

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**



**"EVALUACION DE LAS PERDIDAS DE MAIZ  
EN EL SISTEMA DE POST-MADURACION EN  
FINCAS DEL NORESTE DE MEXICO"**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA  
PRESENTAN**

**JORGE LUIS AGUILAR OLAGUE  
MIGUEL ANGEL MARTINEZ GARZA  
EDMUNDO SANTOS DE LEON  
AMARO LEAL GARCIA**

**MARIN, N. L.**

**ABRIL DE 1988.**

T

SB608

.M2

E9

c.1



1080074980

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

"EVALUACION DE LAS PERDIDAS DE MAIZ EN EL SISTEMA DE POST-MADURACION EN FINCAS DEL NORESTE DE MEXICO".

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA. PRESENTAN

JORGE LUIS AGUILAR OLAGUE  
MIGUEL ANGEL MARTINEZ GARZA  
EDMUNDO SANTOS DE LEON  
AMARO LEAL GARCIA

MARIN, N. L.

ABRIL DE 1988.



(0YPA7)

T  
SB604  
.M2  
#9



(74980)



Esta tesis fué realizada dentro del Proyecto de "Evaluación y Reducción de Pérdidas de Maíz en el Sistema de Post-Maduración en el Noreste de México", con el numero de orden 2. El proyecto es patrocinado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y por la Universidad Autónoma de Nuevo León, y desarrollado en el Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Facultad de Agronomía, UANL. Esta tesis ha sido aprobada por el Asesor Principal como requisito parcial para optar por el grado de:

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

ASESOR PRINCIPAL



---

Ph. D. JOSUE LEOS MARTINEZ

MARIN, N.L.

ABRIL DE 1988.

## AGRADECIMIENTO

Al consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico brindado al Proyecto de Evaluación y Reducción de Pérdidas de Maíz en el Sistema de Postmaduración en el Noreste de México para que se realizara este trabajo.

A MI ASESOR:

Ing. Ph.D. Josué Leos Martínez

Por su gran apoyo y valiosa orientación que hizo posible la realización del presente trabajo, así como por su amistad.

A LOS INGS.

David Marquez Hernández

Fernando Estrada Guzmán

Por las facilidades y apoyo brindado durante la realización del presente trabajo.

A la Facultad de Agronomía y sus maestros que mucho me dieron y poco es lo que puedo retribuirles.

A todos mis compañeros y amigos por su amistad demostrada a lo largo de nuestro estudio.

A TODOS GRACIAS.

# I N D I C E

	Pág.
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. Pérdidas de Maíz de Maduración a Cosecha.....	3
2.1.1. Insectos de campo.....	3
2.1.2. Insectos de almacén que atacan en el campo.....	4
2.1.3. Hongos de campo.....	4
2.1.4. Ratas, pájaros y otros animales silvestres.....	5
2.1.5. Pregerminación.....	5
2.2. Pérdidas de Maíz de Cosecha a Consumo.....	5
2.2.1. Insectos de almacén.....	6
2.2.2. Hongos de almacén.....	8
2.2.3. Roedores y pájaros.....	8
2.2.4. Pregerminación.....	9
2.3. Metodología para Evaluar Pérdidas de Post-Maduración.....	10
2.3.1. Selección de la región a estudiarse.....	10
2.3.2. Selección de agricultores.....	11
2.3.3. Periodicidad del muestreo.....	13
2.3.4. Toma de muestras.....	14
2.3.5. Análisis de las muestras.....	15
2.3.6. Problemas que se presentan.....	21
2.3.7. Datos que se obtienen.....	24
3. MATERIALES Y METODOS.....	27



	Pág.
3.1. Selección de las Regiones.....	27
3.2. Período de Maduración a Cosecha.....	29
3.2.1. Selección de las fincas.....	29
3.2.2. Colecta de las muestras.....	30
3.2.3. Análisis de las muestras.....	31
3.3. Período de Cosecha a Consumo.....	36
3.3.1. Selección de las fincas.....	36
3.3.2. Colecta de las muestras.....	36
3.3.3. Análisis de las muestras.....	40
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	43
4.1. Pérdidas en el Período de Maduración a Cosecha..	43
4.2. Pérdidas en el Período de Cosecha a Consumo.....	49
5. CONCLUSIONES.....	67
6. RECOMENDACIONES.....	70
7. BIBLIOGRAFIA.....	71

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO	Pág.
1 Registro y cálculo de datos para la evaluación de daños, pérdidas e infestaciones de maduración a cosecha.....	32
2 Registro y cálculo para la evaluación de daños, - pérdidas e infestaciones de cosecha a consumo....	37
3 Características físicas, daños y pérdidas de maíz al momento de cosecharse en Nuevo León y Tamaulipas. Ciclo temprano 1986.....	44
4 Porcentaje de granos de maíz dañados por diversos factores hasta antes de la cosecha en Nuevo León y Tamaulipas. Ciclo temprano 1986.....	45
5 Número de adultos de insectos de granos almacenados encontrados en mazorcas en el momento de la cosecha (infestación externa) y número de adultos presentes después de 40 días de almacenar el grano en el laboratorio (infestación interna). Ciclo temprano 1986.....	46
6 Número de larvas de insectos de granos almacenados encontrados en mazorcas de maíz en el momento de la cosecha. Ciclo temprano 1986.....	47

	Pág.
7 Tipos de almacenaje de maíz en las fincas estudiadas de Nuevo León y Tamaulipas.....	50
8 Daños y pérdidas del maíz almacenado en 11 fincas del noreste de Nuevo León a lo largo del período de almacenamiento, después de la cosecha del ciclo temprano 1986.....	53
9 Daños y pérdidas del maíz almacenado en 14 fincas del norte de Tamaulipas a lo largo del período de almacenamiento, después de la cosecha del ciclo temprano 1986.....	54
10 Porcentaje de pérdida de maíz almacenado en haciendas a la interperie en ocho fincas del noreste de Nuevo León.....	59
11 Porcentaje de pérdida de maíz almacenado en costales (mazorcas sin espigas) en nueve fincas del norte de Tamaulipas.....	59
12 Causas de daño(%) en maíz almacenado en 11 fincas del noreste de Nuevo León, a lo largo del período de almacenamiento, después de la cosecha del ciclo temprano 1986.....	61

- 13 Causas de daño(%) en maíz almacenado en 14 fincas del norte de Tamaulipas, a lo largo del período - de almacenamiento, después de la cosecha del ciclo temprano 1986..... 61
- 14 Número de insectos adultos vivos, e insectos inmaduros en infestación interna(en paréntesis) por kilogramo de maíz almacenado en 11 fincas del noreste de Nuevo León después de la cosecha del ciclo temprano 1986..... 63
- 15 Número de larvas por kilogramo encontradas en --- maíz almacenado en 11 fincas del noreste de Nuevo León, a lo largo del período de almacenamiento, - después de la cosecha del ciclo temprano 1986.... 64
- 16 Número de insectos adultos vivos, e insectos inmaduros en infestación interna (en paréntesis) por kilogramo de maíz encontrados en 14 fincas del --norte de Tamaulipas, a lo largo del período de almacenamiento, después de la cosecha del ciclo temprano 1986..... 64
- 17 Número de larvas por kilogramo encontradas en --- maíz almacenado en 14 fincas del norte de Tamaulipas a lo largo del período de almacenamiento, -

después de la cosecha del ciclo temprano 1986..... 66

## FIGURA

- 1 Area de estudio de la estimación de pérdidas de --  
maíz en postmaduración..... 28
- 2 Líneas base para las variedades almacenadas en el-  
noreste de Nuevo León..... 56
- 3 Líneas base para las variedades almacenadas en el-  
norte de Tamaulipas..... 57

## RESUMEN

Se estudiaron las cantidades y causas de pérdidas de maíz en post-maduración en el noreste de Nuevo León y norte de Tamaulipas, México.

Para evaluar las pérdidas de maduración a cosecha, se cosecharon diez mazorcas de cada una de 47 parcelas del ciclo temprano de 1986. Se midieron características morfológicas de las mazorcas y el peso volumétrico y el contenido de humedad del grano; se cuantificaron los daños y pérdidas y se contaron los insectos de almacén presentes en infestación externa e interna. Para Nuevo León y Tamaulipas, respectivamente; la pérdida de peso provocada por insectos de almacén (único factor de post-maduración presente) fue de 0.4 y 2.3% al momento de la cosecha; el número de insectos primarios por kilogramo después de 40 días de almacenamiento aislado fue de 31.9 y 29.1. No se encontró regresión significativa entre las características morfológicas de las mazorcas y el número de insectos.

Para evaluar las pérdidas de cosecha a consumo, se colectaron muestras periódicas (30-45 días) de agosto de 1986 a marzo de 1987 del maíz almacenado en 25 fincas. La muestra consistía de 1.5 kg. de grano o diez mazorcas, según el tipo de almacenaje. Se analizaron las muestras como se anotó antes, pero ahora se incluyó el método de estimación de pérdidas "Peso-Volumen Estándar" (P-VE). En cada visita se estimaban las existencias para registrar el patrón de consumo; la información sobre el porcentaje de pérdida de peso y la cantidad consumida en cada

período se usó para calcular las pérdidas reales de producto para cada período, que acumuladas dieron la pérdida total por todo el tiempo de almacenamiento. El método de "Contar y Pesar" se consideró más preciso que el de P-VE. Según tal método, la pérdida de peso promedio en el noreste de Nuevo León se incrementó de 4.9 a 24.0%, lo que representó una pérdida total del maíz almacenado de 10.5%; en el norte de Tamaulipas se registraron pérdidas de peso de 4.6 hasta 25.6%, lo que implicó una pérdida de 9.0%. La principal causa de pérdida fue la infestación por insectos, particularmente Sitophilus zeamais, S. oryzae y Sitotroga cerealella.

## ABSTRACT

Quantities and causes of losses of maize on post-harvest were studied for the northeast of Nuevo León and north of Tamaulipas, México.

To assess the losses from maturation to harvest, ten ears from each of 47 fields were harvested in the winter-summer cycle of 1986. Some morfological characteristics of the ears and the volumetric weight and moisture content of the grain were measured; the damage and losses were quantified and the storage insects in external and internal infestation were counted. For Nuevo León and Tamaulipas, respectively; the weight loss due to storage insects (the only post-maturation factor present) was 0.4 and 2.3% at harvest; the number of primary insects per kilogram after 40 days of insolated storage was 31.9 and 29.1. It was not found significant regression between the ears characteristics and the number of insects.

To assess the losses from harvest to consumption periodic sanples (30-45 days) of the maize stored in 25 farms were collected from agust 1986 to march 1987.

The sanple consisted of 1.5 kg of shelledmaize or ten cobs, depending on the type of storage. The sanples were studied as was noted above, but in this case the loss assessment method "Weight-Standard Volume" (W-SV) was included. In each visit, the amount of maize stored was estimated to record the consumption pattern; the information about the percentage of weight loss and the amount of grain consumed in each interval, which



accumulated gave the total loss for the complete storage period. The "Count and Weight" method was considered more accurate than the W-SV method. According to that method, the mean weight loss in the northeast of Nuevo León increased from 4.9 to 24.0%, what represented a total loss of the storage maize grain of 10.5%; in the north of Tamaulipas, weight losses of 4.6 to 25.6% were recorded, which represented a loss of 9.0%. The main cause of losses was the infestation by insects, particularly Sitophilus zeamais, S. oryzae and Sitotroga cerealella.

## 1. INTRODUCCION

La creciente demanda de alimentos ocasionada por el incremento de población hace necesario el aumento de los niveles de producción agrícola, así como el mejoramiento de la calidad nutritiva de estos productos. Por ésto, varios organismos internacionales y gobiernos de países en desarrollo han implementado programas tendientes a resolver los problemas de producción y distribución de alimentos entre la población.

Entre las fuentes de alimentación de los países en desarrollo destacan los cereales; entre ellos, el maíz ocupa un lugar importante para los países latinoamericanos por el arraigo que tiene entre su población.

En México, el maíz tiene una alta demanda que no se ha podido satisfacer, por lo que se recurre a su importación. Esta insuficiencia se debe a que el maíz se produce principalmente en sistemas tradicionales de agricultura donde la inversión de insumos de producción es mínima y la producción en gran parte, se destina al autoconsumo.

Dentro de las regiones productoras de maíz en México se encuentra la del noreste, en donde se encuentran dos sistemas de producción bien diferenciados; un sistema tradicional y de autoconsumo en el estado de Nuevo León y otro en el norte de Tamaulipas en donde la agricultura es tecnificada y la producción se destina al comercio.

En las diversas fases por las que pasa el grano desde que

está apto para su consumo hasta que llega al consumidor final, se presentan factores bióticos y abióticos que provocan pérdidas en la cantidad producida. Debido a que las pérdidas de granos son indeseables para la economía de un país, se necesitan estudios para evaluar estas pérdidas, así como identificar las causas. Con los resultados de dichos estudios se podrían implementar programas adecuados a cada región tendientes a reducir tales pérdidas.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar las pérdidas de maíz ocurridas de la maduración a la cosecha y durante el almacenamiento en las fincas de los agricultores en el noreste de México.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Pérdidas de Maíz de Maduración a Cosecha

La madurez fisiológica en los granos de maíz se alcanza cuando los granos llegan a su máximo desarrollo respecto a la acumulación de materia seca; en este momento presentan alrededor de 40% de contenido de humedad. El grano ya es independiente de la planta e inicia una etapa de secado o pérdida de humedad (Glanze, 1977).

Los factores más importantes de reducción de rendimientos de maíz desde la maduración hasta la cosecha, son los insectos, los hongos, los animales silvestres y la pregerminación. Las pérdidas son mayores en las regiones cálidas donde la temperatura y la humedad favorecen grandemente a los enemigos de las plantas y del grano (Díaz del Pino, 1964).

#### 2.1.1. Insectos de campo.

Entre los insectos de campo que atacan al maíz de maduración a cosecha, se encuentran: el gusano cogollero, Spodoptera frugiperda; el barrenador, Diatraea y Zeadiatraea spp., que en algunas ocasiones al no ser controlados pueden producir daños en la mazorca; el gusano elotero, Heliothis zea que daña principalmente a los granos del elote y en ocasiones lo hace después de la maduración (Jugenheimer, 1981).

Estos insectos atacan a los granos de maíz próximos a la maduración o después de esta ocasionando pérdidas y exponiendo los al ataque de otros insectos y de hongos.

### 2.1.2. Insectos de almacén que atacan en el campo.

El ataque a los granos de maíz en el campo constituye una de las principales causas de infestación por insectos de almacén; se inicia cuando las semillas están alcanzando su madurez fisiológica antes de la cosecha, en especial donde el clima es favorable al desarrollo de insectos.

Los gorgojos Sitophilus oryzae (L.), S. zeamais (L.) y la palomilla Sitotroga cerealella (O.), atacan al maíz antes de la cosecha en las regiones de clima tropical o semitropical del mundo y causan infestaciones que en muchas ocasiones alcanzan altos porcentajes (Ramírez, 1979).

### 2.1.3. Hongos de campo.

Los hongos de campo que dañan a los granos requieren para su desarrollo un alto contenido de humedad, que se presenta solo durante el desarrollo del cultivo por lo que no prospera durante el almacenaje del producto cosechado.

Algunos hongos atacan a los granos de maíz próximos a la maduración o inmediatamente después de ésta cuando el contenido de humedad es de alrededor de 40%. Entre estos se encuentran la pudrición rosa de la mazorca (Diplodia zeae), podredumbre del grano (Nigrospora oryzae) y el carbón del maíz (Ustilago maydis). Las pérdidas provocadas por estos hongos varían mucho de un año a otro dependiendo de las condiciones ambientales (Dickson, 1963).

Otros hongos infestan a los granos en el campo con conte-

nidos de humedad más bajos; requieren para su desarrollo en cereales alrededor de 25% de contenido de humedad. Los géneros más comunes son: Fusarium, Alternaria, Cladosporium y Helminthosporium. Estos hongos producen metabolitos tóxicos en los granos que pueden persistir durante el almacenaje y dañar a los organismos que se alimentan de ellos (ANDSA, 1970).

