



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades

ALGUNOS ASPECTOS FISICOS Y DE PROCESAMIENTO
DEL MAIZ EN GRANO Y MAZORCA, CON Y SIN TUSA,
ALMACENADO EN DOS TIPOS DE ESTRUCTURAS,
CON Y SIN TRATAMIENTO QUIMICO

LOUISE AGNES HIRST SOLE

Trabajo de investigación presentado para
optar al grado académico de Licenciado en
Ingeniería y Ciencia de Alimentos

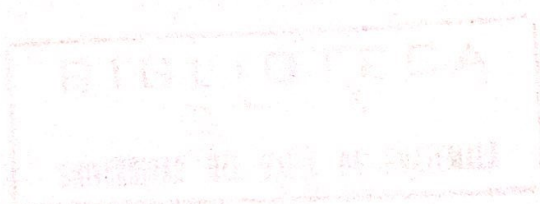
Guatemala

1994

ALGUNOS ASPECTOS FISICOS Y DE PROCESAMIENTO
DEL MAIZ EN GRANO Y MAZORCA, CON Y SIN TUSA,
ALMACENADO EN DOS TIPOS DE ESTRUCTURAS,
CON Y SIN TRATAMIENTO QUIMICO

ALGUNOS ASPECTOS FISICOS Y DE PROCESAMIENTO
DEL MAIZ EN GRANO Y MAZORCA, CON Y SIN TUSA,
ALMACENADO EN DOS TIPOS DE ESTRUCTURAS,
CON Y SIN TRATAMIENTO QUIMICO

LOUISE ALVES HIRST 2015



Sección

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

ALGUNOS ASPECTOS FISICOS Y DE PROCESAMIENTO
DEL MAIZ EN GRANO Y MAZORCA, CON Y SIN TUSA,
ALMACENADO EN DOS TIPOS DE ESTRUCTURAS,
CON Y SIN TRATAMIENTO QUIMICO

LOUISE AGNES HIRST SOLE



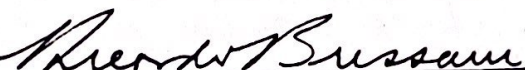
Guatemala

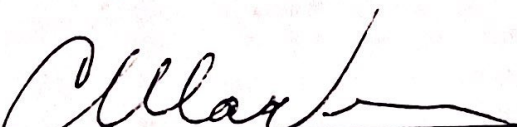
1994

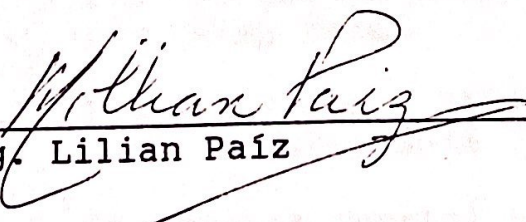
Vo. Bo.:

(f) 
Dr. Ricardo Bressani
Asesor

Tribunal:

(f) 
Dr. Ricardo Bressani

(f) 
Dr. Charles MacVean

(f) 
Ing. Lilian Paíz

Fecha de aprobación: 6 de junio de 1994

Este estudio fue posible gracias al apoyo técnico y económico de la Cooperación Suiza para el Desarrollo (COSUDE) y la Unidad Coordinadora de Post-Cosecha de la Dirección General de Servicios Agrícolas (UCPC-DIGESA). Deseo agradecer a todas las personas que me brindaron su ayuda a lo largo de este trabajo.

COSUDE

Ing. Kurt Schneider

DIGESA

Ing. Carlos Noriega
Ing. Carlos Acosta
Ing. Guillermo Nowell
Br. Rolando Ochoa
P.C. Gilberto Velásquez
P.F. Juventino Ruiz
Br. Mildred Morales
M. Miriam Martinez
Sr. Luis Castañeda
Sr. Mauro Pinzón
Sr. César de la Cerda
Sr. Antonio Curruchiche
Br. Merci Morataya

UVG

Dr. Ricardo Bressani
Dr. Charles MacVean
Lic. Margarita Selle
Lic. Rony Pérez

Familia Jarquin Pira
Familia Hirst Solé

Sr. Santos Gabriel López
Sr. Matilde de Jesús Gutiérrez
Sr. Aldemar Díaz

Tapametal de Guatemala

INTRODUCTION	1
1. HISTORICAL BACKGROUND	2
2. THEORETICAL FRAMEWORK	3
3. RESEARCH DESIGN	10
4. DATA COLLECTION	10
5. ANALYSIS	10
6. RESULTS	14
7. CONCLUSIONS	14
8. REFERENCES	19
9. APPENDICES	19
10. BIBLIOGRAPHY	19
11. GLOSSARY	19
12. INDEX	19
13. A Dios y a mi familia	19

CONTENIDO

RESUMEN	xi
I. INTRODUCCION	1
II. INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA	5
A. Estructura y composición del grano de maíz	5
B. Almacenamiento del maíz	10
1. Factores que influyen sobre los cambios deteriorativos durante el almacenamiento	10
a. Humedad	10
b. Temperatura	13
c. Aeración	14
d. Condición del grano	14
2. Organismos asociados a granos almacenados	15
a. Insectos	16
b. Hongos	23
c. Roedores	26
3. Estructuras de almacenamiento del maíz	27
C. Métodos para evaluar las pérdidas durante el almacenamiento	28
1. Métodos físicos	28
a. Factor granos quebrados materia extraña	29
b. Método volumétrico	30
c. Método gravimétrico	32
d. Método de peso de mil granos	32

	e. Densidad	33
ix	2. Pérdidas de materia seca durante la nixtamalización	34
I	III. OBJETIVOS	39
2	IV. HIPOTESIS	41
2	V. MATERIALES Y METODOS	43
10	VI. CALCULOS	53
10	VII. DISEÑO EXPERIMENTAL	57
10	VIII. RESULTADOS Y DISCUSION	61
11	IX. CONCLUSIONES	81
11	X. BIBLIOGRAFIA	85
11	APENDICES	91
12	A. Figuras y diagramas auxiliares de la metodología	91
13	B. Tablas y gráficas de resultados estudio #1	97
14	C. Tablas y gráficas de resultados estudio #2	153
16	D. Tablas y gráficas de resultados estudio #3	207
17	E. Gráficas de datos brutos y tablas de datos de la literatura	229

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
2.1 Sección longitudinal de un grano de maíz	9

RESUMEN

Debido a su importancia en la dieta guatemalteca, el maíz (Zea mays) debe ser almacenado adecuadamente para eliminar las pérdidas postcosecha, las cuales disminuyen la disponibilidad de grano, provocan inseguridad alimentaria y económica para el pequeño agricultor y, en el caso de contaminación por hongos como Aspergillus flavus, exponen al consumidor a una posible intoxicación por aflatoxinas. En el presente estudio se evaluaron dos estructuras de almacenamiento de maíz con y sin tratamiento químico: el silo metálico tipo plano para maíz en grano y una troja tradicional para maíz en mazorca, con y sin tusa. Se encontró que tanto el silo como la tusa actuaron como una barrera física ante el ingreso de los agentes típicos de daño manteniendo controlados los cambios deteriorativos del grano durante los nueve meses de almacenamiento. Adicionalmente, tanto el silo como la tusa disminuyeron el intercambio de humedad entre el medio ambiente y el grano. El detrimento del maíz guardado sin la protección del silo o de la tusa empezó a aumentar a partir del cuarto mes de almacenamiento. La aplicación de un tratamiento químico (pirimifos metílico o fosfuro de aluminio) redujo las poblaciones de insectos disminuyendo el menoscabo del maíz. En

general, los valores promedio de las variables¹ DPPMSN, DPGQME, PPPSMV, PPPSMMG, DPPPMG, DPGD, DPGERM y DNTINS correspondientes al grano no tratado aumentaron más rápidamente, a partir del cuarto mes de almacenamiento, que el maíz tratado. El impacto del tratamiento químico fue mayor para el maíz en mazorca sin tusa almacenado en troja en comparación con el grano guardado en silo y con el maíz en mazorcas con tusa, ya que tanto el silo como la tusa menguaron los daños del maíz que careció de la protección del insecticida. También se observó cómo a mayor tiempo de almacenamiento, mayores serán las modificaciones en las propiedades del grano. En general, se pueden ordenar los tratamientos de almacenamiento estudiados, de mayor a menor capacidad de resguardo del grano como sigue: Tratamiento #2 (Silo metálico, maíz en grano, con tratamiento químico), Tratamiento #1 (Silo metálico, maíz en grano, sin tratamiento

¹ DPPMSN: Diferencia en el % pérdida de materia seca durante la nixtamalización respecto del valor inicial

DPGQME: Diferencia en el % granos quebrados y materia extraña respecto del valor inicial

PPPSMV: % pérdida de peso seco del grano determinado por el método volumétrico

PPPSMMG: % pérdida de peso seco del grano determinado por el método de peso de mil granos

DPPPMG: Diferencia en el % pérdida de peso del grano determinado por el método gravimétrico, respecto del valor inicial

DPGD: Diferencia en el % granos dañados respecto del valor inicial

DPGERM: Diferencia en el % germinación del grano respecto del valor inicial

DNTINS: Diferencia en el número total de insectos / 1000 gramos de maíz respecto del valor inicial

químico), Tratamiento #6 (Troja tradicional, mazorca con tusa, con tratamiento químico), Tratamiento #5 (Troja tradicional, mazorca con tusa, sin tratamiento químico), Tratamiento #4 (Troja tradicional, mazorca sin tusa, con tratamiento químico) y Tratamiento #3 (Troja tradicional, mazorca sin tusa, sin tratamiento químico).

I. INTRODUCCION

El principal grano básico de la dieta guatemalteca es el maíz (Zea mays), el cual se consume principalmente en forma de tortilla (INCAP, 1969). Su importancia radica en que las ingestas de maíz en la región centroamericana representan hasta 59% y 45% del consumo diario de calorías y proteína, respectivamente. Se ha determinado que en varios países centroamericanos los productos de maíz nixtamalizados contribuyen con el 26-68% de la ingesta diaria de calcio, 22-51% de hierro, 32-62% de tiamina, 19-36% de riboflavina y 39-56% de niacina. Este mismo estudio para Guatemala demostró que la leche provee 16% del consumo diario de calcio, las legumbres alrededor del 25% de hierro, y la carne y legumbres aportan, respectivamente, el 13% y 19% de la proteína ingerida diariamente. Estos datos demuestran claramente el valor nutricional de los productos de maíz nixtamalizados en esta región del mundo (Bressani, 1990).

Debido a su importancia en la dieta guatemalteca, el maíz debe ser almacenado adecuadamente para eliminar las pérdidas postcosecha, las cuales disminuyen la disponibilidad del grano y provocan inseguridad alimentaria y económica para el pequeño agricultor. La mayoría de los daños son resultado de la infestación por insectos, ácaros, hongos, roedores y pájaros.

Una menor, pero aún significativa proporción de las pérdidas resulta de la respiración y del deterioro gradual de la viabilidad, calidad nutricional y propiedades funcionales del maíz durante el almacenamiento (Pomeranz, 1982).

Un estudio realizado por Martínez et al. (1970) muestra que un alto porcentaje del maíz cosechado en Guatemala posee una considerable contaminación fungosa que es responsable, en parte, de las pérdidas sufridas en el campo y durante el almacenamiento. Es indiscutible que el alto contenido de humedad del grano es el principal agente de deterioro del maíz. Para guardarlo en forma segura, deberá secarse adecuadamente, almacenarse en bodegas apropiadas y controlar periódicamente las plagas que lo atacan. Debido a las condiciones ambientales del país, debe controlarse la absorción de humedad del ambiente y evitar los daños físicos del grano ocasionados por agentes mecánicos, insectos y roedores, los cuales contribuyen a una invasión más rápida del grano por los hongos (Martínez, 1968).

Un estudio publicado en 1969 mencionó que el 86% de 195 familias productoras de maíz en el área rural de Guatemala almacenaban inadecuadamente su maíz permitiendo el daño causado por los agentes típicos de deterioro (INCAP, 1969). Por esta razón existe la necesidad de evaluar métodos alternativos de almacenamiento de maíz que aumenten la disponibilidad de maíz de mejor calidad.

En el presente estudio se guardó maíz con y sin tratamiento químico en un silo metálico tipo plano y una troja tradicional por nueve meses. El maíz almacenado en troja fue de dos tipos: mazorcas sin y con tusa. Se determinó el efecto de los factores estructura de almacenamiento, tratamiento químico, estado del maíz y tiempo de almacenamiento sobre las siguientes variables de respuesta, así como la existencia de interacciones entre estos factores.

- DHUM : Diferencia en % humedad del grano base húmeda, respecto del valor inicial
- DPPMSN : Diferencia en % pérdida de materia seca durante la nixtamalización, respecto del valor inicial
- DPGQME : Diferencia en % granos quebrados y materia extraña, respecto del valor inicial
- PPPSMV : % pérdida de peso seco determinado por el método volumétrico
- PPPSMMG : % pérdida de peso seco determinado por el método de peso de mil granos
- DPPPMG : Diferencia en % pérdida de peso determinado por el método gravimétrico, respecto del valor inicial
- DPGD : Diferencia en % granos dañados, respecto del valor inicial
- DPGERM : Diferencia en % germinación del grano, respecto del valor inicial
- DNTINS : Diferencia en el número total de insectos encontrados en 1000 gr de maíz, respecto del valor inicial

II. INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA

A. Estructura y composición del grano de maíz

El conocimiento de la estructura y composición del grano de maíz maduro es necesario para desarrollar métodos mejorados de almacenamiento que ayuden a preservar la calidad inicial del grano (Watson, 1987).

El grano de maíz se clasifica botánicamente como un carióspside, es decir, una fruta seca e indehisciente de una sola semilla. Este tipo de fruta, en el cual la pared del ovario maduro (pericarpio) no se abre al secar para liberar la semilla, es característico de todos los granos de cereales (Watson, 1987; Desrosier, 1977; FAO, 1984). El grano se adhiere a la mazorca por el pedicelo. Al quitar el grano de la mazorca, el pedicelo es roto al azar dejando una punta quebrada. La estructura cónica que permanece adherida al grano se llama casquillo de la punta (Watson, 1987).

La diversidad en el tamaño y la forma de los granos de maíz se debe a diferencias en sus antecedentes genéticos y a su localización en la mazorca. Los granos que se encuentran localizados en la parte trasera de la mazorca son grandes y redondos, y aquellos en la punta son pequeños y redondos. Los granos que se encuentran en la parte central de la mazorca usualmente son aplanados debido a la presión ejercida por

granos adyacentes durante el crecimiento. La variedad y el medio-ambiente también producen disparidad en tamaño y forma (Watson, 1987).

Las propiedades físicas del grano de maíz varían con el contenido de humedad, variedad, año y región de producción. Los cambios observados en las propiedades físicas de un grano debidos a variaciones en el contenido de humedad se deben principalmente a la absorción o desorción de vapor de agua, el cual produce cambios en la densidad y el volumen del grano. Aun a un mismo contenido de humedad, las propiedades físicas de los granos difieren dependiendo si el grano alcanzó su contenido de humedad por desorción o absorción de agua debido al efecto histéresis (Watson, 1987).

El grano de maíz es una semilla y por lo tanto contiene un embrión completo y todo el aparato estructural, nutricional y enzimático necesario para el crecimiento y desarrollo del embrión. El grano de maíz maduro posee cuatro partes principales: el germen, el endospermo, el pericarpio y el casquillo de la punta, los cuales constituyen del 10-12% , del 82-84%, del 5-6% y el 1% del peso seco del grano respectivamente (Figura 2.1). La composición del grano de maíz es aproximadamente 16% agua (base húmeda), 71.7% almidón, 9.5% proteína, 4.3% grasa, 1.4% cenizas y 2.6% azúcares (base seca) (Watson, 1987).

El germen está compuesto del embrión y el escutelo, órgano

nutritivo del embrión. Almacena nutrientes y hormonas, los cuales son movilizados por enzimas elaboradas durante las etapas iniciales de la germinación. Durante la germinación, las enzimas hidrolíticas secretadas por células que se encuentran en la superficie externa del escutelo, se difunden hacia el endospermo donde digieren almidón y proteína. Los azúcares y amino ácidos resultantes son transportados a través del escutelo hacia el embrión. En el germen se deposita el 83% del total de lípidos del grano, siendo la mayoría de ellos triglicéridos. Ya que el germén es un tejido potencialmente activo, contiene 70% del azúcar del grano (principalmente sacarosa, glucosa y fructosa) y 26% de la proteína del grano. La mayoría de las proteínas del germén son globulinas y probablemente pertenecen al aparato enzimático de las células (Watson, 1987).

El endospermo está compuesto de células alargadas empacadas con granulos de almidón incrustados en una matriz continua de proteína. La capa externa del endospermo, la capa de aleurona, cubre todo el endospermo y el germén siendo interrumpido únicamente en la capa del hilio en el casquillo de la punta. La capa de aleurona es más delgada sobre el germén. El endospermo contiene el 98% del almidón del grano y el 74% de la proteína del grano, la mayoría de la cual es proteína de almacenamiento. El endospermo es de dos tipos: el harinoso y el córneo. El endospermo harinoso posee una

delgada matriz proteica, la cual se rompe al encojarse durante el secado. Este rompimiento de la matriz provoca que los gránulos de almidón asuman una forma redonda y que se encuentren pequeñas bolsas de aire alrededor de ellos. La matriz proteica del endosperma córneo siendo más gruesa permanece intacta durante el secado y comprime a los gránulos plásticos del almidón hasta formas poliédricas (Watson, 1987).

El pericarpio incluye todos los tejidos exteriores a la cubierta de la semilla; los cuales están compuestas por células muertas que son tubos celulósicos. El pericarpio se extiende hasta la base del grano uniéndose con el casquillo de la punta. El pericarpio y el casquillo de la punta comprenden el 80% de la fibra total del grano (Watson, 1987).

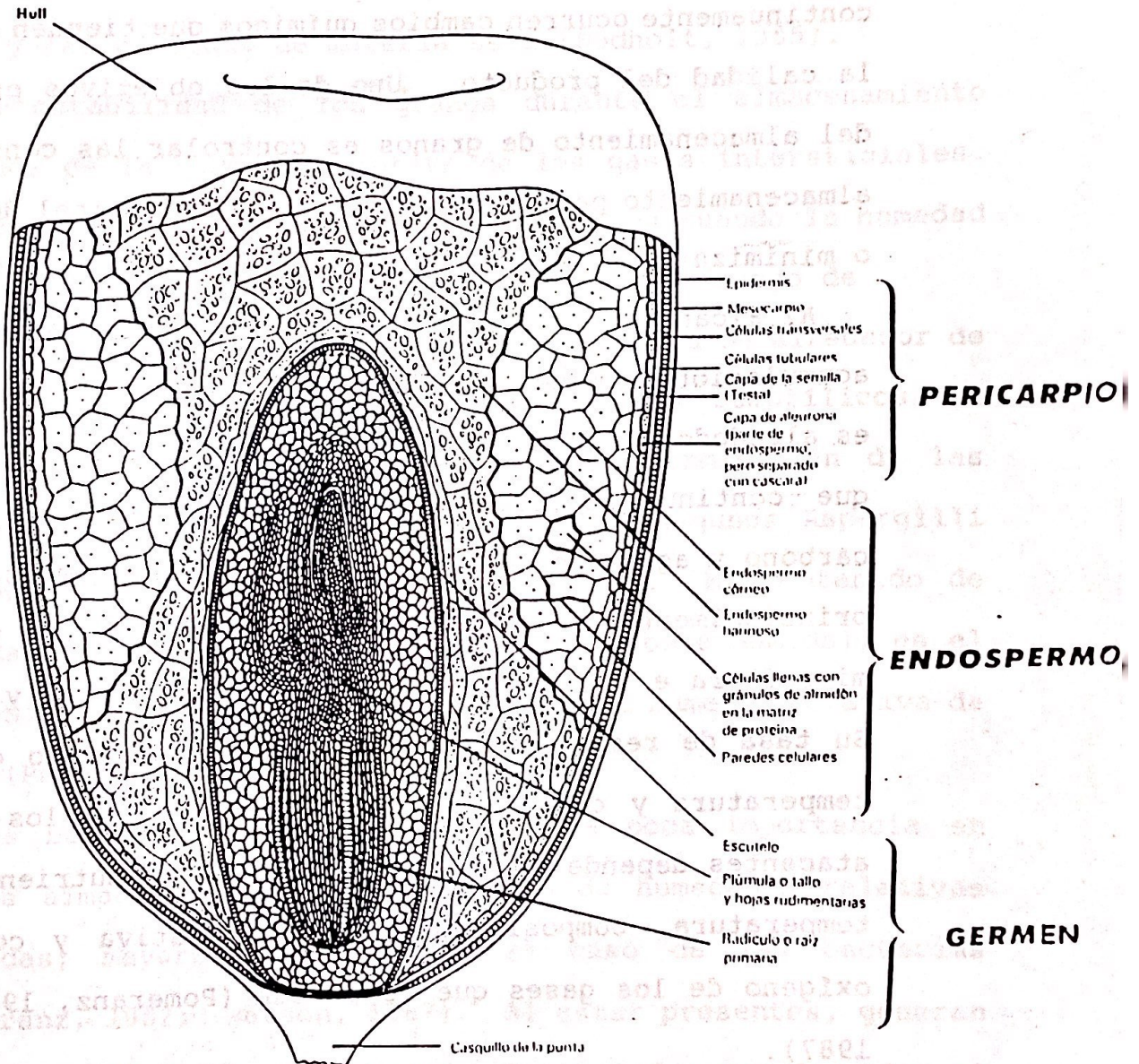


Figura 2.1: Sección longitudinal de un grano de maíz (FAO, 1984).

B. Almacenamiento del maíz

1. Factores que influyen sobre los cambios deteriorativos durante el almacenamiento. En todo grano almacenado continuamente ocurren cambios químicos que tienden a disminuir la calidad del producto. Uno de los objetivos primordiales del almacenamiento de granos es controlar las condiciones de almacenamiento para mantener la calidad original del producto o minimizar los cambios deteriorativos (Zeleny, 1954).

Al alcanzar la madurez fisiológica, período en que cesa la acumulación de materia seca y en que su contenido de humedad es alrededor de 35 %, el maíz aun es un organismo vivo, por lo que continua respirando y produciendo calor, dióxido de carbono y agua (Bodholt, 1985). El grano de maíz, compuesto principalmente de carbohidratos y asociado a una variedad de microflora e insectos, es vulnerable al ataque y deterioro. Su tasa de respiración depende de su contenido de humedad, temperatura y condición. La viabilidad de los organismos atacantes depende de la disponibilidad de nutrientes y de la temperatura, composición, humedad relativa y contenido de oxígeno de los gases que lo rodean (Pomeranz, 1982; Herum, 1987).

a. Humedad. De los factores que influyen sobre la tasa de deterioro, la humedad es el más importante. Aun bajo condiciones adversas de almacenamiento, los granos pueden ser almacenados por años con poco deterioro, si su contenido de

humedad es mantenido a bajos niveles (Pomeranz, 1982).

Al aumentar el contenido de humedad y la temperatura del grano, crece la tasa de respiración, la producción de calor y agua y las pérdidas de materia seca (Bodholt, 1985).

La estabilidad de los granos durante el almacenamiento depende de la humedad relativa de los gases intersticiales. La actividad de la microflora es prevenida cuando la humedad relativa intersticial es mantenida abajo del rango de 65 - 70 % (Herum, 1982). Una humedad relativa de alrededor de 75 % es crítica para los hongos fuertemente osmofílicos, ya que es el valor mínimo que permite la germinación de las esporas fúngicas a temperatura normal. Algunos *Aspergilli* pueden desarrollarse a menores humedades. El contenido de humedad crítico para los cereales, 14 % (base húmeda), es el contenido de humedad en equilibrio con una humedad relativa de 75 % (Pomeranz, 1982).

Las bacterias y levaduras son de poca importancia en granos almacenados ya que requieren de humedades relativas elevadas; mayores de 90 % en el caso de las bacterias (Pomeranz, 1982; Watson, 1987). Al estar presentes, generan calor y producen olores amargos o fermentados que devalúan el grano (Watson, 1987).

A contenidos de humedad menores que 10%, los insectos deben obtener el agua que necesitan rompiendo los componentes del grano o utilizando sus propias reservas energéticas. Bajo

estas condiciones, pocos insectos sobreviven y se evita el daño al grano. Se ha encontrado que las densidades poblacionales de las principales especies de insectos es mayor en un rango intermedio de humedad (10-12%). Al alcanzar niveles de humedad arriba de 15%, competencia por el desarrollo de hongos y bacterias, afecta adversamente el desarrollo de insectos (Storey, 1987).

En el microambiente del maíz almacenado, el establecimiento de una infección microbiana o el ataque de insectos, aumenta los niveles de humedad (por la elaboración de agua de respiración), así como la temperatura (ya que es un proceso exotérmico) (Lillehoj, 1987). Esto a su vez aumenta la tasa de respiración de los granos (Bodholt, 1985).

El deterioro de granos almacenados como resultado de una humedad excesiva puede ocurrir aun cuando éstos sean almacenados dentro de un límite seguro de humedad y tengan un contenido de humedad uniforme. Este fenómeno se manifiesta al existir gradientes de temperatura en la masa de granos debido a cambios atmosféricos en temperatura y/o actividad de microorganismos e insectos. A cualquier nivel de humedad relativa, la cantidad de vapor de agua por pie cúbico de aire aumenta con la temperatura. Cuando el aire de una región caliente llega a una región fría, como resultado de la difusión o convección, debe ceder parte de su humedad al grano para mantener el equilibrio que debe existir entre la humedad

relativa del aire y la humedad del grano. Es usual que este intercambio de humedad ocurra en la fase de vapor pero, en condiciones extremas el aire caliente que llega a una región fría en el almacén puede ser enfriado abajo del punto de rocío, y el agua será condensada sobre las superficies frías del grano o las paredes del almacén (Pomeranz, 1982; Christensen y Meronuck, 1986; Herum, 1987). La aeración puede controlar la migración de humedad al equilibrar la temperatura de la masa de granos (Herum, 1987).

b. Temperatura. La respiración es acelerada por un aumento en la temperatura hasta ser limitada por la inactivación térmica de las enzimas involucradas, la desaparición del sustrato, el agotamiento del oxígeno o la acumulación de concentraciones inhibitorias de dióxido de carbono. El efecto de la temperatura sobre la tasa respiratoria depende también del contenido de humedad de los granos. Las contribuciones relativas de los granos, hongos e insectos a la respiración total son afectadas en forma variable por la temperatura (Pomeranz, 1982).

En general los hongos de almacenamiento crecen más rápido a una temperatura entre 30 y 35 C que a una entre 5 y 10 C; usualmente no crecen a temperaturas más arriba de 35 C (Christensen y Meronuck, 1986).

Los insectos que atacan los granos almacenados requieren de temperaturas arriba de 15 C para sobrevivir y reproducirse, y

muchos requieren de temperaturas arriba de 21 C para que se desarrolle una cantidad suficiente para dañar el grano. Temperaturas arriba de 35 C son desfavorables para el desarrollo de insectos (Storey, 1987).

Un aumento detectable de la temperatura indica un deterioro avanzado en el sitio donde se esta generando el calor (Christensen y Meronuck, 1986). Estos puntos calientes son resultado del calor producido por microorganismos e insectos. El calor no se disipa rápidamente debido a que el maíz es un pobre conductor del calor (Watson, 1987).

c. Aeración. Ya que la respiración aeróbica de granos y microorganismos asociados involucra el consumo de oxígeno y la liberación de dióxido de carbono, el proceso tiende a ser limitado por la cantidad de oxígeno presente (Pomeranz, 1982). En un almacén hermético, la respiración del grano y el crecimiento de hongos e insectos es fuertemente inhibido al agotarse casi completamente el oxígeno debido a la misma actividad respiratoria del grano, insectos y hongos asociados. Aun bajo condiciones herméticas de almacenamiento puede ocurrir deterioro si el contenido de humedad del grano es tan elevado que ocurra una fermentación ácido láctica o crecimiento de organismos anaeróbicos (Zeleny, 1954; Smith, 1969).

d. Condición del grano. Las propiedades de almacenamiento de los granos son afectadas por la

condiciones ambientales durante su crecimiento y maduración, por el grado de maduración a la hora de la cosecha, por los métodos de cosecha, y por el manejo que reciben hasta llegar al almacén (Pomeranz, 1982). La actividad respiratoria aumenta en los granos rajados o dañados (Bodholt, 1985). Además, la tendencia de los granos a deteriorarse durante el almacenamiento es afectada grandemente por la condición del producto. El daño al pericarpio hace al grano más susceptible a la invasión por hongos de almacenamiento. Las heridas sobre o alrededor del germen son más serias que aquellas sobre el endosperma. Se ha estimado que granos dañados físicamente son 2-3.5 veces más vulnerables a pérdidas de grado debido a contaminación por hongos que los granos intactos (Watson, 1987; Smith, 1969; Lillehoj, 1987).

2. Organismos asociados a granos almacenados. Los principales organismos involucrados en la pérdida de calidad de granos almacenados son los hongos, insectos, ácaros y roedores. Los insectos, ácaros y roedores han sido reconocidos por mucho tiempo como agentes destructores de los granos almacenados debido a su consumo directo del grano y a la contaminación que producen con sus excretas, pelos u otras partes del cuerpo, microflora indeseada y olores y sabores desagradables. Se han desarrollado controles de estos agentes que al ser aplicados minimizan las pérdidas en cantidad y calidad de grano. La reducción de la calidad de las granos

por los hongos de campo ha sido un hecho aceptado por mucho tiempo, sin embargo, hasta los últimos 30 años se ha dilucidado el papel de los hongos de almacenamiento en la reducción de la calidad de granos almacenados (Christensen y Meronuck, 1986).

a. Insectos. Los insectos destruyen por lo menos 5% de la producción mundial de granos cosechados y almacenados (Davidson y Lyon, 1987). Estas pérdidas se deben a una disminución del peso del grano y de su valor alimenticio, el calentamiento de los granos seguido de un crecimiento fungoso y deterioro y una disminución en la germinación de las semillas. Los insectos, asociados con granos almacenados, generalmente se dividen en dos grupos: aquellas especies que se desarrollan dentro de los granos, los insectos primarios, y las que se desarrollan afuera del grano, los insectos secundarios, que se alimentan de granos quebrados, gérmenes, polvo de granos u otros productos de cereal (Storey, 1987).

