurar que los granos se conserven adecuadamente durante períodos prolongados de tiempo y sean suficientes en calidad y cantidad para atender la demanda.

## Literatura citada

- Ayala G., A. V y B. Carrera Ch. 2008. **Una reserva estratégica de alimentos: almacenes y bodegas en México.** Revista Textual. 52: 75-95.
- ASERCA, 2009. Boletín ASERCA Regional Peninsular: **El Manejo de los Granos Básicos.** Boletín No. 21/09. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA). Marzo 2009.
- Azpeitia G, H. 1994. **Compañía exportadora e importadora S.A. (1949-1958), conflicto y abasto alimentario.** Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESIAS). México, DF. 176 p.
- Bernal T, C. A. 2006. **Metodología de la investigación.** Editora: Leticia Gaona Figueroa. Segunda edición. Editorial Pearson Prentice Hall. México, DF. 304 p.
- Brambila P, J de J. 2011. **Bioeconomía: Conceptos y Fundamentos.** SAGARPA y Colegio de Postgraduados. México, DF. 334 p.
- Camargo L, A. y C. E., Duran. 1982. **La intervención del Estado en el abasto y la regulación del mercado de productos básicos.** Coordinación de información y publicidad de la CONASUPO. México. 104 p.
- Carvajal, R. 1957. **Empresas de participación estatal: almacenes nacionales de depósito, S.A – organización y funcionamiento.** Revista de Administración Pública. 5: 55-61. Disponible en <http://www.juridicas.unam.mx/publica/rev/indice.htm?r=rap&n=5>
- Castro B, J. M. 2002. **Indicadores de desarrollo sostenible urbano, una aplicación para Andalucía.** Tesis doctoral. Universidad de Málaga. España. 547 p.

- Compañía nacional de subsistencias populares (CONASUPO). 1988a. **El mercado de las subsistencias populares, cincuenta años de regulación, Tomo I.** Coordinación de comunicación social - CONASUPO. México, DF. 248 p.
- Compañía nacional de subsistencias populares (CONASUPO). 1988a. **El mercado de las subsistencias populares, cincuenta años de regulación, Tomo II.** Coordinación de comunicación social - CONASUPO. México, DF. 248 p.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). 2009. **Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México.** México, DF. 128 p.
- De Lucia, M. y D, Assennato. 1993. **La ingeniería agraria en el desarrollo: Manejo y tratamiento de granos poscosecha: organización y técnicas.** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 160 p.
- Der, Goofer and B. S. Everitt. 2002. **A handbook of statistical analyses using SAS.** Second edition. CRC Press CLL. Boca Raton, Florida. 351 p.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2004. **Ley General de Desarrollo Social.** 20 de enero de 2004. México. pp: 8.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). **Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.** México. pp: 5.
- Díaz Ch, E. 1999. **Guía práctica para el manejo y conservación de granos en el medio rural.** Tesis profesional. Universidad Autónoma de Nayarit. Xalisco, Nayarit, México. 74 p.
- FAO (Food and Agricultural Organization of United Nations). 2012. **Statistical Database.** <http://faostat.fao.org/#>.
- FAO (Food and Agricultural Organization of United Nations). 2011. **Seguridad alimentaria y nutricional. Conceptos básicos.** Tercera edición. 8 p.

FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). Sin Fecha. **Oportunidades de desarrollo del maíz mexicano – Alternativas de competitividad.** México.

García M, R., J.A. García S., y R. C. García S. 2003. **Teoría del mercado de productos agrícolas.** Instituto de Socioeconomía, Estadística e Informática – Economía, Colegio de Postgraduados. México. pp: 315-375.

Guajardo G, R. 1983. **Almacenamiento de granos en México.** Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 139 p.

Haag H, M, y J. Soto A. 1979. **El mercadeo de los productos agropecuarios.** Editorial LIMUSA, México. pp: 257-274.

Hall D. W. 1971. **Manipulación y almacenamiento de granos alimenticios en las zonas tropicales y subtropicales.** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Italia. 400 p.

Härdle, W and L, Simar. 2003. **Applied multivariate statistical analysis. Method and data technologies.** Berlin and Louvain-la-Neuve. 486 p.