#### 2.1.4. Ratas, pájaros y otros animales silvestres.

Las ratas, pájaros y aquellos otros animales silvestres que se alimentan de granos, constituyen también un problema por la magnitud de los daños que pueden causar en algunas regiones productoras de maíz (Ramírez, 1979).

#### 2.1.5. Pregerminación.

La germinación de los granos antes de la cosecha constituye un serio problema en aquellas regiones en donde el período de maduración a cosecha coincide con la época de lluvias.

El grano germinado además de perderse como semilla, tiende a enmohecerse y pudrirse o a ser atacado por organismos nocivos (Glanze, 1977).

### 2.2. Pérdidas de Maíz de Cosecha a Consumo

La cosecha de maíz puede iniciarse tan pronto como se alcanza la madurez fisiológica; sin embargo, los granos con alto contenido de humedad son muy sensibles a los golpes, de ahí que la cosecha se lleve a cabo hasta que la humedad haya descendido lo suficiente. La cosecha mecánica se efectúa con un con

tenido de humedad del 18 al 20% (Glanze, 1977).

La conservación de las cualidades nutritivas de los granos depende en gran medida de las condiciones con que llegan al almacén. El contenido de humedad de los granos al momento de almacenarlos es un factor de suma importancia para su conservación durante el almacenamiento, ya que las plagas que atacan a los granos almacenados no se desarrollan adecuadamente en granos secos. Además cuando el grano es almacenado con exceso de humedad, se predispone a calentamientos debido al alto rango respiratorio y subsecuentemente a la descomposición y pérdida por el ataque de hongos, bacterias e insectos (Ramírez, 1979).

Los insectos y hongos, actuando separadamente o en combinación causan daños y pérdidas cuantiosas en cualquier parte del mundo donde se almacenan granos.

#### 2.2.1. Insectos de almacén.

Las pérdidas que pueden originar los insectos de almacén, son difíciles de calcular, pero se estima que en México se pierden un 15% del tonelaje almacenado anualmente por este tipo de plaga. En México (ANDSA, 1970) las especies más importantes como destructoras de granos almacenados son las siguientes:

Gorgojo de los graneros Sitophilus granarius L.

Gorgojo del arroz Sitophilus oryzae L.

Gorgojo de maíz Sitophilus zeamais L.

Gorgojo aserrado Oryzaephilus surinamensis L.

Barrenador pequeño de los granos Rhyzopertha dominica F.

Barrenador grande de los granos Prostephanus truncatus Horn.  
 Gorgojo grande y negro del maíz Tenebroides mauritanicus L.  
 Gusano negro de la harina Tenebrio molitor L.  
 Gorgojo confuso de la harina Tribolium confusum Duv.  
 Gorgojo rojo de la harina Tribolium castaneum Hbst.  
 Gorgojo cornudo de la harina Gnathocerus cornutus F.  
 Palomilla de los graneros Sitotroga cerealella Oliv.  
 Palomilla de la harina Ephestia khüniella Zeller.  
 Palomilla india de la harina Plodia interpunctella Hbn.

Las formas de infestación de los granos almacenados por insectos son muchas y variadas. Algunas veces el principal origen de ella es el ataque de insectos de almacén en el campo. En otros casos los insectos vuelan ciertas distancias desde centros específicos de infestación, hasta otros lugares donde se encuentran granos almacenados o subproductos de ellos, a los cuales infestan. Otro de los orígenes más comunes de infestación, son los granos o desperdicios infestados que quedan de un año para otro en los mismos almacenes. Además, los granos que son transportados de un lugar a otro se infestan con los insectos presentes en los medios de transporte; así mismo, se infestan en la maquinaria y equipo infestado que se utiliza en las bodegas e industrias de granos.

Las principales recomendaciones para evitar la infestación de los granos por insectos indican que los granos deben ser almacenados secos y frescos, y que las inspecciones y muestreos deben hacerse cuando menos una vez al mes; que el acomodo del grano en las bodegas debe facilitar los muestreos; y finalmente,



que las medidas de acondicionamiento y tratamiento con insecticida deben realizarse tan frecuentemente como sean necesarias- (Ramírez, 1979).

### 2.2.2. Hongos de almacén.

Los hongos que atacan granos almacenados requieren para su desarrollo contenidos de humedad bajos, del orden del 13 al 18%, lo cual es frecuente en los almacenes. Las principales especies de hongos que atacan a los granos almacenados pertenecen a los géneros Aspergillus y Penicillium. Los requerimientos mínimos de humedad para el desarrollo de las diversas especies de hongos en cereales es la siguiente: Aspergillus halophilicus y A. restrictus, 13.2%; A. glaucus, 14%; A. candidus, 15%; A. ochraceus, 15.2%; A. flavus, 18% y Penicillium spp., 16%.

Para evitar el desarrollo de los hongos de almacén en los granos y semillas de maíz, el almacenaje debe realizarse a contenidos de humedad inferiores al 13%.

Los hongos de campo y almacén aparte de producir pérdidas de orden económico al reducir la vida y calidad de los granos y semillas, son capaces de afectar la salud del hombre cuando este ingiere productos contaminados con las micotóxicas que ellos producen (ANDSA, 1970).

### 2.2.3. Roedores y pájaros.

Las ratas y ratones son un problema muy serio en el proceso de manejo y conservación de granos y semillas, y se agudiza

más en almacenes o trojes sin protección contra estas plagas o cuando por causa de emergencia se tiene que almacenar el grano en el campo o en lugares no adaptados para ello. Las pérdi das son cuantiosas ya que dañan cantidades diez veces mayores de lo que pueden consumir, pues los granos son seriamente con taminados por pelos, excremento y orina.

Estos dos tipos de daño, alimentación directa y contamina ción de granos y semillas, colocan a esta plaga en un nivel de gran importancia económica. Solo en los Estados Unidos se con sidera que las ratas destruyen anualmente el alimento que po drían consumir 10 millones de personas (Ramírez, 1979).

Los pájaros también constituyen un serio problema cuando se tienen granos en almacenes o trojas sin protección.

#### 2.2.4. Pregerminación.

La germinación de los granos en el almacén da origen a su descomposición y favorece el ataque de microorganismos e insec tos. La germinación puede ser debida a la acumulación de agua en el grano ocasionada por la traslocación y condensación de humedad en los depósitos. Este proceso se dá principalmente en granos y semillas almacenados a granel en donde el movimien to del aire es en forma natural (U.S. Departament of Agricultu re, 1980).

## 2.3. Metodología para Evaluar Pérdidas de Post-Maduración

### 2.3.1. Selección de la región a estudiarse.

Las evaluaciones de pérdidas de granos de postmaduración a nivel de granja deben hacerse en regiones bien diferenciadas cuyas características hayan sido correctamente especificadas. Lo que normalmente se busca es que la región que se estudie pueda ser representada adecuadamente mediante un muestreo de algunas de las fincas que la integran. Frecuentemente, la zona que se quiere estudiar es variable y debe, por lo tanto, dividirse o estratificarse en áreas más homogéneas. En otras ocasiones, la región es muy homogénea y no tiene que muestrearse en su totalidad, sino que los estudios se limitan a una pequeña área que representa adecuadamente a toda la región. La dimensión de las áreas dependerá de varios factores como la homogeneidad en el uso de la tierra, tecnología, climatología, etc.

En el país africano de Malawi, se hicieron dos estudios de evaluación de pérdidas de maíz (Golob, 1981 a y b). Uno de ellos fué hecho para representar una zona poco común en comparación con el resto del país, por ser más seca y deficitaria en producción de maíz. Este estudio fué hecho en el valle de Shire en la región meridional de Malawi, que es una llanura baja cálida. Esta zona mide aproximadamente 250 km de largo por 15 a 120 km de ancho. El otro estudio fué hecho para representar climáticamente al resto de Malawi en el área de Lilongwe, la cual posee una mayor producción de maíz; esta zona se encuentra en la región central del país consistiendo principalmente en

una llanura montañosa que ocupa aproximadamente 460,000 ha.

En Guatemala, se deseaba evaluar las pérdidas de maíz en la región cercana a la costa sur del país ya que es la principal productora de granos básicos en escala comercial. De modo que se seleccionó el parcelamiento "La Máquina" pues los sistemas de cultivo, postcosecha y comercialización de maíz que ahí se tienen pueden considerarse representativos de dicha zona. Se esperaba que los resultados de estos estudios fueran aplicables en gran medida a toda esa región. El parcelamiento "La Máquina" es productor por excelencia de granos básicos, principalmente maíz y mide 34,479 ha. (Guatemala, 1983).

En un estudio a nivel nacional que se hizo en la República Dominicana sobre evaluación de pérdidas en arroz (Boxall et al., 1981, La Gra et al., 1982) se muestrearon fincas de agricultores de las tres principales regiones productoras de dicho cereal. Seguramente que se tomó la decisión de no considerar las áreas poco productivas para concentrar esfuerzos sólo en las áreas importantes. Algo similar fué hecho en Honduras al evaluar pérdidas. Ahí, se seleccionó la Región Centro-Oriental por su accesibilidad y productividad en comparación con el resto del país (Raboud, 1984 y Raboud et al., 1984).

### 2.3.2. Selección de agricultores.

Una vez que se ha seleccionado el área para el estudio, lo que se busca es que esté bien representada; ésto se consigue seleccionando fincas al azar.

El valle de Shire, Malawi está dividido en seis áreas administrativas, cada una con un número variable de unidades. Después de desechar las áreas con baja densidad de población o baja producción de maíz, se seleccionaron dos villas y cinco agricultores de cada villa de las 27 unidades restantes mediante un muestreo aleatorio estratificado. Las granjas que eran extremadamente inaccesibles, también se excluyeron. Todos los agricultores seleccionados, incluyendo dos de cada unidad que quedaron como reserva, fueron informados anticipadamente del estudio; pero muchos de ellos no estuvieron disponibles el día señalado, de modo que tuvieron que seleccionarse sustitutos adicionales al momento de la visita. Como consecuencia, resultó afectado el 40% de la muestra aleatoria original (Golob, 1981 a).

En el valle de Lilongwe, Malawi, tanto la topografía como los patrones de cultivo eran casi constantes, de modo que el estudio se pudo hacer para la totalidad del área poblada. Ahí se eligieron, mediante un muestreo aleatorio estratificado, ocho agricultores de una sola villa, en cada una de las 17 unidades, dando así un total de 136 granjeros. Aparte se seleccionaron dos reservas en cada una de las villas, pero sólo en dos villas se necesitaron sustitutos (Golob, 1981 b).

En el estudio de Guatemala (1983) se realizó una investigación mediante encuestas a productores, transportistas, comerciantes, mayoristas y minoristas de "La Máquina". Estos fueron seleccionados al azar como parte de una muestra aleatoria especialmente diseñada para el caso y calculada en base a los

resultados de estudios preliminares.

En la República Dominicana (Boxall et al., 1979) se seleccionó un total de 77 fincas, ocho molinos y cinco bodegas del INESPRES (Instituto de Estabilización de Precios), dentro de las tres principales regiones productoras de arroz en el país. Las fincas se seleccionaron al azar de datos proporcionados por el personal del Departamento de Agricultura local. Los molinos, estratificados por capacidad de procesamiento, fueron seleccionados al azar de listas oficiales. Las bodegas se seleccionaron al azar de listas del INESPRES.

En Honduras (1982), las fincas fueron seleccionadas en base a una repartición subjetiva tratando de cubrir toda la región bajo estudio. Se evaluaron unos 50 productores entre pequeños y medianos.

### 2.3.3. Periodicidad del muestreo.

La periodicidad del muestreo dentro del estudio de evaluación de pérdidas de granos de postmaduración a nivel finca es un factor que se establece al principio del estudio, normalmente lo que se busca es que se haga en forma constante sin salirse de un rango determinado. Es común que el tiempo entre un muestreo y otro sea de un mes como ocurrió en Honduras (1982) y Guatemala (1983). En ocasiones, esto no ha podido hacerse y el período se ha alargado o acortado dependiendo de las circunstancias que se presentaron.

En el valle de Shire, Malawi, las visitas estaban planea-

das para efectuarse cada cuatro semanas, pero no siempre fue posible llevarlas a cabo regularmente y en ocasiones se realizaron a las dos y hasta a las nueve ó diez semanas. En Lilongwe la periodicidad del muestreo fue relativamente constante cada cuatro semanas (Golob, 1981 a y b).

Para la República Dominicana, durante el proceso de molienda las muestras se tomaron inmediatamente antes y después de la operación completa (La Gra et al., 1982).

Los muestreos se inician tan pronto como se almacena el grano y terminan hasta que la totalidad de las existencias se han agotado. Esto se hace para verificar la condición real con que el grano entra al almacén proveniente del campo y para evaluar periódicamente como se van presentando las pérdidas hasta que el grano es consumido totalmente.

#### 2.3.4. Toma de muestras.

La muestra de grano debe tomarse correctamente para que represente a la finca. Se ha señalado que la muestra debe extraerse de donde lo hace el agricultor cuando saca grano para consumo (Harris y Lindblad, 1976). Otro método sería muestrear la totalidad del depósito incluyendo la porción donde el agricultor toma su grano. La muestra debe ser protegida para conservar las condiciones en las que se encontraba en el almacén hasta que llegue al laboratorio para su análisis. El traslado hacia el lugar de análisis debe hacerse rápidamente.

En el valle de Shire, Malawi (Golob, 1981 a) se propuso

que de cada agricultor se colectaran diez mazorcas o un kilogramo de maíz desgranado, pero después se vió que el peso de diez mazorcas sobrepasaba un kilogramo y se procedió a colectar solo ocho mazorcas. En Lilongwe también se tomaban ocho mazorcas o 1 kg de grano (Golob, 1981 b).

En Honduras (1982), se consideró satisfactoria una muestra de diez mazorcas; para Guatemala (1983), la muestra de las fincas era de 1.5 kg de grano.

Para estudiar las pérdidas de arroz en los almacenes del INESPRES, República Dominicana (Boxall et al., 1981) se siguió un procedimiento diferente. Fueron seleccionados al azar sacos de los lotes de entrada y con un calador se tomaron muestras de aproximadamente 0.5 kg de cada saco. Los sacos se pesaron y marcaron y fueron manejados rutinariamente en las estivas con los demás sacos de su correspondiente partida. Los datos de peso del saco, posición en la estiva y fecha de entrada fueron anotados. Cuando la partida fue despachada de los almacenes, la fecha de despacho y el peso de cada saco seleccionado fue anotado. De nuevo se tomó una muestra de 0.5 kg de cada saco y se determinó el contenido de humedad y el peso volumétrico de cada muestra.

#### 2.3.5. Análisis de las muestras;

El análisis de las muestras es de gran trascendencia, ya que de él depende la exactitud de los resultados.

Harris y Lindblad (1978) recomiendan dos métodos para el



análisis de la muestra. El método de peso o volumen estándar (P-VE) mide la reducción del peso-seco del mismo volumen de una muestra y de referencia no-dañada bajo el mismo contenido de humedad. El segundo método (Contar y Pesar) estima el peso perdido en grano dañado a partir del número y peso de granos con daño y sin él, en muestras individuales. 18%. Por lo tan-

Para el método P-VE se necesita primero determinar la condición original del grano. Ya que este método está basado en pesos diferentes para diferentes niveles de pérdida, es necesario obtener un punto base a través del cual sea posible comparar todas las mediciones futuras. Esta base necesita estar en forma de una curva que cubra todas las condiciones de humedad del grano que podrían encontrarse en una situación particular de cada submuestra.

La curva se obtiene por medio del análisis y cálculo de una muestra de grano base y de determinación de la condición original es esencial para obtener un punto de referencia fijo con el cual se pueden comparar las pérdidas incurridas durante el almacenamiento. Si no es posible obtener esta muestra antes de que el almacenaje o proceso bajo estudio se haya iniciado, una muestra visiblemente sin daño deberá ser tomada y analizada tan pronto como sea posible, se con precisión.