Las especies que se desarrollan internamente son: el gorgojo del arroz Sitophilus oryzae (L.), el gorgojo del maíz S. zeamais (Motsch), el gorgojo del trigo S. granarius (L.), el pequeño barrenador de los granos Rhyzopertha dominica (F.) y la palomilla Sitotroga cerealella (Olivier) (Storey, 1987) las cuales constituyen los agentes principales de daño de granos almacenados (Olkowski, Daar y Olkowski, 1991).

continuación se describen las principales especies encontradas en este estudio.

Los gorgojos Sitophilus oryzae y S. zeamais (Orden Coleoptera, Familia Curculionidae) son serias plagas de productos almacenados en regiones tropicales y subtropicales (Olkowski, Daar y Olkowski, 1991; Frohlich y Rodewald, 1970; Metcalf y Flint, 1962; Walter, 1990; Hill, 1987; Davidson y Lyon, 1987; Elzinga, 1981). Se conocen como gorgojo del arroz y del maíz, respectivamente. Hasta hace poco tiempo, ambos se conocían bajo el nombre de S. oryzae. Se pueden diferenciar mediante un examen de la genitalia del macho. Para propósitos prácticos pueden considerarse como una misma especie. Una severa infestación por estos gorgojos causa perforaciones en la superficie del grano y daño en la parte interna del mismo. La masa de granos infestada se encuentra húmeda y caliente y frecuentemente cubierta de moho o con granos germinados.

El gorgojo del arroz mide de 2 a 3.5 mm, mientras que el gorgojo del maíz mide 3.3 a 5 mm. Ambas especies varían de color desde un café claro rojizo hasta un café oscuro/negro. Poseen cuatro manchas amarillo-rojizas sobre los élitros, alas delanteras gruesas, las cuales sirven para diferenciarlos de S. granarius, gorgojo que prolifera en temperaturas templadas. Los élitros protegen las alas traseras cuando no están en uso, permitiendo que vivan en ambientes rudos sin perder su capacidad para volar. La presencia de hendiduras redondas en

el protórax también los distingue de S. granarius, donde las hendiduras son ovaladas. Tienen un hocico largo provisto de un aparato bucal del tipo masticador, característico de la familia Curculionidae.

El ciclo de vida de estos gorgojos puede completarse en 4 a 8 semanas, dependiendo de la temperatura y humedad. En regiones calientes la procreación es continua dándose seis a ocho generaciones en un año. Las condiciones óptimas para la actividad de los gorgojos son 27 a 30 C y 75 a 90% humedad relativa.

La hembra adulta abre, con su aparato bucal del tipo masticador, una cavidad en el grano lo suficiente grande para un huevo, se voltea, deposita el huevo y sella el orificio con un líquido gelatinoso. Puede depositar de 200 a 600 huevos durante su vida. El huevo requiere de 3 días para reventar si está a una temperatura de 15.6 a 18.4 C. Después de reventar, las larvas de color blanco cremoso se alimentan de la porción interior del grano utilizando su aparato bucal del tipo masticador. Durante esta etapa que dura aproximadamente 18 días, la larva sufre tres cambios de piel. A continuación se transforma en una pupa blanca cuyo estado dura de 3 a 9 días y luego en la forma adulta. El insecto adulto permanece en el grano de 3 a 4 días, mientras endurece y madura. Al comer, prepara un camino de salida a la superficie del grano. Los adultos generalmente viven de siete a ocho meses y pueden

sobrevivir más de dos años. A diferencia de S. granarius, los gorgojos del arroz y del maíz pueden volar y comúnmente infestan el maíz en el campo .

Sitotroga cereallela (Orden Lepidoptera, Familia Gelechiidae) es la palomilla más común y destructiva del maíz almacenado pudiendo también causar daño en el campo (Walter, 1990; Metcalf y Flint, 1962; Davidson y Lyon, 1987; Frohlich y Rodewlad, 1970; Hill, 1987). El grano infestado es perforado por la larva del insecto y en casos de una infestación severa, el grano adquiere un sabor desagradable.

El insecto adulto de color blanco amarillento posee alas delgadas ribeteadas de vellosidades. Es la única etapa del ciclo de vida que se observa comúnmente, ya que los huevos son microscópicos y la larva y pupa viven dentro del grano.

La hembra pone de 40 a 400 huevos sobre la superficie de los granos, ya que no puede hacer un orificio en el grano con su aparato bucal tipo sifón. Los huevos blancos se tornan rojos con el tiempo. Revientan después de un período de incubación de cuatro a ocho días. El estado larvario, dotado de un aparato bucal tipo masticador, inmediatamente se introduce al grano para alimentarse del almidón del maíz. Es posible que varias larvas se alimenten de un mismo grano. Al alcanzar su madurez mide aproximadamente 8 mm y es de color blanco con cabeza amarilla. Durante esta etapa el insecto hace un túnel de salida para el adulto, dejando una película

transparente en la epidermis del grano sobre el hoyo de salida. Dentro de su capullo, la larva cambia al estado de pupa, que dura de diez a catorce días, dependiendo de la temperatura. La pupa es de color café rojizo. El adulto emerge a través del túnel preparado por la larva. El ciclo de vida completo dura de cinco a siete semanas en climas cálidos. Generalmente hay de cuatro a seis generaciones por año, pero en condiciones muy cálidas pueden darse hasta doce generaciones.

Las especies más importantes de insectos que se desarrollan afuera del grano son: el gorgojo plano de los granos Cryptolestes pusillus (Schoenherr), C. ferrugineus (Stephens), el gorgojo falso de la harina Tribolium confusum (du Val), el gorgojo castaño de la harina T. castaneum (Herbst), el gorgojo dientes de sierra Oryzaephilus surinamensis (Linnéo), la palomilla india de la harina Plodia interpunctella (Hubner) y la polilla bandeada Ephestia cautella (Walker) (Christensen y Meronuck, 1986; Walter, 1990). Los insectos secundarios se alimentan principalmente de polvo de granos y granos quebrados producidos por daño mecánico durante el manejo o por la actividad alimenticia de las plagas de insectos primarios. Algunos pueden atacar granos enteros, especialmente en la región del germen. (Storey, 1987). Ciertos insectos secundarios se alimentan de hongos que crecen sobre los granos. Por esta razón, una

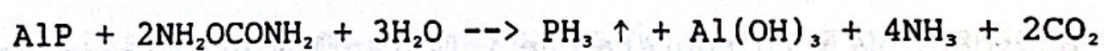
infestación por insectos secundarios es evidencia de condiciones pobres de almacenamiento.

Los insectos en granos almacenados se pueden controlar por medio de insecticidas. Como ejemplos se pueden mencionar el pirimifos metílico o Actellic (marca comercial) y el fosfuro de aluminio o Phostoxin (marca comercial).

El pirimifos metílico es un insecticida organofosforado de rápida acción y espectro amplio (Hill, 1987; Sine, 1991; Storey, 1987; Story, 1990). Es efectivo contra especies de Lepidoptera y Coleoptera que infestan los granos almacenados. En forma de concentrado emulsificable, puede utilizarse para desinfectar bodegas donde se van a almacenar granos. Las formulaciones en polvo se aplican directamente al grano y al suelo del almacén. El insecticida penetra el cuerpo del insecto y ataca la enzima acetilcolinesterasa provocando una estimulación incontrolada de los músculos por los impulsos nerviosos. Posee una baja toxicidad para mamíferos.

El gas fosfamina, PH_3 , es el ingrediente activo liberado del fosfuro de aluminio (Detia Freyberg GMBH; Hill, 1987; Metcalf y Flint, 1962; Mueller, 1990; Sine, 1991; Storey, 1987; Story, 1990; Walter, 1990). Es altamente tóxico para el hombre y todas las formas de desarrollo de las plagas de los granos almacenados (insectos, ácaros y roedores). Es un gas inflamable con un elevado poder de penetración, ya que es 1.18 veces más pesado que el aire, permitiendo que llegue

hasta los insectos que están alimentándose dentro del grano. Una de las posibles formulaciones para este fumigante son las tabletas sólidas de fosfuro de aluminio, las cuales en presencia de humedad, producen la fosfamina. Algunas tabletas contienen además carbamato de amonio, el cual libera gas amoníaco y dióxido de carbono reduciéndose así el riesgo de incendio de la fosfamina. El olor a amoníaco sirve como agente de seguridad que avisa que la reacción se está llevando a cabo. La reacción es la siguiente:



La dosis de aplicación del fumigante depende de la humedad y temperatura, del tipo de almacén y del tipo de plaga. A mayor temperatura y humedad, más corto es el tiempo de fumigación. Los almacenes herméticos necesitan una menor dosis que los no herméticos. Se ha demostrado también que los gorgojos son los insectos más difíciles de matar con fosfamina. Se recomiendan exposiciones más prolongadas cuando se sabe que estos insectos existen en el grano almacenado.

La efectividad de la fosfamina depende más del tiempo de exposición que de la concentración. Por lo tanto, para una concentración específica de fosfamina, a mayor tiempo de exposición, mayor será el número de insectos que se morirán por la acción letal del fumigante. Generalmente, la liberación masiva de gas comienza poco más o menos a las cuatro horas después de la colocación de las tabletas y

finaliza al cabo de 5 a 6 días. El polvo residual que queda después de la fumigación es blanco grisoso y contiene únicamente una pequeña cantidad de fosfuro de aluminio sin reaccionar.

En general, los fumigantes alcanzan los tejidos del insecto a través del proceso de respiración. Los estadios de huevo y pupa siendo físicamente inactivos tienen una respiración restringida por lo que son más tolerantes a una misma concentración de gas que las etapas de larva y adulto. El modo de acción exacto de la fosfamina no se conoce claramente, sin embargo existen tres teorías:

1. Las moléculas al ganar acceso al sistema nervioso paralizan al insecto.

2. La parálisis de los músculos de los espiráculos, aberturas por las cuales entra oxígeno al cuerpo del insecto, no permite que la respiración del insecto continúe.

3. La enzima citocromo oxidasa es atacada por la fosfamina causando una acción tóxica en el insecto.

b. Hongos. Los hongos que invaden y dañan el maíz se pueden dividir en dos grupos dependiendo del momento en que invaden el grano y de las condiciones que requieren para su desarrollo: hongos de campo y de almacenamiento (Christensen y Meronuck, 1986; Watson, 1987). Los hongos de campo invaden el maíz en el campo y dañan el producto antes de la cosecha. Requieren de un contenido de humedad en

equilibrio con una humedad relativa de 90-100%, lo cual implica un contenido de humedad del grano mayor que 22-23%. Estos requerimientos ambientales no permiten mayor crecimiento en granos almacenados. La acción de los hongos de campo se limita generalmente al pericarpio, donde crecen en respuesta a condiciones de elevada humedad durante la maduración del grano. En temporadas donde la cosecha se atrasa por lluvias excesivas, pueden causar decoloración del grano y afectar la germinación. Los generos principales son Cephalosporium, Fusarium, Gibberella, Nigrospora y ocasionalmente Alternaria y Cladosporium.

Los hongos de almacenamiento están adaptados a crecer en materiales cuyo contenido de humedad esté en equilibrio con una humedad relativa de 65-70% hasta 85-90%; es decir un contenido de humedad del grano de 13-20%. La invasión del grano por mohos involucra el crecimiento del micelio del moho dentro del tejido del grano. El moho secreta enzimas que digieren las sustancias del grano y así obtiene nutrientes y energía para su crecimiento. Se ha observado que un mayor grado de daño mecánico promueve la invasión fúngica y aumenta la velocidad de pérdida de materia seca. Las cortadas en el pericarpio arriba del germen hacen al grano más susceptible a la invasión por mohos de almacenamiento que si las cortadas están en la parte trasera o en la coronilla del grano. La eliminación del casquillo de la punta también aumenta la

invasión fúngica. El rápido crecimiento de mohos genera calor, el cual aumenta la temperatura local, ya que el maíz es un pobre conductor del calor. Se dice que dichos granos se han calentado y pueden alcanzar temperaturas que producen granos dañados por calor y eventualmente combustión "espontánea". Los hongos de almacenamiento más importantes son los grupos de Aspergillus restrictus, A. glaucus, A. candidus y A. ochraceus.

Algunos hongos invaden los granos antes de la cosecha y continúan creciendo y causando daño a los granos que posean contenidos de humedad en equilibrio con humedades relativas de 85-90%. Como ejemplos se pueden mencionar Aspergillus flavus, que puede crecer y producir aflatoxina tanto en el campo como durante el almacenamiento, y algunas especies de Penicillium y Fusarium.

Para reducir las pérdidas inducidas por los mohos, se debe cosechar cuidadosamente el maíz disminuyendo los daños mecánicos y secarlo rápidamente, utilizando condiciones leves de calor, hasta un contenido de humedad abajo del mínimo necesario para el crecimiento de los mohos. El grano almacenado debe ser monitoreado con cuidado para detectar aumentos en la humedad, temperaturas y dióxido de carbono, parametros importantes que pueden ser utilizados para detectar el inicio de una invasión fúngica. Una aeración pronta del grano almacenado evitará el desarrollo de puntos calientes y

dará una mayor uniformidad a la humedad. Los pedazos de maíz quebrados y material extraño deben ser removidos o distribuidos uniformemente en la masa de granos, ya que atraen la contaminación por hongos.

c. Roedores. El daño producido por roedores se caracteriza por la pérdida del germen debido a una alimentación selectiva del grano (National Academy of Science, 1978; Harris y Lindblad, 1976; Mallis, 1990). El valor del grano disminuye también por la presencia de orina, heces fecales y pelos de roedor, los cuales pueden causar enfermedades para el hombre.

Las tres especies principales de roedores son la rata café o noruega Rattus norvegicus (Berkenhout), la rata de techo Rattus rattus (Linnaeus) y el ratón de casa Mus musculus (Linnaeus). A diferencia de los insectos, los roedores no se distribuyen a través del almacén, sino que se encuentran en la periferia del maíz en bulto. Las principales manifestaciones de una infestación por roedores son la presencia de excrementos, huellas, granos o madera roídos, roedores vivos o muertos, nidos y olor a roedor.

El control de roedores puede llevarse a cabo haciendo los almacenes a prueba de roedores, limpiando el área alrededor del almacén, aplicando venenos o fumigando con fosfamina, colocando trampas, cazando a los roedores con gatos y perros y utilizando repelentes de roedores.

3. Estructuras de almacenamiento del maíz. El tipo y

tamaño de las estructuras de almacenamiento del maíz depende de la clase del maíz a ser almacenado, de la duración del almacenamiento y del grado de manejo mecánico deseado (Herum, 1987).

Muchos pequeños agricultores consideran el almacenamiento de maíz en mazorca apropiado a sus necesidades. En el altiplano de Guatemala se observa el almacenamiento de mazorcas de maíz, con y sin tusa, en trojas o almacenes rústicos. Si la tusa del maíz está intacta, encierra el grano y lo protege del ataque por insectos. También limita el intercambio de humedad entre el grano y el medio ambiente. Los problemas más importantes que se presentan en el almacenamiento rústico de granos son la presencia de plagas de insectos y roedores, la alta humedad del grano que se almacena y la presencia de hongos de almacenamiento (Ramírez, 1966; National Academy of Science, 1978).

El maíz en grano puede ser almacenado en una gran variedad de depósitos, tanques, silos y hoyos subterráneos (Herum, 1987). En Guatemala, se han utilizado diferentes tipos de silos metálicos para guardar el maíz y evitar la penetración de humedad, roedores, gorgojos o palomillas. Uno de ellos es el silo familiar Tipo Guatemala. Este silo, cuya parte superior es cónica, presenta la desventaja de tener una boca muy pequeña y de difícil alcance. El silo Tipo Plano,

utilizado en este estudio, presenta la ventaja respecto del Tipo Guatemala, de tener la parte superior plana con una boca más grande y mejor localizada, lo cual facilita el llenado y limpieza del silo (DIGESA, 1988). El almacenamiento de granos en silos familiares reúne un conjunto de ventajas, tales como las del almacenamiento semihermético, en pequeñas cantidades y en condiciones casi independientes de las condiciones ambientales externas (DIGESA y FAO, 1983). Siendo un almacén cerrado, el silo permite una fumigación efectiva del grano para controlar insectos (National Academy of Sciences, 1978).

C. Métodos para evaluar las pérdidas durante el almacenamiento

1. Métodos físicos. Como se mencionó anteriormente, los principales agentes de pérdida de granos almacenados son los insectos, microorganismos, roedores y pájaros. Considerándose los insectos la causa más importante de perjuicio durante el almacenamiento, se han desarrollado más los métodos para estimar estos daños. Sin embargo, las técnicas específicas para insectos pueden ser utilizadas para medir la pérdida de peso debida a hongos, siendo más apropiado considerar el peso de grano rechazado como maíz no adecuado para el consumo, en vez de simplemente como una pérdida de peso. Los métodos para estimar el menoscabo debido a roedores y pájaros no han recibido mucha atención. En estos casos

también es importante considerar, tanto la cantidad consumida como la cantidad rechazada debido a contaminación.

Los métodos utilizados para estimar los daños causados por insectos se basan en la pérdida de peso ocasionada por insectos que penetran los granos. Al ser atacado un grano por un insecto primario, el grano demostrará una disminución de peso si es pesado antes y después del ataque.

A continuación se enumeran algunos de los métodos para determinar las pérdidas en granos:

a. Factor granos quebrados materia extraña. Los datos

de pérdidas de peso pueden ser mal interpretados si no se toma en cuenta las diferencias en materia extraña y granos quebrados presentes en las muestras. Por lo tanto, antes de cualquier análisis, es necesario tamizar las muestras para remover granos quebrados y materia extraña (polvo, insectos, piedras, pedazos de olote, etc.) (Boxall, 1986). Si se utiliza un tamiz de hoyo redondo (12/64 in) se puede obtener el factor Granos Quebrados Materia Extraña (GQME) utilizado para determinar el grado del maíz. Este factor es la suma de todo el material que pasa a través del tamiz y todo el material que no sea maíz que permanezca sobre el tamiz (Watson, 1987). A medida que el grano se va deteriorando, mayor será el valor de este factor. El conteo de insectos encontrados en las muestras puede ayudar a establecer un patrón en los cambios del nivel de infestación durante el período del almacenamiento

(Boxall, 1986).

b. Método volumétrico. El método volumétrico involucra la obtención del peso de un volumen medido de grano. Se determina el peso volumétrico al principio del almacenamiento y el porcentaje de pérdida de peso se estiman al seguir los cambios en peso de un mismo volumen estándar de maíz a lo largo del período de almacenamiento. Estas pérdidas en peso reflejan el perjuicio provocado no sólo por insectos, sino por microorganismos y otros. En el sistema inglés el peso volumétrico se mide en libras por bushel y en el sistema métrico en kilogramos por hectolitro.

El método asume que al ser depositados los granos en una cubeta, el volumen ocupado por el mismo número de granos no dañados y granos dañados será igual, pero el peso de los últimos será menor. La utilidad del método disminuye al aumentar el nivel de infestación, al punto que algunos granos pierdan su forma bajo la presión de los demás permitiendo que un mayor número de granos ocupen la cubeta.

El peso volumétrico varía con el contenido de humedad del maíz por lo que debe expresarse en termino del peso seco. También debe tomarse en cuenta que el contenido de humedad cambia el volumen y las propiedades friccionales del grano. En general, un aumento en el contenido de humedad aumentará el volumen del grano y causará que se empaque menos, provocando una disminución del peso de un volumen dado. Por esta razón

es recomendable determinar el peso volumétrico seco del maíz original a contenidos de humedad que abarquen el rango esperado en el campo. Si las diferencias entre las lecturas de peso volumétrico seco para estas muestras de maíz son pequeñas, entonces el error es aceptable y simplemente se comparan los pesos volumétricos secos de las muestras obtenidas durante el período de almacenamiento con el dato correspondiente al maíz al inicio del almacenamiento.

Otro factor que influye sobre el peso volumétrico es la adición de insecticida en polvo. El polvo se adhiere a la superficie de los granos causando un aumento en el volumen y un cambio en las propiedades friccionales de los granos. El tamizado de la muestra no elimina todo el polvo, por lo que el método volumétrico tiende a sobreestimar las pérdidas (Boxall, 1986; Harris y Lindblad, 1976).

La cantidad de daño mecánico del maíz también tiene un efecto pronunciado sobre el peso volumétrico (Watson, 1987).

El peso volumétrico de una muestra de maíz sirve además para determinar el grado del lote y el tamaño del contenedor necesario para almacenar o transportar el lote de granos. Generalmente, al disminuir el peso volumétrico, aumenta el volumen vacío, medida del espacio entre granos de un lote. El dato nos dice algo acerca de la calidad nutricional del grano, ya que maíz con un peso volumétrico de 51.4 kg/hl posee únicamente 93% de los nutrientes digeribles totales del maíz

con un peso hectolítrico de 72.0 kg/hl. El uso del peso volumétrico como una medida útil ha sido criticada, ya que consiste en una combinación de las densidades de los granos y la manera en que estos se empaquen en un recipiente. Es relativamente independiente del tamaño del grano (Watson, 1987).

c. Método gravimétrico. Este método conlleva la separación de granos dañados y granos sanos y una comparación de sus pesos calculados como un porcentaje de la muestra total. El porcentaje de pérdida de peso se obtiene al multiplicar la pérdida de peso promedio por grano dañado por el porcentaje de granos dañados en la muestra. Este método puede ser inexacto debido a que...

- asume que el ataque de los insectos sobre los granos ocurre al azar sin importar el tamaño del grano.

- existe la posibilidad de contar los granos con infestación oculta como granos no dañados.

- a altos niveles de daño frecuentemente existen múltiples infestaciones que causan una variación en el peso promedio del grano dañado (Boxall, 1986).

d. Método de peso de mil granos. Este método fue desarrollado a nivel de laboratorio con la intención de sobreponer las dificultades encontradas en las dos técnicas anteriores. Aunque su uso en estudios de campo ha sido limitado, parece ser una técnica útil que además tiene

ventaja de requerir poco equipo de laboratorio. El peso de mil granos (PMG) es el peso promedio de un grano multiplicado por mil y corregido a base seca. Se calcula al contar y pesar el número de granos en una muestra. La muestra no se ajusta a un peso o número específico de granos para evitar sesgo y fuentes de error. Esta técnica involucra la determinación del PMG de una muestra representativa recolectada al principio de la época de almacenamiento y su comparación con mediciones subsecuentes a través del período de almacenamiento (Boxall, 1986).

e. Densidad. La densidad del maíz, una medida de peso por unidad de volumen, puede ser estimada por medio del desplazamiento de etanol. No se utiliza agua, ya que los granos de maíz atrapan burbujas de aire al ser colocados en agua, pero no en etanol o tolueno.

La densidad varía con la humedad del grano, por lo que se recomienda desarrollar un factor de corrección antes de comparar los datos de muestras de maíz de distintos contenidos de humedad. La densidad del maíz dentado de 12% de humedad es 1.2, del maíz harinoso es 1.1 y del maíz para poporopo y maíz duro es de hasta 1.3. Las diferencias en densidad observadas entre muestras de granos probablemente no se deban a desemejanzas en composición química sino en variaciones en la relación endospermo córneo/harinoso y en cantidad de espacios vacíos dentro de los granos. Debe recordarse que la densidad

del grano es la suma de las densidades de sus componentes. Los espacios vacíos llenos de aire, posibles productos de una infestación por insectos, no contribuyen al dato de densidad por lo que se puede concluir que a mayor número de espacios vacíos, menor será la densidad del grano. Esto permite utilizar el valor de densidad del grano como un índice de la infestación por insectos (Watson, 1987).

2. Pérdidas de materia seca durante la nixtamalización. El método tradicional para convertir maíz en tortillas (nixtamalización) fue desarrollado por los indígenas de América Latina. El maíz se cuece en una solución hirviendo de cal por un tiempo relativamente corto. El punto final de esta operación se determina subjetivamente por los siguientes criterios: desintegración de la cubierta de la semilla, ablandamiento del grano y apariencia cocida del endospermo. Al finalizar la cocción, el maíz se deja remojar durante la noche después de la cual se descarta el líquido de remojo o nejayote. El maíz cocido y remojado, conocido como nixtamal, se lava y muele para obtener la masa. Pequeñas porciones de masa en forma de discos delgados son cocidos sobre el comal, siendo el resultado final las tortillas (Rooney y Serna-Saldívar, 1987; Martínez y Lanchance, 1979).

Existen variaciones en las condiciones del proceso que se atribuyen a factores socioeconómicos y geográficos. El tipo

de maíz, proporción de agua, concentración de cal, tiempo y temperatura de cocción son elegidos según las costumbres familiares. En general, al aumentar la concentración de cal, disminuye el tiempo necesario para que el maíz se cueza. El tiempo y temperatura de cocción se relacionan también con la dureza, estructura y edad del grano, así como la altitud del área donde se realiza el proceso (Martínez y Lanchance, 1979; Bressani, 1990; Khan et al, 1982; Bedolla y Rooney, 1982).

En las áreas rurales de Guatemala se agrega al maíz entero una solución de hidróxido de calcio de 0.17-0.58% en base al peso del maíz. La razón de grano:agua utilizada es de 1:1.2. La mezcla se calienta a 94 C por 46 a 67 minutos y luego se deja en reposo durante la noche (12-14 horas). Al día siguiente, el agua de cocción es descartada y el nixtamal es lavado dos o tres veces con agua. La preparación de la masa se hace por medio de un molino de discos (Bressani, 1990).

El cocimiento con álcali mejora el sabor, la gelatinización del almidón y la absorción de agua y remueve parcialmente el germen y el pericarpio del grano de maíz. La adición de cal mantiene el pH alcalino necesario para hidrolizar las hemicelulosas del pericarpio. El remojo distribuye la humedad y el hidróxido de calcio a través del grano cocido. El lavado vigoroso del nixtamal elimina el exceso de álcali, la cubierta de la semilla, el casquillo de la punta, parte del germen y cualquier impureza del grano. La molienda del nixtamal lavado

rompe los granulos de almidón gelatinizados y distribuye el almidón hidratado y la proteína alrededor de las porciones del endospermo sin gelatinizar, formándose así la masa (Rooney y Serna-Saldívar, 1987; Bressani, 1990; Khan et al, 1982; Pflugfelder et al, 1988).

Las pérdidas de materia seca que resultan del cocimiento con álcali constituyen un buen índice de la calidad del maíz para la preparación de tortillas. Estas pérdidas tienen una importancia económica para los pequeños productores así como para productores comerciales de masa. La magnitud de las pérdidas de materia seca dependen del tipo de maíz, integridad del grano, procedimiento de cocción, nivel de hidróxido de calcio utilizado, los tiempos y temperaturas de cocción y remojo, y del grado de frotación realizado durante el lavado (Bressani, 1990; Bedolla et al, 1983).

Bressani et al (1958) encontraron que la pérdida de materia seca para maíz blanco nixtamalizado por el método tradicional fue en promedio de 17.2%, variando de 9.5% hasta 21.3%, mientras que para el maíz amarillo, las pérdidas de materia seca fueron en promedio de 14.1% con un rango de 8.9% hasta 16.7%.

Jackson et al (1988) observaron que la presencia de granos quebrados aumenta la pérdida de materia seca durante el proceso, ya que el endospermo expuesto se solubiliza más rápidamente que el endosperma cubierto por el pericarpio.

El efecto del procedimiento de cocción sobre la magnitud de las pérdidas de materia seca quedó demostrado en un estudio realizado por Khan et al (1982). Obtuvieron pérdidas del 7 al 9% para un proceso comercial, 9 al 11% para un procedimiento de cocción con presión y 11 al 13% para el método tradicional. Las pérdidas adicionales observadas en el método tradicional se atribuyeron al período de remojo más prolongado. Bedolla et al (1983) encontraron una pérdida promedio de materia seca para maíz blanco y amarillo procesados por el método tradicional de 13.9% y 10.0% y 7.0% y 5.7% para el método de cocción por vapor. Katz et al (1974) reportaron una pérdida de materia seca de 5 al 14% al utilizar un proceso tradicional.

A una mayor concentración de cal, tiempo y temperatura de cocción y remojo, mayor será la pérdida de materia seca (Khan et al, 1982; Pflugfelder et al, 1988).

El pericarpio del maíz constituye la mayor parte de la pérdida de materia seca durante el procesamiento alcalino del maíz. Esta pérdida es esperada y deseada. Las pérdidas de almidón, proteína y lípidos son mucho menores pero aumentan con el uso de maíz más suave o más dañado. El período de remojo aparentemente causa la mayoría de las pérdidas de materia seca durante un proceso típico (Pflugfelder et al, 1988; Khan et al, 1982; Rooney y Serna-Saldívar, 1987; Jackson et al, 1980). La composición promedio de los sólidos

totales presentes en las aguas de desecho de cinco procesos evaluados por Pflugfelder et al (1988) fue de 75.6% polisacaridos no almidónicos (principalmente fibra del pericarpio), 11.6% almidón y 1.4% proteína. Los sólidos suspendidos en las aguas de desecho contenían 64% polisacaridos no almidónicos, 20% almidón y 1.4% proteína.

Bressani et al. (1982) estudiaron los efectos del almacenamiento de maíz opaco-2 sobre las características de la tortilla. El almacenamiento en bolsas de tela sin insecticida permitió la infestación por insectos, lo cual provocó una mayor pérdida de materia seca durante el cocimiento y una disminución en el rendimiento de tortillas.