Hernández R, O. 1998. **Temas de análisis estadístico multivariado.** Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José de Costa Rica. 169 p.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2012. **Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en los Hogares (ENIGH 2010). Tabulados básicos. Gasto corriente de los hogares. Hogares y su gasto corriente monetario trimestral en alimentos y bebidas, por grupos de productos ordenados y tipo de nutrientes según deciles de hogares de acuerdo con su ingreso corriente total trimestral.**

Disponible

en:

<http://www.inegi.org.mx/Sistemas/TabuladosBasicos/tabdirecto.aspx?s=est&c=27895>

- Instituto Nacional de Informática y Estadística. 2002. **Guía para la aplicación de análisis multivariado a las encuestas de hogares**. Lima, Perú. 66 p.
- Instituto Nacional de Salud Pública (INSP). 2012. **Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT, 2006)**. Encuestoteca. Cuestionarios Registrados Nutrición. Alimentación en Adultos, Frecuencia de Consumo en Adultos. Disponible en: <http://www.insp.mx/ensanut2006/index.php> Consultado en febrero 2012.
- Jolliffe I, T. 2002. **Principal components analysis**. Second edition. Springer-Verlag New York, Inc., 487 p.
- Martínez B, J., 2008. **Silos metálicos y alimentos seguros. Huellas de un exitoso programa centroamericano postcosecha**. Agencia Suiza para el desarrollo y la cooperación (COSUDE). Ecuador. 269 p.
- Martínez C, J A, 1991. **Almacenamiento y conservación de granos**. *In*: Memoria del II seminario nacional sobre la agroindustria en México. Programa integración agricultura industria-centro de investigaciones económicas, sociales y tecnológicas para la agroindustria y la agricultura mundial. Universidad Autónoma Chapingo. pp: 403-416.
- Mejía, D. 2003. **MAIZE: Post Harvest Operation**. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Technology Service Agricultural and Food Engineering (AGST). 99 p.
- Montanero F, J. 2008. **Análisis Multivariante**. Universidad de Extremadura. Servicio de publicaciones. Caceres, España. 286 p.
- Moreno M, E., 1999. **El sistema poscosecha de granos: necesidades de investigación**. *In*: II foro nacional sobre seguridad y soberanía alimentaria. Academia Mexicana de Ciencias. México. pp: 229-249.
- Neil H, T. 2002. **Applied multivariate analysis**. Springer-Verlag New York, Inc., 693 p.

- Olaiz G., J. Rivera, T. Shamah, R. Rojas, S. Villalpando, M. Hernández, J. Sepúlveda. 2006. **Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006**. Instituto Nacional de Salud Pública (INSP). Cuernavaca, México. 132 p. Disponible en: <http://www.insp.mx/ensanut/ensanut2006.pdf>
- Peña, D. 2002. **Análisis de datos multivariantes**.
- Pla, L. E. 1986. **Análisis multivariado: método de análisis de componentes principales**. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C. 94 p.
- Ramírez G, M., 1982. **Almacenamiento y conservación de granos y semillas**. Compañía editorial continental. México. 300 p.
- Rodríguez M, J y V Suárez C. 1998. **Privatización de ANDSA y BORUCONSA: el fin de la soberanía alimentaria nacional y el principio de la soberanía de las corporaciones agroalimentarias multinacionales**. *In*: Privatización en el mundo real: las historias de un desencuentro. Tarrío G, M y L Cocheiro B. (Coordinadores). México, DF. Universidad Autónoma Metropolitana. pp: 143-200.
- 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. a 2 de octubre de 2008.
- SIACON (Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta). 2012. **SIACON 1980-2011**. [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=181&Itemid=426](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=181&Itemid=426)
- SIAP (Servicio de información agroalimentaria y pesquera). 2012. **El almacenamiento agrícola en México**. SAGARPA. México. 44 p.

- SIAP, 2010. **Balanza Mensualizada de Disponibilidad-Consumo. Cultivo: Maíz blanco.** Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).
- Torres T, F. 1995. **El sistema Postcosecha y la Alimentación Nacional.** *In El Sistema Postcosecha de Granos en el Nivel Rural: Problemática y Propuestas.* Moreno, E., F. Torres e I. Chong. (Editores). UNAM – Programa Universitario de Alimentos. México, DF.
- Vences R, J. 1999. **Estadística Multivariada Análisis de Factores.** Instituto de educación de Aguascalientes. México. 200 p.
- Villa I, M. R., 2008. **¿Qué hacemos con el campo mexicano?** Mundi-prensa México S.A. de C.V. México. pp: 112.