En la continuación se describe la metodología para la determinación de la línea base (Harris y Lindbland, 1978) de 500 g de una muestra de 5 kg en cada finca. En el caso de que estén bajo estudio diferentes variedades de grano se tomará una mues-

tra representativa de cada una, asumiendo que son suficientemente homogéneas. Al llegar la muestra al laboratorio, se tamiza y se divide en cinco submuestras. El objetivo es que con las cinco submuestras se cubra todo el rango de contenidos de humedad posibles de obtenerse durante el almacenaje en la región bajo estudio; un rango normal es de 10 a 18%. Por lo tanto después de medir el contenido de humedad de cada una de las cinco submuestras se agregará agua en algunas y se secarán otras para cubrir el rango. De modo que se obtengan submuestras con 10, 12, 14, 16 y 18% de contenido de humedad.

Si el rango es más estrecho se pueden obtener incrementos de solamente 1% por ejemplo submuestras de 11, 12, 13, 14 y 15% de contenido de humedad. Posteriormente se mide el peso volumétrico de cada submuestra.

Para la disminución de contenido de humedad se recurre al secamiento. Normalmente, se forma una capa no profunda de grano y se coloca en un lugar caliente y seco con una corriente de aire sobre él, pero protegido de el ataque de los insectos; también se puede usar un horno ventilado a temperatura no mayor de 35°C. Una vez llegado el contenido de humedad deseado, la muestra se coloca en un recipiente sellado para que se enfríe y el contenido de humedad debe medirse con precisión.

Para aumentar el contenido de humedad (c.h.) se requiere la adición de un peso calculado de agua que está dado por la fórmula siguiente:

$$\text{Peso del agua que se va agregar (gr)} = \text{Peso del grano} \times \frac{\% \text{ c.h. requerido} - \% \text{ c.h. inicial}}{100 - \text{c.h. requerido}}$$

El agua se agrega al grano en un recipiente sellado y se mezcla diariamente durante dos semanas. Al finalizar, a cada submuestra se le toma el contenido de humedad de manera exacta. Los pesos promedio (por un volumen dado) se convierten a peso seco por la siguiente fórmula.

$$\text{Peso seco} = \frac{\text{Peso del grano} \times (100 - \% \text{ de contenido de humedad})}{100}$$

Se grafican los datos de los pesos secos con los contenidos de humedad. Esta es la línea de referencia que se usa a través del período de muestreo para representar el peso seco que tendría la muestra a cualquier contenido de humedad si no hubiera sido dañada durante el almacenaje.

En Zambia, Adams y Harman (1977), encontraron que el método P-VE arrojó la mejor evaluación de pérdidas. Estos autores mostraron que el peso seco de un volumen estandar de maíz no dañado estaba relacionado en forma lineal con el contenido de humedad. De modo que se calculaba la pérdida de peso de cualquier muestra dañada comparando el peso seco de un volumen estandar con el de una muestra no-dañada bajo el mismo contenido de humedad. En el caso de las dos variedades de maíz con que Adams y Harman realizaron sus investigaciones, se encontró que las estimaciones eran más confiables para aquella variedad que presentaba mayor uniformidad en forma y tamaño de grano.

En Shire, Malawi (Bolob, 1981 a), el maíz almacenado era muy heterogéneo; el cultivo de diversas variedades de maíz había producido híbridos con amplias diferencias en forma, tamaño y densidades de grano. En consecuencia, cuando se hizo la línea base por el método P-VE en una selección de muestras de grano no-dañado, la relación entre el contenido de humedad y el peso de volumen estandar fue muy variable. Las muestras bajo el mismo contenido de humedad mostraron valores de peso del volumen estandar muy diferentes. Dichas inconsistencias, debidas a la heterogenidad del grano, fueron la principal restricción al utilizar el método P-VE para determinar pérdidas durante el curso del estudio. Para obtener resultados completamente consistentes hubiera sido necesario contar con una línea base de referencia P-VE para cada almacén individual. En este trabajo tal condición fue impracticable debido a que la mano de obra y otros recursos no siempre estaban disponibles.

Adams y Harman (1977) encontraron que el método de Contar y Pesar era particularmente susceptible a error en aquellos lugares donde las pérdidas eran bajas. Este método no toma en cuenta pérdidas debido a daño interno que aún no es aparente, ni tampoco considera la preferencia de los insectos por infestar los granos más grandes.

Posteriormente, Golob (1981 a) realizó un estudio para comparar el método P-VE contra el de Contar y Pesar, y, como ya se esperaba, este último arrojó pérdidas consistentemente menores que el método P-VE.

En Lilongwe, Malawi (Golob, 1981 b) también utilizaron los dos métodos de evaluación de pérdida de peso descritos anteriormente. Trazaron una gráfica de peso-volumen estandar contra diferentes contenidos de humedad del grano basados en la metodología de Lindbland y Harris (1979). La curva resultante se usó como una referencia a partir de la cual se calcularon las pérdidas de las muestras. Las muestras de referencia no siempre fueron representativas de la muestra colectada posteriormente, mostrando el grano de algunas de ellas diferentes características físicas. Cuando se presentó ésto, las comparaciones iniciales con la curva de referencia indicaron pérdidas falsas en ocasiones hasta del 5%.

En Honduras (1982) el análisis de las muestras contempló la determinación de los niveles y causas de daño y pérdidas de campo y almacén, así como el contenido de humedad del grano. La determinación del nivel de pérdidas se hizo en base a la recopilación y tabulación de los datos que resultaron del análisis de las muestras (Raboud et al., 1984). El método usado incluye y diferencia los conceptos de daño (alteración física de los granos) y pérdida (cantidad total de granos dañados menos la cantidad de granos considerados como recuperables para el consumo). El análisis de las muestras permite determinar el nivel y las causas de daño y pérdida basandose en la relación entre pesos reales y potenciales del producto muestreado ya sea desgranado o sin desgranar. Al volumen físico de pérdidas obtenido se le aplicaron criterios económicos para obtener las pérdidas monetarias.

En Guatemala (1983) se usó una combinación del método de peso-volumen estandar, del método de conteo y peso, y del método de ingreso y egreso del grano.

#### 2.3.6. Problemas que se presentan.

Es común que se presenten problemas al realizar estudios de esta naturaleza; lo importante es tratar de sobrellevarlos y evitarlos hasta donde sea posible para no caer en errores que quiebran a creencias inciertas.

Harris y Lindbland (1979), así como Adams y Harman (1977) enfatizaron los problemas prácticos que pueden presentarse cuando se lleva a cabo una investigación de evaluación de pérdidas. Ellos anotan que el almacenaje a nivel de granja es un sistema dinámico que implica un continuo movimiento de alimento a partir del almacén en el cual existe una población plaga en constante cambio. Los problemas implícitos en tal sistema, combinados con las dificultades de memoria por parte de los granjeros, pueden causar un error significativo al momento de cuantificar las pérdidas. Dicho error puede ser minimizado solamente cuando tales estudios son efectuados bajo el ambiente controlado de los experimentos de investigación.

La naturaleza heterógena del grano almacenado en Shire, Malawi fué la causa de que se hallaran diferencias entre los métodos de estimación de pérdidas (Golob, 1981 a y b). El método de peso-volumen estandar dió estimaciones de pérdidas notoriamente mayores que el método de contar y pesar grano daña-

do y no-dañado, especialmente donde las pérdidas fueron bajas. No obstante, en dichos trabajos recomiendan que aunque el grano sea heterogéneo y esto afecte al método de P-VE deben utilizarse ambos métodos, si el tiempo lo permite.

Se han encontrado problemas prácticos que no se han tomado en cuenta en la metodología recomendada a la fecha. Muchos de estos problemas han sido de naturaleza administrativa y se han solucionado al momento de presentarse; por ejemplo, el tiempo de colecta de la muestra y la distribución del transporte para realizar la visita a los agricultores. Otros problemas como la elección de los agricultores y el adiestramiento del equipo de trabajo pudieron haber sido resueltos más eficazmente si se hubiera dispuesto de más tiempo para planear y ejecutar el estudio. Sin embargo, cuando se llevan a cabo este tipo de estudios surgen muchos problemas sin importar el tiempo que se haya usado para planear, por lo que siempre es recomendable tomar medidas para la adaptación del estudio a las contingencias.

Algunos aspectos reportados como muy difíciles de controlar han sido la variabilidad en la colecta de muestras, los análisis de pérdidas y la información obtenida de los agricultores.

En Lilongwe, Malawi no se tuvieron muchos problemas (Golob, 1981 b): las visitas del equipo de trabajo se realizaron a intervalos relativamente constantes siendo la información recolectada de los agricultores generalmente confiable. Sin em-

bargo, hubo ocasiones en las que se omitieron tales visitas de modo que los datos faltantes tuvieron que ser extrapolados. Otro problema fue que 35 agricultores murieron o se mudaron del área de estudio por lo que sólo se utilizaron los resultados de 101 agricultores de los 136 con que se inició el trabajo.

En la República Dominicana, el principal problema para la implementación del estudio lo constituyó el factor transporte (Boxall et al., 1981). Para tomar una muestra individual de campo o de molinos el técnico tenía que trasladarse a lugares muy distantes debido a la cobertura nacional con que fué realizado el estudio. Por lo tanto, desde el inicio se vió la necesidad de asegurarse que los medios de transporte estuvieran disponibles para el tiempo previsto del estudio. A pesar de la planeación, y especialmente en la última etapa, en ocasiones el trabajo se suspendió por falta de transporte, siendo necesario recorrer a la renta de vehículos para satisfacer la necesidad. Esto llevó a la erogación de fondos que no habían sido presupuestados y a que se tuvieron que omitir del análisis final los datos de 12 fincas cuyas mediciones estaban incompletas.

En Honduras (1982), fueron muy sinceros en señalar que tuvieron problemas de variada índole que a menudo limitaron severamente la ejecución de las actividades del proyecto. Ellos mencionan que la inestabilidad del personal a nivel del proyecto, y a nivel central y regional por razones políticas y administrativas (tanto mecanismos de contratación de personal,



falta de presupuesto, asignación parcial de fondos y su utilización para otras actividades) y los problemas personales (falta de motivación, de responsabilidad, de capacidad técnica y calidad humana) provocaron el incumplimiento de la asignación de personal, material y apoyo logístico del proyecto. Además, anotaron que la falta de definición de una política agrícola, y la poca coordinación entre programas y proyectos constituyeron otros factores negativos.

#### 2.3.7. Datos que se obtienen.

Los resultados de una evaluación de pérdidas pueden ser diferentes según el método utilizado. Un método puede ajustarse mejor a un estudio particular dependiendo de las condiciones que se presenten. Se recomienda, por lo general, utilizar varios métodos para así obtener resultados mas confiables.

En el valle de Shire, Malawi, la pérdida promedio de maíz sufrida en las fincas fue de  $3.2 \pm 3.4\%$  según el método peso-volumen estandar y de  $1.8 \pm 3.5\%$  de acuerdo al método de Contar y Pesar. Las pérdidas calculadas por el método P-VE fueron significativamente mayores que las estimadas por el método de Contar y Pesar. De cualquier manera la conclusión fue que las pérdidas fueron bajas con un valor máximo menor al 5%.

En Lilongwe, Malawi se encontraron pérdidas menores: 1.4% y 0.9% de acuerdo a los métodos P-VE y Contar y Pesar, respectivamente. También en este caso la estimación de pérdidas con el método de P-VE es alrededor de lo doble de la estimación del

método de Contar y Pesar.

Para la República Dominicana, los resultados del estudio indicaron pérdidas de 18.1% de arroz sin cascarilla (blanco) antes de que este abandone la finca y de un 0.35% durante el almacenaje (Boxall et al., 1981).

En Honduras (1982), encontraron que el promedio aritmético de pérdidas de maíz postmaduración en el campo, de las cinco fincas consideradas y 21 casos investigados, fueron de 8.70%. Dichas pérdidas estuvieron compuestas por las pérdidas de la parcela (derrames, pudriciones, olvidos) que fueron de 5.30% con un rango de 1.2 a 15.9% y por las pérdidas de la muestra (daños, pregerminados, etc.) que fueron de 3.41% con un rango de 0 a 15.6%. Esto quiere decir que al cosechar ya se había perdido el 8.70% del producto que llegó a la madurez fisiológica. Las dos razones que se mencionan como determinantes de las altas pérdidas en el campo fueron: la relativamente larga estadía del producto en el campo, que dá la oportunidad a los agentes bióticos y abióticos de influir sobre el estado del producto (con una intensidad que depende en parte de la variedad) y el olvido o mal cuidado durante el proceso de la cosecha.

En Guatemala (1983), el balance de materia seca efectuado entre pesos de ingresos y egresos, fue considerado como método patrón para la cuantificación de la pérdida de materia seca de maíz ocurrida durante el almacenamiento en el silo familiar "Guatemala". Las cifras que obtuvieron mediante el método de

peso-volumen estandar (P-VE) y el de Contar y Pesar resultaron más bajas que las obtenidas mediante el método de ingresos y egresos utilizado como patrón.

Se señala (Guatemala, 1983) que a cada nivel de unidad de observación (silo) el método P-VE y el de Contar y Pesar fallaron en alrededor del 20% de los casos y que incluso se registraron pérdidas de signo contrario (o sea ganancias). De cualquier manera, añaden que la pequeña magnitud de las pérdidas hicieron difícil evaluar comparativamente los métodos usados y que a pesar de todo, la impresión final que tenían era que cualquiera de los tres métodos podrían aplicarse confiablemente, con un margen de error de  $\pm 1-2\%$ . Por último anotan que el método mejorado de Contar y Pesar (aplicado a muestras previamente clasificadas en cuanto a tamaño de grano), es muy valioso pues explica la pérdida por factores. La cifra de pérdida según el método de ingreso-egreso fué de 2.48%; el método de P-VE dió un 1.85%; el método de Contar y Pesar dió pérdidas por insectos de 0.66%, por hongos de 0.58% y por otros daños, principalmente calentamientos, de 0.71%. Como los daños por calentamiento son debidas a la infección por hongos, se concluyó que el factor de pérdida más importante fué la presencia de hongos (60%) y en segundo lugar la infestación por insectos (40%).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Selección de las Regiones

Se deben identificar y evaluar las pérdidas de postmaduración en todo México; sin embargo, para obtener resultados confiables y con sentido práctico, los estudios deben hacerse por regiones compactas y relativamente homogéneas.

Son tantos los factores que influyen en las pérdidas de postmaduración, que un estudio de una región muy variable proporcionaría datos poco útiles para la implementación de medidas de reducción de pérdidas.

El proyecto de Evaluación y Reducción de Pérdidas de Maíz en el Sistema de Postmaduración en el Noreste de México (Facultad de Agronomía) al que pertenece el presente trabajo, contempla el estudio del sistema de postmaduración de maíz en dos áreas contrastantes (Figura #1). Una es el área anteriormente conocida como la de los Distritos de Riego 25 y 26 del norte de Tamaulipas. El Distrito de Riego No. 26 comprendía los municipios de Mier, Miguel Alemán, Camargo, Díaz Ordaz, Reynosa y Río Bravo, ubicados en la latitud de  $26^{\circ}10'$  y la longitud de  $98^{\circ}39'$ . El Distrito de Riego No. 25 comprendía los municipios de Matamoros, Río Bravo, Valle Hermoso y Reynosa con ubicación latitud  $25^{\circ}45'$  y longitud  $97^{\circ}30'$ . Actualmente los municipios mencionados están incluidos en los Distritos de Desarrollo Díaz Ordaz y Control, Tamps.