Este es uno de los pocos estudios que relaciona las condiciones de almacenamiento con la calidad del maíz nixtamalizado.

III. OBJETIVOS

A. Objetivos generales

1. Evaluar dos estructuras de almacenamiento de maíz con respecto a parámetros físicos y de procesamiento: el silo metálico tipo plano para maíz en grano y una troja tradicional para maíz en mazorca.
2. En cada tipo de estructura, evaluar el efecto de un tratamiento químico para control de insectos.
3. Comparar el almacenamiento de mazorca con y sin tusa.

B. Objetivos específicos

1. Determinar la relación que pueda existir entre el tipo de almacén y los parámetros físicos y de procesamiento del maíz a ser evaluados.
2. Determinar la relación que pueda existir entre la aplicación de un tratamiento químico al maíz durante el almacenamiento y los parámetros físicos y de procesamiento del maíz a ser evaluados.
3. Determinar la relación que pueda existir entre el tiempo de almacenamiento y los parámetros físicos y de procesamiento del maíz a ser evaluados.
4. Determinar la relación que pueda existir entre la

presencia o ausencia de tusa alrededor de la mazorca de maíz y los parámetros físicos y de procesamiento del maíz a ser evaluados.

IV. HIPOTESIS

- A. No existe una diferencia significativa entre los parámetros físicos y de procesamiento del maíz depositado en silo metálico y en troja tradicional.
- B. No existe una diferencia significativa entre los parámetros físicos y de procesamiento del maíz tratado y no tratado con un producto químico.
- C. No existe una diferencia significativa entre los parámetros físicos y de procesamiento del maíz que ha estado almacenado por diferentes espacios de tiempo.
- D. No existe una diferencia significativa entre los parámetros físicos y de procesamiento del maíz en mazorca con y sin tusa guardado en troja tradicional.
- E. No existe una interacción significativa entre los factores tratamiento químico y tipo de estructura, tipo de estructura y tiempo de almacenamiento, tratamiento químico y tiempo de almacenamiento, tratamiento químico y estado y estado y tiempo de almacenamiento para los parámetros físicos y de procesamiento del maíz.

V. MATERIALES Y METODOS

A. Materiales

1. Maíz. Se utilizó maíz (Zea mays) amarillo de variedad criolla, en grano y en mazorca, con y sin tusa, cultivado durante 1991 en la finca Xetzac localizada en Tecpán, Chimaltenango.

2. Estructuras de almacenamiento. Todas las estructuras se colocaron bajo una galera abierta localizada en el kilómetro 14.5 carretera a El Salvador, municipio de Santa Catarina Pinula, departamento de Guatemala. Esta área se encuentra a aproximadamente 1550 m sobre el nivel del mar. Se caracteriza por ser una región de bosque con clima húmedo y una temperatura templada. La época lluviosa es de mayo a octubre (Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas, 1972).

a. Silo metálico tipo plano. Recipiente cilíndrico de 4 qq de capacidad, 91 cm de altura y 57 cm de diámetro, fabricado de lámina de zinc galvanizada, lisa y de calibre 28. Posee una abertura en la tapa superior por donde se introduce el grano y una boca en la parte lateral inferior del silo por donde el agricultor descarga el grano. El silo se montó sobre una plataforma de madera de 13 cm de altura para evitar contacto con la humedad del suelo (Ver Figura A 5.1).

b. Troja tradicional. Estructura de madera sin

techo de 152 cm de alto x 69 cm de ancho x 79 cm de profundidad. La troja se montó sobre una plataforma de 13 cm del suelo. Las paredes se constuyeron con tablas separadas aproximadamente 2 cm. En el caso de las trojas utilizadas para almacenar las mazorcas sin tusa, se abrió una ventana con su respectiva tapadera en dos de las paredes de la troja para facilitar el muestro. La puerta de la troja consistió en 5 a 6 tablas que se colocaron una sobre otra sin dejar espacio entre ellas (Ver Figura A 5.2).

3. Insecticidas. Se utilizó fosfuro de aluminio

en tabletas (marca comercial: Phostoxin) para fumigar el grano guardado en los silos. Se aplicó pirimifos metílico (marca comercial: Actellic) en forma de concentrado emulsificable 50 % p/v para tratar las paredes de las trojas y en forma en polvo al 2% para tratar las mazorcas de maíz.

B. Métodos

1. Determinación de la cantidad de grano por mazorca.

Con base en el peso de diez mazorcas con tusa obtenidas completamente al azar se determinó el porcentaje en peso de grano (75%), olote (16%) y tusa (9%) de una mazorca con tusa y el porcentaje en peso de grano (83%) y olote (17%) de una mazorca sin tusa. Esta información se utilizó para calcular el peso de mazorcas sin y con tusa necesarias para almacenar

4 qq de maíz en grano en cada troja.

2. Preparación del maíz para almacenar. Se obtuvieron

24 qq de maíz desgranado por aporreo y 24 qq de maíz en oro en mazorca sin y con tusa. Todo el maíz fue asoleado hasta que alcanzó una humedad de aproximadamente 14% (maíz en grano), 16% (maíz en mazorca sin tusa) y 18% (maíz en mazorca con tusa). El contenido de humedad en el campo de muestras representativas de cada tipo de maíz fue determinado con un medidor de humedad marca DOLE.

3. Localización de estructuras y asignación de

tratamientos. Se asignó un número a cada réplica de los seis tratamientos y al azar se determinó la posición de cada uno debajo de la galera experimental (Ver Diagrama A 5.3).

4. Llenado de estructuras de almacenamiento. Cada tipo

de maíz fue homogenizado antes de guardarlo en sacos o redes. Cada saco o red fue enumerado y asignado al azar a una estructura de almacenamiento. Se pesó el maíz antes de ingresarlo a la estructura. Los silos se llenaron con 3.98 qq de maíz en grano, las trojas con 4.75 qq de mazorcas sin tusa (3.92 qq maíz en grano) y 4.93 qq de mazorcas con tusa (3.72 qq maíz en grano). Las mazorcas sin y con tusa fueron colocadas en forma ordenada en las trojas. Las mazorcas sin tusa perdieron su orden debido a que se resbalaban en la troja.

5. Aplicación de tratamiento químico.

a. Silo metálico. Se colocó una pastilla de Phostoxin (3 gramos) en una tusa sobre la masa de grano de los silos asignados al tratamiento SILO METALICO CON TRATAMIENTO QUIMICO (estructuras 2.1, 2.2 y 2.3). Las bocas de cada silo fueron selladas herméticamente durante cinco días con bandas de hule hechas con pedazos de tubo de llanta de bicicleta y manteca. Al finalizar este período de tiempo se abrieron los silos y se sacaron los residuos dejados por las pastillas.

b. Trojas. Las paredes de las trojas asignadas a los tratamientos TROJA TRADICIONAL MAZORCA SIN TUSA CON TRATAMIENTO QUIMICO (estructuras 4.1, 4.2 y 4.3) y TROJA TRADICIONAL MAZORCA CON TUSA CON TRATAMIENTO QUIMICO (estructuras 6.1, 6.2 y 6.3) se asperjaron con una solución de Actellic en forma de concentrado emulsificable 50% p/v preparada al diluir 50 ml de este producto en un galón de agua. Se espolvoreó Actellic en polvo al 2% en el fondo de la troja y luego sobre las capas de mazorca al ir las colocando en la troja con una dosis de 500 gramos por 30 qq.

6. Muestreos. Los seis muestreos realizados a lo largo de los nueve meses de almacenamiento del maíz (de febrero 1992 a noviembre 1992) se distribuyeron de la siguiente manera: uno inicial seguido de tres muestreos cada dos meses y luego dos muestreos cada 45 días. (Ver Tabla 1)

5.4) Todas las muestras obtenidas fueron guardadas a temperatura ambiente en frascos de vidrio de 4 litros forados con papel café y sellados con cinta adhesiva.

a. Muestreo inicial. Se partió de tres tipos de maíz bien homogenizados: maíz en grano, maíz en mazorca sin tusa y maíz en mazorca con tusa. Para el maíz en grano se obtuvo una muestra representativa (18.1 kg) del lote completo introduciendo un muestreador de granos de 1 metro de largo en cada uno de los 24 sacos. El maíz sacado fue homogenizado pasándolo varias veces por un divisor de muestras Boerner y, finalmente, fue reducido hasta la cantidad necesaria para la muestra de trabajo (10.9 kg).

Para el maíz en mazorca sin tusa, se obtuvo una muestra representativa del lote completo sacando 14 mazorcas de diferentes partes de cada estructura, las cuales fueron desgranadas obteniéndose 15.5 kg de grano. Se homogenizó el grano suelto con el divisor de muestras Boerner y, finalmente, la cantidad fue reducida a 10.9 kg para la muestra de trabajo. El muestreo inicial del maíz en mazorca con tusa se efectuó de la misma manera con la variante de que la cantidad de grano obtenida al desgranar las mazorcas fue de 17.5 kg.

b. Muestreos intermedios. Con el muestreador de granos (sonda de 1 metro) se sacó 7.5 kg de maíz de cinco partes del silo siguiendo el patrón que se muestra en la Figura A 5.5. El maíz extraído fue homogenizado y reducido a

la cantidad requerida para la muestra de trabajo (3 kg) con el divisor de muestras Boerner.

De cada troja se sacaron de 35 a 48 mazorcas de tres diferentes niveles de profundidad y ocho diferentes niveles de altura siguiendo el esquema de la Figura A 5.6. Las mazorcas fueron desgranadas obteniéndose aproximadamente 7.5 kg de grano. El grano fue homogenizado y reducido a la cantidad necesaria para la muestra de trabajo (3 kg) con un divisor de muestras Boerner.

c. Muestreo final. La muestra final de los silos (7.5kg) fue tomada a medida que se fue vaciando cada estructura. Las porciones de maíz fueron obtenidas a intervalos constantes de tiempo del flujo de grano que salía de cada silo. Estas porciones fueron homogenizadas y la cantidad fue reducida a 3 kg (muestra de trabajo) utilizando un divisor de muestras Boerner.

En el caso de las trojas, la muestra final se obtuvo de diferentes partes de la estructura a medida que se fue vaciando cada troja. Las mazorcas fueron desgranadas obteniéndose aproximadamente 7.5 kg de grano. El maíz fue homogenizado y reducido a la cantidad necesaria la muestra de trabajo (3 kg) utilizando el divisor de muestras Boerner.

7. Registro de temperatura y humedad relativa del ambiente. Durante el período de almacenamiento del maíz se registró la temperatura y la humedad relativa del ambiente

alrededor de las estructuras de almacenamiento con un higrotermógrafo Cole-Parmer. (Ver Tabla A 5.7)

8. Análisis de laboratorio. Las submuestras utilizadas para las siguientes pruebas fueron obtenidas con el divisor de muestras Boerner. Todas las pruebas se realizaron en triplicado.

a. Pruebas físicas.

1. Factor grano quebrado materia extraña. Se tamizaron 1000 gramos de maíz con un tamiz de hoyo redondo de 12/64 in. Se pesó todo el material que pasó a través del tamiz (excluyendo los insectos) junto con todo el material que no era maíz que permaneció sobre el tamiz (Watson, 1987).

2. Determinación del tipo y número de insectos en maíz. Se identificaron con la ayuda de literatura y contaron los insectos separados por el tamizado de los 1000 gramos de maíz según género y en algunos casos especie, estado de vida (larva, pupa o adulto), y según condición de vivos o muertos.

3. Peso volumétrico. Se pesaron 900 gramos de maíz y se obtuvo el peso volumétrico con un determinador de peso volumétrico tipo Boerner. Con esta información se calculó el % pérdida de peso según el método volumétrico descrito por Boxall (1986) y Harris y Lindblad (1978).

4. Conteo y pesado de granos dañados y granos sanos. Se clasificaron 1000 granos de maíz en granos sanos y granos dañados según las siguientes causas: insectos + hongos, germinación + hongos, roedores + hongos, otros + hongos, insectos, hongos, germinación, roedores y otros. La categoría otros incluyó principalmente granos con daño físico. Cada porción de granos fue pesado y contado. Con esta información se determinó el % de pérdida de peso por el método gravimétrico descrito por Boxall (1986) y Harris y Lindblad (1978).

5. Peso de mil granos. Se pesaron 1000 granos de maíz. Con esta información se obtuvo el % de pérdida de peso según el método de peso de mil granos descrito por Boxall (1986).

6. Porcentaje de pérdida peso seco total. Se registraron los pesos de la cantidad de material inicial en cada estructura, de todas las muestras sacadas durante el período de almacenamiento y de la cantidad de maíz encontrado en cada estructura al finalizar el estudio. Con estos datos se calculó el PPTOTAL (% pérdida de peso seco total).

b. Humedad del maíz. La humedad del maíz crudo se determinó según el método 44-19 (método de horno de convección, secado a 135 C) descrito por AACC (1975) con la siguiente modificación: el tiempo de secado se aumentó a 14

horas para poder alcanzar peso constante.

c. Densidad del grano. Se obtuvo la densidad del maíz a partir del volumen de etanol (96%) desplazado por 20 gramos de maíz según la metodología descrita por McLaughlin et. al. (1987).

d. Pérdida de materia seca durante la nixtamalización. Inicialmente, se determinó el % de cal necesario para cocer adecuadamente el maíz. Las condiciones de nixtamalización utilizadas fueron cocción de 100 ± 0.0001 gramos de maíz con 1% de cal (en base al peso de maíz) y 300 ml de agua hirviendo (temperatura=94 C) durante una hora. Se agitó el maíz periódicamente con una varilla de vidrio. El nivel de agua fue mantenido constante durante el cocimiento agregando agua caliente según fuera necesario. Después de la cocción se dejó reposar el nixtamal durante 14 horas. El lavado y frotado del grano cocido se llevó a cabo con tres porciones de agua, dos de 100 ml y una de 50 ml. Se estandarizó el tiempo de frotado para que este fuera igual para todas las muestras. El grano cocido fue pesado y secado en horno de convección según el método 44-19 descrito en AACC (1975) con las siguientes modificaciones: el maíz no fue molido y el tiempo de secado se aumentó a 18 horas para poder alcanzar peso constante. Se calculó el % de pérdida de materia seca durante la nixtamalización.

e. Porcentaje de germinación del grano. Este

análisis fue realizado por el Laboratorio de Análisis de Semillas de la Dirección General de Servicios Agrícolas. Cuatro réplicas de 100 semillas de maíz obtenidas al azar fueron esparcidas uniformemente sobre un sustrato húmedo (papel crema) de tal manera que las plántulas no entraran en contacto. Las semillas se mantuvieron a 25 C y 100% humedad relativa dentro de una cámara de germinación y/o caja de arena durante la prueba. Se hicieron conteos de semillas germinadas a los tres y siete días.

VI. CALCULOS

A. Cálculo de DHUM.

$$DHUMi = HUMi - HUMo$$

donde DHUMi = Diferencia en % humedad del grano entre el mes i y el valor inicial

HUMi = % humedad del grano correspondiente al mes i de almacenamiento, base húmeda

Humo = % humedad del grano inicial, base húmeda

B. Cálculo de DPPMSN.

$$DPPMSNi = PPSNi - PPSNo$$

donde DPPMSNi = Diferencia en % pérdida de materia seca durante la nixtamalización entre el mes i y el valor inicial

PPMSNi/o = % pérdida de materia seca durante la nixtamalización correspondiente al mes i de almacenamiento / inicial

$$= \frac{PSMcrudo - PSMnix}{PSMcrudo} * 100$$

donde PSMcrudo = Peso seco maíz crudo

$$= \text{Peso maíz crudo} * \frac{(100 - \% \text{ HUM maíz})}{100}$$

PSMnix = Peso seco maíz nixtamalizado

c. Cálculo de DPGOME.

$$DPGQMEi = PGQMEi - PGQMEo$$

donde DPGQMEi = Diferencia en % grano quebrado materia extraña entre el mes i de almacenamiento y el valor inicial

PGQMEi/o = % grano quebrado y materia extraña correspondiente al mes i / inicial

$$= \frac{\text{Peso de grano quebrado y materia extraña}}{1000 \text{ gramos de maíz}} * 100$$

D. Cálculo de PPPSMV.

$$PPPSMVi = \frac{PVo - PVi}{PVo} * 100$$

donde PPPSMVi = % pérdida de peso seco método volumétrico correspondiente al mes i de almacenamiento

PVo/i = Peso volumétrico inicial / mes i, base seca

E. Cálculo de PPPSMMG.

$$PPPSMMGi = \frac{PMGo - PMGi}{PMGo} * 100$$

donde PPPSMMGi = % pérdida de peso seco método mil granos correspondiente al mes i de almacenamiento

PMGo/i = Peso mil granos inicial / mes i, base seca

$$= \frac{mi * 1000 * (100 - HUMi)}{Ni * 100}$$

donde m_i = peso de granos en la muestra i

HUM_i = % humedad del grano en mes i

N_i = número de granos en muestra i

F. Cálculo de DPPPMG.

$$DPPPMG_i = PPPMG_i - PPPMG_o$$

donde $DPPPMG_i$ = Diferencia en % pérdida de peso método gravimétrico entre el mes i y el valor inicial

$PPPMG_i/o$ = % pérdida peso método gravimétrico correspondiente al mes i / inicial

$$= \frac{U_a - D_a}{U_a} * \frac{N_d}{N} * 100$$

donde U_a = Peso promedio de un grano no dañado

D_a = Peso promedio de un grano dañado

N_d = número de granos dañados en la muestra

N = número total de granos en muestra

G. Cálculo de DPGD.

$$DPGD_i = PGD_i - PGD_o$$

donde $DPGD_i$ = Diferencia en % grano dañado entre el mes i y el valor inicial

$PGMw/o$ = % grano dañado en mes i / inicial

$$= \frac{\text{número de granos dañados}}{\text{número total de granos}} * 100$$

H. Cálculo de DPGERM.

$$DPGERMi = PGERMi - PGERMo$$

donde DPGERMi = Diferencia en % germinación del grano entre el mes i y el valor inicial

PGERMi/o = % germinación del grano correspondiente al mes i / valor inicial

I. Cálculo de DNTINS.

$$DNTINSi = NTINSi - NTINSO$$

donde DNTINSi = Diferencia en número total de insectos/1000 gramos de maíz entre el mes i y el valor inicial

NTINSi/o = Número total de insectos en muestra de 1000 gramos de maíz correspondiente al mes i de almacenamiento / inicial

J. Cálculo de PPTOTAL.

$$PPTOTAL = \frac{PSi - (PSf + PSm)}{PSi} * 100$$

donde PPTOTAL = % pérdida de peso seco total

PSi = Peso total de maíz ingresado a estructura al inicio del experimento, base seca

PSf = Peso total de maíz sacado de estructura al final de los nueve meses de almacenamiento, base seca

PSm = Peso total de muestras sacadas durante el período de almacenamiento, base seca

VII. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental fue completamente al azar y quedó definido con los siguientes factores y niveles:

Factor	Niveles					
	silo metálico		troja tradicional			
Tratamiento químico	sin insecticida	con insecticida	sin insecticida		con insecticida	
Estado del grano	grano suelto	grano suelto	mazorca sin tusa	mazorca con tusa	mazorca sin tusa	mazorca con tusa
Meses de almacenamiento al momento de muestreo	0	2	4	6	7.5	9

De este esquema surgieron los siguientes seis tratamientos los cuales fueron representados por tres réplicas y muestreados seis veces durante el almacenamiento:

1. silo metálico, maíz en grano sin tratamiento químico
2. silo metálico, maíz en grano con tratamiento químico
3. troja tradicional, mazorca sin tusa sin tratamiento químico
4. troja tradicional, mazorca sin tusa con tratamiento químico

5. troja tradicional, mazorca con tusa sin tratamiento químico

6. troja tradicional, mazorca con tusa con tratamiento químico

Todas las pruebas realizadas sobre las réplicas se hicieron en triplicado. Para el análisis estadístico de los resultados se llevó a cabo un análisis de varianza de medidas repetidas utilizando el paquete SPSS/PC+ V 4.0.1 (Norusis, 1990) en el cual se examinó el efecto de cada factor y algunas de las interacciones de estos sobre las siguientes variables de respuesta:

DHUM: diferencia en % humedad del grano base húmeda respecto del valor inicial

DPPMSN: diferencia en % pérdida de materia seca durante la nixtamalización respecto del valor inicial

DPGQME: diferencia % granos quebrados y materia extraña respecto del valor inicial

PPPSMV: % pérdida de peso seco del grano determinado por el método volumétrico

PPPSMMG: % pérdida de peso seco del grano determinado por el método de peso de mil granos

DPPPMG: diferencia en % pérdida de peso del grano determinado por el método gravimétrico respecto del valor inicial

DPGD: diferencia en % granos dañados respecto del valor inicial

DPGERM: diferencia en % germinación del grano respecto del valor inicial

DNTINS: diferencia en número total de insectos respecto del valor inicial

Se trabajó con diferencias para eliminar el efecto de las variaciones iniciales existentes entre el maíz asignado a cada tratamiento.

El diseño estadístico no fue balanceado, es decir que no fue un diseño factorial completo, debido a que no resulta práctico almacenar maíz en grano en troja, así como no se recomienda guardar mazorcas en un silo. Por lo anterior, no se pudo analizar el factor ESTADO simultáneamente con el factor ESTRUCTURA DE ALMACENAMIENTO, siendo necesario llevar a cabo dos estudios estadísticos.

En el estudio #1 se analizaron los efectos del tipo de estructura de almacenamiento, tratamiento químico, tiempo de almacenamiento, interacción, tipo de estructura y tiempo, interacción, tratamiento químico y tiempo y la interacción, tratamiento químico y tipo de estructura. Se utilizaron los datos provenientes de todos los tratamientos.

En el estudio #2 se examinaron los efectos del estado del maíz (mazorca sin y con tusa), tratamiento químico, tiempo de almacenamiento, interacción, estado y tiempo, interacción,

tratamiento químico y tiempo y la interacción, tratamiento químico y estado del maíz. Se usaron únicamente los datos generados por el maíz almacenado en las trojas.

Ademas, se realizó un análisis de varianza de una via, estudio #3, con el paquete SPSS/PC+ V 4.0.1 para determinar si existía una diferencia significativa entre los seis tratamientos de almacenamiento utilizando los valores finales de las variables DPPMSN, DPGQME, PPPSMV, PPPSMMG, DPPPMG, DPGD, DPGERM, DNTINS Y la variable PPTOTAL. Posteriormente se llevó a cabo la prueba de Tukey para determinar cuáles pares de tratamientos diferían significativamente a un nivel de probabilidad de 0.05.

VIII. RESULTADOS Y DISCUSION

A. Estudio #1

1. Tipo de estructura. El efecto del tipo de estructura de almacenamiento fue altamente significativo para las variables² DPPMSN ($p=0.042$), PPPSMV ($p=0.006$), PPPSMMG ($p=0.024$), DPPPMG ($p=0.019$), DPGD ($p=0.011$), DPGERM ($p=0.000$) y significativo para la variable DPGQME ($p=0.053$) (Ver Tabla B 8.1). El valor promedio de las variables DPPMSN, PPPSMV, PPPSMMG, DPPPMG, DPGD, DPGERM y DPGQME fue mayor para el maíz almacenado en troja en comparación con el maíz guardado en silo (Ver Gráficas B 8.3, B 8.8 - B 8.10, B 8.14, B 8.15 y B 8.4). Esto se debio a que el maíz depositado en

² Durante la discusión se hará referencia a las variables de respuesta con la siguiente nomenclatura:

DHUM: Diferencia en el % humedad del grano, base húmeda, respecto del valor inicial

DPPMSN: Diferencia en el % pérdida de materia seca durante la nixtamalización respecto del valor inicial

DPGQME: Diferencia en el % granos quebrados y materia extraña respecto del valor inicial

PPPSMV: % pérdida de peso seco del grano determinado por el método volumétrico

PPPSMMG: % pérdida de peso seco del grano determinado por el método de peso de mil granos

DPPPMG: Diferencia en el % pérdida de peso del grano, determinado por el método gravimétrico, respecto del valor inicial

DPGD: Diferencia en el % granos dañados respecto del valor inicial

DPGERM: Diferencia en el % germinación del grano respecto del valor inicial

DNTINS: Diferencia en el número total de insectos / 1000 gramos de maíz respecto del valor inicial

troja, por estar abierto al entorno, estuvo más expuesto a los agentes de daño (insectos (principalmente Sitophilus sp. y Sitotroga cerealella), hongos, roedores, temperatura y humedad del ambiente) y por lo tanto sufrió mayores variaciones en estas variables. Los agentes de deterioro debilitaron la estructura del grano haciendolo más vulnerable ante un tratamiento de álcali y calor (nixtamalización) perdiéndose más constituyentes (endosperma y germen) que lo deseado normalmente durante este proceso. La exposición a los ataques de insectos y hongos causó una mayor merma de peso en el maíz almacenado en troja que se reflejó en las variables PPPSMV (7.94% para troja y 0.61% para silo), PPPSMMG (5.88% para troja y -0.23% para silo) y DPPPMPG (4.99% para troja y -0.13% para silo) (Ver Tablas B 8.11 - B 8.13). Este peso se perdió, en parte, en forma de harina y pedazos quebrados de maíz que se observaron en el material recuperado después del tamizado de las muestras por lo que la DPGQME promedio para maíz conservado en trojas fue de 0.23% y 0.01% para el grano retenido en silo (Ver Tabla B 8.7). El ataque de insectos y hongos y las variaciones en temperatura y % de humedad del medio ambiente provocaron mayor menoscabo al germen del maíz lo cual se mostró en una superior DPGERM del grano almacenado en troja (Ver Tabla B 8.18). No existió suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula referente al efecto del tipo de estructura de almacenamiento sobre las variables DHUM

($p=0.115$) y DNTINS ($p=0.183$) (Ver Tabla B 8.1).

2. Interacción tipo de estructura y tiempo de almacenamiento. La interacción entre el tipo de estructura y el tiempo de almacenamiento fue altamente significativa para las variables DHUM ($p=0.013$), PPPSMV ($p=0.000$) y DPGERM ($p=0.000$) y significativa para DPPMSN ($p=0.100$), DPGQME ($p=0.060$) y DPGD ($p=0.055$) (Ver Tabla B 8.1). Es decir que la relación entre estas variables y el tiempo no fue igual para silos y trojas.

La DHUM del grano almacenado en troja aumentó durante el almacenamiento, alcanzando su máximo (1.4%) en el mes de septiembre, después del cual empezó a disminuir (Ver Gráfica B 8.20). La DHUM del grano guardado en el silo se mantuvo en valores menores de 0.5% durante todo el período de almacenamiento. Esto se debió a que el silo, una estructura semihermética, sirvió como barrera ante los cambios de humedad del medio ambiente, disminuyendo a un mínimo el intercambio de humedad entre el ambiente y el grano. Las diferencias en humedad observadas en el grano del silo a lo largo del tiempo se deben probablemente a un intercambio de humedad entre los mismos granos de la masa de maíz, que posiblemente no poseía originalmente una humedad uniforme.

El PPPSMV del maíz retenido en el silo se mantuvo entre 0-1% durante todo el experimento, mientras que aumentó progresivamente hasta alcanzar un máximo de 15.4% en el caso

del maíz guardado en troja (Ver Gráfica B 8.26 y Tabla B 8.29).

Igualmente, la DPGERM fue relativamente constante y cercana a cero para el maíz almacenado en silo, mientras que para el maíz guardado en troja fue acrecentándose con el tiempo hasta perder aproximadamente el 72% del poder germinativo (Ver Gráfica B 8.33 y Tabla B 8.36).

La DPPMSN del maíz proveniente del silo se mantuvo invariable y cercana a cero durante todo el período de almacenamiento, mientras que para la troja permaneció cercana a cero hasta el cuarto mes de almacenamiento, luego del cual inicio su incremento hasta alcanzar un valor de 9.4% (Ver Gráfica B 8.21 y Tabla B 8.24).

La DPGQME del maíz del silo permaneció cercana a cero hasta el 7.5 mes de almacenamiento, seguido por un pequeño ascenso hasta alcanzar un valor final de 0.1%. En el caso de la troja, esta variable se conservó constante hasta el cuarto mes de almacenamiento, después del cual aumentó hasta un valor de 0.8% (Ver Gráfica B 8.22 y Tabla B 8.25).

La DPGD del grano guardado en silo varió de 2.8% a 8.7% del inicio al final del tiempo de almacenamiento, mientras que para el maíz almacenado en troja cambio de 2.6% a 3.2% (Ver Gráfica B 8.32 y Tabla B 8.35).

La relación entre las anteriores variables y el tiempo muestra cómo el silo protegió al grano de los agentes de daño

a lo largo de todo el período de almacenamiento, mientras que el menoscabo del maíz en las trojas se mantuvo controlado hasta el cuarto mes de almacenamiento, luego del cual aumentó progresivamente con el tiempo.

3. Tratamiento químico. La repercusión del tratamiento químico aplicado al maíz fue altamente significativo para la variable DNTINS ($p=0.018$) y significativa para DPGQME ($p=0.052$), DPPPMG ($p=0.075$) y DPGD ($p=0.093$) (Ver Tabla B 8.1). Las especies de insectos que se identificaron con mayor frecuencia en las muestras fueron Sitophilus sp (gorgojos) y Sitotroga cereallela (palomillas), ambos insectos primarios. El valor promedio de DNTINS para las estructuras sin tratamiento químico fue de 95, mientras que para las estructuras con tratamiento químico fue de 16 (Ver Tabla B 8.55). El tratamiento químico, por lo tanto, mantuvo controlada la población de insectos. Al haber menor cantidad de insectos en las estructuras con tratamiento químico, los valores promedio de las variables DPGQME, DPPPMG y DPGD fueron también menores en comparación con las estructuras que no recibieron tratamiento químico (Ver Tabla B 8.43, Tabla B 8.49 y Tabla B 8.53).