# Anexos

Anexo 1. Memoria fotográfica de los almacenes, según su tipología



Almacenes  
Tipo A



Almacenes  
Tipo B



Almacenes  
Tipo C



Almacenes  
Tipo D



Almacenes  
Tipo E

## Anexo 2. Procedimiento PRINCOMP de SAS

```

Title 'TIPOLOGIA DE ALMACENES DE MAIZ';
DATA ALMACENES;
Input ID $ X1 X2 X3 X4 X5 X6;
Datalines;
1 3 0.1429 0.0000 0.0000 0.1250 200
2 3 0.3571 0.0000 0.4000 0.6250 5000
3 3 0.0714 0.0000 0.2000 0.1250 100
4 4 0.2143 0.2500 0.4000 0.7500 1000
5 3 0.2143 0.0000 0.4000 0.3750 3000
6 3 0.0714 0.0000 0.2000 0.2500 500
7 3 0.3571 0.1250 0.2000 1.0000 1000
8 9 0.1429 0.0000 0.2000 0.0000 500
9 3 0.4286 0.0000 0.2000 0.1250 8000
10 3 0.1429 0.0000 0.2000 0.0000 1000
. . . . . . .
. . . . . . .
. . . . . . .
1149 2 0.2143 0.125 0.4 0.625 8500
1150 6 0.2143 0.125 0.4 0.5 3500
1151 3 0.1429 0.125 0.4 0.625 10000
1152 3 0.5714 0.25 0.4 0.75 5000
1153 3 0.2143 0.25 0.4 0.625 25000
1154 1 0.1429 0.25 0.4 0.75 12000
1155 3 0.1429 0.125 0.4 0.625 5000
1156 3 1.0000 1 1 0.75 90000
1157 2 0.7143 0.5 0.2 1 100000
1158 3 0.1429 0.125 0.2 0.625 3000
;
Title2 'ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES';
Proc Sort Data=ALMACENES out=ALMACENES;
By ID;
Run;
Proc PrinComp Data=ALMACENES Out=Comp1;
Proc Print;
Run;
Proc GPlot Data=Comp1;
Plot Prin1*Prin2=1 / HRef=0 VRef=0 VAxis=Axis1 HAxis=Axis2;
Axis1 Label=(A=90 "Componente Principal 1")
Order=(-6 To 6 By 2)
Length=3.7 in;
Axis2 Label=("Componente Principal 2")
Order=(-6 To 6 By 2)
Length=3.7 in;
Symbol1 C=Black V=Dot H=0.7 I=None;
Run;
quit;

```

### Anexo 3. Procedimiento FASTCLUS de SAS

```
Title 'TIPOLOGIA DE ALMACENES DE MAIZ';
DATA ALMACENES;
Input ID Prin1 Prin2;
Datalines;
1      -2.11 -0.59
2      -0.21 -0.54
3      -1.84 -0.74
4      -0.1  0.14
5      -0.81 -0.71
6      -1.67 -0.67
7      -0.04 -0.06
8      -2.29 1.72
9      -1.06 -0.68
10     -1.85 -0.8
.      .      .
1149  -0.14 -0.9
1150  -0.68 0.72
1151  -0.31 -0.5
1152  0.67 -0.21
1153  0.29 -0.42
1154  0.21 -1.17
1155  -0.41 -0.49
1156  5.36 -0.13
1157  3.15 -0.35
1158  -0.85 -0.34
;
Title2 'Procedimiento Fastclus';
proc fastclus DATA=ALMACENES out=cluster maxclusters=5 maxiter=20;
var Prin1 Prin2;
proc print;
run;
proc gplot;
plot Prin1*Prin2=cluster;
SYMBOL1 VALUE=1 COLOR=MAROON;
SYMBOL2 VALUE=2 COLOR=ORANGE;
SYMBOL3 VALUE=3 COLOR=BROWN;
SYMBOL4 VALUE=4 COLOR=CHARCOAL;
SYMBOL5 VALUE=5 COLOR=OLIVE;
run;
```

#### Anexo 4. Ubicación geográfica de los almacenes de maíz en México, según su tipología