La otra es la subregión de Lomeríos Suaves en el noreste de Nuevo León que incluye total o parcialmente los municipios

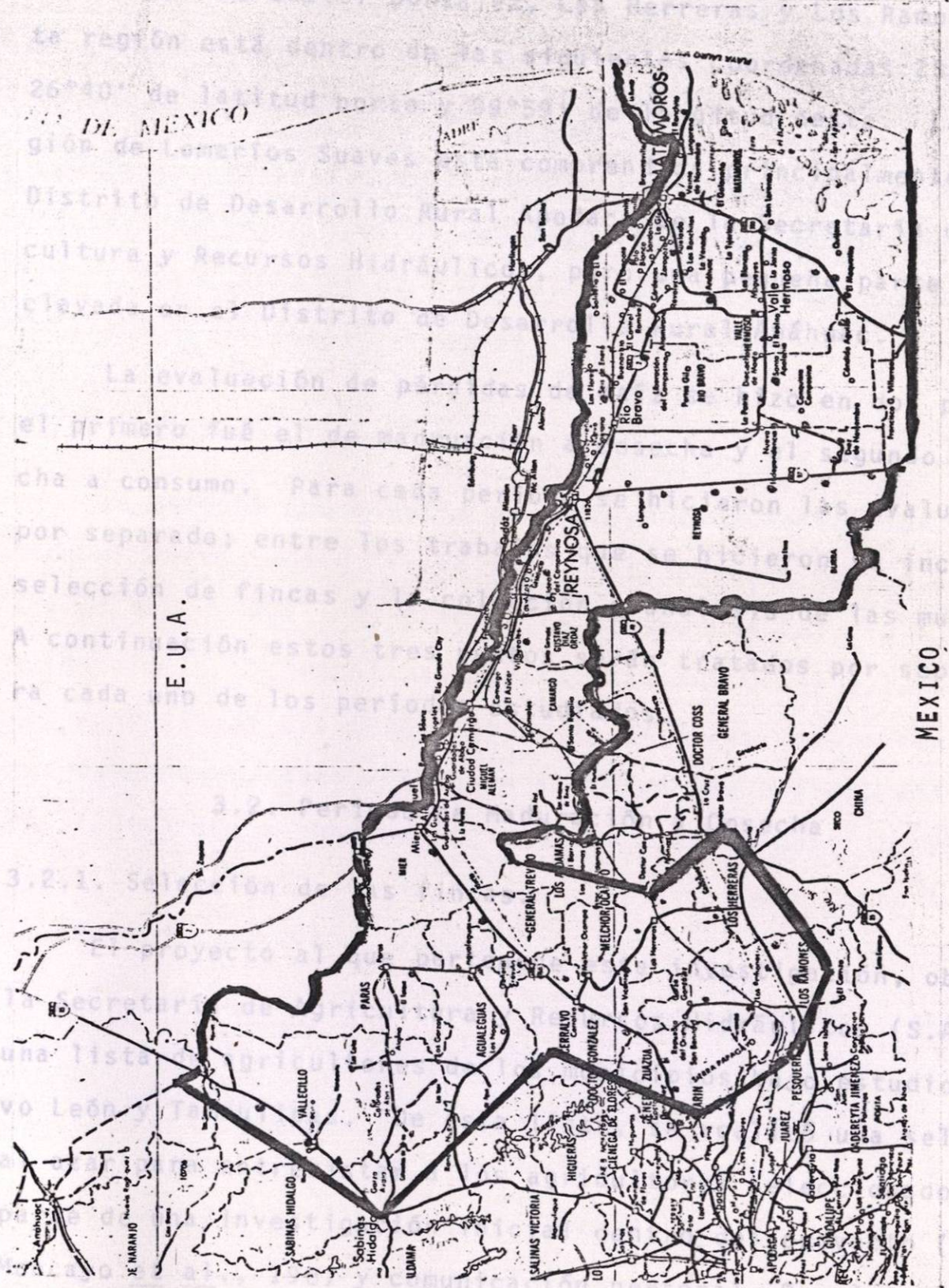


Figura #1. Area de estudio de la estimación de pérdidas de maíz en postmaduración.

de Vallecillo, Paras, Agualeguas, General Treviño, Melchor Ocampo, Cerralvo, Doctor González, Los Herreras y Los Ramones. Esta región está dentro de las siguientes coordenadas:  $25^{\circ}42'$  y  $26^{\circ}40'$  de latitud norte y  $99^{\circ}59'$  de longitud oeste. La subregión de Lomeríos Suaves está comprendida principalmente en el Distrito de Desarrollo Rural Apodaca de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, pero una pequeña parte está enclavada en el Distrito de Desarrollo Rural Anáhuac.

La evaluación de pérdidas de maíz se hizo en dos períodos: el primero fué el de maduración a cosecha y el segundo de cosecha a consumo. Para cada período se hicieron las evaluaciones por separado; entre los trabajos que se hicieron se incluyen la selección de fincas y la colección y análisis de las muestras. A continuación estos tres puntos serán tratados por separado para cada uno de los períodos estudiados.

### 3.2. Período de Maduración a Cosecha

#### 3.2.1. Selección de las fincas.

El proyecto al que pertenece esta investigación, obtuvo de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (S.A.R.H.) una lista de agricultores de los municipios bajo estudio en Nuevo León y Tamaulipas. De esta lista, se realizó una selección al azar para entrevistar a los agricultores seleccionados como parte de una investigación inicial dentro del proyecto (Estrada Moncayo et al., 1987 y comunicación personal, Dr. Josué Leos Martínez FAUANL.). En una de las secciones del cuestionario

aplicado, se preguntaba si el agricultor había sembrado o sembraría maíz en 1986; la respuesta a esta pregunta fue la que se utilizó para seleccionar a los agricultores que se muestrearon en el presente estudio.

Se seleccionaron 15 fincas de los municipios de Cerralvo, Ocampo, Ramones y Treviño en Nuevo León y 32 de Río Bravo, Valle Hermoso, Díaz Ordaz y Miguel Alemán en Tamaulipas, para un total de 47 en las dos regiones.

### 3.2.2. Colecta de las muestras.

Se estudió una muestra de maíz de cada agricultor seleccionado de Nuevo León y Tamaulipas. Las muestras fueron colectadas no más de una semana antes de la cosecha del ciclo temprano de 1986. En Tamaulipas, la colecta fue el 17 y 18 de julio. Las mazorcas de una primera colecta en Nuevo León tuvieron que ser desechadas, pues aún tenían humedad que provocó dificultad en el desgrane y una fuerte infección por hongos. La muestra definitiva se tomó del 22 al 27 de julio y casi coincidió con la fecha de cosecha.

De cada finca se colectaron diez mazorcas distribuidas en toda la parcela, procurando que la muestra fuera representativa. Solo se colectó la mazorca principal de cada planta. Cada mazorca se colocó individualmente en una bolsa de polietileno cerrada con una liga para conservarla mejor. Las diez mazorcas fueron colectadas en una bolsa grande de papel, identificada con los siguientes datos: número de orden, fecha de co-

lecta, nombre del colector, Estado, Municipio, poblado, Nombre del agricultor, área sembrada de maíz y variedad. Al transportar las muestras al laboratorio se procuró hacerlo rápidamente y que las mazorcas no fueran afectadas por el sol, para que no perdieran humedad.

### 3.2.3. Análisis de las muestras.

En el laboratorio, las muestras se analizaban lo más rápido posible para obtener datos más confiables. Solamente las mazorcas que se analizaban inmediatamente, se sacaban de las bolsas.

El análisis se hizo individualmente a cada mazorca. Al sacar la mazorca de la bolsa de plástico se capturaban los insectos (adultos y larvas) presentes en la bolsa y alrededor de la mazorca. Estos se colocaban por separado dentro de frascos de vidrio con alcohol al 70%. Para cada mazorca se utilizaron cuatro frascos para diferenciar adultos vivos, adultos muertos, larvas vivas y larvas muertas. Las larvas permanecían en mezcla KAAD (Keroseno, alcohol, ácido acético glacial y dioxano) uno ó dos días y después eran colocados en alcohol al 70%. Dentro de los frascos se colocaba una etiqueta de identificación.

Para realizar el análisis de las muestras, el proyecto mencionado hizo un Cuadro de Registro y Cálculo (Cuadro #1) en el que se incluyen mediciones para cada mazorca sobre las siguientes variables: Largo de espigas; Diámetro del Orificio



Cuadro #1. Registro y cálculo de datos para la evaluación de daños, pérdidas e infestaciones de maduración a cosecha.

Daños, Perdidas e Infestaciones de Maduración a Cosecha

No. de Orden \_\_\_\_\_ Fecha de Colecta \_\_\_\_\_ Nombre del Colector \_\_\_\_\_  
 Estado \_\_\_\_\_ Municipio \_\_\_\_\_ Poblado \_\_\_\_\_  
 Nombre del Agricultor \_\_\_\_\_ Area \_\_\_\_\_ Variedad \_\_\_\_\_ Fecha de Cosecha \_\_\_\_\_

RECOPLE LA INFORMACION DEL SIGUIENTE CUADRO.

Matorca	Espada	Lengua	Matorca	Matorca	Matorca	Matorca	Numero de granos completamente dañados							Peso de granos ligeramente dañados	Peso de granos totalmente dañados	Peso de granos ligeramente presentes	Numero de Insectos Presentes		
							Pre	Post	a	b	c	d	e					f	g
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
Total																			
X																			
S																			

\* a) Insectos del campo, b) Hongos del campo, c) Pragerminados, d) Insectos de Almacén, e) Hongos de Almacén, f) Rosadores, g) Polvoros, h) Otras (Especifique)  
 o causas multiples (a+b, a+d+e etc.)

\* \* Anexe un registro detallado del número de insectos presentes de cada especie

## Cuadro #1. Continuación.-

COMBINE TODO EL GRANO DE LAS 10 MAZORCAS Y MEZCLELO PERFECTAMENTE, OBTENGA EL PESO VOLUMÉTRICO, EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y EL PESO DE 100 GRANOS NO DAÑADOS PROMEDIANDO EL RESULTADO DE CINCO SUBMUESTRAS.

	1	2	3	4	5	$\bar{X}$
PESO VOLUMÉTRICO (KG/HECTOLITRO)						
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)						
PESO DE 100 GRANOS NO DAÑADOS						

OBTENGA EL PESO  $\bar{X}$ /GRANO NO DAÑADO \_\_\_\_\_

## PORCENTAJE DE DAÑO Y PERDIDAS DE PRE-PRODUCCION

CALCULE LO SIGUIENTE:

- 1.- PESO POTENCIAL DE GRANOS NO DAÑADOS = PESO REAL DE GRANOS NO DAÑADOS = \_\_\_\_\_
- 2.- PESO POTENCIAL DE GRANOS DAÑADOS = NO. DE GRANOS DAÑADOS PRE-PRODUCCIÓN X PESO  $\bar{X}$ /GRANO NO DAÑADO \_\_\_\_\_
- 3.- PESO POTENCIAL DE GRANOS FALTANTES = NO. DE GRANOS FALTANTES PRE-PRODUCCION X PESO  $\bar{X}$ /GRANO NO DAÑADO \_\_\_\_\_
- 4.- PESO POTENCIAL SIN PÉRDIDAS PRE-PRODUCCIÓN \_\_\_\_\_

$$\% \text{ DE DAÑO TOTAL DE LA MUESTRA} = \frac{(2 + 3)}{(1 + 2 + 3)} \times 100 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\% \text{ DE PÉRDIDA TOTAL DE LA MUESTRA} = \frac{(2 + 3) - \text{PESO DE GRANOS LIGERAMENTE DAÑADOS}}{(1 + 2 + 3)} \times 100 = \underline{\hspace{2cm}}$$

## PORCENTAJE DE DAÑO Y PERDIDAS DE POST-PRODUCCION DE CAMPO

CALCULE LO SIGUIENTE:

- 1.- PESO POTENCIAL DE GRANOS NO DAÑADOS = PESO REAL DE GRANOS NO DAÑADOS = \_\_\_\_\_
- 2.- PESO POTENCIAL DE GRANOS DAÑADOS = NO. DE GRANOS DAÑADOS POST-PRODUCCIÓN X PESO  $\bar{X}$ /GRANO NO DAÑADO = \_\_\_\_\_
- 3.- PESO POTENCIAL DE GRANOS FALTANTES = NO. DE GRANOS FALTANTES POST-PRODUCCIÓN X PESO  $\bar{X}$ /GRANO NO DAÑADO = \_\_\_\_\_
- 4.- PESO POTENCIAL SIN PÉRDIDAS POST-PRODUCCIÓN \_\_\_\_\_

$$\% \text{ DE DAÑO TOTAL DE LA MUESTRA} = \frac{(2 + 3)}{(1 + 2 + 3)} \times 100 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\% \text{ DE PÉRDIDA TOTAL DE LA MUESTRA} = \frac{(2 + 3) - \text{PESO DE GRANOS LIGERAMENTE DAÑADOS}}{(1 + 2 + 3)} \times 100 = \underline{\hspace{2cm}}$$

que existe en la punta de las espátas, medido con un vernier; Peso de la Mazorca sin espátas medido con una balanza electrónica (Sartorius, 1206 MP); Largo de la Mazorca; Número de Hileras; Granos por Hilera obtenido con el promedio de tres hileras.

Además, se hicieron observaciones y conteos en relación a daños presentes en cada mazorca.

Se cuantificó el número de granos faltantes en pre y postmaduración. Se consideraron en esta categoría de "completamente dañados" a aquellos granos que a criterio personal tenían tal daño que no eran utilizables para consumo humano. Se tomaron como causa de daño en premaduración a insectos de campo, hongos de campo y a granos pregerminados; los insectos de almacén, hongos de almacén y roedores se consideraron como causa de daño en postmaduración. Se obtuvo el Peso del grano completamente dañado en pre y postmaduración.

Los granos que tenían cierto daño pero que aún podían ser consumidos por humanos se consideraron como la variable Número de granos ligeramente dañados en pre y postmaduración. Las causas de daño fueron las mencionadas anteriormente. También aquí se tomó el Peso del grano ligeramente dañado en pre y postmaduración.

Inmediatamente después de desgranar cada mazorca, se tomó el Peso total del grano. Después de separar los granos dañados se tomó el Peso del grano no dañado.

Por último, se midió el peso volumétrico y el contenido

de humedad de la muestra. Para ésto se mezcló el grano (dañado y sano) de todas las mazorcas de la muestra utilizando el divisor y homogenizador Boerner. El grano se vertía hasta derramarse en un recipiente cilíndrico de vidrio que tenía un volumen de  $270 \text{ cm}^3$ . Después de dejar al raz el nivel del grano con el borde del recipiente, se tomaba su peso. Una vez sustraído el peso del recipiente se hacían las transformaciones para obtener el peso del grano por hectolitro. El dato final era el promedio de cinco repeticiones. Al principio se usó un aparato comercial (test-weight apparatus) específico para obtener peso/hectolitro pero se consideró poco exacto y se optó por el método descrito. Para determinar el contenido de humedad del grano (%) se utilizó el determinador de humedad Steinlite 400. También se obtuvo un promedio de cinco repeticiones.

Para completar la colecta de insectos presentes en cada mazorca, se introducían a los frasquitos con alcohol al 70% a aquellos que eran vistos al deshojarla y desgranarla. La identificación y conteo de los insectos colectados se hizo posteriormente.

De cada muestra se tomaron cuatro submuestras de 50 g que se depositaron en frascos de vidrio tapados con una malla de tela fina y se almacenaron por 40 días en condiciones de laboratorio. Al término de este tiempo, el contenido del frasco era tamizado para separar los insectos adultos que estuviesen presentes; éstos eran la progenie de la infestación de campo que estaba en estado inmaduro infestando intensamente los granos al momento de colectar la muestra.

### 3.3. Período de Cosecha a Consumo

#### 3.3.1. Selección de las fincas.

Se realizó un recorrido a las fincas de Nuevo León y Tamaulipas que habían sido estudiadas en el período de maduración a cosecha. Se solicitó la cooperación de los agricultores que iban almacenar su producción o parte de ella en la finca para el estudio durante el período de cosecha a consumo.

Se seleccionaron 11 fincas de los Municipios de Cerralvo, Ramones, Treviño y Ocampo en Nuevo León y 14 fincas de Valle Hermoso, Miguel Alemán, Díaz Ordaz, Río Bravo y Camargo en Tamaulipas, para un total de 25 en las dos regiones.