4. Interacción tratamiento químico y tiempo de almacenamiento. La interacción entre tratamiento químico y tiempo de almacenamiento fue significativa ($p=0.063$) únicamente para DNTINS (Ver Tabla B 8.1). Para las

estructuras que fueron tratadas químicamente, la DNTINS permaneció constante y cercana a cero hasta el sexto mes de almacenamiento, seguido por un aumento lento con el tiempo. Esto nos da una idea de la vida útil del insecticida, cuyo efecto continuó hasta el sexto mes de almacenamiento después del cual empezó a decaer. En el caso de las estructuras sin tratamiento químico, el incremento en la DNTINS se dio desde el inicio del experimento en una forma más acelerada (Ver Gráfica B 8.70 y Tabla B 8.73).

A pesar de que la interacción del tratamiento químico y el tiempo no fue significativo para el resto de las variables (Ver Tabla B 8.1), puede observarse cómo la tendencia de cada variable en el tiempo de las estructuras tratadas empieza a diferir a partir del cuarto mes de almacenamiento del de los almacenes no tratados (Ver Gráficas B 8.57, B 8.58, B 8.62 - B 8.64, B 8.68 y B 8.69). Las gráficas sugieren una interacción entre los factores tratamiento químico y tiempo sin embargo los niveles de probabilidad resultantes del análisis de varianza de medidas repetidas son altos y no permiten afirmar que existe esta interacción (Ver Tabla B 8.1). Esta discrepancia podría deberse a la alta variabilidad que existe dentro de los grupos, sin y con tratamiento químico. La interpretación de esta interacción se complica al estar involucradas las interacciones de los factores tipo de estructura de almacenamiento y tiempo de almacenamiento así

como estado y tiempo de almacenamiento.

5. Interacción tratamiento químico y tipo de estructura. La interacción entre tratamiento químico y tipo de estructura fue significativa solamente para DPPPMG ($p=0.100$) (Ver Tabla B 8.1). Se observó poca diferencia entre los valores promedio de DPPPMG para silos sin y con tratamiento químico (0.02 y -0.28), ya que el silo dificultó la entrada de nuevos insectos, aun en el caso del grano no tratado. No obstante, en el caso de las trojas, la diferencia fue mucho más marcada (8.56 para trojas sin tratamiento químico y 1.42 para trojas con tratamiento químico) (Ver Tabla B 8.85). Por lo tanto, el impacto del tratamiento químico sobre esta variable fue mayor en las trojas que en los silos. Dicho de otra manera, fue más indispensable un tratamiento químico en el almacenamiento tradicional que en el silo.

En general, las gráficas B 8.75, B 8.76, B 8.80, B 8.81, B 8.86 y B 8.87 también sugieren una interacción entre los factores tratamiento químico y tipo de estructura, es decir que el efecto del tratamiento químico sobre la variable depende del tipo de estructura de almacenamiento en que se encuentra el maíz. Sin embargo los niveles de probabilidad (Ver Tabla B 8.1) no permiten aceptar esta afirmación debido posiblemente a la alta variabilidad que existe dentro del grupo de las trojas. En este grupo se encuentran tanto las trojas con mazorcas sin tusa, así como las trojas con mazorcas

con tusa. La existencia de una interacción entre los factores tratamiento químico y estado (ausencia o presencia de tusa), como se verá en el estudio #2, hace que varíen mucho los datos del grupo de trojas. Al llevar acabo el mismo análisis de varianza de medidas repetidas utilizando los datos de silos (Tratamientos 1 y 2) y trojas con mazorcas sin tusa (Tratamientos 3 y 4) resulta que la interacción entre tratamiento químico y tipo de estructura es altamente significativa para todas las variables (Ver Tabla B 8.110). Es decir que el efecto del tratamiento químico sobre las variables depende del tipo de estructura de almacenamiento. La diferencia en protección lograda al utilizar un insecticida es mayor en la troja que en el silo. Sin embargo este mismo análisis realizado sobre los datos de silos (Tratamientos 1 y 2) y trojas con mazorcas con tusa (Tratamientos 5 y 6) muestra una interacción altamente significativa entre los factores tratamiento químico y tipo de estructura únicamente para las variables DPPPMG y DPGD y significativa para la variable DNTINS (Ver Tabla B 8.111). No existe suficiente evidencia para establecer una interacción entre estos factores para el resto de las variables. Esto lleva a pensar que el efecto del tratamiento químico sobre estas variables fue similar para el silo y la troja cuando en la troja el maíz fue almacenado en mazorca con tusa debido a la semejanza existente entre la protección dada por el silo y la tusa.

6. Tiempo de almacenamiento. El efecto del tiempo fue altamente significativo para DHUM ($p=0.000$), PPPSMV ($p=0.000$), DPGD ($p=0.003$), DPGERM ($p=0.000$) y DNTINS ($p=0.004$) (Ver Tabla B 8.1). La variable DHUM aumentó con el tiempo hasta alcanzar su punto máximo en septiembre, a finales de la época de lluvia, luego del cual disminuyó (Ver Gráfica B 8.92). Las variables PPPSMV, DPGD, DPGERM y DNTINS se incrementaron significativamente con el tiempo, lo cual sugiere que a mayor tiempo de almacenamiento del maíz, mayor será el cambio en las propiedades del grano (Ver Gráficas B 8.99, B 8.104 - 8.106). El efecto del tiempo sobre las variables DPPMSN, DPGQME, PPPSMMG y DPPPMG no fue significativo. Los valores de todas estas variables se mantuvieron constantes y cercanos a cero hasta el cuarto mes de almacenamiento enseguida del cual empezaron a aumentar (Ver Gráficas B 8.93, B 8.94, B 8.100 y B 8.101).

B. Estudio #2

1. Estado del maíz. El efecto del estado del maíz, es decir la presencia o ausencia de tusa sobre la mazorca, fue altamente significativo para todas las variables estudiadas: DHUM ($p=0.002$), DPPMSN ($p=0.000$), DPGQME ($p=0.000$), PPPSMV ($p=0.000$), PPPSMMG ($p=0.000$), DPPPMG ($p=0.000$), DPGD ($p=0.000$), DPGERM ($p=0.000$) y DNTINS ($p=0.000$) (Ver Tabla C 8.1). La tusa, al encerrar al grano, sirvió como

barrera natural contra los factores externos capaces de perjudicar al grano, especialmente los insectos. La DHUM fue menor para las mazorcas con tusa, ya que la tusa disminuyó el intercambio de humedad entre el grano y el ambiente (Ver Gráfica C 8.2). Esto fue evidente durante el tratamiento previo de secado que se le dio a todo el maíz. Después de varios días al sol, se logró bajar el contenido de humedad, del maíz sin tusa a 16.1 %, mientras que el maíz con tusa llegó únicamente a 17.6%. Esta retención de humedad por el maíz fue perjudicial al promover el crecimiento de hongos en las mazorcas con tusa.

Las DPPMSN, DPGQME, PPPSMV, PPPSMMG, DPPPMG, DPGD, DPGERM y DNTINS fueron mayores para el maíz sin tusa (Ver Gráficas C 8.3, C 8.4, C 8.8 - C 8.10, C 8.14 - C 8.16). Al estar desprovista de la tusa, el maíz estuvo más expuesto a insectos, roedores y cambios de humedad del ambiente, lo cual se refleja en el valor de las variables anteriormente mencionadas.

2. Interacción estado del maíz y tiempo de

almacenamiento. La interacción entre el estado del maíz y el tiempo de almacenamiento fue altamente significativa para DPPMSN ($p=0.001$), DPGQME ($p=0.000$), PPPSMV ($p=0.003$), PPPSMMG ($p=0.000$), DPPPMG ($p=0.006$), DPGD ($p=0.001$), DPGERM ($p=0.000$), DNTINS ($p=0.001$) pero no para DHUM ($p=0.139$) (Ver Tabla C 8.1). La tusa menguó los efectos de los agentes nocivos durante el periodo de almacenamiento. La DPPMSN, DPGQME,

PPPSMV, PPPSMMG, DPPPMG, DPGD, DPGERM y DNTINS para mazorcas con tusa se conservaron cercanas a cero durante la mayor parte del experimento o mostraron un crecimiento lento con el tiempo. Los valores finales de estas variables fueron 1.1%, 0.2%, 6.8%, 2.3%, 3.1%, 26.9%, -55.8% y 49.7, respectivamente. En el caso del maíz en mazorca sin tusa, estas variables se mantuvieron cercanas a cero hasta el cuarto mes de almacenamiento, seguido por un aumento rápido con el tiempo hasta alcanzar valores finales de 17.7%, 1.4%, 24%, 23.2%, 19.45%, 79.45%, -88% y 238.3, respectivamente (Ver Gráficas y Tablas C 8.21 - C 8.37 a excepción de Tabla C 8.23). Esto sugiere que el efecto protector de la tusa empieza a ser notorio a partir del cuarto mes de almacenamiento. Anterior a este momento, no parece haber mucha diferencia entre el maíz con y sin tusa para las variables especificadas.

La relación entre DHUM y el tiempo fue similar para mazorcas sin y con tusa. En ambos casos, DHUM aumentó con el tiempo hasta alcanzar un máximo en septiembre, después del cual disminuyó concordando con las condiciones ambientales que se observaron durante los nueve meses de almacenamiento del grano (Ver Gráfica C 8.20 y Tabla C 8.23).

3. Tratamiento químico. Existe una diferencia altamente significativa entre las trojas sin y con tratamiento químico para las variables DHUM ($p=0.022$), DPPMSN ($p=0.000$), DPGQME ($p=0.000$), PPPSMV ($p=0.000$), PPPSMMG

($p=0.000$), DPPPMG ($p=0.000$), DPGD ($p=0.000$), DPGERM ($p=0.016$) Y DNTINS ($p=0.000$) (Ver Tabla C 8.1). El valor promedio de la DNTINS para trojas sin tratamiento químico fue de 113.7 comparado con 23.5 para trojas con tratamiento químico (Ver Tabla C 8.55). Por lo tanto, el insecticida utilizado logró controlar las poblaciones de insectos en el grano. Esto hecho se vio reflejado en las otras variables. La DPPMSN, por ejemplo, fue menor para trojas con tratamiento químico (Ver Gráfica C 8.39). El maíz de estas trojas se mantuvo más sano, como lo indican los resultados de DPGD (Ver Gráfica C 8.50 y Tabla C 8.53). Durante el proceso de nixtamalización se observó cómo al haber mayor daño por insectos, aumentó la cantidad de pedazos de endosperma y germen presente en el agua de cocción y lavado. La pérdida del endosperma no es deseable. En el caso específico del maíz procedente de las trojas sin tratamiento químico y sin tusa, se vio cómo el maíz se desintegraba y desprendía un olor muy desagradable durante la cocción. La ausencia del insecticida habilitó el desarrollo de los insectos, los cuales formaron cavidades en el grano para alimentarse. Esta actividad debilitó la estructura del grano al permitir el desprendimiento de pequeños pedazos de maíz y harina. Los pedazos de grano y la harina fueron detectados al tamizar las muestras y se reflejan en los valores más elevados de DPGOME del maíz procedente de las trojas sin tratamiento químico (Ver Gráfica C 8.40 y Tabla

C 8.43). Los resultados del PPPSMV, PPPSMMG y DPPPMG, todos métodos para estimar las pérdidas causadas por insectos y otros agentes, corroboran que un ataque por insectos produce una pérdida de peso del grano (Ver Gráficas C 8.44 - C 8.46). Como los tres métodos llegaron a la misma conclusión, se recomienda utilizar únicamente uno de ellos para estimar las mermas causadas por insectos y otros agentes. Por su simplicidad, poco tiempo de análisis y cantidad de equipo requerido, se sugiere el método de peso de mil granos. La DPGERM también fue mayor para el maíz almacenado en troja sin tratamiento químico, ya que algunos insectos atacaron el área del germen dañando los tejidos responsables de llevar a cabo la germinación (Ver Gráfica C 8.51 y Tabla C 8.54).

4. Interacción tratamiento químico y tiempo de almacenamiento. La interacción entre el tratamiento químico y el tiempo fue altamente significativa para las variables DHUM ($p=0.028$), DPPMSN ($p=0.001$), DPGQME ($p=0.000$), PPPSMV ($p=0.003$), PPPSMMG ($p=0.003$), DPPPMG ($p=0.010$), DPGD ($p=0.000$), DPGERM ($p=0.001$) Y DNTINS ($p=0.003$) (Ver Tabla C 8.1). En general, la mayoría de las variables de respuesta para trojas con tratamiento químico se mantuvieron bajas y más o menos constantes hasta el penúltimo muestreo (Ver Gráficas C 8.57, C 8.58, C 8.62 - C 8.64, C 8.68 y C 8.70). El incremento de las variables hacia el final del período de almacenamiento sugiere la disminución de la acción del

insecticida aplicado al principio del experimento, así como el efecto del tiempo. Las variables de respuesta para las trojas sin tratamiento químico mostraron un acrecentamiento progresivo a partir del cuarto mes de almacenamiento alcanzando valores mayores que las trojas con tratamiento químico, a excepción de DHUM. La poca diferencia entre los valores de las variables para trojas sin y con tratamiento químico durante los primeros cuatro meses de almacenaje sugiere que posiblemente no valga la pena invertir en insecticida, si se desea guardar el maíz por menos de cuatro meses, siempre y cuando las condiciones ambientales sean similares a las de este estudio. Para el caso específico de DPGERM (Ver Gráfica C 8.69 y Tabla C 8.72), se observó una disminución del PGERM desde el inicio del experimento tanto para el maíz tratado como para el que no recibió una aplicación de insecticida. En el caso de las trojas sin tratamiento químico se observó un cambio pronunciado del cuarto al sexto mes, mientras que para las trojas con tratamiento químico, la pendiente fue mucho menor. El DPGERM final para las trojas sin y con tratamiento químico fue bastante similar, -77 % y -67 %, respectivamente, lo que demuestra el efecto del tiempo sobre el PGERM del grano independiente de la aplicación de un insecticida. Es posible, que el insecticida aplicado haya perdido sus propiedades protectoras después del séptimo mes de almacenamiento.

5. Interacción tratamiento químico y estado. La interacción entre las variables tratamiento químico y estado del maíz fue altamente significativa para las variables DPPMSN ($p=0.000$), DPGQME ($p=0.000$), PPPSMV ($p=0.000$), PPPSMMG ($p=0.000$), DPPPMG ($p=0.002$), DPGD ($p=0.000$) y DNTINS ($p=0.000$) y significativa para DPGERM ($p=0.064$) (Ver Tabla C 8.1). Al analizar las gráficas de DPPMSN, DPGQME, PPPSMV, PPPSMMG, DPPPMG, DPGD, DPGERM y DNTINS vrs estado del maíz para mazorcas tratadas y no tratadas se observa que la mayor protección del maíz se logró con el uso combinado de tusa e insecticida (Ver Gráficas C 8.75, C 8.76, C 8.81-C 8.83, C 8.86 - C 8.88). El peor escenario de daño se dio con el maíz sin tusa y sin tratamiento químico. Para mazorcas tratadas y no tratadas, el maíz sufrió menos cambios al contar con la barrera natural de la tusa. La presencia de la tusa disminuyó dramáticamente el daño sufrido por el maíz que no recibió un tratamiento químico. Sin embargo, en el caso del maíz tratado, el insecticida logró controlar la población de insectos, por lo que no fue tan relevante si el maíz tenía la protección adicional de la tusa. Las gráficas de DPPMSN, DPGQME, PPPSMV, PPPSMMG, DPPPMG, DPGD, DPGERM y DNTINS vrs estado del maíz para mazorcas tratadas y no tratadas, también muestran los resultados similares obtenidos con el tratamiento mazorca con tusa sin tratamiento químico vrs el tratamiento de mazorca sin tusa con tratamiento químico, lo cual sugiere que

un campesino podría ahorrarse el gasto de un insecticida y el trabajo de destusar si almacena la mazorca sin quitarle la tusa .

La relación entre DHUM y el estado del grano fue similar para mazorcas tratadas y no tratadas. Para ambos casos, el valor promedio de DHUM para las mazorcas con tusa fue menor que el de las mazorcas sin tusa, ya que la tusa disminuyó el intercambio de humedad entre el grano y el medio ambiente.

6. Tiempo de almacenamiento. El efecto del tiempo fue altamente significativo para todas las variables de respuesta: DHUM ($p=0.000$), DPPMSN ($p=0.001$), DPGQME ($p=0.000$), PPPSMV ($p=0.000$), PPPSMMG ($p=0.000$), DPPPMG ($p=0.001$), DPGD ($p=0.000$), DPGERM ($p=0.000$) y DNTINS ($p=0.000$) (Ver Tabla C 8.1). DHUM aumentó con el tiempo hasta alcanzar un máximo en el 7.5 mes de almacenamiento después del cual descendió (Ver Gráfica C 8.92). Todas las demás variables mostraron un crecimiento lento hasta el cuarto mes de almacenamiento seguido de un crecimiento más acelerado (Ver Gráficas C 8.93, C 8.94, C 8.99 - C 8.101, y C 8.104 - C 8.106). Esto nos indica que los cambios en las características del grano fueron mínimos durante los primeros cuatro meses de almacenamiento. El maíz almacenado por más tiempo empezó a mostrar con gran rapidez muestras de daño.

C. Estudio #3

Los niveles de significancia observados para el análisis de

varianza de una vía de las variables DPPMSN ($p=0.000$), DPGQME ($p=0.000$), PPPSMV ($p=0.000$), PPPSMMG ($p=0.000$), DPPPMG ($p=0.000$), DPGD ($p=0.000$), DPGERM ($p=0.000$) y DNTINS ($p=0.000$) indican que los cambios sufridos por el maíz almacenado bajo los seis tratamientos de almacenamiento no fueron iguales (Ver Tabla D 8.1). El tratamiento que mostró el menor valor para todas las variables de respuesta mencionadas, es decir que mantuvo casi constantes las características del grano durante el periodo completo de almacenamiento, fue el tratamiento #2 (Silo metálico, maíz en grano, con tratamiento químico), ya que contó con la barrera física del silo y la acción del insecticida. El maíz que presentó el mayor cambio fue el del tratamiento #3 (Troja tradicional, mazorca sin tusa, sin tratamiento químico) debido a su completa exposición a los agentes de daño. Las medias de las variables DPPMSN, PPPSMV, DPPPMG, DPGD y DPGERM, se ordenaron en forma ascendente de cambio de la siguiente manera: Tratamiento #2, Tratamiento #1, Tratamiento #6, Tratamiento #5, Tratamiento #4 y Tratamiento #3 (Ver Tablas D 8.2, D 8.4 y D 8.6 - D 8.8). En general, en este orden pueden colocarse los tratamientos con base en su capacidad de protección del grano (de mayor a menor). Además, el valor promedio de todas las variables de respuesta del Tratamiento #3 fue significativamente diferente a un nivel de probabilidad de 0.05 del resto de los tratamientos de almacenamiento, a excepción de la variable

DPGERM, el cual no difirió significativamente de los tratamientos #4 y #5. Se observaron diferencias significativas entre otros pares de tratamientos para cada una de las variables estudiadas (Ver Tablas D 8.2, D 8.4, D 8.5, D 8.7 - D 8.9). Por todas estas razones, se concluye que el tratamiento que mejor conservó las características originales del grano fue el Tratamiento #2, mientras que el que menos lo protegió fue el Tratamiento #3. El alto menoscabo del maíz guardado bajo las condiciones de almacenamiento del Tratamiento #3 también puede observarse en las gráficas de cada una de las variables de respuesta vrs el tiempo (Gráficas D 8.13, D 8.16, D 8.17, D 8.20, D 8.21, D 8.24, D 8.25 y D 8.28). A partir del cuarto muestreo, este maíz se observó lleno de perforaciones ocasionadas por el ataque de gorgojos y palomillas. La masa de granos se sentía húmeda y caliente al tacto y frecuentemente estaba cubierta de hongos. Los resultados de la variable PPTOTAL, la cual comprendió todas las pérdidas de peso soportadas por el maíz durante el período completo de almacenamiento incluyendo las causadas por roedores, aves y insectos, también llevan a esta misma conclusión. El valor promedio de PPTOTAL para el Tratamiento #3 (23.6%) resultó ser mayor que y significativamente diferente del resto de los tratamientos a un nivel de probabilidad de 0.05 (Ver Tabla D 8.10 y Gráfica D 8.11). No se observó diferencia significativa entre los demás

tratamientos.

IX. CONCLUSIONES

A. El silo, estructura biotecnológica, permitió conservar los agentes de caña, conservó mejor las características originales del grano que la traja y el cilindro.

B. El silo protegió al maíz durante las nueve meses de almacenamiento manteniéndolo a un nivel de humedad de 12% y el grano. El caso en la traja fue de 15% de humedad y el grano se deterioró considerablemente durante el almacenamiento progresivo.

C. El tratamiento químico con el 10% de polidifosfatos de sodio por lo que se observó una reducción de la actividad de las estructuras de la traja en los cilindros y las no.

IX. CONCLUSIONES

- A. El silo, estructura semihermética y barrera física ante los agentes de daño, conservó mejor las características originales del grano que la troja tradicional.
- B. El silo protegió al maíz durante los nueve meses de almacenamiento manteniendo a un mínimo los cambios en el grano. El daño en la troja fue controlado hasta el cuarto mes de almacenamiento después del cual aumentó progresivamente.
- C. El tratamiento químico disminuyó las poblaciones de insectos por lo que se observó menor menoscabo en el maíz de las estructuras tratadas en comparación con las no tratadas.
- D. Es más indispensable la aplicación de un tratamiento químico a las mazorcas sin tusa almacenadas en la troja tradicional, que a el grano guardado en silo.
- E. A mayor tiempo de almacenamiento, mayor fueron los cambios en las propiedades del grano.

- F. La tusa sirvió como barrera natural contra los agentes externos de daño.
- G. La tusa disminuyó el intercambio de humedad entre el grano y el medio ambiente.
- H. El efecto protector de la tusa se hizo evidente a partir del cuarto mes de almacenamiento para todas las variables de respuesta, a excepción de DHUM.
- I. La condición del maíz almacenado en trojas con y sin tratamiento químico fue similar hasta el cuarto mes de almacenamiento, después del cual empezó a aumentar el detrimento sufrido por el maíz no tratado.
- J. La mayor protección del maíz almacenado en trojas se logró con el uso combinado de tusa y insecticida. El peor escenario de menoscabo se dio en el maíz deprovisto de tusa e insecticida.
- K. La presencia de la tusa disminuyó dramáticamente el daño del maíz que no recibió un tratamiento químico.
- L. Las variables de respuesta mostraron que los tratamientos de almacenamiento en mazorca con tusa sin tratamiento

químico y en mazorca sin tusa con tratamiento químico conservaron en similares condiciones el grano. Esto sugiere que el agricultor podría ahorrarse el gasto del insecticida y el trabajo de destusar si almacena la mazorca con la tusa.

M. Los cambios sufridos por el maíz almacenado bajo las condiciones del Tratamiento #3 (Troja tradicional, mazorca sin tusa, sin tratamiento químico) fueron significativamente diferentes a un nivel de probabilidad de 0.05 del resto de los tratamientos para todas las variables estudiadas a excepción de DPGERM, la cual no difirió del Tratamiento #4 (Troja tradicional, mazorca sin tusa, con tratamiento químico) y Tratamiento #5 (Troja tradicional, mazorca con tusa, sin tratamiento químico).

N. El Tratamiento #2 (Silo metálico, maíz en grano, con tratamiento químico) conservó en mejores condiciones el grano, mientras que el Tratamiento #3 (Troja tradicional, mazorca sin tusa, sin tratamiento químico) fue el que menos protegió al maíz.

O. En general, se pueden ordenar los tratamientos de almacenamiento de mayor a menor capacidad de preservación del grano así: Tratamiento #2 (Silo metálico, maíz en

grano, con tratamiento químico), Tratamiento #1 (Silo metálico, maíz en grano, sin tratamiento químico), Tratamiento #6 (Troja tradicional, mazorca con tusa, con tratamiento químico), Tratamiento #5 (Troja tradicional, mazorca con tusa, sin tratamiento químico), Tratamiento #4 (Troja tradicional, mazorca sin tusa, con tratamiento químico), Tratamiento #3 (Troja tradicional, mazorca sin tusa, sin tratamiento químico).

X. BIBLIOGRAFIA

- AACC. 1975. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. Método 44-19. AACC.
- Bedolla, S. y L.W. Rooney. 1982. Cooking Maize for Masa Production. Cereal Foods World. 27(5):219-221.
- Bedolla, S., M.G. de Palacios, L.W. Rooney, R.C. Diehl y M.N. Khan. 1983. Cooking Characteristics of Sorghum and Corn for Tortilla Preparation by Several Cooking Methods. Cereal Chem. 60(4):263-268.
- Bodholt, O. 1985. Construction of Cribs for Drying and Storage of Maize. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 65 pp.
- Bousquet, Y. 1990. Beetles Associated with Stored Products in Canada. An Identification Guide. Minister of Supply and Services, Canada. 220 pp.
- Boxall, R.A. 1986. A Critical Review of the Methodology for Assessing Farm-level Grain Losses after Harvest. Tropical Development and Research Institute, London. 139 pp.
- Bressani, R. 1990. Chemistry, Technology, and Nutritive Value of Maize Tortillas. Food Reviews International. 6(2):225-264.
- Bressani, R., J.F. Medrano, L.G. Elias, R. Gómez Brenes, J.M. González, D. Navarrete y R.E. Klein. 1982. Estudios de Control de Insectos para la Preservación del Maíz Opaco-2 Almacenado, y Efectos sobre su Valor Nutritivo. Turrialba. 32(1):51-58.
- Christensen, C.M. y R.A. Meronuck. 1986. Quality Maintenance in Stored Grains and Seeds. University of Minnesota Press, Minneapolis. 138 pp.

Davidson, R.H. y W. Lyon. 1987. Insect Pests of Farm, Garden, and Orchid. 8th. ed. John Wiley and Sons, Inc., New York. 640 pp.

Desrosier, N.W. (ed.) 1983. Elementos de Tecnología de Alimentos. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., Mexico. 783 pp.

Elzinga, R.J. 1981. Fundamentals of Entomology. 2nd. ed. Prentice-Hall Inc., New York. 422 pp.

FAO. 1984. Post-harvest Losses in Quality of Food Grains. FAO Food and Nutrition Paper 29. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 103 pp.

Fisher, R. A. y F. Yatesd. 1963. Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research. 6th. ed. Longman, London. 146 pp.

Frohlich, G. y W. Rodewald. 1970. Pests and Diseases of Tropical Crops and Their Control. Pergamon Press, Oxford. 371 pp.

Guatemala. Dirección General de Servicios Agrícolas y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. 1983. La Participación del Proyecto en la Evaluación del Almacenamiento de Maíz en Silos Familiares. Proyecto para la Evaluación y Reducción de Pérdidas Post-Cosecha-GCFF/GUA/006/NET.

Guatemala. Dirección General de Servicios Agrícolas/Unidad Postcosecha. 1988. Almacenamiento de Granos a Nivel Rural. Manejo del Silo Metálico Tipo Plano. 10 pp.

Guatemala. Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas. Instituto Geográfico Nacional. 1972. Atlas de la República de Guatemala.

Gurevitch, J. y S. Chester. 1986. Analysis of Repeated Measures Experiments. Ecology. 67(1):251-255.

- Harris, K.L. y C.J. Lindblad (eds). 1978. Postharvest Grain Loss Assessment Methods. A Manual of Methods for the Evaluation of Postharvest Losses. American Association of Cereal Chemist, USA. 193 pp.
- Herum, F. 1987. Harvesting and Postharvest Management. p 83-123 in: Corn: Chemistry and Technology. S.A. Watson and P.E. Ramstad, eds. American Association of Cereal Chemist, USA.
- Hill, D.S. 1987. Agricultural Insect Pests of Temperate Regions and their Control. Cambridge University Press, Cambridge. 659 pp.
- INCAP. 1969. Evaluación Nutricional de la Población de Centro América y Panamá. V-25. Guatemala.
- Jackson, D.S., L.W. Rooney, O.R. Kunze y R.D. Waniska. 1988. Alkaline Processing Properties of Stress-Cracked and Broken Corn (Zea mays L.). Cereal Chem. 65(2):133-137.
- Katz, S.H., M.L. Hediger y L.A. Valleroy. 1974. Traditional Maize Processing Techniques in the New World. Science. 184:765-773.
- Khan, M.N., M.C. Des Rosiers, L.W. Rooney, R.G. Morgan y V.E. Sweat. 1982. Corn Tortillas: Evaluation of Corn Cooking Procedures. Cereal Chem. 59(4):279-284.
- Lillehoj, E.B. 1987. The Aflatoxin-In-Maize Problem: The Historical Perspective. pl3-32 in: Aflatoxin in Maize: A Proceedings of the Workshop. M.S. Zuber, E.B. Lillehoj y B.L. Renfro, eds. CIMMYT, México.
- Mallis, A. 1990. Handbook of Pest Control. The Behavior, Life History and Control of Household Pests. Franzak and Foster, Co., Ohio. 1152 pp.
- Martínez, M.L. 1968. Efecto de Ciertos Hongos sobre el Valor Nutritivo, Calidad y Conservación del Maíz en Guatemala. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos. 73pp.

Martínez-Herrera, M.L. y P.A. Lachance. 1979. Corn (*Zea mays*) Kernel Hardness as an Index of the Alkaline Cooking Time for Tortilla Preparation. *J. Food Sci.* 44(2):377-380.

Martínez, M.L., E. Schieber, R.Gómez Brenes y R. Bressani. 1970. Prevalencia de Hongos en Granos de Maíz (*Zea mays*, L.). *Turrialba* 20(3):311-319.

McLaughlin, J., M. Oumuroa, A. Kirleis y J. Clark. 1987. Sorghum Quality Laboratory Manual for Use in West Africa. Purdue Research Foundation, USA.