#### 3.3.2. Colecta de las muestras.

Se colectaron periódicamente muestras de maíz almacenado de agosto de 1986 a marzo de 1987, con el fin de evaluar el incremento del daño y de las pérdidas del grano a través del tiempo de almacenaje. Las cuatro fechas de los recorridos para colectar muestras en Nuevo León fueron: 27-28 agosto, 26 - septiembre, 27 octubre y 5 diciembre. En Tamaulipas fueron cinco las fechas de colecta: 22-23 septiembre, 24-25 octubre, 24-25 noviembre, 12 enero y 4 marzo. En algunas fincas se hicieron menos colectas que en otras, pues se les había terminado el maíz que estaba bajo estudio al momento de la visita.

En la primera visita se tomaron los datos que se muestran en la parte superior del Cuadro #2 de registro y cálculo de datos para evaluación de pérdidas de cosecha a consumo. Estos

Cuadro #2. Registro y cálculo de datos para la evaluación de daños, pérdidas e infestaciones de cosecha a consumo.

DAÑOS, PERDIDAS E INFESTACIONES DE COSECHA A CONSUMO  
CUADRO PARA REGISTRO Y CALCULO DE DATOS

No. de orden \_\_\_\_\_ Fecha de colecta \_\_\_\_\_ Nombre del colector \_\_\_\_\_  
 Estado \_\_\_\_\_ Municipio \_\_\_\_\_ Poblado \_\_\_\_\_  
 Nombre del agricultor \_\_\_\_\_ Variedad \_\_\_\_\_ Riesgo \_\_\_\_\_ Fert. \_\_\_\_\_  
 Fecha de: a) Cosecho \_\_\_\_\_ b) Almacenamiento \_\_\_\_\_ c) Molido \_\_\_\_\_  
 Forma de almacenamiento \_\_\_\_\_ Tipo de almacén \_\_\_\_\_  
 Existencias totales (Especifique) \_\_\_\_\_ Existencias muestreadas \_\_\_\_\_  
 Destino de existencias \_\_\_\_\_  
 Tratamiento físico: Tipo \_\_\_\_\_ Duración \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_  
 Tratamiento químico Tipo \_\_\_\_\_ Prod. \_\_\_\_\_ Conf. \_\_\_\_\_ Conc. \_\_\_\_\_  
 Fecha \_\_\_\_\_  
 Limpieza \_\_\_\_\_  
 Observaciones: \_\_\_\_\_

PRODUCTO NO DESGRANADO (10 Mazorcas)							
1- Número de granos removidos				10- Peso $\bar{X}$ de granos d = $\frac{(13)}{250(0 \dots)}$			
2- Peso de granos dañados (d)				11- Peso $\bar{X}$ de grano nd = $\frac{(51)}{500(0 \dots)}$			
3- Peso de 250 (0.....) granos d				12- Peso potencial (p) de granos d = $\frac{(2)}{(10)} \times (11)$			
4- Peso de granos no dañados (nd)				13- Peso p de granos removidos = $(1) \times (11)$			
5- Peso de 500 (0.....) granos (nd)				14- Peso p total = $(4) + (12) + (13)$			
6- Peso total = $(2) + (4)$				I Afectadas $\frac{(12)}{(14)} \times 100$			
7- No. de granos recuperables	algunos	blanqueal		15- % de daño II Removidos $\frac{(13)}{(14)} \times 100$			
8- Peso de granos recuperables				TOTAL			
9- Peso $\bar{X}$ de granos recuperables = $\frac{(8)}{(7)}$				16- % de pérdida $\frac{(12) + (13) - (14)}{(14)} \times 100$			
PRODUCTO DESGRANADO (500 granos)							
1- No. de granos d				8- Peso $\bar{X}$ de grano d = $\frac{(2)}{(1)}$			
2- Peso de grano d				9- Peso $\bar{X}$ de grano nd = $\frac{(4)}{(3)}$			
3- No. de granos nd				10- Peso p de grano d = $(1) \times (9)$			
4- Peso de granos nd				11- Peso p total = $(10) + (4)$			
5- Peso total = $(2) + (4)$				12- % de daño = $\frac{(11)}{(200)} \times 100$			
6- No. de granos recuperables	algunos	blanqueal		13- % de pérdida $\frac{(10) - (7a)}{(11)} \times 100$			
7- Peso de granos recuperables							
CAUSAS DE DAÑO: a) insectos de campo, b) hongos de campo, c) pragerminados, d) insectos de almacén e) hongos de almacén, f) roedores, g) pájaros, h) otras (especifique), o) multiples (a,b, etc.)							
Causas	Granos	Distribución de % de daño		Rep.	Peso volumétrico (Kg/hectolitro)	Contenido de humedad (ch) (%)	Peso seco (PS) = $\frac{100 - \text{ch}}{100} \times \text{Peso i}$
		100 %	% de daño I				
				1			
				2			
				3			
				4			% Pérdida de PS = $\frac{\text{PS base} - \text{PS muest}}{\text{Peso base}} \times 100$
				5			
				X			
					No. de Insectos presentes *		
					LARVAS		IMPUREZAS
					Vivos	Muertos	Peso %
Sub-total pre-prod							
Sub-total post.-prod							
TOTAL	250(0...)	100 %	% de daño I				

\* ANEXE UN REGISTRO DETALLADO DEL NUMERO DE INSECTOS PRESENTES DE CADA ESPECIE

datos incluyen información sobre la forma de cultivo y almacenamiento del maíz, con énfasis en los métodos de conservación aplicados. Estos datos fueron usados para separar por grupos más homogéneos a las fincas estudiadas y para tener bases para discutir resultados. Cabe notar que en ese momento se estimaron las existencias y que éste fué el único dato de la parte superior del Cuadro #2 que tuvo que ser estimado de nuevo en cada una de las visitas subsecuentes. Esta estimación se hacía de la manera más precisa posible pues se usó para determinar el consumo de grano mensual en la finca, dato que se tomó como base para calcular las pérdidas reales de producto.

Cuando el maíz se encontraba en monas (plantas colocadas verticalmente formando un cono), las existencias se medían de la siguiente manera. Se contaban las plantas que existían en porciones triangulares de la mona que medían 0.5 m por el lado extremo (parte del diámetro); luego se tomaba el diámetro total y se estimaba el número total de plantas de la mona. Este dato se multiplicaba por el número monas que existieran en la finca para sacar el número total de plantas almacenadas en la finca. Se tomaba al azar diez mazorcas, se desgranaban y se pesaba el grano de cada una de ellas para sacar el promedio del peso de grano por mazorca. Con estos datos se estimaba las existencias de la finca.

Para medir las existencias en gavillas (plantas recargadas verticalmente en una cerca o pared dando una forma alargada), el procedimiento era similar al que se usaba para monas. La diferencia fue que en este caso se estimaba el número de

plantas que había en 0.5 m lineales de gavilla y este dato junto con el de longitud de la gavilla era el que se usaba para estimar el número de plantas almacenadas en la finca.

Para medir las existencias cuando se encontraba el maíz desgranado en costales, se obtenía el peso promedio por costal y se multiplicaba por el número de costales que existieran en la finca.

En el caso de mazorcas sin espatas en costales o barriles se contaba el número de mazorcas que había por costal o barril y se multiplicaba por el número de costales o barriles para tener el número de mazorcas de la finca. Después se desgranaban diez mazorcas obteniendo el peso promedio de grano de una mazorca. Con estos datos se estimaba las existencias.

La colecta de la muestra de maíz se hizo de diferente manera según la forma en que se encontraba almacenado. En este estudio, tres fueron las formas de almacenaje: maíz desgranado en costales, mazorcas con espatas en monas ó gavillas, y mazorcas sin espatas en barriles o costales. En el primer caso, se utilizó una bayoneta compartamentada para colectar la muestra; la bayoneta se introducía varias veces en diferentes costales hasta obtener una muestra de aproximadamente 1.5 kg. En el segundo caso se colectaron diez mazorcas de las diferentes monas o gavillas y de varias partes de cada una de éstas. En el último caso mencionado, el maíz se muestreaba colectando diez mazorcas de los diferentes costales ó barriles que existieran en la finca.



Las muestras individuales se colocaban en bolsas de plástico cerradas y etiquetadas, para ser transportadas al Laboratorio de Plagas de Granos Almacenados de la FAUANL en Marín, N.L.

### 3.3.3. Análisis de las muestras.

El análisis de las muestras se hizo de diferente manera para producto no desgranado y para producto desgranado. Para maíz no desgranado, primeramente se le quitaban las espigas a las diez mazorcas, colectando los insectos presentes. Se determinaba el número de granos removidos de las mazorcas. Luego se desgranaban separando los granos dañados de los no dañados de todas las mazorcas en conjunto, estos dos grupos eran pesados por separado. Se tomaban al azar 250 granos dañados y se pesaban; en el caso de que no se completara este número, tomaban los que hubiese y se pesaban. Después se determinaba las causas de daño (insectos de campo, hongos de campo, pregerminados, insectos de almacén, hongos de almacén y otras) y se anotaba el número de granos dañados por cada causa o combinación de causas en el cuadro de registro (Cuadro #2). De estos 250 granos dañados escogidos, también se determinaba el número de granos recuperables para consumo humano ó consumo animal y se registraba. Después, se tomaban al azar 500 granos no dañados y se pesaban, cuando no existía tal número, se tomaban todos los granos sanos que hubiese y se pesaban. Luego se mezclaba la muestra utilizando el Boerner para obtener el peso volumétrico y el contenido de humedad de la muestra, de la mane-

ra descrita anteriormente. Luego se tamizaba, la muestra para sacar insectos e impurezas; los insectos se colocaron dentro de frasquitos de vidrio con alcohol al 70% y las impurezas se pesaban. También en este caso, se tomaron cuatro submuestras de 50 gr con el fin de estudiar la infestación interna.

En el caso de producto desgranado, el procedimiento fue similar pero tuvo algunas variantes. Se mezclaba la muestra; se tomaban al azar 500 granos; se separaban los granos dañados de los no dañados y se contaban y pesaban por separado. Los demás datos se obtenían como en el caso de producto no desgranado.

Se utilizaron dos métodos para la determinación de pérdidas de grano. Uno fue el método conocido como "peso-volumen estandar", (P-VE) descrito en detalle en el capítulo de Literatura Revisada. En este caso, se considera que la pérdida de peso seco por unidad de volumen (kg/hl) en muestras tomadas a través del tiempo, es el reflejo de las pérdidas causadas por insectos, microorganismos u otros factores. Para obtener las líneas base que este método requiere, se tomó en la visita inicial una muestra de 5 kg de maíz sano en tres fincas de Nuevo León y en dos de Tamaulipas. En Nuevo León se hicieron líneas base para tres variedades criollas. La línea para un criollo llamado pinto amarillo sirvió de base para el grano de cuatro fincas; otra línea de un criollo sin nombre fue base en seis fincas y por último, la línea base de otro criollo sin nombre se usó exclusivamente en la finca de donde se obtuvo el grano.

En Tamaulipas se hicieron líneas base para las variedades Asgrow 405 y Grower R-4, pues siete fincas almacenaban la primera y seis la segunda. En la finca restante se almacenó Asgrow 405 en mezcla con Pioneer, usandose la línea base para Asgrow 405.

El segundo método usado fué el de "Contar y Pesar" también descrito en la Literatura Revisada, que consiste en la separación de los granos dañados y sanos y la determinación de sus pesos comparativos calculados en términos de la muestra total.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Pérdidas en el Período de Maduración a Cosecha

En Nuevo León la superficie de las fincas muestreadas fue de 1.4 ha en promedio, sembradas con variedades criollas. En el norte de Tamaulipas el tamaño de las fincas fue mayor, en promedio 22.4 ha, y las variedades sembradas fue: Asgrow 405 principalmente y en menor escala Asgrow 422, H-405, Grower F-4, Pioneer 515, Pioneer 3147, y Pay Master 8990.

Los agricultores de Tamaulipas cosecharon su maíz con un contenido de humedad promedio de 14.7%, mientras que los de Nuevo León lo hicieron con el 20.8%. Esto se debió a que en Tamaulipas la cosecha fué mecánica y en Nuevo León fué manual.

Las variedades mejoradas que se sembraron en Tamaulipas tuvieron un peso seco promedio de 60.3 kg/hl, que fue mayor que el de las criollas sembradas en Nuevo León (55.0 kg/hl).

Las muestras de Tamaulipas tuvieron un daño (peso) de 10.8% provocado por factores de premaduración (anterior a la madurez fisiológica) y 2.5% por factores de postmaduración (posterior a la madurez fisiológica). Las muestras de Nuevo León presentaron un daño en premaduración de 8.0% y 0.7% en postmaduración (Cuadro #3).

Los granos dañados ligeramente se consideraron recuperables para consumo humano, y los muy dañados se consideraron como perdidos. De modo que la pérdida real de peso del maíz en Nuevo León fue de 7.0% por factores de premaduración y de 0.4%

por factores de postmaduración. En Tamaulipas, 8.7% del peso del maíz se perdió en premaduración y 2.3% en postmaduración (Cuadro #3).

Cuadro #3. Características físicas, daños y pérdidas de maíz al momento de cosecharse en Nuevo León y Tamaulipas, Ciclo temprano 1986.

	<u>Nuevo León</u>		<u>Tamaulipas</u>	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Peso volumétrico (kg/hl)	68.7	8.1	70.7	4.7
Contenido de humedad(%)	20.8	8.6	14.7	1.5
Peso seco (kg/hl)	55.0	5.6	60.3	4.1
% daño premaduración	8.0	5.8	10.8	11.2
% daño postmaduración	0.7	0.7	2.5	3.0
% daño total	8.7	5.9	13.3	13.5
% pérdida premaduración	7.0	5.5	8.7	9.6
% pérdida postmaduración	0.4	0.5	2.3	2.9
% pérdida total	7.4	5.6	11.0	11.9

Las causas principales de daño en Tamaulipas, fueron hongos de campo, insectos de campo e insectos de almacén; en Nuevo León, fueron hongos e insectos de campo. En el Cuadro #4 se presenta la información detallada sobre la contribución de los diferentes factores que provocaron daños hasta antes de cosecha. El único factor de daño que se detectó en postmaduración fue el de insectos de granos almacenados. De nuevo, se hizo la distinción entre los granos ligera ente dañados de los muy dañados. Puede notarse en el Cuadro #4 que del 100% de

granos dañados el 79% se consideró perdido en Nuevo León y el 76.8% en Tamaulipas. Los datos que se presentan para combinaciones de daños son difíciles de interpretar, pues no se podría repartir el porcentaje registrado de una manera uniforme en todos los casos: el daño individual de cada factor de daño presente en combinaciones era variable. De cualquier manera, si se requiriera estudiar el porcentaje de daño total de cada factor de manera individual, la única forma sería repartir el porcentaje de daño combinado en partes iguales entre los factores involucrados y sumar estos datos a los porcentajes de daño individual.

Cuadro #4. Porcentaje de granos de maíz dañados por diversos factores hasta antes de la cosecha en Nuevo León y Tamaulipas. Ciclo temprano 1986.

Factores	Nuevo León		Tamaulipas	
	% de granos con daño	% de granos completamente dañados	% de granos con daño	% de granos completamente dañados
a	24.2	19.6	8.2	6.1
b	34.7	25.4	37.4	21.6
c	0.2	0.2	0.1	0.1
d	4.5	0.9	4.7	3.0
a+b	24.5	24.2	12.2	11.9
a+b+c	5.2	4.3	23.7	23.7
a+d	4.8	3.1	4.5	3.9
a+b+c+d	-	-	2.0	2.0
b+c	0.9	0.9	-	-
b+d	1.0	0.4	7.2	4.5
	100.0	79.0	100.0	76.8

a) insectos de campo; b) hongos de campo; c) granos pregerminados  
d) insectos de almacén

El número de insectos de almacén presentes en las mazorcas al momento de la cosecha fue abundante (Cuadros #5 y 6). Las muestras de Nuevo León tuvieron 24.4 adultos y 29.7 larvas de promedio por kilogramo de grano cosechado; la mayoría de estos insectos eran secundarios. Considerando solo a los insectos adultos primarios, en su mayor parte Sitophilus zeamais y oryzae, pero también Rhyzopertha dominica y Sitotroga cerealella el promedio fue de 1.8 por kilogramo. Al almacenar submuestras de grano durante 40 días, se encontró un promedio de 35.3 insectos/kg, de los cuales 31.9 eran primarios (progenie de la infestación en el campo).

Cuadro #5. Número de adultos de insectos de granos almacenados encontrados en mazorcas en el momento de la cosecha (infestación externa) y número de adultos presentes después de 40 días de almacenar el grano en el laboratorio (infestación interna). Ciclo temprano 1986.

	Nuevo León		Tamaulipas	
	Infestación inicial (N°/kg)	Infestación interna (N°/kg)	Infestación inicial (N°/kg)	Infestación interna (N°/kg)
<u>Sitophilus zeamais</u> <u>y oryzae</u>	1.2	30.6	3.3	27.9
<u>Rhyzopertha dominica</u>	0.1	0.0	0.1	1.1
<u>Sitotroga cerealella</u>	0.5	1.3	0.5	0.1
<u>Cathartus quadricollis</u>	21.5	3.0	14.3	9.9
<u>Cryptolestes pusillus</u>	0.0	0.4	0.7	3.7
<u>Oryzaephilus surinamensis</u>	0.0	0.0	0.1	1.2
<u>Tribolium castaneum</u>	0.2	0.0	0.5	0.1
<u>Palorus subdepressus</u>	0.0	0.0	0.8	0.0
<u>Lasioderma serricorne</u>	0.0	0.0	0.1	0.0
<u>Carpophilus dimidiatus</u> *	0.8	0.0	11.1	5.1
<u>Carpophilus sp.</u>	0.0	0.0	1.6	0.1
<u>Typhacea stercorea</u>	0.1	0.0	2.1	0.0
	24.4	35.3	35.2	49.2

\*Grupo dimidiatus

En Tamaulipas, las muestras tuvieron en promedio 35.2 adultos y 33.7 larvas por kilogramo cosechado. El número de insectos adultos primarios fue de 3.9/kg. Después de 40 días de almacenadas, las submuestras tenían 49.2 insectos/kg, de los cuales 29.1 eran primarios (Cuadro 5 y 6).

Cuadro #6. Número de larvas de insectos de granos almacenados encontradas en mazorcas de maíz en el momento de la cosecha. Ciclo temprano 1986.

	No. de larvas por kg de grano	
	Nuevo León	Tamaulipas
<u>Sitotroga cerealella</u>	0.0	0.5
<u>Plodia interpunctella</u>	0.3	3.9
<u>Ephestia elutella</u>	0.2	0.1
Varios Silvanidae*	18.6	6.3
<u>Cryptolestes pusillus</u>	0.0	2.8
<u>Tribolium castaneum</u>	0.3	6.0
<u>Carpophilus sp.</u>	10.3	14.1
	29.7	33.7

\* Cathartus quadricollis, Oryzaephilus surinamensis y Ahasverus advena.

La razón por la que en Nuevo León la infestación por insectos primarios después de 40 días fue mayor que en Tamaulipas, a pesar de haberse encontrado un menor número de estos al momento de la cosecha es difícil de dar. Posiblemente, la mortalidad fué menor en las muestras de Nuevo León debido a su alto contenido de humedad. Por otro lado, los adultos emergidos en las submuestras son el resultado no solamente de los insectos presentes al cosechar, sino también de insectos que des-



pués de ovipositar abandonan la mazorca. La variedad es otro factor determinante, sin embargo, en este caso el resultado fue contrario a lo supuesto, pues era de esperarse que las variedades mejoradas que se siembran en Tamaulipas fueran más susceptibles que las criollas de Nuevo León; es probable que el contenido de humedad de las muestras haya sido el factor clave. De cualquier manera, fue notable la infestación que se produjo en grano que podría pasar por sano. Aunque el daño causado por insectos de almacén antes de la cosecha no fue alto, la infestación interna que causaron alerta sobre el daño que podría sufrir durante el almacenaje el maíz cosechado en estas regiones, si no se toman las medidas adecuadas de manejo.

Los insectos secundarios, que representaron la mayor parte de la infestación presente, produjeron poca infestación interna. En Nuevo León de 22.6 insectos secundarios/kg de maíz presentes al momento de analizar las muestras, solo se encontraron 3.4 insectos secundarios después de almacenar el maíz libre de adultos por 40 días. En Tamaulipas de 31.3 insectos secundarios/kg al analizar las muestras, se presentaron 20.1 insectos secundarios/kg a los 40 días de almacenamiento. Esta disminución es debida a que estos insectos ovipositan generalmente sobre el grano y no dentro de él. La mayor infestación interna ocurrida en Tamaulipas debe haberse debido a que también el porcentaje de daño fue mayor, lo que facilita la reproducción de estos insectos.

Se esperaba que existiera regresión significativa entre la cantidad de insectos de almacén presentes y algunas de las

características morfológicas de las mazorcas; sin embargo, los análisis de regresión lineal simple no mostraron significancia.

Las variables dependientes fueron: número de adultos de Cathartus quadricollis, número de Carpophilus spp, número de adultos de otros insectos de almacén, número de larvas de Cathartus quadricollis, número de larvas de Carpophilus spp. y número de larvas de otros insectos de almacén. Las variables independientes fueron: largo de espatas, peso de mazorca, largo de la mazorca, número de hileras de grano en la mazorca, número de granos por hilera, número total de granos en la mazorca, número de granos completamente dañados y número de granos ligeramente dañados. Se realizó un análisis de regresión lineal simple de cada una de las variables dependientes contra cada una de las variables independientes; ninguna de las cuales fue significativa. Con estos análisis no se pudo confirmar que la abundancia de insectos de almacén en el campo esté relacionada con algunas de las características morfológicas de la mazorca.

#### 4.2. Pérdidas en el Período de Cosecha a Consumo

La forma más común de almacenamiento en las fincas de Nuevo León fue la de hacinas a la interperie (monas y gavillas); ocho de las 11 fincas muestreadas almacenaron el maíz de esta manera. Solo en una finca se almacenaron mazorcas sin espatas en costales; en otra las mazorcas sin espatas estaban en tambos de lámina; y en otra el maíz estaba desgranado en costales. En Tamaulipas, de las 14 fincas muestreadas; nueve almacenaron mazorcas sin espatas en costales, cuatro almacenaron mazorcas

sin espatas en tambos de lámina y solo una hizo gavillas (Cuadro #7). Para la evaluación de pérdidas en general; no se hicieron distinciones de acuerdo al tipo de almacenamiento.

Cuadro #7. Tipos de almacenaje de maíz en las fincas estudiadas de Nuevo León y Tamaulipas

Ubicación de las fincas		Tipos de almacenaje
Poblado	municipio	
Nuevo León		
Mojarras	Cerralvo	Gavillas y monas a la interperie
Mojarras	Cerralvo	Gavillas y monas a la interperie
El Nogalito	Cerralvo	Gavillas a la interperie
Arroyo de Piedra	Cerralvo	Gavillas a la interperie
Arroyo de Piedra	Cerralvo	Gavillas a la interperie
Arroyo de Piedra	Cerralvo	Gavillas a la interperie
Arroyo de Piedra	Cerralvo	Gavillas a la interperie
Arroyo de Piedra	Cerralvo	Desgranado en costales dentro de un cuarto de block con techo de lámina
San Javier	Treviño	Mazorcas sin espatas, en barriles dentro de una bodega para herramientas
Valadeces	Treviño	Mazorcas sin espatas en costales en la casa habitación
Sin nombre	Ocampo	Monas a la interperie
Tamaulipas		
Ejido Camargo	Camargo	Gavillas a la interperie

Cuadro #7. Continuación.-

Ubicación de las fincas		Tipos de almacenaje
Poblado	municipio	
Ejido Camargo	Camargo	Mazorcas sin espatas en tambos de lámina con tapa en cuarto de casa
Ejido El Cadillo	Camargo	Mazorcas sin espatas en un portal de lámina
Rancho Particular	Camargo	Mazorcas sin espatas en costales en un cuarto de madera con techo de lámina sin puerta
Ejido Puertecitos	Camargo	Mazorcas sin espatas en costales en un cobertizo de lámina
Tepehuaje	Camargo	Mazorcas sin espatas en tinaco de asbesto a la interperie
Valadeces	Días Ordáz	Mazorcas sin espatas en costales en bodegas de block con estructuras de fierro y techo de lámina
Guardados de Arriba	Miguel Alemán	Mazorcas sin espatas en costales en el piso en bodegas de block con techo de lámina
El Papalote	Río Bravo	Mazorcas sin espatas en costales en palapa a la interperie
El Papalote	Río Bravo	Mazorcas sin espatas en tambos en casa habitación
Carr. Río-Bravo-Vallehermoso Brecha #5 Nte.	Río Bravo	Mazorcas sin espatas en costales en portal de madera y lámina
Carr. Río-Bravo-Vallehermoso Brecha #6 Nte.	Río Bravo	Desgranado y mazorcas sin espatas en costales en casa de madera y lámina
Carr. Río-Bravo-Vallehermoso Brecha#114 con 10 Sur	Río Bravo	Mazorcas con espatas en un troje a la interperie
Los Caliches	Río Bravo	Mazorcas sin espatas en tambos de lámina en cuarto de casa de block con techo de lámina

El 36% de las muestras de los almacenes de Tamaulipas presentaron quemaduras, debido a que el grano que almacenaron era la cosecha (pepena) manual realizada después de quemar los residuos de la cosecha mecanizada.

El plan era llegar a las fincas justo en el momento en que se fuera a almacenar el maíz o inmediatamente después del inicio del almacenaje. Sin embargo por problemas diversos, cuando se hizo la primera visita, algunos almacenes ya tenían más de 30 y otros más de 60 días de haber iniciado el almacenamiento. Para calcular el período de 30 días, los datos que se presentan en los Cuadro #8 y #9, se consideró el tiempo transcurrido desde el inicio del almacenaje en cada almacén. Por eso se observa un número variable de almacenes muestreados en los diferentes períodos. Por ejemplo, en el caso de Nuevo León (Cuadro #8), en la primera visita se encontraron solo dos almacenes que tenían menos de 30 días de iniciados y nueve tenían entre 30 y 60 días; el otro almacén considerado en el período 31-60 (para completar 10 almacenes muestreados en este período) corresponde a la segunda visita.

En las muestras de Nuevo León, el daño se incrementó de un 7.6% registrado en el período de 0-30 días, hasta un 28.6% a los 121-150 días de almacenamiento (Cuadro #8). En Tamaulipas, el daño se incrementó inconstantemente de un 10.5% a los 0-30 días, hasta un 29.3% a los 151-180 días, disminuyendo a 8.2% en el período de 211-240 días de almacenamiento (Cuadro #9). Se considera que esto fue así debido a que los almacenes

Cuadro #8. Daños y pérdidas del maíz almacenado en 11 fincas del noreste de Nuevo León a lo largo del período de almacenamiento, después de la cosecha del ciclo temprano de 1986.

Días de almace- naje	Núm. de almace- nes	Existencia (kg)	Cantidad usada		% Daño	% Pérdida		Cantidad Perdida (kg)					
			Peso (kg)	Men- sual %		Acumu- lado %	Contar y Pesar $\bar{x}$	Pesar y Pesar $\bar{x}$	Contar y Pesar P-VE $\bar{x}$	P-VE			
0-30	2	3,763.9	109.9	1.0	1.0	7.6	3.7	4.9	4.7	2.4	0.5	5.4	2.6
31-60	10	10,269.5	2,798.9	24.4	25.4	7.5	7.0	5.2	5.3	7.7	8.8	145.5	215.5
61-90	11	7,694.5	4,537.0	39.6	65.0	8.4	4.4	4.6	3.2	8.2	9.5	208.7	372.0
91-120	6	2,700.9	2,043.1	17.8	82.9	21.1	20.0	18.1	19.1	8.7	12.7	369.8	177.7
121-150	3	1,964.1	1,964.1	17.6	100.00	28.6	16.1	24.0	15.0	10.7	11.7	471.4	210.2
			<u>11,453.0</u>									<u>1,200.8</u>	<u>978.0</u>

Cuadro #9. Daños y pérdidas del maíz almacenado en 14 fincas del norte de Tamaulipas a lo largo del período de almacenamiento, después de la cosecha del ciclo temprano de 1986.

Días de almace- naje	Num.de almace- nes	Existen- cia (kg)	Peso (kg)	Cantidad usada		% Daño	% Pérdida			Cantidad Perdida (kg)			
				% Men- sual	% Acumu- lado		Contar y Pesar x	s	x̄	Contar y Pesar y	s	P-VE	
0-30	1	180.9	30.9	0.4	0.4	10.5	0.0	8.0	0.0	5.3	0.0	2.5	1.6
31-60	7	4,029.0	1,006.5	13.1	13.5	7.1	4.2	4.6	3.2	4.5	5.0	46.3	45.3
61-90	14	6,674.6	2,093.9	27.3	40.8	10.4	15.9	8.9	14.2	3.9	2.5	186.4	81.7
91-120	12	4,538.9	1,747.9	22.8	63.6	8.2	8.5	6.3	6.8	4.9	3.1	110.1	85.6
121-150	6	2,278.3	1,013.2	13.2	76.8	22.1	34.1	12.2	16.3	7.1	3.8	124.1	71.9
151-180	3	512.6	512.6	6.7	83.5	29.3	20.8	25.6	17.9	8.0	7.9	131.3	41.0
181-210	6	1,265.1	441.4	5.7	89.2	19.2	26.5	5.7	3.7	6.9	3.8	25.2	30.5
211-240	2	823.8	823.8	10.8	100.0	8.2	2.1	7.7	1.3	-	-	63.4	357.6
			<u>7,670.2</u>									<u>689.3</u>	

que permanecieron y que se siguieron muestreando hasta el final del estudio eran los que menos daño tenían, ya que los más dañados eran rápidamente vaciados por sus dueños. Adicionalmente, debe mencionarse que del total de depósitos muestreados, tres de Tamaulipas habían recibido un tratamiento con cal y que dos de éstos fueron los que permanecieron hasta el final del estudio dando el dato de 8.2% de daño (Cuadro #9). El otro depósito tratado se vació en el penúltimo período. Aunque este hecho no se puede tomar como confirmación de la eficiencia de la cal para controlar insectos, la relación es aparente.

Las pérdidas de maíz en Nuevo León evaluadas por el método de Contar y Pesar se incrementaron de 4.9% a los 0-30 días, hasta 24.0% en el período de 121-150 días de almacenaje. Se calculó que durante el período total de almacenamiento se perdieron 1,200.8 kg que representan un 10.5% de los 11,453.0 kg de maíz almacenados y usados en las fincas de Nuevo León. En Tamaulipas las pérdidas de maíz por el método de Contar y Pesar aumentaron de 8.0% a los 0-30 días hasta 25.6% a los 151-180 días y disminuyeron a 7.7% al final del almacenamiento (211-240 días). Se calculó que de los 7,670.3 kg existentes en los almacenes muestreados en Tamaulipas, se perdieron 689.3 kg durante todo el período de almacenaje, correspondiendo esto a un 9.0%.



Las líneas base requeridas por el método peso-volumen estandard se muestran en las Figuras 2 y 3 para Nuevo León y Tamaulipas respectivamente. Ahí se señala el número de fincas para las que cada línea fue usada.