Metcalf, C.L. y W.P. Flint. 1962. Destructive and Useful Insects. Their Habits and Control. McGraw-Hill Book Company, New York. 1087 pp.

Mueller, D.K. 1990. Fumigation. pp 900-933 in: Handbook of Pest Control. The Behavior, Life History and Control of Household Pests. A. Mallis, ed. Franzak and Foster Co., Ohio.

National Academy of Sciences. 1978. Postharvest Food Losses in Developing Countries. USA. 206 pp.

Norusis, Marija. 1990. SPSS/PC+ V 4.0.1 for IBM PC/XT/AT and PS/2. SPSS Inc.

Olkowski, W., S. Daar y H. Olkowski. 1991. Common-Sense Pest Control. The Tauton Press, USA. 715 pp.

Pflugfelder, R.L., L.W. Rooney y R.D. Waniska. 1988. Dry Matter Losses in Commercial Corn Masa Production. *Cereal Chem.* 65(2):127-132.

Pomeranz, Y. 1982. Biochemical, Functional, and Nutritive Changes During Storage. pp145-217 in: Storage of Cereal Grains and Their Products, 3rd. ed. C.M. Christensen, ed. American Association of Cereal Chemists, USA.

Ramírez, M. 1966. Almacenamiento y Conservación de Granos y Semillas. Compañía Editorial Continental, S.A., México, 300 pp.

- Rooney, L. y S. Serna-Saldívar. 1987. Food Uses of Whole Corn and Dry-Milled Fractions. p399-429 in: Corn: Chemistry and Technology. S.A. Watson y P.E. Ramstad, eds. American Association of Cereal Chemists, USA.
- Sine, C. 1991. Farm Chemical Handbook '91. Meister Publishing Co., USA.
- Smith, C.V. 1969. Meteorology and Grain Storage. World Meteorological Organization, Switzerland. 65 pp.
- Storey, C. 1987. Effect and Control of Insects Affecting Corn Quality. pl85-199 in: Corn: Chemistry and Technology. S.A. Watson y P.E. Ramstad, eds. American Association of Cereal Chemists, USA.
- Story, K.O. 1990. Chemicals Used in Structural Pest Management. pp 868-899 in: Handbook of Pest Control. The Behavior, Life History and Control of Household Pests. A. Mallis, ed. Franzak and Foster Co., Ohio.
- Walter, V. 1990. Stored Products Pests. pp 500-559 in: Handbook of Pest Control. The Behavior, Life History and Control of Household Pests. A. Mallis, ed. Franzak and Foster Co., Ohio.
- Watson, S. 1987. Measurement and Maintenance of Quality. pl25-183 in: Corn: Chemistry and Technology. S.A. Watson y P.E. Ramstad, eds. American Association of Cereal Chemists, USA.
- Watson, S. 1987. Structure and Composition. pp52-82 in: Corn: Chemistry and Technology. S.A. Watson y P.E. Ramstad, eds. American Association of Cereal Chemists, USA.
- Zeleny, L. 1954. Chemical, Physical, and Nutritive Changes During Storage. p46-76 in: Storage of Cereal Grains and Their Products, J.A. Anderson y A.W. Alcock, eds. American Association of Cereal Chemists, USA.

APENDICE A

Figuras y diagramas auxiliares de la metodología

Figura A 5.1

Silo metálico tipo plano

$d=57\text{cm}$

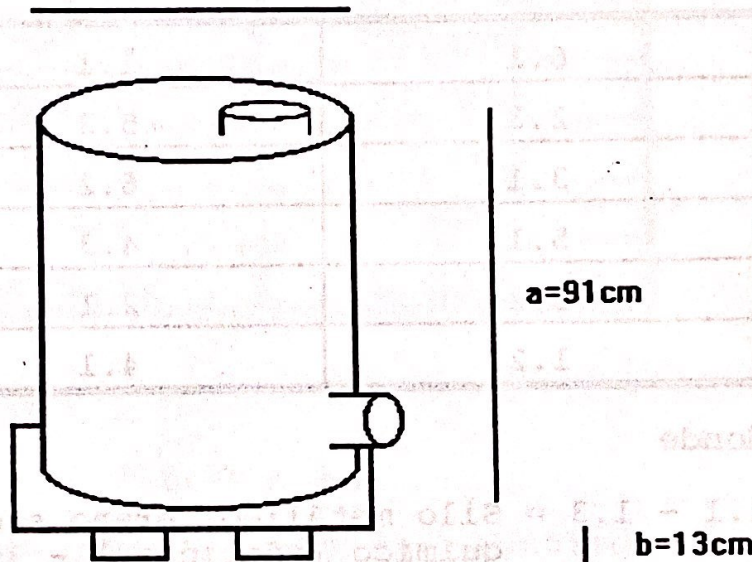


Figura A 5.2

Troja tradicional

$c=69\text{cm}$

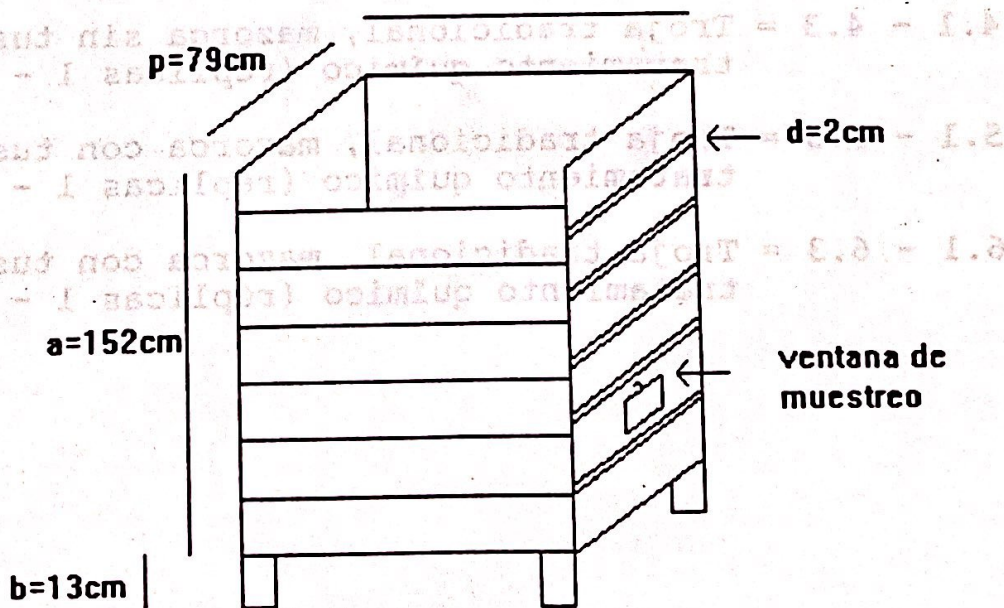


Diagrama A 5.3

Localización de las estructuras de
almacenamiento

6.1	1.1	4.2
2.3	5.3	1.3
3.1	6.2	3.3
5.1	4.3	2.2
3.2	2.1	6.3
1.2	4.1	5.2

donde

1.1 - 1.3 = Silo metálico, grano suelto sin tratamiento químico (réplicas 1 - 3)

2.1 - 2.3 = Silo metálico, grano suelto con tratamiento químico (réplicas 1 - 3)

3.1 - 3.3 = Troja tradicional, mazorca sin tusa sin tratamiento químico (réplicas 1 - 3)

4.1 - 4.3 = Troja tradicional, mazorca sin tusa con tratamiento químico (réplicas 1 - 3)

5.1 - 5.3 = Troja tradicional, mazorca con tusa sin tratamiento químico (réplicas 1 - 3)

6.1 - 6.3 = Troja tradicional, mazorca con tusa con tratamiento químico (réplicas 1 - 3)

Tabla A 5.4

Fechas de Muestreo

# DE MUESTREO	SILO	TROJA
1	6/2/92	12/2/92
2	6/4/92	12/4/92
3	6/6/92	12/6/92
4	6/8/92	12/8/92
5	21/9/92	27/9/92
6	6/11/92	12/11/92

Figura A 5.5

Puntos de muestreo para silo metálico

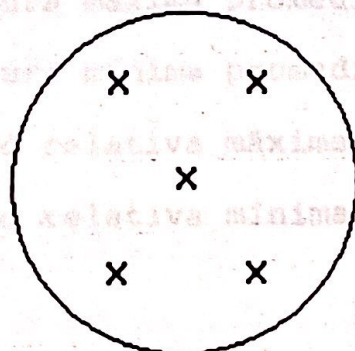


Figura A 5.6

Puntos de muestreo para troja tradicional

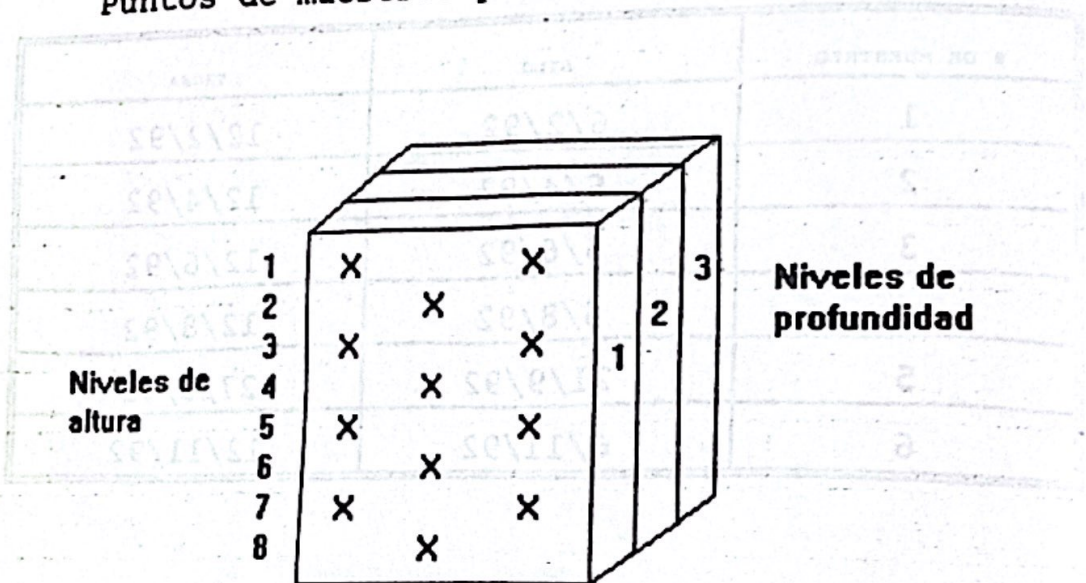


Tabla A 5.7

Condiciones climatológicas promedio en Puerta Parada
Municipio de Santa Catarina Pinula
Departamento de Guatemala durante 1992*

MES	Tmax, C	Tmin, C	HRmax, %	HRmin, %
Marzo	24.5	10.2	85.2	26.2
Abril	22.6	12	88.6	49.7
Mayo	22	12.2	90.2	50.2
Junio	21.7	12.5	89	50
Julio	18.2	10.6	93.2	63
Agosto	16.8	8.5	89.3	55.2
Septiembre	20.2	12.6	87.2	61.6
Octubre	16.2	8.4	81	55.4
Noviembre	22	9	89.5	57

* Registros obtenidos con un higrómetrografo Cole-Parmer.

donde Tmax = Temperatura máxima promedio, grados Celcius

Tmin = Temperatura mínima promedio, grados Celcius

HRmax = % humedad relativa máxima promedio

HRmin = % humedad relativa mínima promedio

APENDICE B

Tablas y gráficas de resultados estudio #1

Tabla B 8.1

Significancias de F para estudio #1 utilizando un análisis de varianza multivariado de medidas repetidas en el tiempo

Variable	Significancia de F para efectos entre sujetos			Significancia de F para efectos dentro de sujetos		
	TQ	TE	TQ por TE	TE por T	TQ por T	T
DHUM	.328	.115	.222	.013**	.473	.000**
DPPMSN	.121	.042**	.185	.100 *	.371	.199
DPGOME	.052 *	.053 *	.127	.060 *	.218	.110
PPPSMV	.227	.006**	.470	.000**	.608	.000**
PPPSMMG	.174	.024**	.267	.365	.499	.169
DPPPMG	.075 *	.019**	.100 *	.188	.231	.111
DPGD	.093 *	.011**	.161	.055 *	.317	.003**
DPGERM	.166	.000**	.290	.000**	.511	.000**
DNTINS	.018**	.183	.560	.201	.063*	.004**

donde TQ = tratamiento químico

TE = tipo de estructura de almacenamiento

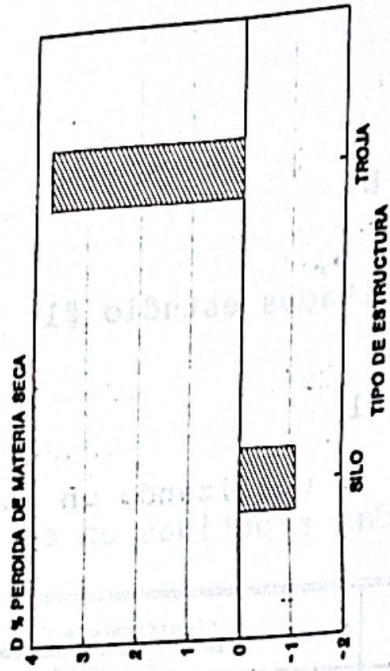
T = tiempo de almacenamiento

* = significativo ($5\% \leq p \leq 10\%$)

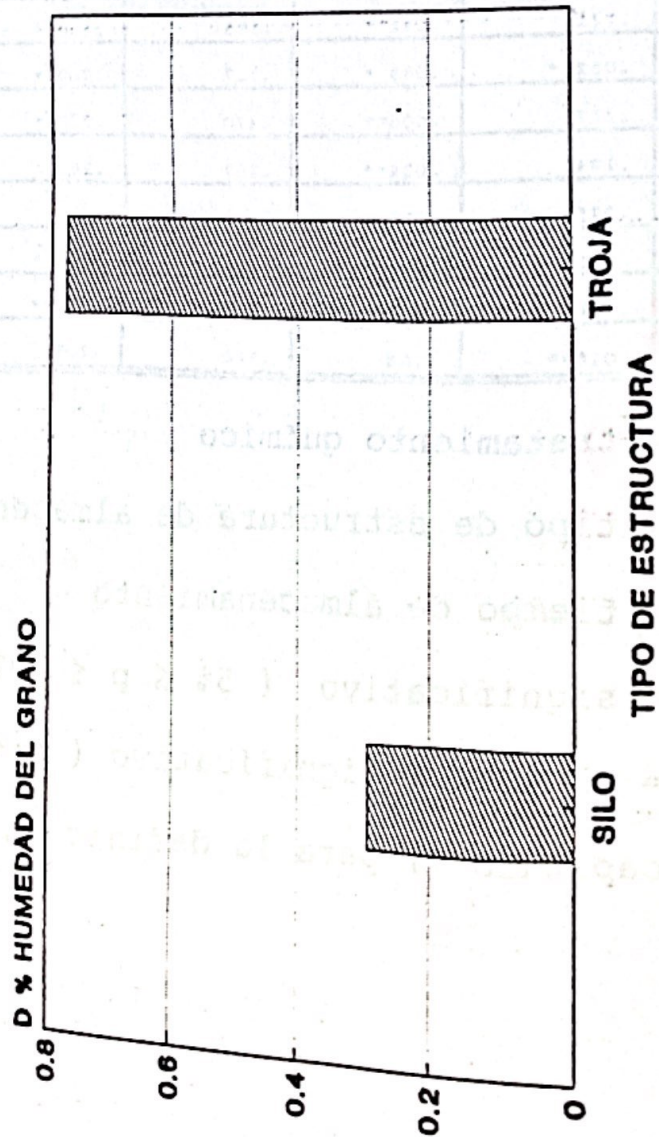
** = altamente significativo ($p < 5\%$)

Nota: Ver capítulo VI para la definición de las variables.

GRAFICA B 8.3
DPPMSN VRS TIPO DE ESTRUCTURA



GRAFICA B 8.2
DHUM VRS TIPO DE ESTRUCTURA



GRAFICA B 8.4
DPGQME VRS TIPO DE ESTRUCTURA

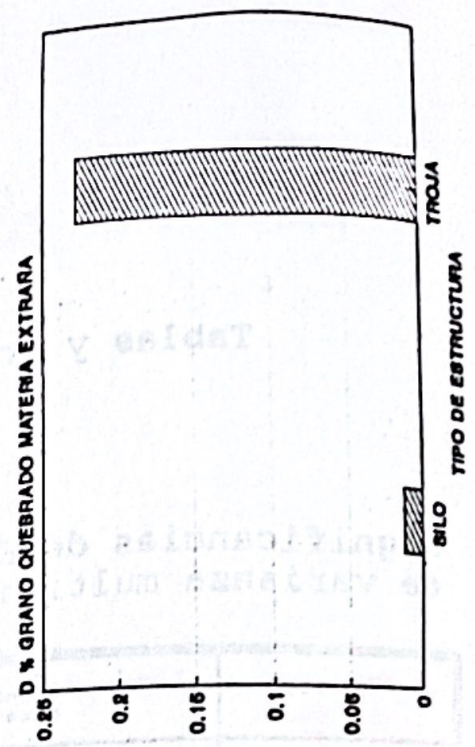


Tabla B 8.5

Datos de DHUM* vrs TIPO ESTRUCTURA

Tipo de Estructura	Media	Des. Est.	Casos
Silo	.2913	.2297	30
Troja	.7752	1.0162	60

Tabla B 8.6

Datos de DPPMSN** vrs TIPO ESTRUCTURA

Tipo de Estructura	Media	Des. Est.	Casos
Silo	-1.1100	.7189	30
Troja	3.7133	8.1899	60

Tabla B 8.7

Datos de DPGQME*** vrs TIPO ESTRUCTURA

Tipo de Estructura	Media	Des. Est.	Casos
Silo	.0139	.0701	30
Troja	.2273	.5742	60

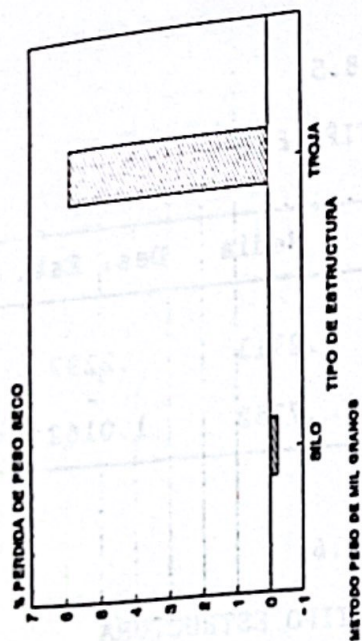
*DHUM = Diferencia en % humedad base húmeda respecto del valor inicial

**DPPMSN = Diferencia en % pérdida de materia seca durante la nixtamalización respecto del valor inicial

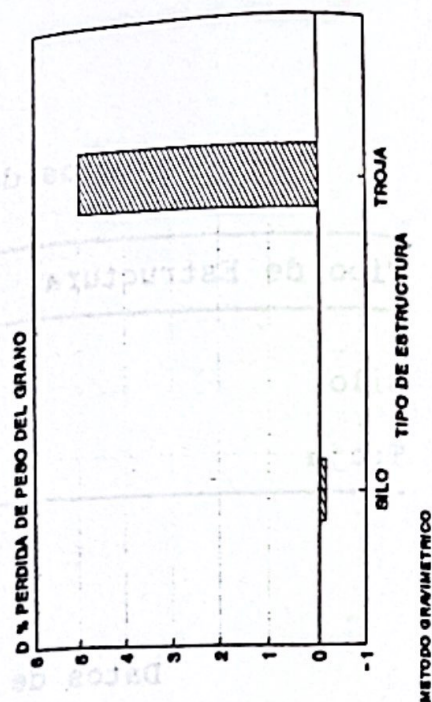
***DPGQME = Diferencia en % grano quebrado materia extraña respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA B 8.9
PPPSMMG VRS TIPO DE ESTRUCTURA



GRAFICA B 8.10
DPPPMG VRS TIPO DE ESTRUCTURA



GRAFICA B 8.8
PPPSMV VRS TIPO DE ESTRUCTURA

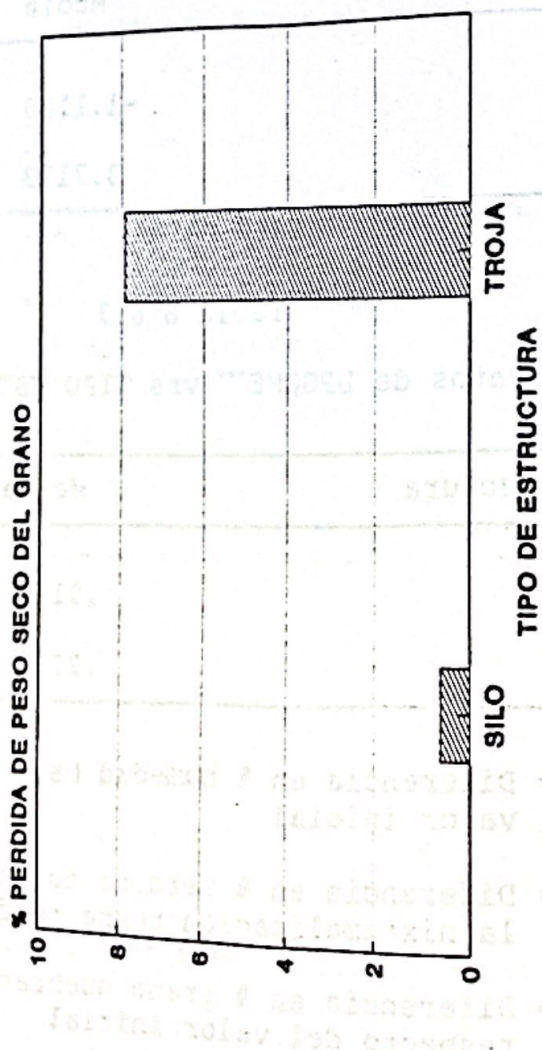


Tabla B 8.11

Datos de PPPSMV* vrs TIPO ESTRUCTURA

Tipo de Estructura	Media	Des. Est.	Casos
Silo	.6085	.8755	30
Troja	7.9368	8.7919	60

Tabla B 8.12

Datos de PPPSMMG** vrs TIPO ESTRUCTURA

Tipo de Estructura	Media	Des. Est.	Casos
Silo	-.2334	.9778	30
Troja	5.8782	9.6130	60

Tabla B 8.13

Datos de DPPPMG*** vrs TIPO ESTRUCTURA

Tipo de Estructura	Media	Des. Est	Casos
Silo	-.1298	.2633	30
Troja	4.9911	8.6090	60

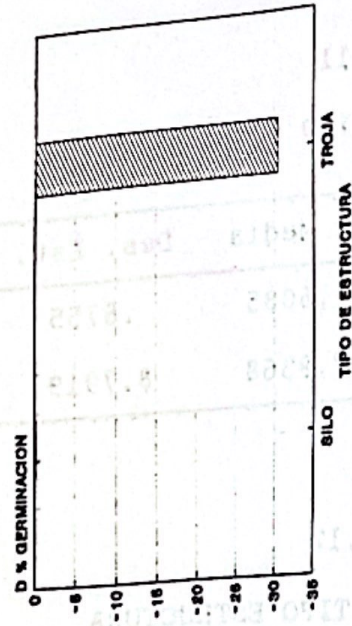
*PPPSMV = % pérdida de peso seco método volumétrico

**PPPSMMG = % pérdida de peso seco método mil granos

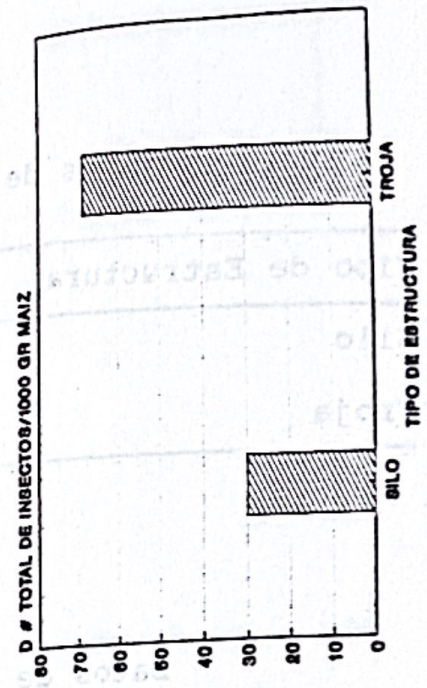
***DPPPMG = Diferencia en % pérdida de peso método gravimétrico respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA B 8.15
DPGERM VRS TIPO DE ESTRUCTURA



GRAFICA B 8.16
DNTINS VRS TIPO DE ESTRUCTURA



GRAFICA B 8.14
DPGD VRS TIPO DE ESTRUCTURA

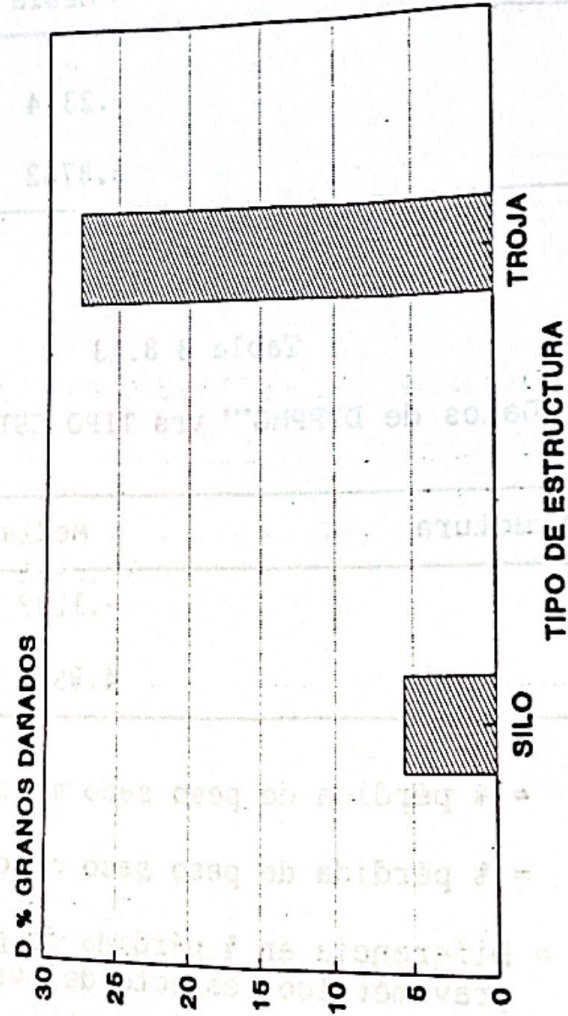


Tabla B 8.17

Datos de DPGD* vrs TIPO ESTRUCTURA

Tipo de Estructura	Media	Des. Est.	Casos
Silo	5.5378	2.5174	30
Troja	27.7106	32.0827	60

Tabla B 8.18

Datos de DPGERM** vrs TIPO ESTRUCTURA

Tipo de estructura	Media	Des. Est.	Casos
Silo	-.2000	3.9339	30
Troja	-30.5667	32.9316	60

Tabla B 8.19

Datos de DNTINS*** vrs TIPO ESTRUCTURA

Tipo de estructura	Media	Des. Est.	Casos
Silo	30.0833	48.8687	24
Troja	68.5694	102.1436	48

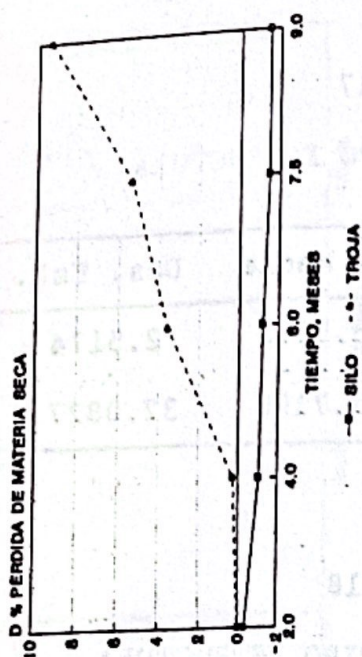
*DPGD = Diferencia en % grano dañado respecto del valor inicial

**DPGERM = Diferencia en % germinación respecto del valor inicial, análisis realizado por el Laboratorio de Análisis de Semillas DIGESA

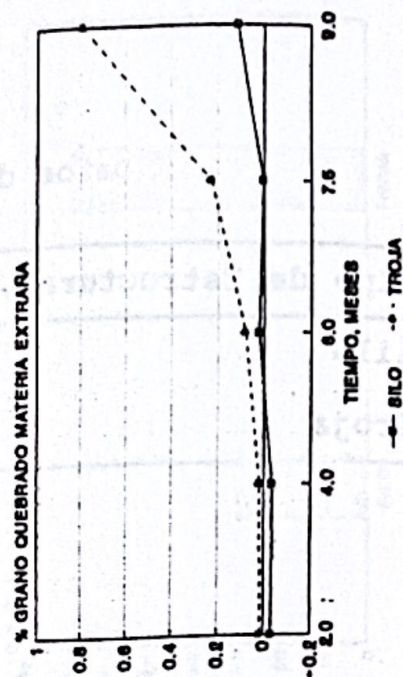
***DNTINS = Diferencia en el número total de insectos/1000 gramos de maíz respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA B 8.21
DPPMSN VRS TIEMPO



GRAFICA B 8.22
DPQME VRS TIEMPO



GRAFICA B 8.20
DHUM VRS TIEMPO

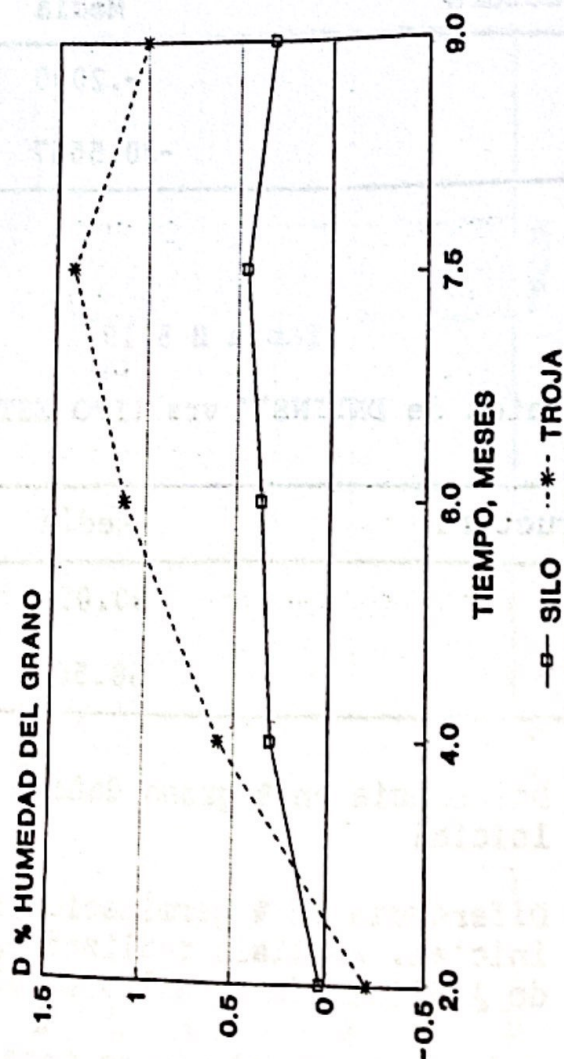


Tabla B 8.23

Datos de DHUM* vrs TIEMPO

Tiempo	Tipo de Estructura	Media	Des. Est.	Casos
2.0 meses	Silo	.0267	.1904	6
	Troja	-.2167	.6013	12
4.0 meses	Silo	.3033	.1061	6
	Troja	.5783	.8988	12
6.0 meses	Silo	.3633	.1990	6
	Troja	1.1133	1.0435	12
7.5 meses	Silo	.4500	.1761	6
	Troja	1.4042	.8799	12
9 meses	Silo	.3133	.2582	6
	Troja	.9967	.8838	12

*DHUM = Diferencia en % humedad base húmeda respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

Tabla B 8.24

Datos de DPPMSN* vrs TIEMPO

Tiempo	Tipo de Estructura	Media	Des. Est.	Casos
2.0 meses	Silo	-.3333	.5317	6
	Troja	.0333	.7414	12
4.0 meses	Silo	-1.0833	.1329	6
	Troja	.2417	.8806	12
6.0 meses	Silo	-1.2000	.7294	6
	Troja	3.5500	6.7878	12
7.5 meses	Silo	-1.4667	.9266	6
	Troja	5.3750	9.5922	12
9.0 meses	Silo	-1.4667	.5164	6
	Troja	9.3667	12.4309	12

*DPPMSN = Diferencia en % pérdida de materia seca durante la nixtamalización respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

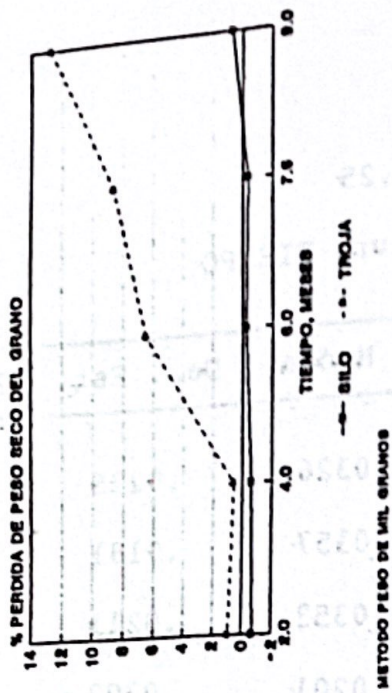
Tabla B 8.25
 Datos de DPGQME* vrs TIEMPO

Tiempo	Tipo de Estructura	Media	Des. Est.	Casos
2.0 meses	Silo	-.0326	.0275	6
	Troja	.0157	.0181	12
4.0 meses	Silo	-.0353	.0211	6
	Troja	.0201	.0302	12
6.0 meses	Silo	.0207	.0476	6
	Troja	.0807	.1223	12
7.5 meses	Silo	.0033	.0364	6
	Troja	.2273	.2922	12
9.0 meses	Silo	.1133	.0786	6
	Troja	.7929	1.0947	12

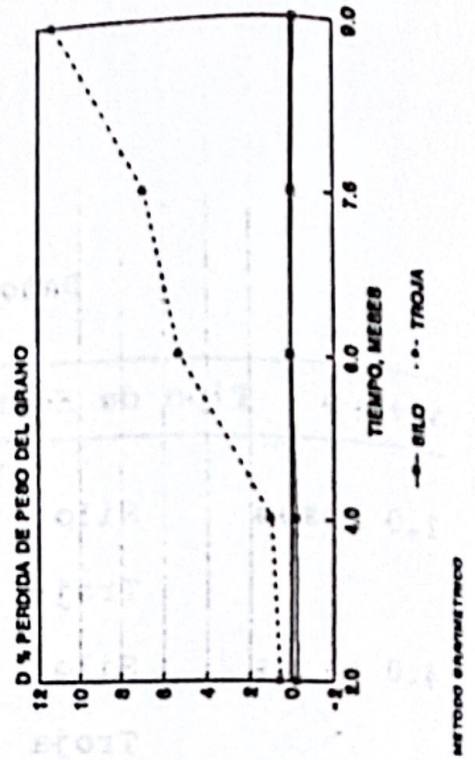
DPGQME = Diferencia en % grano quebrado materia extraña
 respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA B 8.27
PPPSMMG VRS TIEMPO



GRAFICA B 8.28
DPPPMG VRS TIEMPO



GRAFICA B 8.26
PPPSMV VRS TIEMPO

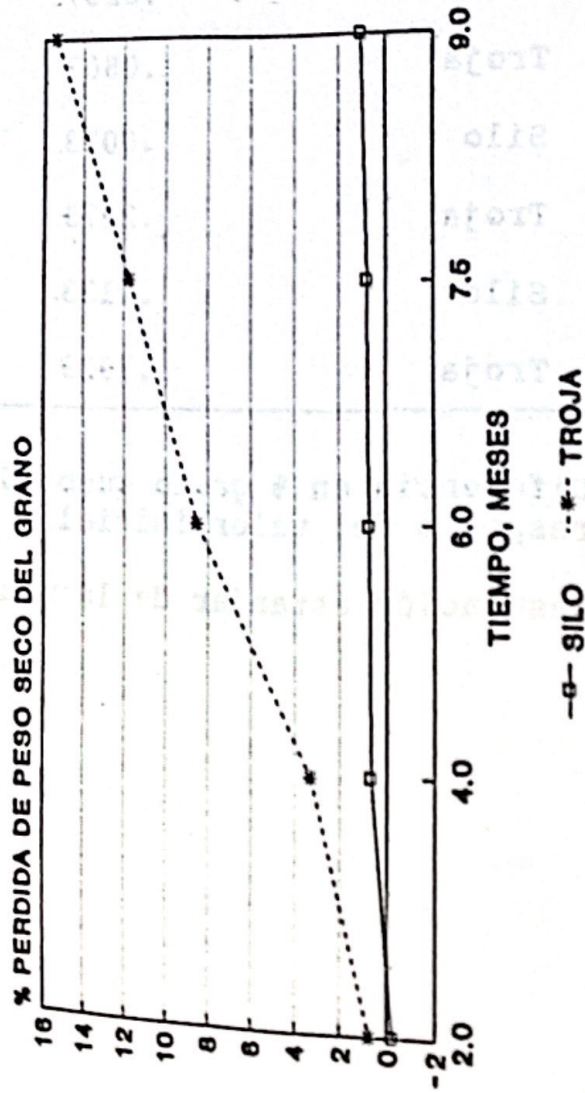


Tabla B 8.29
 Datos de PPPSMV* vrs TIEMPO

Tiempo	Tipo de Estructura	Media	Des. Est.	Casos
2.0 meses	Silo	-.2299	.2965	6
	Troja	.7513	1.6691	12
4.0 meses	Silo	.6744	.4441	6
	Troja	3.3034	2.5199	12
6.0 meses	Silo	.7545	.8232	6
	Troja	8.5052	4.3952	12
7.5 meses	Silo	.7962	.7235	6
	Troja	11.7203	8.5446	12
9.0 meses	Silo	1.0472	1.3463	6
	Troja	15.4037	12.5140	12

*PPPSMV = % pérdida de peso seco método volumétrico

Des. Est. = Desviación estandar de la media

Tabla B 8.30
 Datos de PPPSMMG* vrs TIEMPO

Tiempo	Tipo de Estructura	Media	Des. Est.	Casos
2.0 meses	Silo	-.7232	1.0200	6
	Troja	.9308	3.0959	12
4.0 meses	Silo	-.5867	.7769	6
	Troja	.6063	2.9532	12
6.0 meses	Silo	-.2238	.7834	6
	Troja	6.5007	6.6342	12
7.5 meses	Silo	-.3323	.8739	6
	Troja	8.6022	10.3994	12
9.0 meses	Silo	.6989	1.0158	6
	Troja	12.7508	14.4265	12

*PPPSMMG = Diferencia en % pérdida de peso seco método mil granos

Des. Est. = Desviación estandar de la media

Tabla B 8.31

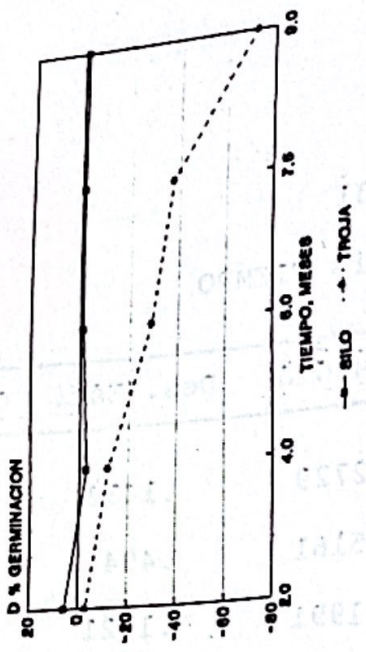
Datos de DPPPMG* vrs TIEMPO

Tiempo	Tipo de Estructura	Media	Des. Est.	Casos
2.0 meses	Silo	-.2729	.1432	6
	Troja	.5161	.4045	12
4.0 meses	Silo	-.1991	.1021	6
	Troja	.9747	.6318	12
6.0 meses	Silo	.0218	.2734	6
	Troja	5.2841	6.9300	12
7.5 meses	Silo	-.0701	.3510	6
	Troja	6.9047	9.5331	12
9.0 meses	Silo	-.1289	.3333	6
	Troja	11.2760	13.0934	12

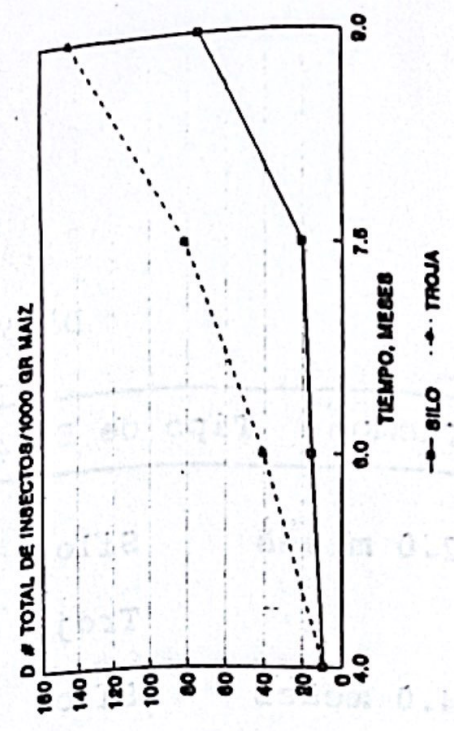
*DPPPMG = Diferencia en % pérdida de peso método gravimétrico respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA B 8.33
DPGERM VRS TIEMPO



GRAFICA B 8.34
DNTINS VRS TIEMPO



GRAFICA B 8.32
DPGD VRS TIEMPO

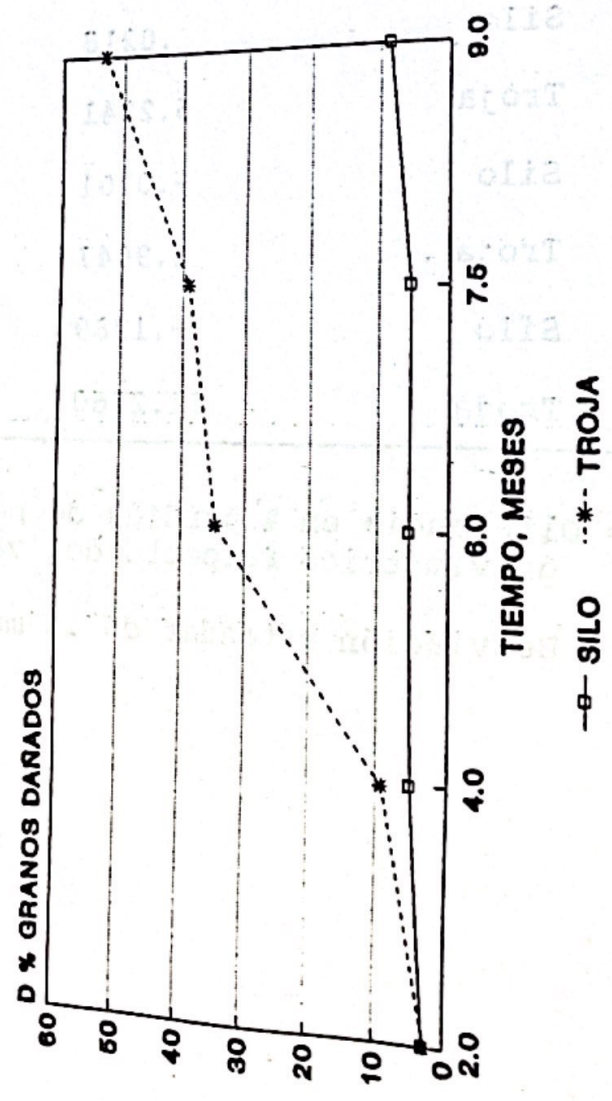


Tabla B 8.35

Datos de DPGD* vrs. TIEMPO

Tiempo	Tipo de Estructura	Media	Des. Est.	Casos
2.0 meses	Silo	2.8222	.9894	6
	Troja	2.6028	2.1447	12
4.0 meses	Silo	5.1833	1.5859	6
	Troja	9.2333	7.2441	12
6.0 meses	Silo	5.4611	1.7947	6
	Troja	34.5667	33.0915	12
7.5 meses	Silo	5.5056	2.0760	6
	Troja	38.9889	36.8365	12
9.0 meses	Silo	8.7167	2.1437	6
	Troja	53.1611	32.4797	12

*DPGD = Diferencia en el porcentaje de granos dañados
respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

Tabla B 8.36

Datos de DPGERM* vrs TIEMPO

Tiempo	Tipo de Estructura	Media	Des. Est.	Casos
2.0 meses	Silo	5.3333	3.2660	6
	Troja	-3.2500	8.0014	12
4.0 meses	Silo	-2.8333	1.9408	6
	Troja	-11.8333	12.8617	12
6.0 meses	Silo	-1.0000	2.0976	6
	Troja	-28.7500	34.3858	12
7.5 meses	Silo	-1.1667	3.6560	6
	Troja	-37.0833	29.1406	12
9.0 meses	Silo	-1.3333	3.0111	6
	Troja	-71.9167	21.0647	12

*DPGERM = Diferencia en el porcentaje de germinación respecto del valor inicial, análisis realizado por el Laboratorio de Análisis de Semillas DIGESA

Des. Est. = Desviación estandar de la media

Tabla B 8.37

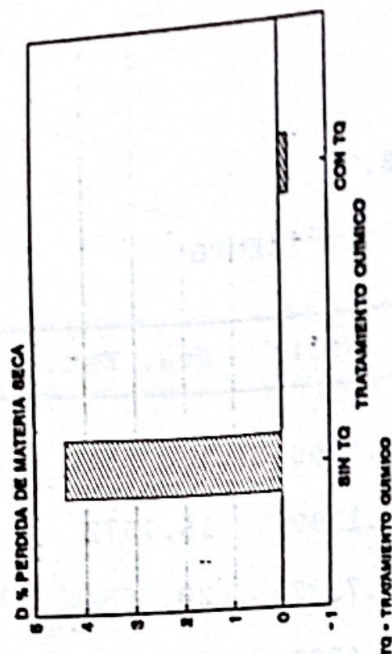
Datos de DNTINS* vrs TIEMPO

Tiempo	Tipo de Estructura	Media	Des. Est.	Casos
4.0 meses	Silo	9.5000	11.1769	6
	Troja	9.1389	15.7072	12
6.0 meses	Silo	15.7222	20.1554	6
	Troja	40.0833	69.6765	12
7.5 meses	Silo	20.6667	27.1989	6
	Troja	81.0278	91.8561	12
9.0 meses	Silo	74.4444	80.5651	6
	Troja	144.0278	141.1397	12

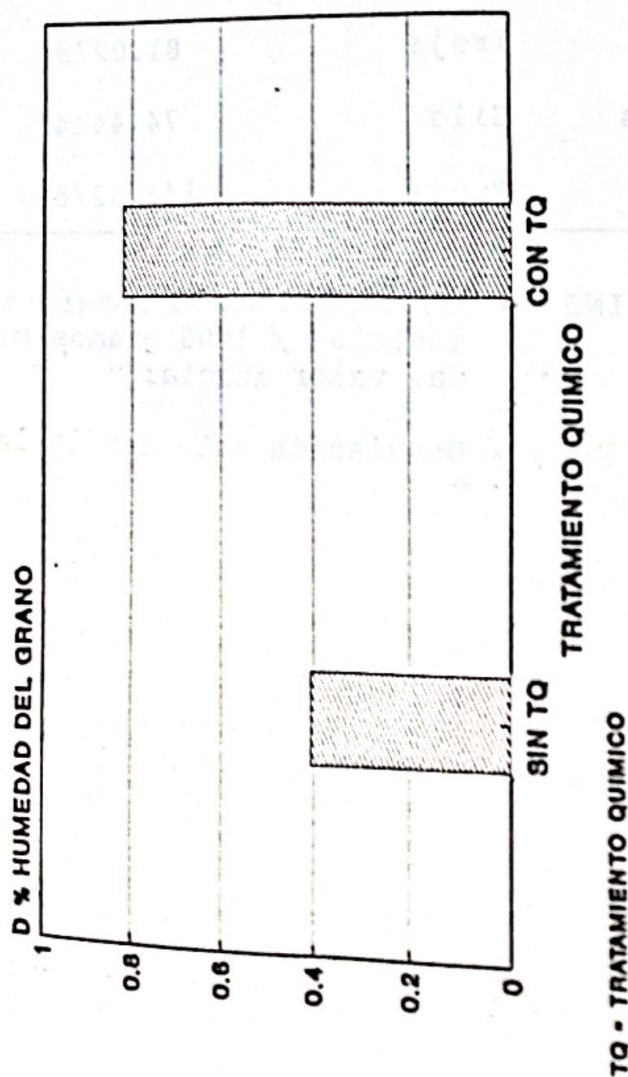
*DNTINS = Diferencia en el número total de insectos / 1000 gramos maíz respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA B 8.39
DPPMSN VRS TRATAMIENTO QUIMICO



GRAFICA B 8.38
DHUM VRS TRATAMIENTO QUIMICO



GRAFICA B 8.40
DPGOME VRS TRATAMIENTO QUIMICO

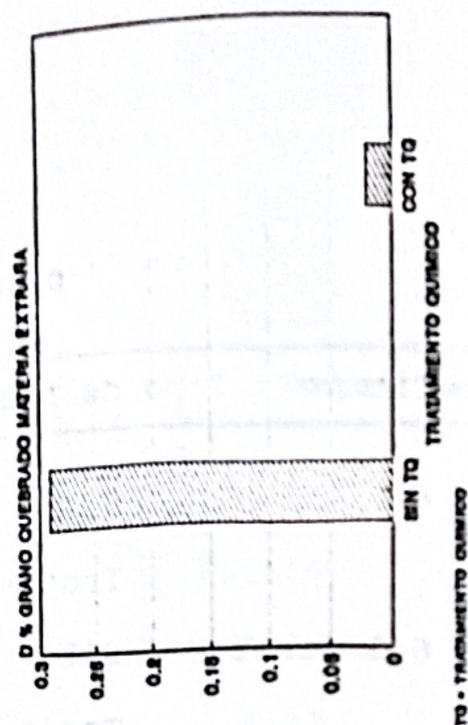


Tabla B 8.41

Datos de DHUM* vrs TRATAMIENTO QUIMICO

Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
Sin tratamiento químico	.4067	.6635	45
Con tratamiento químico	.8211	.9989	45

Tabla B 8.42

Datos de DPPMSN** vrs TRATAMIENTO QUIMICO

Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
Sin tratamiento químico	4.3911	9.2708	45
Con tratamiento químico	-.1800	2.0553	45

Tabla B 8.43

Datos de DPGQME*** vrs TRATAMIENTO QUIMICO

Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
Sin tratamiento químico	.2906	.6525	45
Con tratamiento químico.	.0217	.0565	45

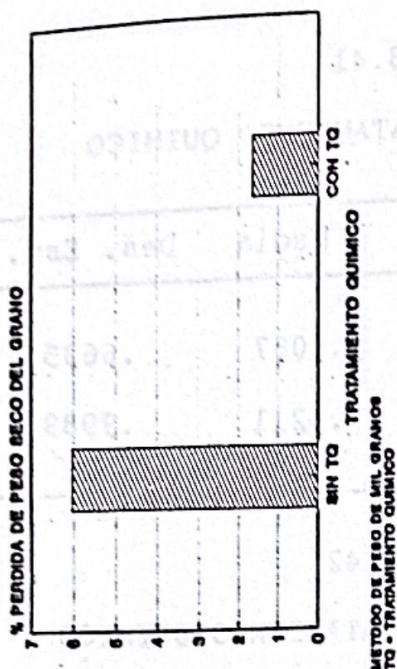
*DHUM = Diferencia en % humedad base húmeda respecto del valor inicial

**DPPMSN = Diferencia en % pérdida de peso seco durante la nixtamalización respecto del valor inicial

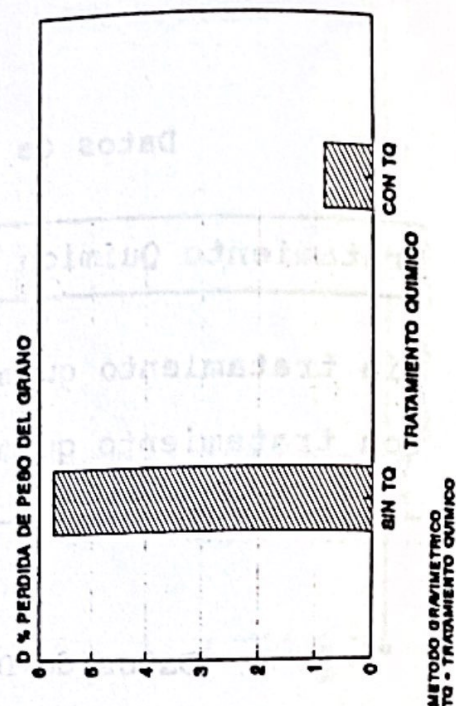
***DPGQME = Diferencia en % grano quebrado materia extraña respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA B 8.45
PPPSMMG VRS TRATAMIENTO QUIMICO



GRAFICA B 8.46
DPPPMG VRS TRATAMIENTO QUIMICO



GRAFICA B 8.44
PPPSMV VRS TRATAMIENTO QUIMICO

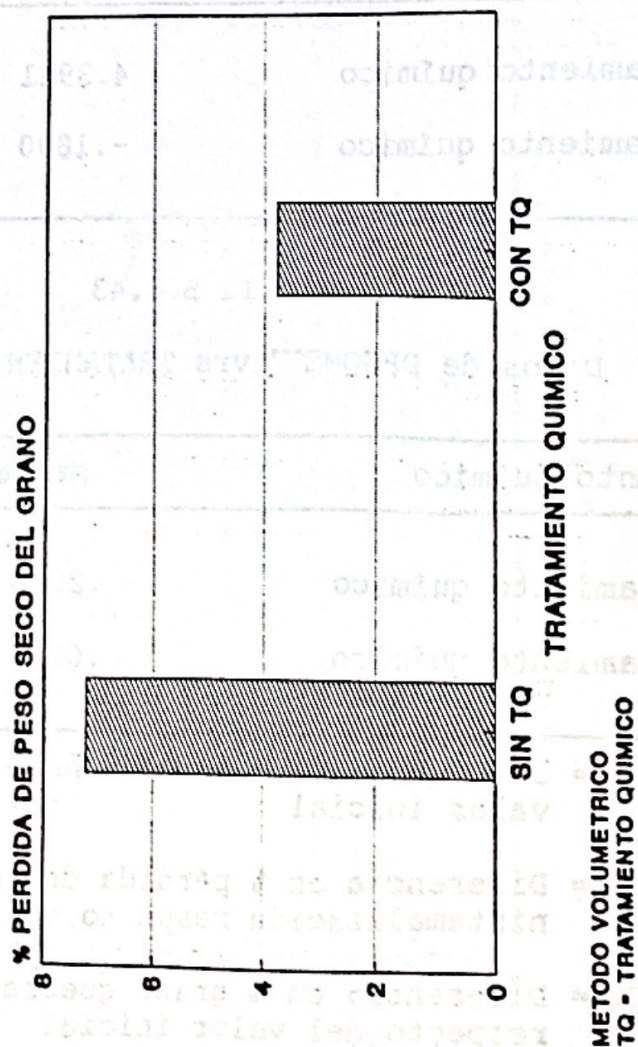


Tabla B 8.47

Datos de PPPSMV vrs TRATAMIENTO QUIMICO

Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
Sin tratamiento químico	7.2194	10.2179	45
Con tratamiento químico	3.7686	4.2511	45

Tabla B 8.48

Datos de PPPSMMG** vrs TRATAMIENTO QUIMICO

Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
Sin tratamiento químico	6.0289	10.9695	45
Con tratamiento químico	1.6530	3.3763	45

Tabla B 8.49

Datos de DPPPMG*** vrs TRATAMIENTO QUIMICO

Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
Sin tratamiento químico	5.7150	9.7700	45
Con tratamiento químico	.8533	1.9516	45

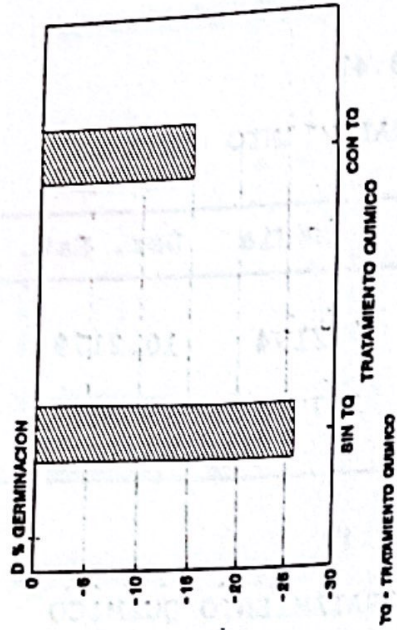
*PPPSMV = % de pérdida de peso seco método volumétrico

**PPPSMMG = % de pérdida de peso seco método de mil granos

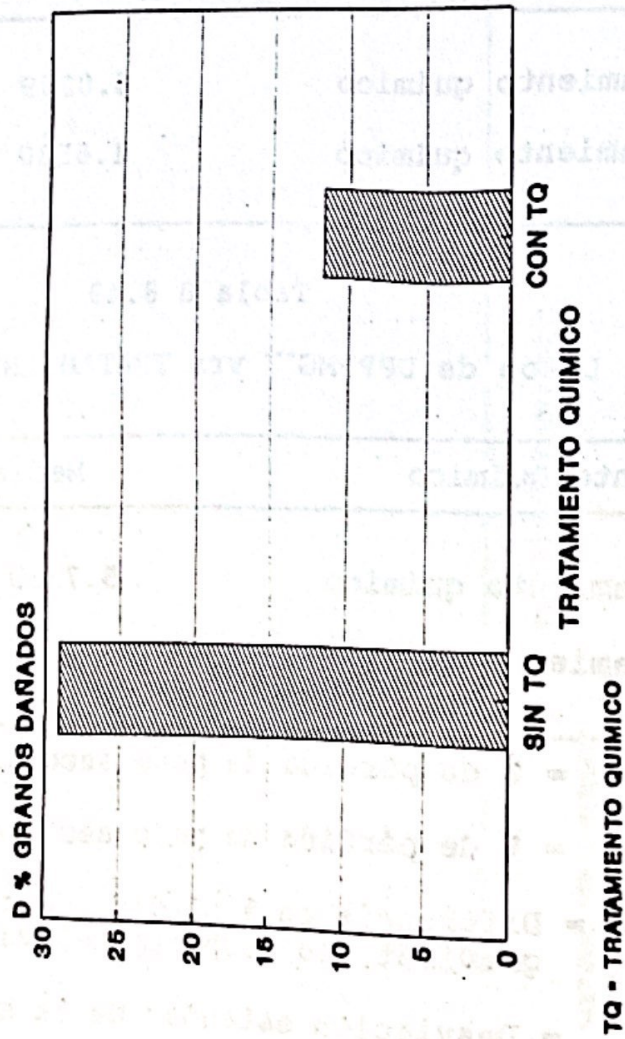
***DPPPMG = Diferencia en % pérdida de peso método gravimétrico respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA B 8.51
DPGERM VRS TRATAMIENTO QUIMICO