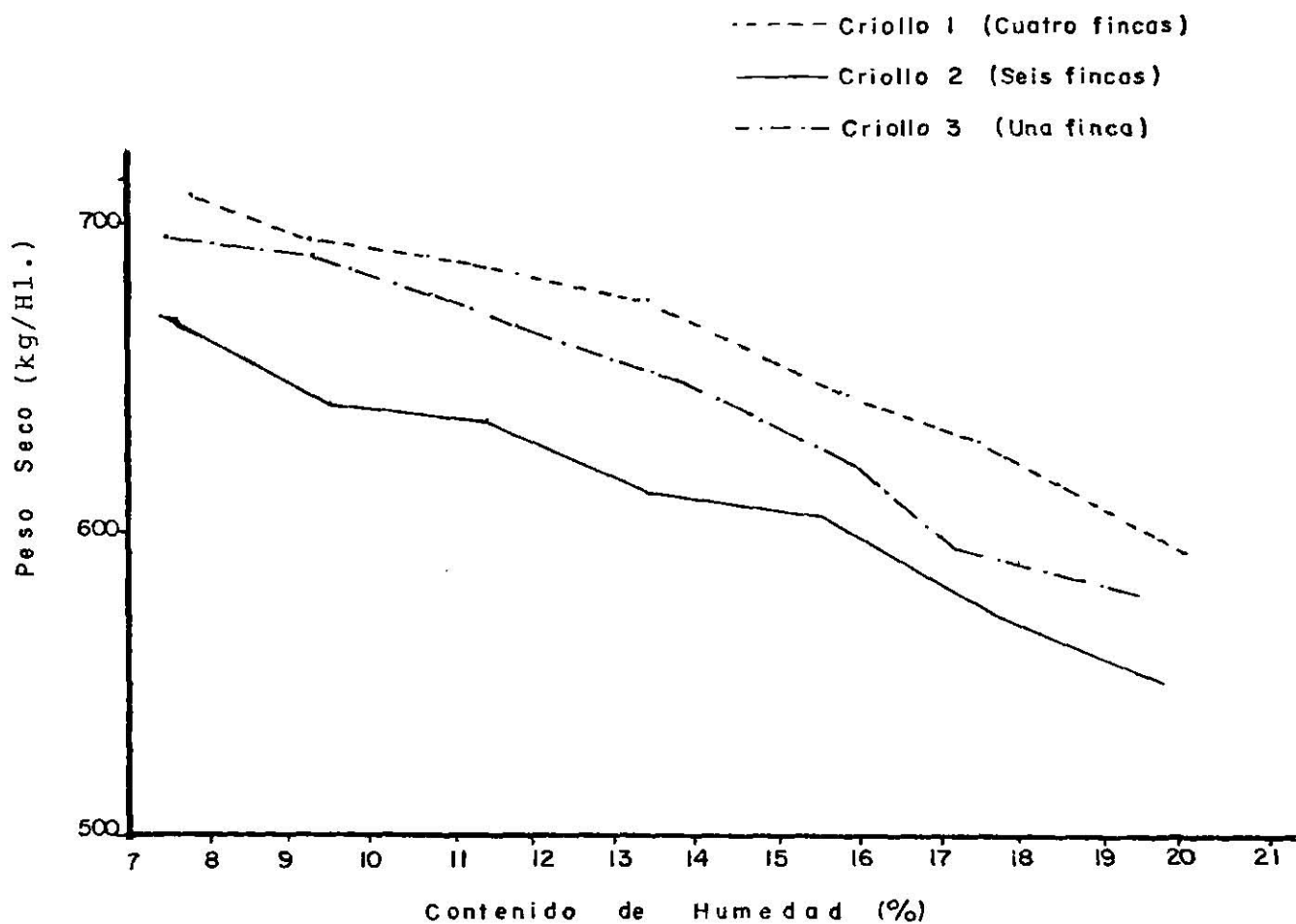


Fig. 2. Líneas base para las variedades almacenadas en el noreste de Nuevo León.

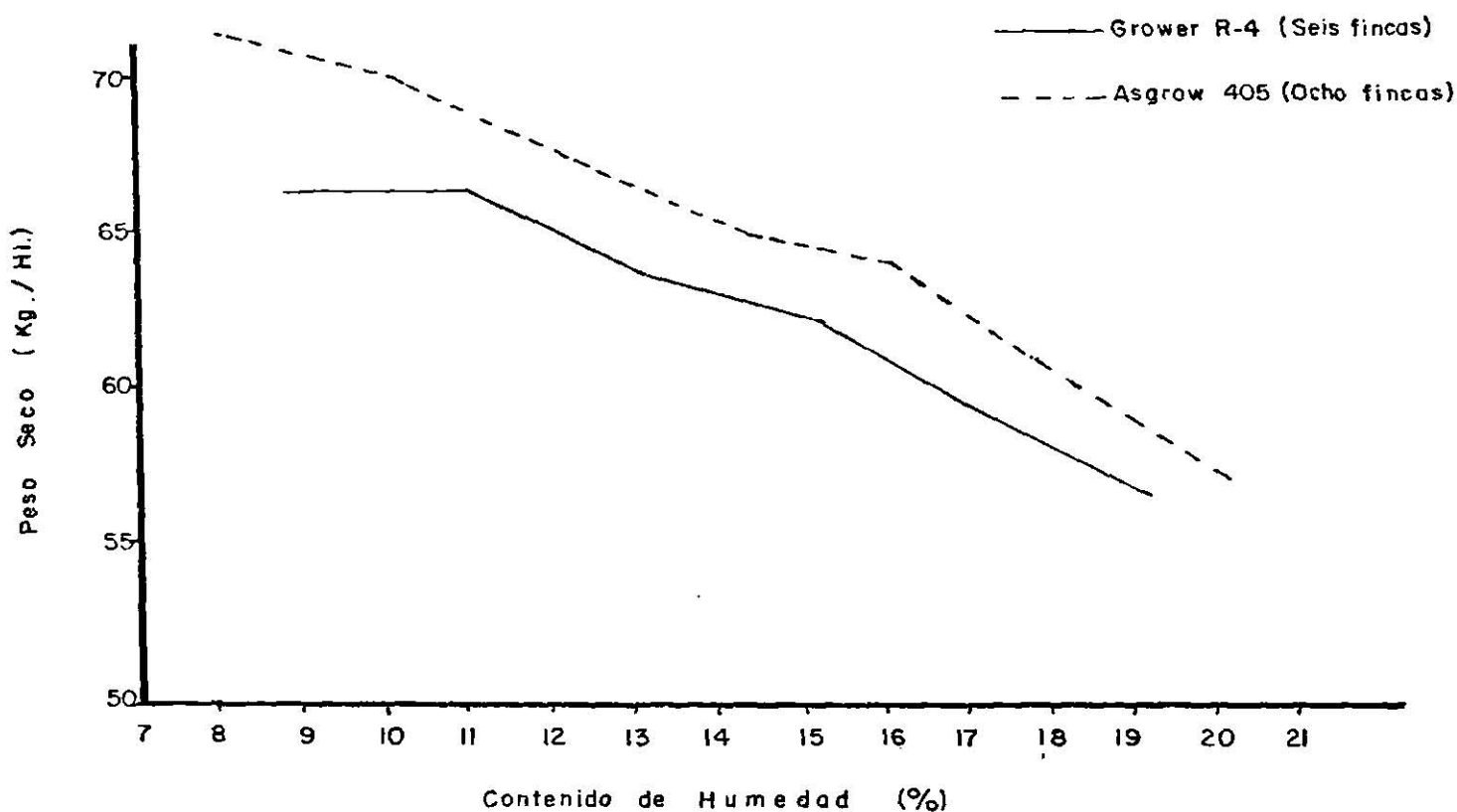


Figura # 3. Líneas base para las variedades almacenadas en el norte de Tamaulipas.

Por el método de peso-volumen standard se estimó para Nuevo León una pérdida de maíz que creció de 2.4% a 10.7% hasta el final del almacenamiento. Se calculó que se perdieron 978.0 kg en total, siendo ésto un 8.5% de lo almacenado. En Tamaulipas, por problemas con las muestras, el método de peso-volumen standard no pudo aplicarse en el último período. Por lo que la estimación de pérdida total solo pudo hacerse hasta el período de 181-210 días. Es decir, la pérdida en el último período no se pudo agregar a lo acumulado hasta ese momento. Las pérdidas fueron al principio de 5.3% incrementándose hasta 8.0% a los

151-180 días, y siendo de 6.9% en el período de 181-210 días. Hasta este momento se habían perdido 357.6 kg de maíz, que representan un 5.2% de los 6,846.5 kg sacados hasta este período (Cuadros #8 y #9).

El hecho de que el método peso-volumen standard haya dado una estimación diferente a la que dió el método de Contar y Pesar se explica seguramente por la heterogeniedad del grano muestreado y quizá también debido a que para todas las muestras se usaron solo cinco líneas base.

Se considera que en este estudio la estimación del método peso-volumen standard no fue del todo adecuada; en un principio se pensó en hacer una línea base para el grano de cada almacén, pero los recursos y circunstancias de ese momento no lo permitieron. En áreas donde se siembre una misma variedad o exista cuando menos cierta homogeniedad, el método de peso-volumen standard puede ser más exacto y útil, especialmente si las pérdidas son pequeñas. Pero en nuestro caso, seguramente dió una mejor estimación el método de Contar y Pesar.

Ya que la principal forma de almacenaje en Nuevo León fue la de hacinas a la interperie y en Tamaulipas la de mazorcas sin espatas en costales, se calcularon los porcentajes de pérdidas de peso para estos casos. La información se presenta en los Cuadros #10 y #11. Se puede notar que no hay muchas diferencias en relación a los porcentajes generales presentados en los Cuadros #8 y #9. La diferencia más notoria para el caso de Nuevo León es que considerando a todas las fincas, la pérdi

da dada por el método P-VE en el último período fue de 10.7% (muy desigual al 24.0% dado por el método de Contar y Pesar), mientras que considerando solo a las hacinas (Cuadro #10) el valor es de 20.4% (muy parecido al de Contar y Pesar).

Cuadro #10. Porcentaje de pérdida de maíz almacenado en hacinas a la interperie en ocho fincas del noreste de Nuevo León.

Días de almacenaje	Número de almacenes	% de Pérdida		Peso volumétrico seco(kg/hl)	Contenido de humedad(%)
		Contar y Pesar	P-VE		
0-30	2	4.9	2.4	64.5	11.2
31-60	8	5.8	7.2	61.4	12.2
61-90	8	5.5	9.0	59.5	13.1
91-120	5	13.5	7.4	55.2	16.0
121-150	1	22.2	20.4	48.2	16.6

Cuadro #11. Porcentaje de pérdida de maíz almacenado en costales(mazorcas sin espatas)en nueve fincas del norte de Tamaulipas.

Días de almacenaje	Número de almacenes	% de pérdida		Peso volumétrico seco(kg/hl)	Contenido de humedad (%)
		Contar y Pesar	P-VE		
0-30	0	-	-	-	-
31-60	4	5.9	2.0	63.4	13.1
61-90	8	9.6	3.7	63.5	12.7
91-120	7	8.2	4.5	62.4	13.7
121-150	4	10.2	8.5	60.1	13.7
151-180	1	38.3	17.1	56.2	12.2
181-210	4	6.6	7.4	61.3	13.3
211-240	0	-	-	-	-

Algo adicional que debe señalarse es el incremento del contenido de humedad del grano en las hacinas de Nuevo León (Cuadro #10) y lo constante de esta variable en Tamaulipas (Cuadro #11). Este solo factor, seguramente tiene gran influencia sobre el deterioro del grano y esta determinado (mutuamente relacionado) con la presencia de insectos y mohos. El peso volumétrico se redujo mucho en Nuevo León y se mantuvo en Tamaulipas.

Las causas de daño en el almacén se presentan en los Cuadros #12 y #13 para Nuevo León y Tamaulipas respectivamente. En ellos se observa que el daño de los insectos de almacén se hace de consideración conforme avanza el tiempo de almacenamiento. Respecto a los insectos y hongos de campo debe aclararse que los números de los cuadros no implican que estos organismos hayan causado daño durante el almacenaje. En realidad los granos llegaron con cierto daño al almacén que se manifestaba y registraba de nuevo cada vez que se tomaba una muestra. También debe mencionarse que es probable que el porcentaje de daño por hongos de almacén se haya subestimado, pues solo se hacían observaciones visuales sin disección de grano ni uso del estereoscopio. El dato más preciso a este respecto lo presentan Flores Morales, R. y López Avila, J.H. (1988); pues ellos hicieron estudios específicos sobre hongos a las muestras de este trabajo. De nuevo, es válido el comentario que se hizo respecto a las combinaciones de daño al discutir el Cuadro #4.

Cuadro #12. Causas de daño(%) en maíz almacenado en 11 fincas del noreste de Nuevo León, a lo largo del período de almacenamiento, después de la cosecha del ciclo temprano 1986.

Factores	Días de almacenamiento				
	0-30	31-60	61-90	91-120	121-150
a	15.0	9.6	6.9	9.5	-
b	31.8	34.0	5.4	9.9	8.0
c	-	1.4	1.3	3.2	8.1
d	2.8	18.3	58.7	47.3	77.7
e	-	5.7	0.4	10.6	-
a+b	50.4	24.1	26.2	3.6	6.2
a+d	-	3.9	0.1	-	-
a+e	-	1.9	-	-	-
b+d	-	1.1	0.9	15.8	-

a)insectos de campo; b)hongos de campo; c)pregerminados; d)insectos de almacén; e) hongos de almacén.

Cuadro #13. Causas de daño(%) en maíz almacenado en 14 fincas del norte de Tamaulipas, a lo largo del período de almacenamiento, después de la cosecha del ciclo temprano de 1986.

Factores	Días de almacenamiento							
	0-30	31-60	61-90	91-120	121-150	151-180	181-210	211-240
a	35.6	26.0	9.9	4.3	1.9	1.8	3.2	6.5
b	-	8.9	12.4	15.2	0.3	0.7	8.0	11.7
c	-	0.3	0.6	1.0	-	-	0.1	-
d	-	34.8	42.6	56.8	83.8	84.6	75.5	65.4
e	-	-	15.2	4.1	-	5.9	-	0.8
a+b	64.4	29.2	15.0	9.0	8.2	8.3	9.2	15.1
a+d	-	0.8	0.1	-	1.9	-	0.3	-
a+e	-	-	-	2.0	-	-	-	-
a+b+d	-	-	-	4.5	-	-	-	-
b+c	-	-	-	0.9	-	-	0.6	-
b+d	-	-	-	3.3	3.9	-	1.9	0.5
d+e	-	-	4.2	0.8	-	3.5	1.2	-

a)insectos de campo;b)hongos de campo;c)pregerminados;d)insectos de almacén e)hongos de almacén.

La población de insectos se incrementó notoriamente a través del período de almacenaje del maíz. En los almacenes de Nuevo León, la población a los 0-30 días de almacenamiento era de 9.8 insectos adultos vivos/kg incrementándose a 225.8 a los 121-150 días. Los datos para cada especie se muestran en el Cuadro #14. Los insectos del complejo Sitophilus spp, representado en el área de estudio principalmente por S. zeamais y en menor escala por S. oryzae, fueron los más abundantes. Considerando solamente la infestación externa, los datos podrían señalar que Cathartus quadricollis ocupó el segundo lugar en abundancia; sin embargo, la estimación de la infestación interna denota que Sitotroga cerealella tiene este lugar. Indudablemente Sitophilus y Sitotroga fueron los insectos más dañinos de este estudio. Aunque como es lógico, los insectos primarios (los primeros tres del Cuadro #14), tienen la mayor infestación interna, algunas especies de insectos secundarios también presentaron cierta infestación de este tipo. Así mismo, el Cuadro #15 muestra que se encontraron larvas de insectos primarios fuera de los granos. También es importante señalar del Cuadro #15 la abundancia de Plodia interpunctella, especie que por su biología y hábitos era difícil estimar en estado adulto con el método usado para coleccionar grano.

Los almacenes de Tamaulipas presentaron 23.9 insectos adultos/kg a los 0-30 días de almacenamiento, aumentando su población hasta 317.2/kg a los 151-180 días y disminuyendo a 31.7/kg al final del almacenamiento. De nuevo la infestación fué altísima. Los datos de cada especie (Cuadro #16) señalan que tam-

Cuadro #14. Número de insectos adultos vivos, e insectos inmaduros en infestación interna (en paréntesis) por kilogramo de maíz almacenado en 11 fincas del noreste de Nuevo León después de la cosecha del ciclo temprano de 1986.