GRAFICA B 8.50
DPGD VRS TRATAMIENTO QUIMICO



GRAFICA B 8.52
DNTINS VRS TRATAMIENTO QUIMICO

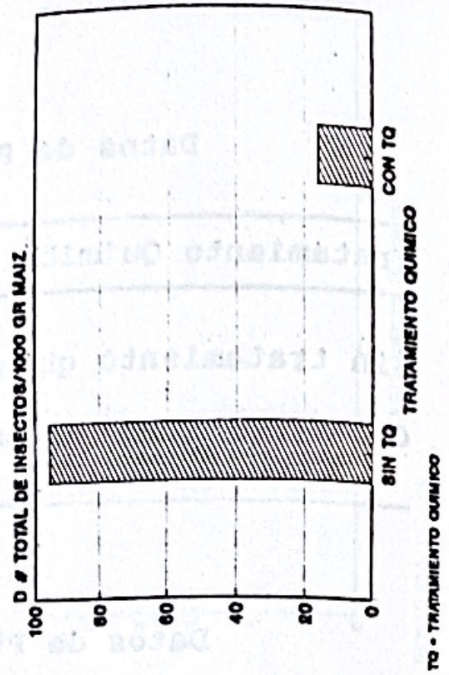


Tabla B 8.53

Datos de DPGD* vrs TRATAMIENTO QUIMICO

Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
sin tratamiento químico	29.0563	34.8656	45
Con tratamiento químico	11.5830	15.3658	45

Tabla B 8.54

Datos de DPGERM** vrs TRATAMIENTO QUIMICO

Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
sin tratamiento químico	-25.8444	34.5003	45
Con tratamiento químico	-15.0444	25.1721	45

Tabla B 8.55

Datos de DNTINS*** vrs TRATAMIENTO QUIMICO

Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
Sin tratamiento químico	95.3704	107.6125	36
Con tratamiento químico	16.1111	38.0225	36

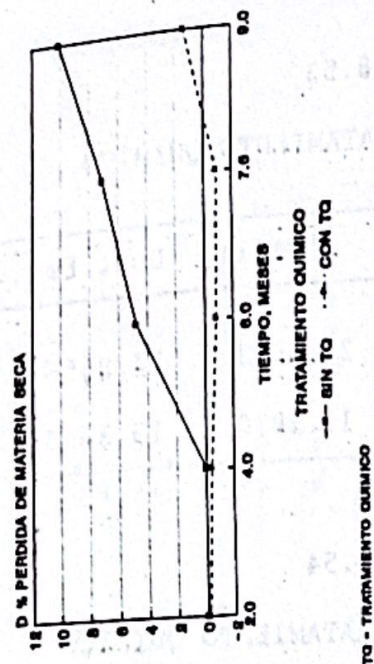
*DPGD = Diferencia en % grano dañado respecto del valor inicial

**DPGERM = Diferencia en % germinación respecto del valor inicial, análisis realizado por Laboratorio de Análisis de Semillas DIGESA

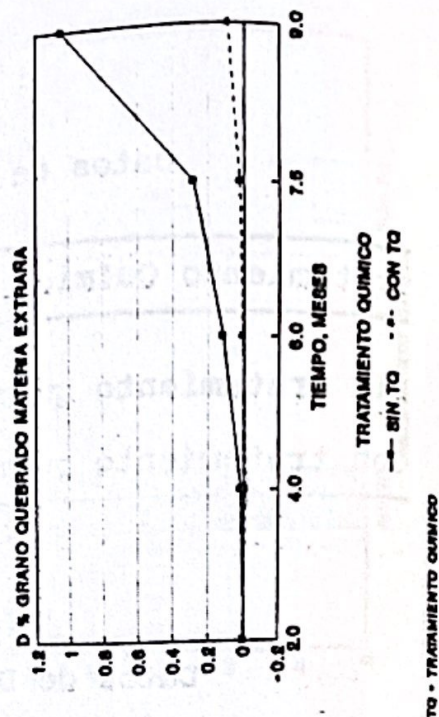
***DNTINS = Diferencia en número total de insectos / 1000 gramos de maíz respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA B 8.57
DPPMSN VRS TIEMPO



GRAFICA B 8.58
DPQME VRS TIEMPO



GRAFICA B 8.56
DHUM VRS TIEMPO

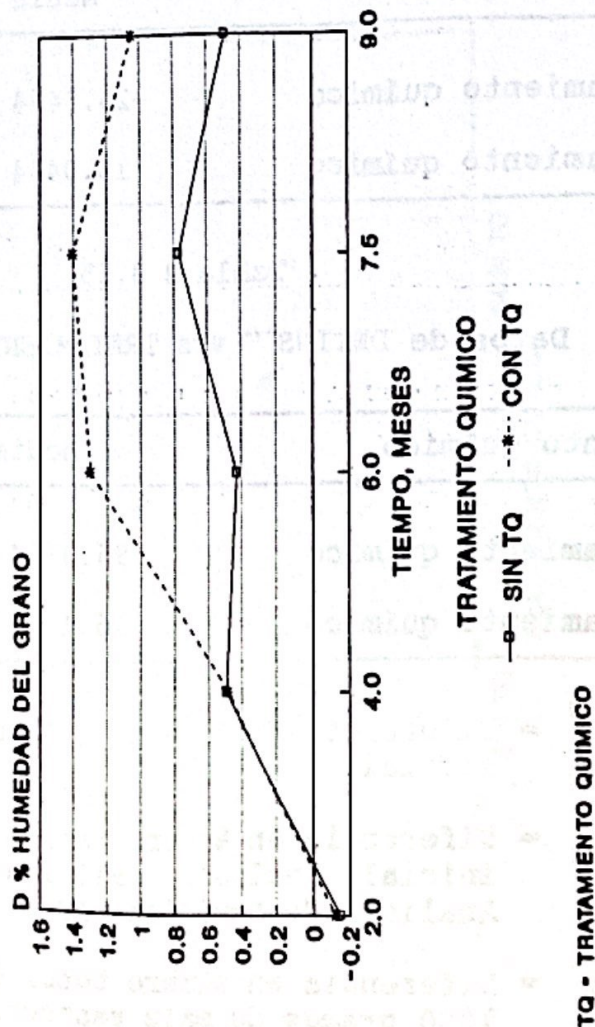


Tabla B 8.59

Datos de DHUM* vrs TIEMPO

Tiempo	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
2.0 meses	Sin	-.1489	.5697	9
	Con	-.1222	.4738	9
4.0 meses	Sin	.4944	.7980	9
	Con	.4789	.7201	9
6.0 meses	Sin	.4278	.3191	9
	Con	1.2989	1.1289	9
7.5 meses	Sin	.7711	.6273	9
	Con	1.4011	.9604	9
9.0 meses	Sin	.4889	.6716	9
	Con	1.0489	.8495	9

*DHUM = Diferencia en % humedad base húmeda respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

Tabla B 8.60

Datos de DPPMSN* vrs TIEMPO

Tiempo	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
2.0 meses	Sin	-.0222	.8570	9
	Con	-.1556	.5053	9
4.0 meses	Sin	.0000	1.2600	9
	Con	-.4000	.5268	9
6.0 meses	Sin	4.7556	7.5291	9
	Con	-.8222	.8814	9
7.5 meses	Sin	7.0778	10.6379	9
	Con	-.8889	1.2614	9
9.0 meses	Sin	10.1444	14.5404	9
	Con	1.3667	4.0691	9

*DPPMSN = Diferencia en % pérdida de materia seca durante la nixtamalización respecto del valor inicial

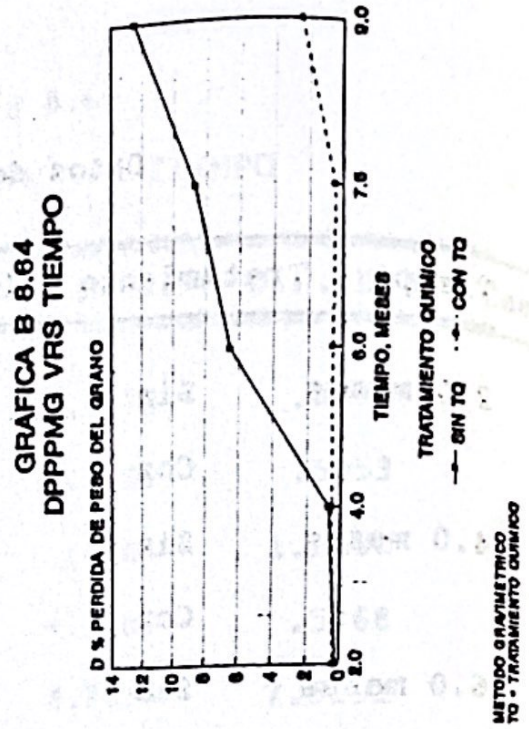
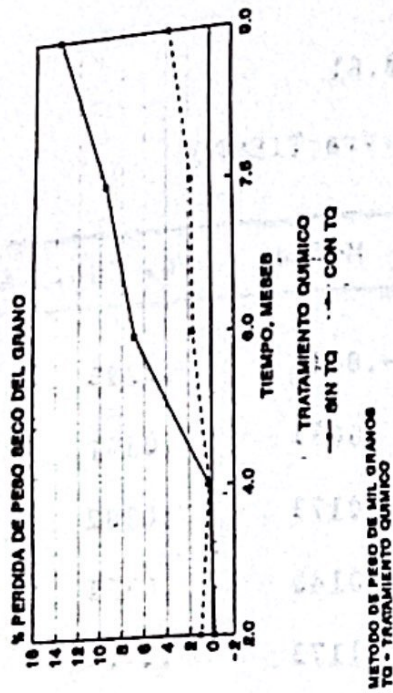
Des. Est. = Desviación estandar de la media

Tabla B 8.61
 Datos de DPGQME* vrs TIEMPO

Tiempo	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
2.0 meses	Sin	-.0046	.0285	9
	Con	.0037	.0351	9
4.0 meses	Sin	.0173	.0382	9
	Con	-.0140	.0325	9
6.0 meses	Sin	.1173	.1257	9
	Con	.0042	.0284	9
7.5 meses	Sin	.2823	.3222	9
	Con	.0229	.0406	9
9.0 meses	Sin	1.0410	1.1707	9
	Con	.0917	.0719	9

*DPGQME = Diferencia en % grano quebrado materia extrana
 respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media



GRAFICA B 8.62
PPPSMV VRS TIEMPO

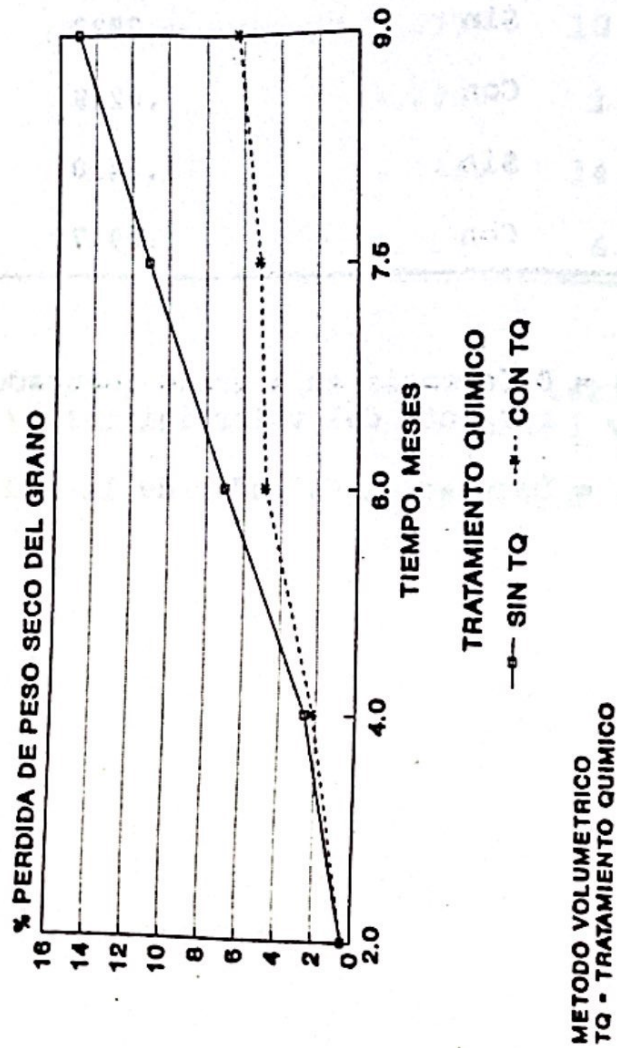


Tabla B 8.65
 Datos de PPPSMV* vrs TIEMPO

Tiempo	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
2.0 meses	Sin	.4410	1.7176	9
	Con	.4075	1.1900	9
4.0 meses	Sin	2.6400	2.3622	9
	Con	2.2141	2.5745	9
6.0 meses	Sin	7.0166	6.1095	9
	Con	4.8266	4.1228	9
7.5 meses	Sin	11.0510	11.1289	9
	Con	5.1069	4.0813	9
9.0 meses	Sin	14.9486	15.6674	9
	Con	6.2877	5.6439	9

*PPPSMV = % pérdida de peso seco método volumétrico

Des. Est. = Desviación estandar de la media

Tabla B 8.66

Datos de PPPSMMG* vrs TIEMPO

Tiempo	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
2.0 meses	Sin	-.2263	2.6301	9
	Con	.9853	2.7302	9
4.0 meses	Sin	.2065	2.8140	9
	Con	.2107	2.2721	9
6.0 meses	Sin	6.8899	8.0214	9
	Con	1.6284	1.8963	9
7.5 meses	Sin	9.5067	12.0786	9
	Con	1.7413	3.0463	9
9.0 meses	Sin	13.7677	16.5159	9
	Con	3.6993	5.4444	9

*PPPSMMG = % pérdida de peso seco método mil granos

Des. Est. = Desviación estandar de la media

Tabla B 8.67
 Datos de DPPPMG* vrs TIEMPO

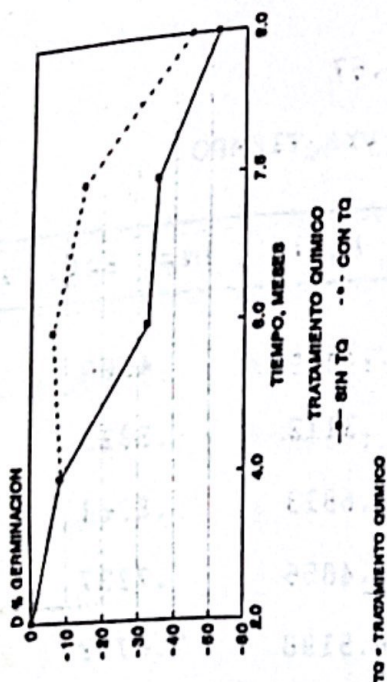
Tiempo	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
2.0 meses	Sin	.1950	.4500	9
	Con	.3112	.5823	9
4.0 meses	Sin	.6813	.8361	9
	Con	.4856	.7237	9
6.0 meses	Sin	6.5198	7.6702	9
	Con	.5402	.9912	9
7.5 meses	Sin	8.7144	10.4718	9
	Con	.4450	1.1119	9
9.0 meses	Sin	12.4642	15.1894	9
	Con	2.4846	3.7541	9

*DPPPMG = Diferencia en % pérdida de peso método gravimétrico respecto del valor inicial

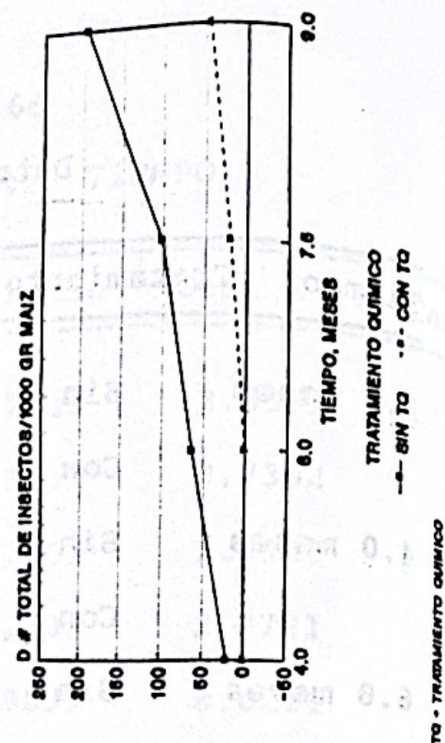
Des. Est. = Desviación estandar de la media



GRAFICA B 8.68
DPGERM VRS TIEMPO



GRAFICA B 8.70
DNTINS VRS TIEMPO



GRAFICA B 8.68
DPGD VRS TIEMPO

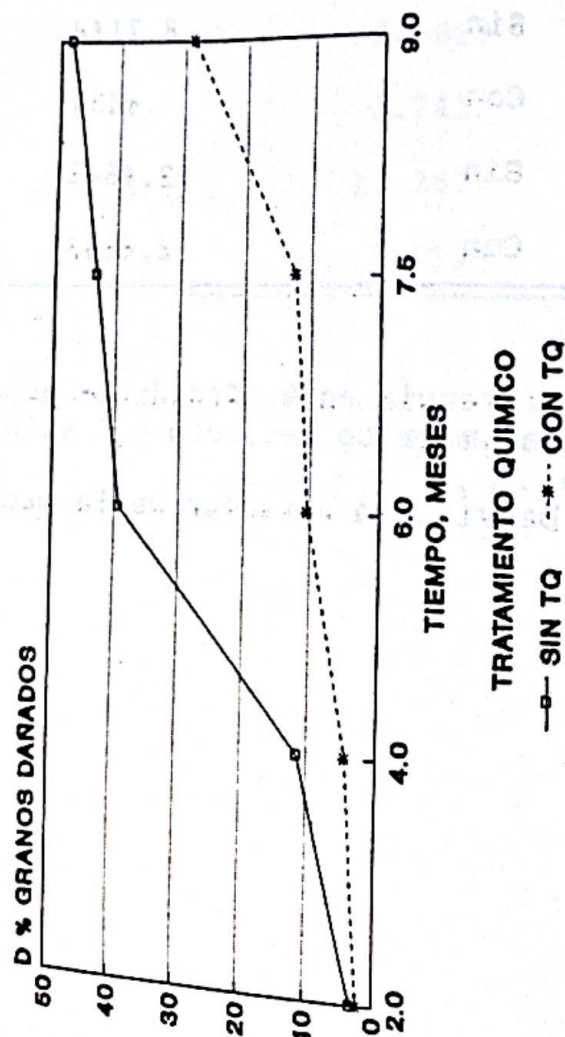


Tabla B 8.71

Datos de DPGD* vrs TIEMPO

Tiempo	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
2.0 meses	Sin	3.1000	1.9348	9
	Con	2.2519	1.6771	9
4.0 meses	Sin	11.4259	7.2130	9
	Con	4.3407	1.2899	9
6.0 meses	Sin	39.3889	37.3938	9
	Con	10.3407	7.6377	9
7.5 meses	Sin	43.2815	42.1581	9
	Con	12.3741	10.6957	9
9.0 meses	Sin	48.0852	39.8965	9
	Con	28.6074	25.2175	9

*DPGD = Diferencia en % grano dañado respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

Tabla B 8.72.

Datos de DPGERM* vrs TIEMPO

Tiempo	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
2.0 meses	Sin	-.3333	7.6158	9
	Con	-.4444	8.5748	9
4.0 meses	Sin	-8.7778	11.8298	9
	Con	-8.8889	11.4176	9
6.0 meses	Sin	-32.6679	39.0096	9
	Con	-6.3333	10.0871	9
7.5 meses	Sin	-35.2222	35.5344	9
	Con	-15.0000	18.1177	9
9.0 meses	Sin	-52.2222	39.6257	9
	Con	-44.5556	38.7754	9

*DPGERM = Diferencia en % germinación respecto del valor inicial, análisis realizado por el Laboratorio de Análisis de Semillas DIGESA

Des. Est. = Desviación estandar de la media

Tabla B 8.73

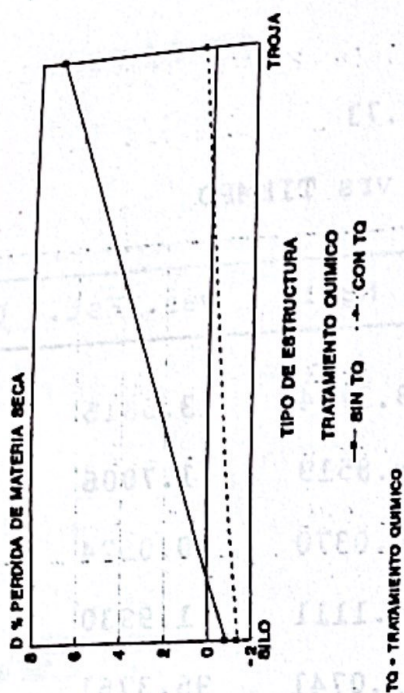
Datos de DNTINS* vrs TIEMPO

Tiempo	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
4.0 meses	Sin	19.3704	13.5815	9
	Con	-.8519	1.7006	9
6.0 meses	Sin	64.0370	70.0524	9
	Con	-.1111	1.9930	9
7.5 meses	Sin	102.0741	95.3761	9
	Con	19.7407	31.2418	9
9.0 meses	Sin	196.0000	132.0261	9
	Con	45.6667	61.0307	9

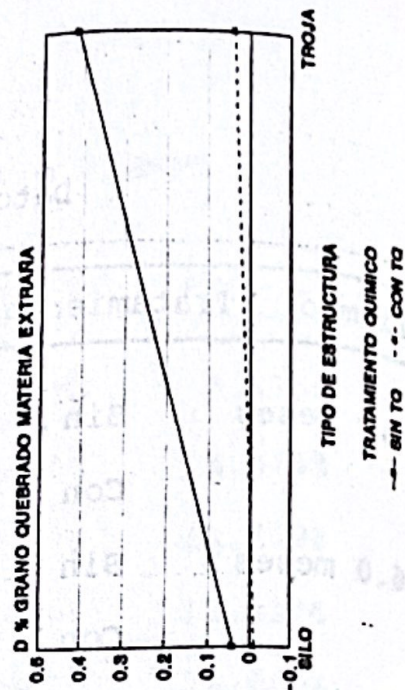
*DNTINS = Diferencia en número total de insectos / 1000
gramos de maíz respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

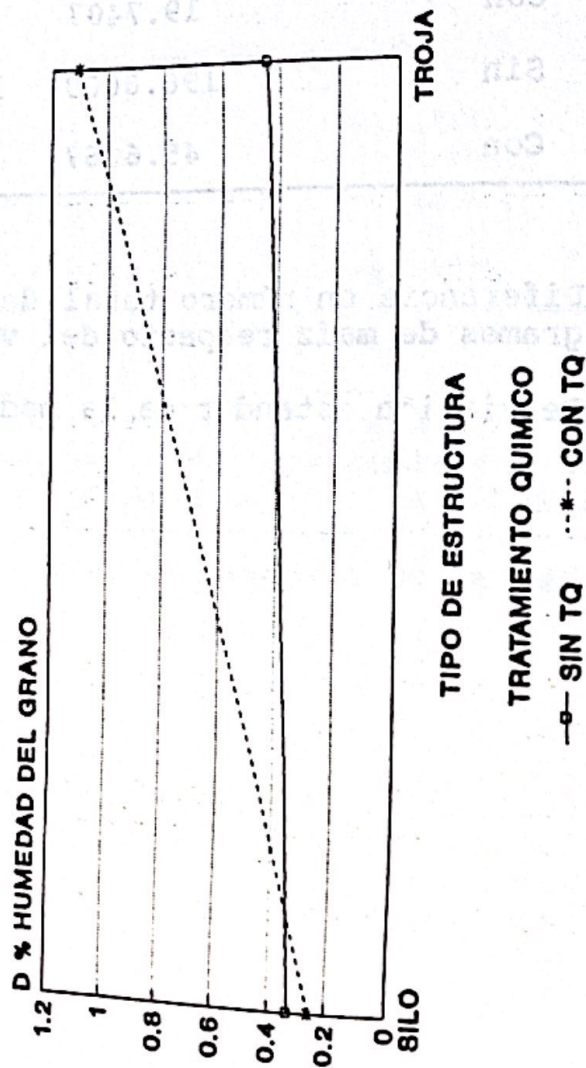
GRAFICA B 8.76
DPPMSN VRS TIPO DE ESTRUCTURA



GRAFICA B 8.76
DPGQME VRS TIPO DE ESTRUCTURA



GRAFICA B 8.74
DHUM VRS TIPO DE ESTRUCTURA



TQ - TRATAMIENTO QUIMICO

Datos de DHUM* vrs TIPO DE ESTRUCTURA

Tipo de Estructura	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
Silo	Sin	.3293	.2294	15
	Con	.2533	.2315	15
Troja	Sin	.4453	.7987	30
	Con	1.1050	1.1126	30

Tabla B 8.78
Datos de DPPMSN** vrs TIPO DE ESTRUCTURA

Tipo de Estructura	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
Silo	Sin	-.8333	.6091	15
	Con	-1.3867	.7318	15
Troja	Sin	7.0033	10.4425	30
	Con	.4233	2.2408	30

*DHUM = Diferencia en % humedad base húmeda respecto del valor inicial

**DPPMSN = Diferencia en % pérdida de materia seca durante la nixtamalización respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

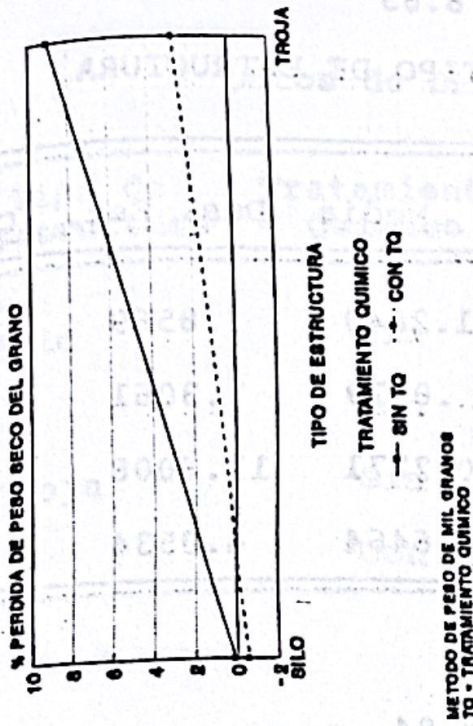
Datos de DPGQME* vrs TIPO DE ESTRUCTURA

Tipo de Estructura	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
Silo	Sin	.0391	.0832	15
	Con	-.0113	.0435	15
Troja	Sin	.4164	.7705	30
	Con	.0382	.0555	30

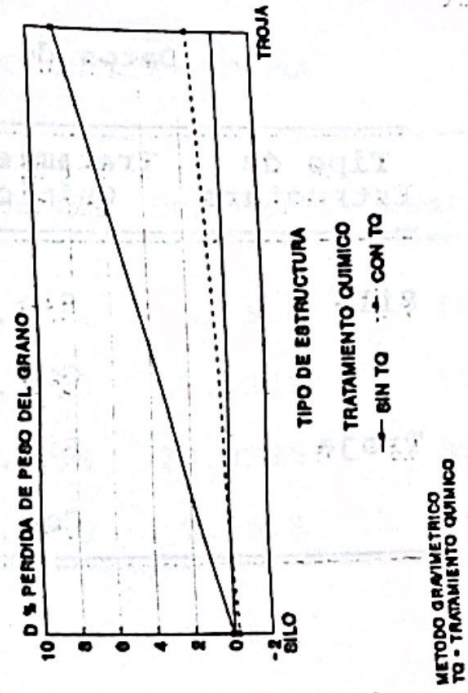
*DPGQME = Diferencia en % grano quebrado materia extrana respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA B 8.81
PPPSMMG VRS TIPO DE ESTRUCTURA



GRAFICA B 8.82
DPPPMG VRS TIPO DE ESTRUCTURA



GRAFICA B 8.80
PPPSMV VRS TIPO DE ESTRUCTURA

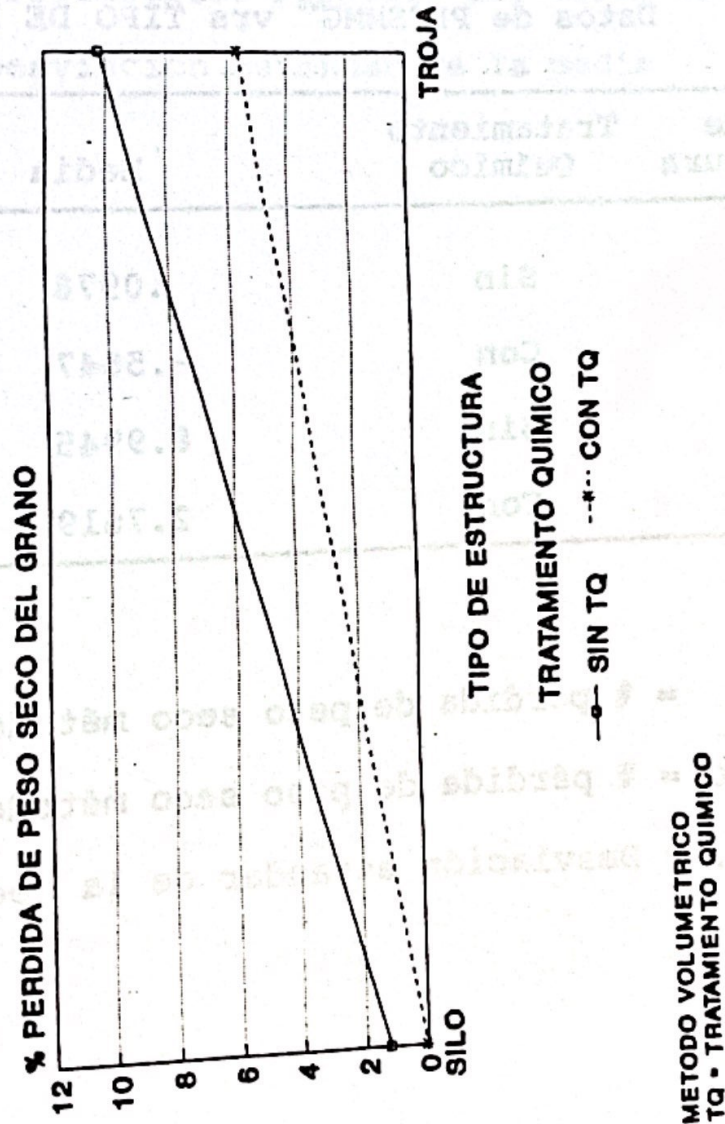


Tabla B 8.83

Datos de PPPSMV vrs TIPO DE ESTRUCTURA

Tipo de Estructura	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
Silo	Sin	1.2040	.8569	15
	Con	.0129	.3061	15
Troja	Sin	10.2271	11.4008	30
	Con	5.6464	4.0534	30