Especie	Días de almacenamiento				
	0-30	31-60	61-90	91-120	121-150
<u>Sitophilus zeamais</u> y <u>oryzae</u>	0.6 (10.0)	2.8 (23.2)	29.7 (87.3)	53.9 (143.3)	131.3 (451.7)
<u>Sitotroga cerealella</u>	0.0 (0.0)	1.0 (14.0)	2.2 (50.0)	0.9 (108.3)	5.9 (146.7)
<u>Rhizopertha dominica</u>	0.0 (0.0)	0.1 (0.0)	0.0 (5.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
<u>Cathartus quadricollis</u>	5.5 (0.0)	13.2 (2.0)	39.7 (1.4)	18.5 (4.2)	69.0 (10.0)
<u>Cryptolestes pusillus</u>	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.9 (0.0)	0.5 (0.0)	0.0 (0.0)
<u>Oryzaephilus surinamensis</u>	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.2 (0.0)	0.0 (0.0)	0.4 (0.0)
<u>Ahasverus advena</u>	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.4 (0.0)	0.2 (0.0)	4.7 (0.0)
<u>Tribolium castaneum</u>	3.1 (0.0)	0.7 (0.0)	3.0 (0.4)	3.0 (3.3)	2.5 (0.0)
<u>Lasioderma serricorne</u>	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.2 (0.0)	0.0 (0.0)
<u>Carpophilus dimidiatus</u>	0.6 (0.0)	0.0 (0.0)	0.9 (0.0)	1.8 (0.2)	8.5 (0.0)
<u>Carpophilus</u> sp.	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.2 (0.0)	0.2 (0.0)	2.2 (0.0)
<u>Typhaea stercorea</u>	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.7 (0.0)	1.4 (0.0)	1.3 (0.0)
<u>Plodia interpunctella</u>	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.4)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
Total insectos vivos	9.8	17.8	77.9	80.6	225.8
Total infestación interna	(10.0)	(39.2)	(144.5)	(259.3)	(608.4)



Cuadro #15. Número de larvas por kilogramo encontradas en maíz almacenado en 11 fincas del noreste de Nuevo León, a lo largo del período de almacenamiento, después de la cosecha del ciclo temprano de 1986.

Especies	Días de almacenamiento				
	0-30	31-60	61-90	91-120	121-150
<u>Sitotroga cerealella</u>	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
<u>Plodia interpunctella</u>	0.0	0.2	0.1	0.0	11.9
<u>Ephestia elutella</u>	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
<u>Sitophilus</u> spp.	0.0	0.0	0.0	0.7	0.4
Varios <u>Silvanidae</u> *	0.0	0.4	1.5	5.9	1.7
<u>Tribolium castaneum</u>	0.0	0.0	1.1	0.5	0.4
<u>Lasioderma serricorne</u>	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
<u>Carpophilus</u> spp.	0.0	0.0	1.8	2.7	1.3

\*Cathartus quadricollis, Oryzaephilus surinamensis y Ahasverus advena

Cuadro #16. Número de insectos adultos vivos, e insectos inmaduros en infestación interna (en paréntesis)/kg de maíz encontrados en 14 fincas del norte de Tamaulipas, a lo largo del período de almacenamiento, después de la cosecha del ciclo temprano de 1986.

Especies	Días de almacenamiento							
	0-30	31-60	61-90	91-120	121-150	151-180	181-210	211-240
<u>Sitophilus zeamais</u> y <u>oryzae</u>	0.0 (20.0)	2.3 (45.0)	8.4 (61.4)	3.5 (61.2)	46.3 (40.8)	225.0 (541.7)	19.2 (95.5)	30.0 (145.0)
<u>Sitotroga cerealella</u>	0.0 (5.0)	5.1 (115.0)	14.9 (56.9)	7.2 (55.0)	25.0 (223.3)	2.5 (105.0)	1.0 (153.3)	0.4 (15.0)
<u>Rhyzopertha dominica</u>	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.4)	0.3 (0.0)	0.0 (0.0)	2.2 (0.0)	0.0 (0.0)

Cuadro #16. Continuación.-

Especie	Días de almacenamiento							
	0-30	31-60	61-90	91-120	121-150	151-180	181-210	211-240
<u>Cathartus quadricollis</u>	11.5 (0.0)	18.7 (0.0)	8.0 (0.0)	1.8 (0.0)	7.4 (0.0)	63.4 (3.3)	10.1 (0.8)	0.0 (0.0)
<u>Cryptolestes pusillus</u>	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.1 (0.0)	0.0 (0.0)	0.2 (0.0)	0.0 (0.0)
<u>Ahasverus advena</u>	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.4 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
<u>Tribolium castaneum</u>	1.0 (0.0)	0.3 (0.7)	0.3 (0.7)	0.5 (1.7)	6.8 (0.8)	2.2 (0.0)	0.8 (0.0)	0.0 (0.0)
<u>Lasioderma serricorne</u>	0.0 (0.0)	0.0 (1.4)	0.1 (0.7)	0.3 (0.4)	0.3 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.4 (0.0)
<u>Carpophilus dimidiatus</u>	8.3 (0.0)	1.7 (0.0)	21.2 (0.0)	1.5 (0.0)	2.8 (0.0)	0.0 (0.0)	5.8 (0.8)	0.9 (0.0)
<u>Carpophilus sp.</u>	3.1 (0.0)	0.3 (0.0)	2.3 (0.0)	0.2 (0.1)	0.0 (0.0)	8.4 (0.0)	1.2 (0.0)	0.0 (0.0)
<u>Typhaea stercorea</u>	0.0 (0.0)	12.8 (0.0)	1.6 (0.0)	0.9 (0.0)	0.3 (0.0)	15.3 (0.0)	0.2 (0.0)	0.0 (0.0)
<u>Plodia interpunctella</u>	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.1 (0.7)	0.0 (0.0)	0.1 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
Total insectos vivos	23.9	41.2	56.9	15.9	89.4	317.2	40.7	31.7
Total infestación interna	(25.0)	(162.1)	(120.4)	(118.4)	(264.9)	(650.0)	(250.4)	(160.0)

bién en Tamaulipas Sitophilus y Sitotroga son más dañinos. El número de larvas encontradas por kilogramo se muestra en el Cuadro #17.

Cuadro #17. Número de larvas por kilogramo encontradas en maíz almacenado en 14 fincas del norte de Tamaulipas a lo largo del período de almacenamiento, después de la cosecha del ciclo temprano de 1986.

Especies	Días de almacenamiento							
	0-30	31-60	61-90	91-120	121-150	151-190	191-210	211-240
<u>Sitotroga cerealella</u>	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	1.1	0.0	0.5
<u>Plodia interpunctella</u>	0.0	0.0	0.2	0.0	0.9	0.0	2.0	0.0
<u>Sitophilus</u> sp.	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.4	0.2	0.0
Varios Silvanidae *	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0
<u>Tribolium castaneum</u>	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
<u>Lasioderma serricorne</u>	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
<u>Carpophilus</u> spp.	1.0	0.0	0.2	0.3	0.1	0.0	0.2	0.0

\*Cathartus quadricollis, Oryzaephilus surinamensis y Ahasverus advena

## 5. CONCLUSIONES

Las conclusiones generadas por este estudio se enlistan a continuación:

1. La pérdida directa de grano de maíz hasta justo antes de la cosecha fué de consideración (7.4% en Nuevo León y 11.0% en Tamaulipas), pero solo una pequeña parte de ésta fue ocasionada por factores de post-maduración (0.4% en Nuevo León y 2.3% en Tamaulipas).
2. Los principales factores que causaron pérdidas directas de maíz hasta justo antes de la cosecha fueron los insectos y hongos de campo y los insectos de almacén.
3. No se pudo confirmar que la presencia de insectos de almacén infestando el grano en el campo estuviera relacionada con características morfológicas de la mazorca.
4. El número de insectos secundarios de almacén presentes en las mazorcas al momento de la cosecha fue abundante.
5. El número de insectos primarios de almacén presentes en las mazorcas al momento de la cosecha no fue muy abundante (1.8 y 3.9 adultos/kg de grano en Nuevo León y Tamaulipas respectivamente), pero la infestación interna que estos causaron, generó una fuerte infestación en el grano después de 40 días de almacenamiento (31.9 y 29.1 adultos/kg de grano en Nuevo León y Tamaulipas respectivamente).
6. Los porcentajes de pérdidas de peso de grano de maíz almace

nado en Nuevo León evaluados por el método de Contar y Pesar se incrementaron de 4.9% a 24%.

Se calculó que de lo almacenado en las fincas muestreadas de Nuevo León se perdió un 10.5%.

7. Según el método de Peso-Volumen Estandar, en Nuevo León se perdió un 8.5% del maíz almacenado en las fincas muestreadas.
8. La estimación del método Peso-Volumen Estandar no fue del todo adecuada en este estudio por la heterogeneidad del grano y la imposibilidad de obtener una línea base para el grano de cada almacén.
9. En Tamaulipas, los porcentajes de pérdidas evaluados por el método de Contar y Pesar aumentaron de 8% a 25.6% para luego disminuir a 7.7%. La pérdida de maíz almacenado en las fincas muestreadas en Tamaulipas fue de 9.0%.
10. El daño de los insectos de almacén se hizo de consideración conforme avanzó el tiempo. Después de 60 días de almacenamiento, se constituyó en el principal factor de pérdida de peso del grano.
11. Los gorgojos Sitophilus zaemais y S. oryzae fueron los más abundantes. En Nuevo León se llegaron a tener 131.3 adultos/kg. en infestación externa y 451.7 en infestación interna. En Tamaulipas se tuvieron hasta 225.0 adultos/kg en infestación externa y 541.7 en infestación interna.
12. La palomilla dorada de los cereales, Sitotroga cerealella

ocupó el segundo lugar en importancia. Infestaciones externas muy bajas representaron infestaciones internas muy altas de hasta 108.3 y 223.3 insectos/kg en Nuevo León y Tamaulipas respectivamente.

13. La metodología empleada en este estudio fué en general satisfactoria para los fines perseguidos y puede adaptarse a las condiciones variadas del país.

## 6. RECOMENDACIONES

1. En posteriores estudios seria conveniente seleccionar agricultores cooperantes que almacenen grano y hacer en sus fincas tanto las evaluaciones de pérdidas de maduración a cosecha como las de cosecha a consumo. De esta manera se tendrá un mejor seguimiento del proceso de pérdidas.
2. A menos que exista homogeneidad en el grano del área de estudio, se recomienda obtener una línea base para cada almacén a muestrear al usar el método Peso-Volumen Estandard.
3. Se recomienda evaluar las pérdidas de maíz de post-maduración en otras áreas de Nuevo León y Tamaulipas donde el almacenamiento para autoconsumo es mas común.

## 7. BIBLIOGRAFIA

1. Adams, J.M. 1977. The evaluation of losses in maize stored on a selection of small farms in Zambia, with particular reference to methodology. *Tropical Stored Products Information*, 33:19-24.
2. Adams, J.M. and Harman, G.W. 1977. The evaluation of losses in maize stored on a selection of small farms in Zambia, with particular reference to methodology. *Tropical Products Institute Report*, G. 108.
3. Admas, J.M. and Tejeda, R. 1977. Summary of a proposed survey of post-harvest losses of rice in the Dominican Republic. Paper presented at the Seminar on Reduction of Post Harvest losses in the Caribbean and Central Americana, Santo Domingo, Dominican Republic; August 1977. Document IM; 7 pp.
4. Arrieta Mateos, D.L. y Coronado Padilla, R. 1970. Plagas de los productos almacenados. Simposio Latinoamericano sobre Almacenamiento y Conservación de Productos Agrícolas. ANDSA. pp. 46-54.
5. Boxall, R.A., La Gra, J., Martinez, E. and Martinez, J. 1981. Post harvest losses of rice in the Dominican Republic. *Trop. Stored Products Inf.*, 42:5-10.



6. Diaz del Pino. 1964. El maíz: cultivo, fertilización y cosecha. 2 ed. correg. y aum. B. Trucco. México. 393 p.
7. Dickson, James Geere. 1963. Enfermedades de las plantas de gran cultivo. Tr. José Vallega y otros. Salvat Editores. Barcelona. 584 pp.
8. Estrada Moncayo, O., Saldivar García, J., Diaz Salazar, G., Rangel Serna, H.E. y Roque Aguilar, H.E. 1987. "Encuesta a agricultores de la subregión de lomerios suaves del estado de Nuevo León, sobre las condiciones del sistema de Post-Maduración de maíz para 1985". Tesis de Licenciatura, Facultad de Agronomía UANL. 113 pp.
9. E.U. Departament of Agriculture. 1980. Semillas. CECSA. México. pp. 621, 622.
10. Flores Morales R. y López Avila, J.H. 1988. Determinación de enfermedades en granos de maíz (Zea mays) almacenado en algunas localidades de Nuevo León y Tamaulipas. Tesis de Licenciatura, Facultad de Agronomía UANL. (sin imprimir).
11. Glanze, P. 1977. El maíz de grano: producción mecanizada del maíz de grano en las regiones tropicales y subtropicales. Trs. Rohwedder y R. Castillo. Ediciones Euroamericanas. México. pp. 37, 38.

12. Golob, P. 1981a. A practical appraisal of non-farm storage losses and storage loss assessment methods in Malawi. 1: The Shire Valley Agricultural Development Area. Trop. Stored Products Information, 40:5-13.
13. Golob, P. 1981b. A practical appraisal of non-farm storage losses and losses assessment methods in Malawi. 2: The Lilongwe Land Development Programme Area. Trop. Stored Prod. Inf. 41:5-11.
14. Guatemala. 1983. Estudio de Evaluación de Pérdidas de Maíz durante la Etapa de Post-Cosecha a Nivel de Finca en el Parcelamiento "La Máquina". FAO. Dirección General de Servicios Agrícolas (DIGESA). GCPP/GUA/006/NET. Unidad Coordinadora de Post-Cosecha.
15. Harris, K.L. and Lindbland, C.J. 1979. Post Harvest Grain Loss Assessment Methods. American Association of Cereal Chemists, Washington D.C., U.S.A. 193 pp.
16. Honduras. 1982. Informe sobre los primeros resultados. Cooperación Suiza al Desarrollo (COSUDE). Ministerio de Recursos Naturales. Proyecto Post-Cosecha, Junio 1982. x+126+1 vol. anexos.
17. Jungenheimer. 1981. Maíz: variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. LIMUSA. México. pp.466-478.

18. La Gra, J., Martínez, E. y Martínez, J.F. 1982. Identificación, Evaluación y Reducción de Pérdidas de Post-Cosecha. Arroz en la República Dominicana. Publicación Miscelanea IICA 358 p.
19. Metcalf, C.L. y Flint, W.P. 1970. Insectos destructivos e insectos útiles: sus costumbres y su control. Tr. Alonso Blackaller Valdes. CECSA. México. 1208 pp.
20. Moreno Martínez, E., Ramos Guerrero H., Murillo Sánchez, B. 1970. Las micotoxinas y los alimentos balanceados. Simposio Latinoamericano sobre Almacenamiento y Conservación de Productos Agrícolas. ANDSA. pp. 209-219.
21. Raboud, G., Narvaez, M. y Sieber, J. 1984. Método de evaluación de pérdidas post-producción de granos básicos (maíz, frijol y maicillo) a nivel de pequeños y medianos productores en Honduras (America Central). Cooperación Suiza al Desarrollo (COSUDE). Secretaría de Recursos Naturales. Proyecto Post-Cosecha. Honduras.
22. Raboud, G. 1984. Investigación de técnicas y métodos de reducción de pérdidas post-producción de granos básicos (maíz, frijol y maicillo) a nivel de pequeños y medianos productores en Honduras (America Central). Cooperación Suiza al Desarrollo (COSUDE). Secretaría de Recursos Naturales. Proyecto Post-Cosecha. Honduras.

23. Rahim, M., Masdek Hassan, N.M., Tee, S.P., Shukor, Ab. Rahman, Ab., Rohani, Md. Yon. 1983. Evaluations of stored grain insects infestation and damage to paddy; with notes on fungi and rodent infestation under farm level storage system in Malysia. Regional Grain Post-Harvest Workshop. Singdanglaya, Indonesia. pp. 1-20.
  
24. Ramírez, G. 1979. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. CECSA. México. 300 pp.
  
25. Tyler, P.S. and Boxall, R.A. 1984. Post harvest loss reduction programmes: A decade of activities: What consequences? Trop. Stored Prod. Inf., 50:4-13.