Tabla B 8.84

Datos de PPPSMMG** vrs TIPO DE ESTRUCTURA

Tipo de Estructura	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
Silo	Sin	.0978	.9553	15
	Con	-.5647	.9126	15
Troja	Sin	8.9945	12.4434	30
	Con	2.7619	3.6162	30

*PPPSMV = % pérdida de peso seco método volumétrico

**PPPSMMG = % pérdida de peso seco método mil granos

Des. Est. = Desviación estandar de la media

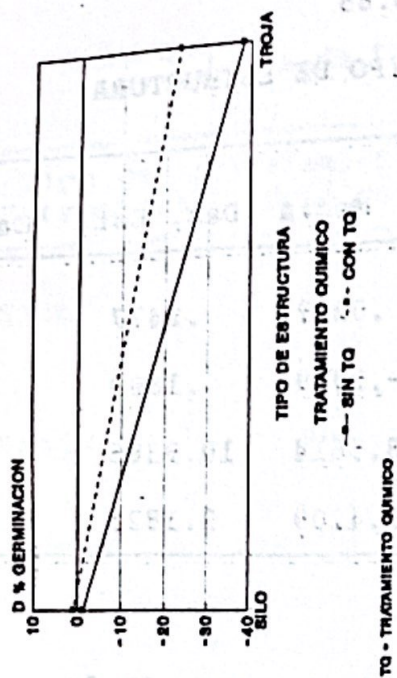
Datos de DPPPMG' vrs TIPO DE ESTRUCTURA

Tipo de Estructura	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
Silo	Sin	.0222	.2477	15
	Con	-.2819	.1809	15
Troja	Sin	8.5614	10.9385	30
	Con	1.4209	2.1825	30

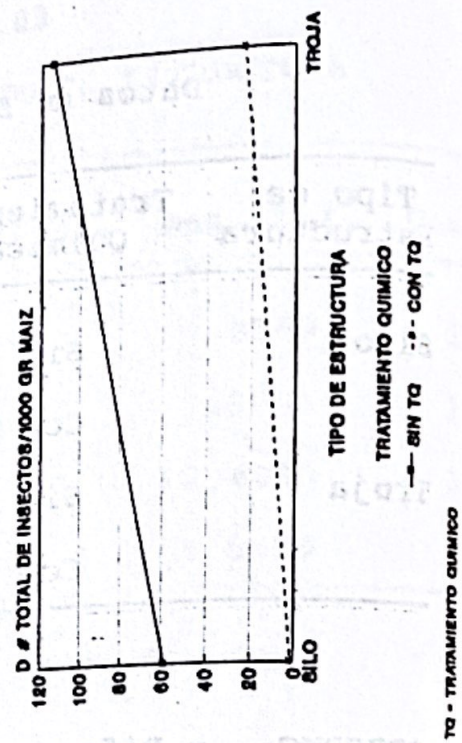
*DPPPMG = Diferencia en % pérdida de peso método gravimétrico respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

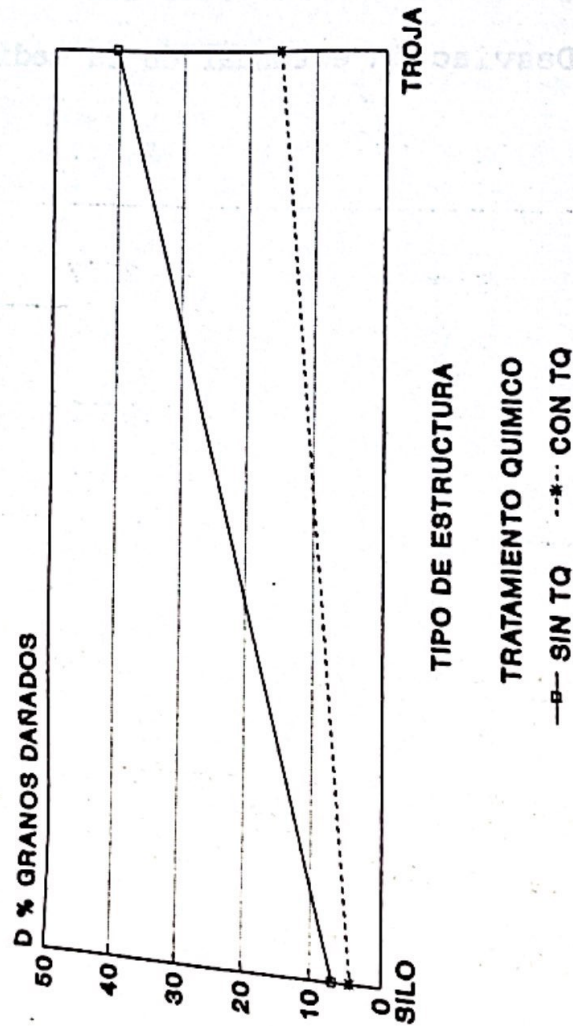
GRAFICA B 8.87
DPGERM VRS TIPO DE ESTRUCTURA



GRAFICA B 8.88
DNTINS VRS TIPO DE ESTRUCTURA



GRAFICA B 8.86
DPGD VRS TIPO DE ESTRUCTURA



TQ - TRATAMIENTO QUIMICO

Datos de DPGD* vrs TIPO DE ESTRUCTURA

Tipo de Estructura	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
Silo	Sin	6.7667	2.5330	15
	Con	4.3089	1.8641	15
Troja	Sin	40.2011	38.1550	30
	Con	15.2200	17.7624	30

Tabla B 8.90 Datos de DPGERM** vrs TIPO DE ESTRUCTURA

Tipo de Estructura	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
Silo	Sin	-1.2667	4.4636	15
	Con	.8667	3.1137	15
Troja	Sin	-38.1333	36.4368	30
	Con	-23.0000	27.5731	30

*DPGD = Diferencia en % grano dañado respecto del valor inicial

**DPGERM = Diferencia en % germinación respecto del valor inicial, análisis realizado por el Laboratorio de Análisis de Semillas DIGESA

Des. Est. = Desviación estandar de la media

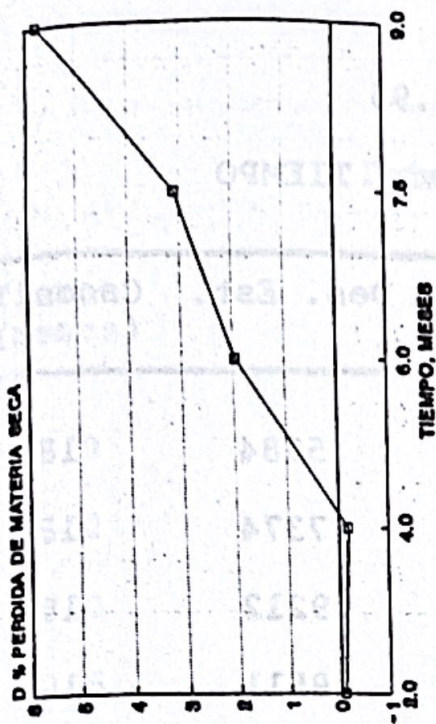
Datos de DNTINS' vrs TIPO DE ESTRUCTURA

Tipo de Estructura	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
Silo	Sin	58.7778	56.4782	12
	Con	1.3889	2.6774	12
Troja	Sin	113.6667	122.6741	24
	Con	23.4722	45.0215	24

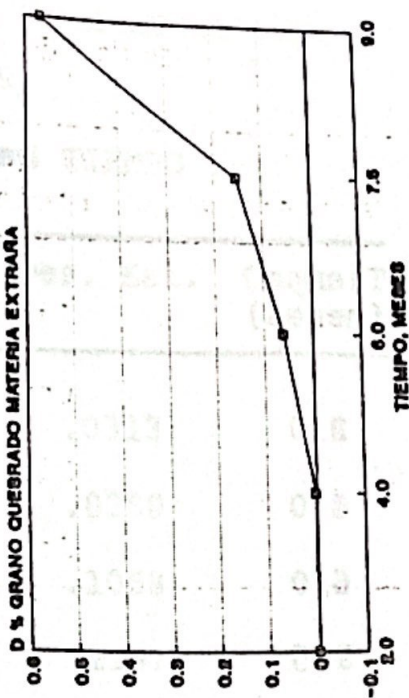
*DNTINS = Diferencia en el número total de insectos / 1000 gramos de maíz respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA B 8.93
DPPMSN VRS TIEMPO



GRAFICA B 8.94
DPGQME VRS TIEMPO



GRAFICA B 8.92
DHUM VRS TIEMPO

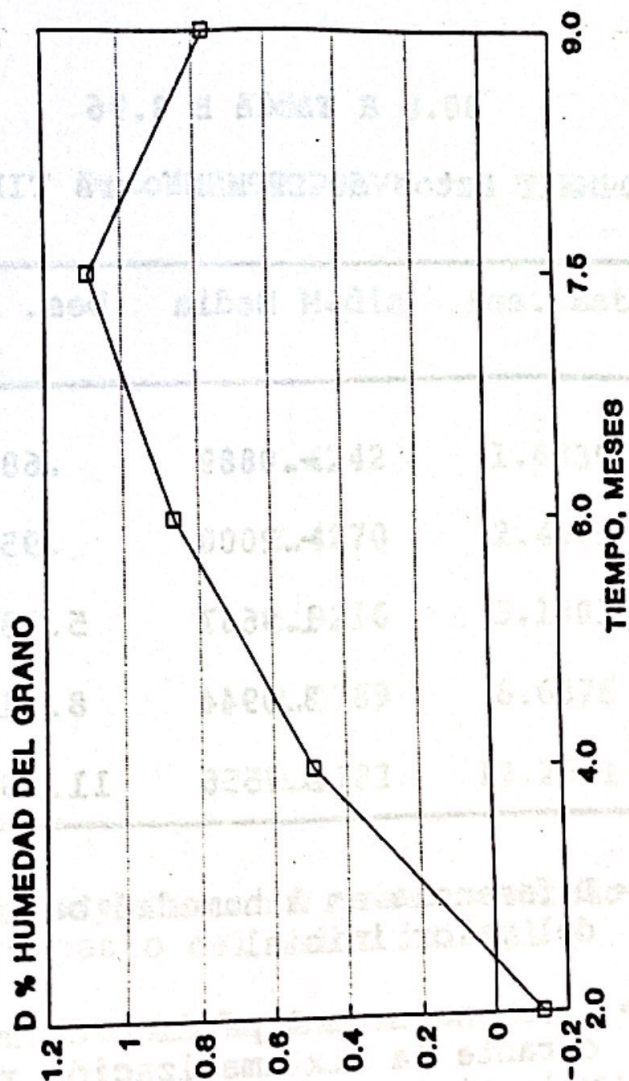


Tabla B 8.95
 Datos de DHUM* vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Media	Des. Est.	Casos
2.0	-.1356	.5084	18
4.0	.4867	.7374	18
6.0	.8633	.9212	18
7.5	1.0861	.8511	18
9.0	.7689	.7968	18

Tabla B 8.96
 Datos de DPPMSN** vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Media	Des. Est.	Casos
2.0	-.0889	.6859	18
4.0	-.2000	.9592	18
6.0	1.9667	5.9395	18
7.5	3.0944	8.4144	18
9.0	5.7556	11.2996	18

*DHUM = Diferencia en % humedad base húmeda respecto del valor inicial

**DPPMSN = Diferencia en % pérdida de materia seca durante la nixtamalización respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

Tabla B 8.97
 Datos de DPGQME* vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Media	Des. Est.	Casos
2.0	-.0004	.0313	18
4.0	.0016	.0380	18
6.0	.0607	.1058	18
7.5	.1526	.2597	18
9.0	.5664	.9413	18

Tabla B 8.98
 Datos de PPPSMV** vrs TIEMPO

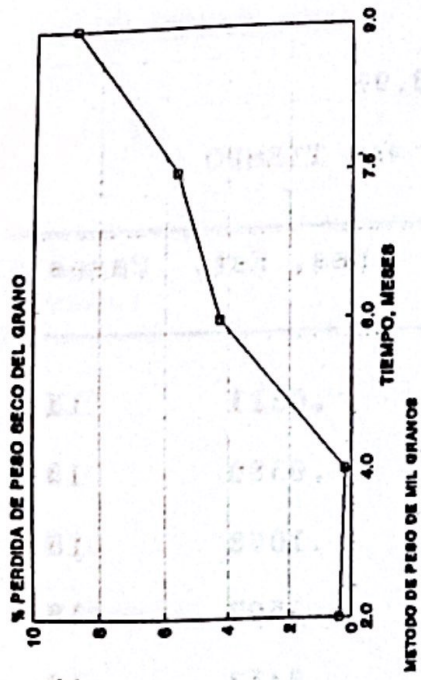
Tiempo (meses)	Media	Des. Est.	Casos
2.0	.4242	1.4335	18
4.0	2.4270	2.4069	18
6.0	5.9216	5.1801	18
7.5	8.0789	8.6876	18
9.0	10.6182	12.2621	18

*DPGQME = Diferencia en % grano quebrado materia extraña respecto del valor inicial

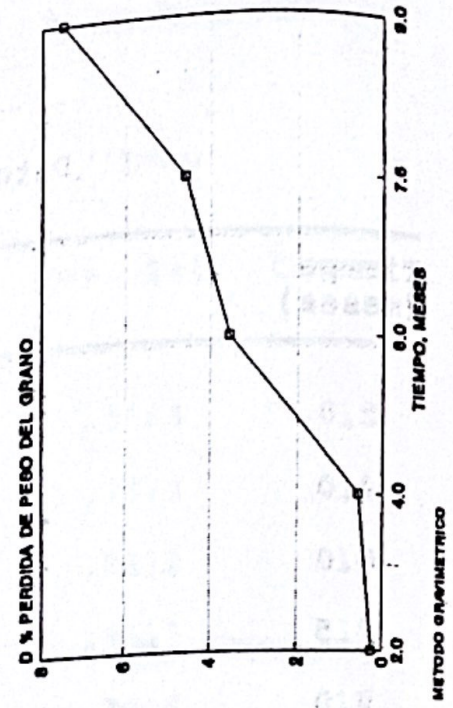
**pppsmv = % pérdida de peso seco método volumétrico

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA B 8.100
PPPSMMG VRS TIEMPO



GRAFICA B 8.101
DPPPMG VRS TIEMPO



GRAFICA B 8.99
PPPSMV VRS TIEMPO

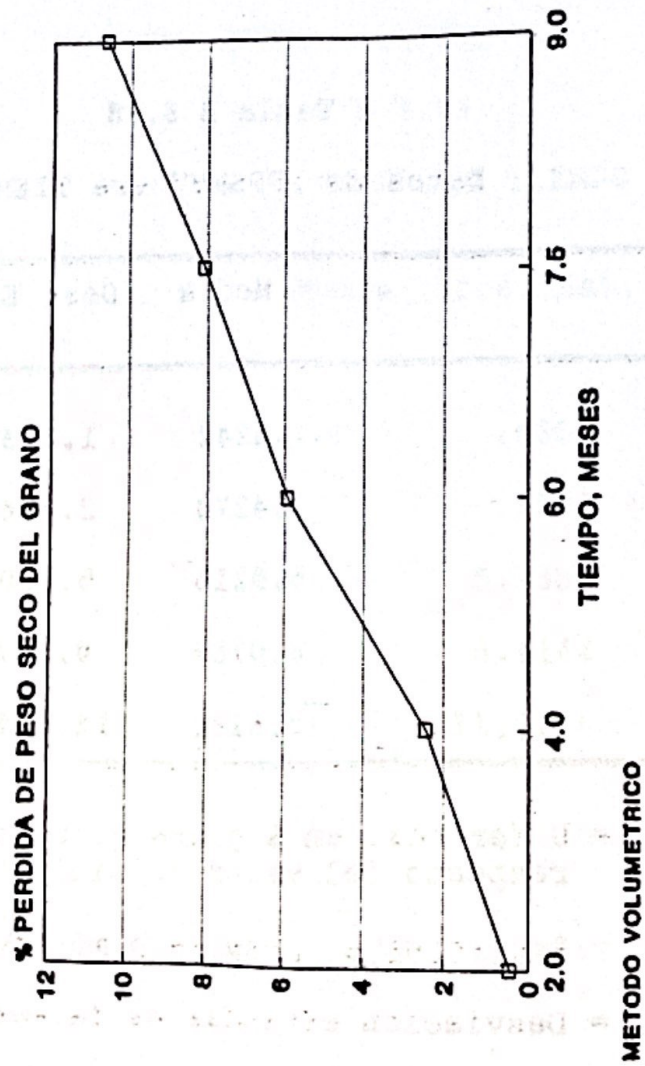


Tabla B 8.102
Datos de PPPSMMG' vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Media	Des. Est.	Casos
2.0	.3795	2.6742	18
4.0	.2086	2.4811	18
6.0	4.2592	6.2689	18
7.5	5.6240	9.4331	18
9.0	8.7335	13.0057	18

Tabla B 8.103
Datos de DPPPMG'' vrs TIEMPO

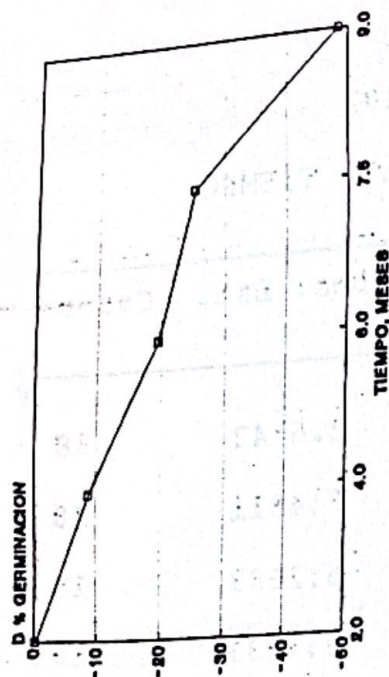
Tiempo (meses)	Media	Des. Est.	Casos
2.0	.2531	.5083	18
4.0	.5834	.7652	18
6.0	3.5300	6.1329	18
7.5	4.5797	8.3838	18
9.0	7.4744	11.8982	18

*PPPSMMG = % pérdida de peso seco método mil granos

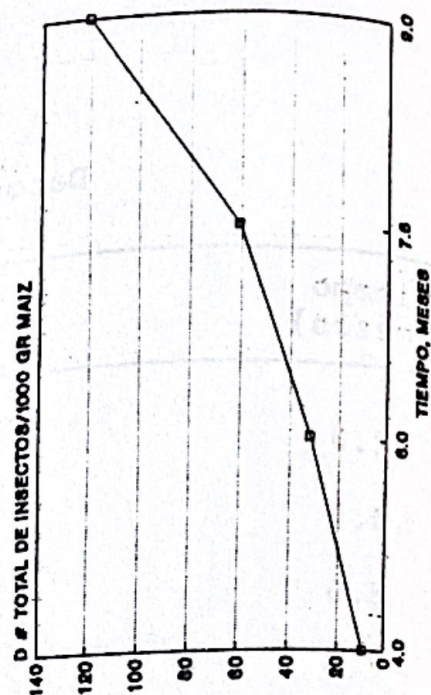
**DPPPMG = Diferencia en % pérdida de peso método gravimétrico respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA B 8.105
DPGERM VRS TIEMPO



GRAFICA B 8.108
DNTINS VRS TIEMPO



GRAFICA B 8.104
DPGD VRS TIEMPO

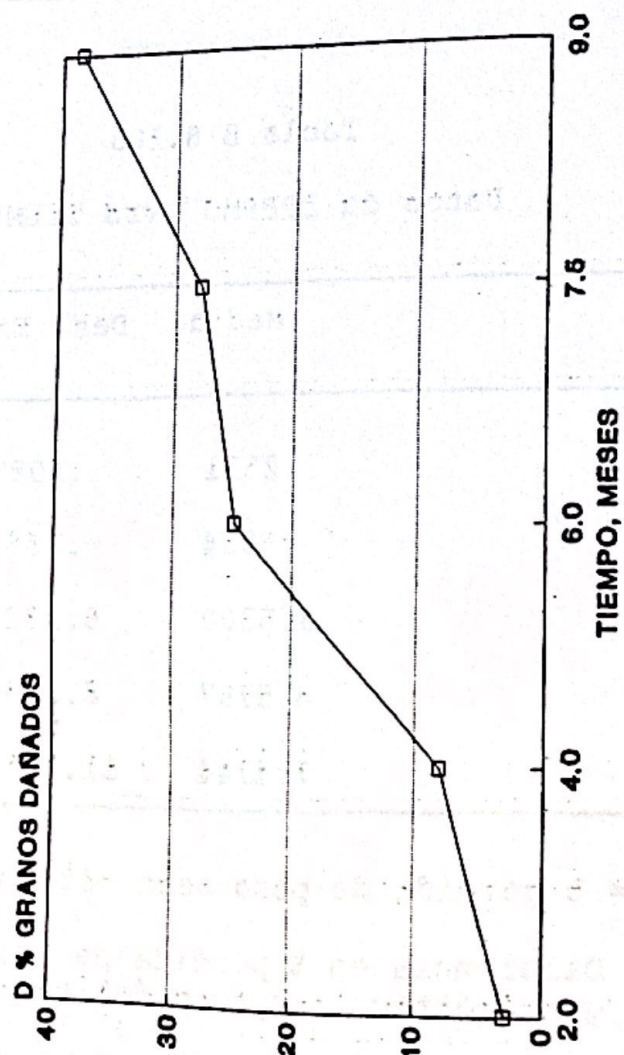


Tabla B 8.107

Datos de DPGD' vrs. TIEMPO

Tiempo (meses)	Media	Des. Est.	Casos
2.0	2.6759	1.8098	18
4.0	7.8833	6.2093	18
6.0	24.8648	30.1468	18
7.5	27.8278	33.8094	18
9.0	38.3463	33.8930	18

Tabla B 8.108

Datos de DPGERM** vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Media	Des. Est.	Casos
2.0	-.3889	7.8676	18
4.0	-8.8333	11.2786	18
6.0	-19.5000	30.7824	18
7.5	-25.1111	29.2733	18
9.0	-48.3889	38.2363	18

*DPGD = Diferencia en % grano dañado respecto del valor inicial

**DPGERM = Diferencia en % germinación respecto del valor inicial, análisis realizado por el Laboratorio de Análisis de Semillas DIGESA

Des. Est. = Desviación estandar de la media

Tabla B 8.109

Datos de DNTINS* vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Media	Des. Est.	Casos
4.0	9.2593	14.0147	18
6.0	31.9630	58.3135	18
7.5	60.9074	80.8360	18
9.0	120.8333	126.2457	18

*DNTINS = Diferencia en el número total de insectos / 1000 gramos respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

Tabla B 8.110

significancias de F para estudio #1 en base a los datos de los tratamientos # 1, 2, 3 y 4 utilizando un análisis de varianza multivariado de medidas repetidas en el tiempo

Variable	Significancia de F para efectos entre sujetos			Significancia de F para efectos dentro de sujetos		
	TQ	TE	TQ por TE	TE por T	TQ por T	T
DHUM	.005**	.000**	.002**	.000**	.000**	.000**
DPPMSN	.000**	.000**	.000**	.000**	.000**	.000**
DPGOME	.000**	.000**	.000**	.000**	.000**	.000**
PFPMSHV	.000**	.000**	.000**	.000**	.000**	.000**
PFPMSMG	.000**	.000**	.000**	.000**	.000**	.000**
DPPPMG	.000**	.000**	.000**	.000**	.000**	.000**
DPGD	.000**	.000**	.000**	.000**	.000**	.000**
DPGERM	.005**	.000**	.012**	.000**	.001**	.000**
DNTINS	.000**	.000**	.000**	.001**	.001**	.000**

donde TQ = tratamiento químico

TE = tipo de estructura de almacenamiento

T = tiempo de almacenamiento

* = significativo ($5\% \leq p \leq 10\%$)

** = altamente significativo ($p < 5\%$)

Tratamiento #1 = Silo metálico, grano suelto, sin tratamiento químico

Tratamiento #2 = Silo metálico, grano suelto, con tratamiento químico

Tratamiento #3 = Troja tradicional, mazorca sin tusa, sin tratamiento químico

Tratamiento #4 = Troja tradicional, mazorca sin tusa, con tratamiento químico

Nota: Ver Capítulo VI para la definición de las variables.

Tabla B 8.111

Significancias de F para estudio #1 en base a los datos de los tratamientos # 1, 2, 5 y 6 utilizando un análisis de varianza multivariado de medidas repetidas en el tiempo

Variable	Significancia de F para efectos entre sujetos			Significancia de F para efectos dentro de sujetos		
	TQ	TE	TQ por TE	TE por T	TQ por T	T
DHUM	.455	.910	.290	.015**	.208	.000**
DPPMSN	.099*	.052*	.500	.493	.023**	.044**
DPGOME	.042**	.080*	.506	.057*	.027**	.000**
PPPSMV	.161	.000**	.215	.001**	.239	.000**
PPPSMIG	.209	.010**	.932	.013**	.010**	.062*
DPPPMG	.006**	.000**	.022**	.139	.053*	.063*
DPGD	.005**	.002**	.040**	.024**	.106*	.002**
DPGERM	.356	.000**	.738	.000**	.151	.000**
DNTINS	.000**	.167	.064*	.087*	.001**	.000**

donde TQ = tratamiento químico

TE = tipo de estructura de almacenamiento

T = tiempo de almacenamiento

* = significativo ($5\% \leq p \leq 10\%$)

** = altamente significativo ($p < 5\%$)

Tratamiento #1 = Silo metálico, grano suelto, sin tratamiento químico

Tratamiento #2 = Silo metálico, grano suelto, con tratamiento químico

Tratamiento #5 = Troja tradicional, mazorca con tusa, sin tratamiento químico

Tratamiento #6 = Troja tradicional, mazorca con tusa, con tratamiento químico

Nota: Ver capítulo VI para la definición de las variables.

APENDICE C

Tablas y gráficas de resultados estudio #2

Tabla C 8.1

Significancias de F para estudio #2 utilizando un análisis de varianza multivariado de medidas repetidas en el tiempo

Variable	Significancia de F para efectos entre sujetos			Significancia de F para efectos dentro de sujetos		
	TQ	Estado	TQ por Estado	Estado por T	TQ por T	T
DHUM	.022**	.002**	.330	.139	.028**	.000**
DPPMSN	.000**	.000**	.000**	.001**	.001**	.001**
DPGOME	.000**	.000**	.000**	.000**	.000**	.000**
PPPSMV	.000**	.000**	.000**	.003**	.003**	.000**
PPPSMMG	.000**	.000**	.000**	.000**	.003**	.000**
DPPPMG	.000**	.000**	.002**	.006**	.010**	.001**
DPGD	.000**	.000**	.000**	.001**	.000**	.000**
DPGERM	.016**	.006**	.064 *	.000**	.001**	.000**
DNTINS	.000**	.000**	.000**	.001**	.003**	.000**

donde TQ = tratamiento químico

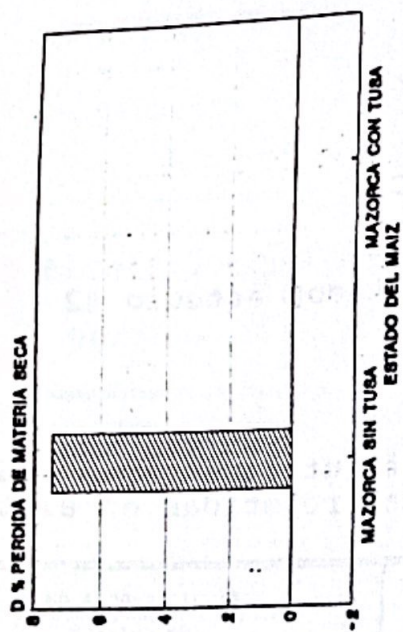
T = tiempo de almacenamiento

* = significativo ($5\% \leq p \leq 10\%$)

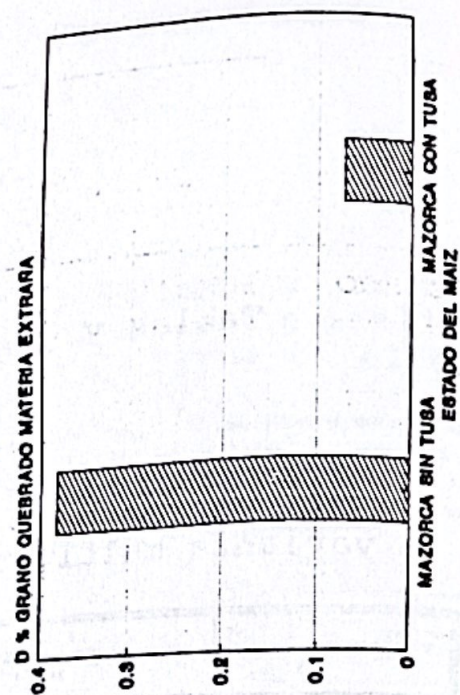
** = altamente significativo ($p < 5\%$)

Nota: Ver capítulo VI para la definición de las variables.

GRAFICA C 8.3
DPPMSN VRS ESTADO DEL MAIZ



GRAFICA C 8.4
DPGQME VRS ESTADO DEL MAIZ



GRAFICA C 8.2
DHUM VRS ESTADO DEL MAIZ

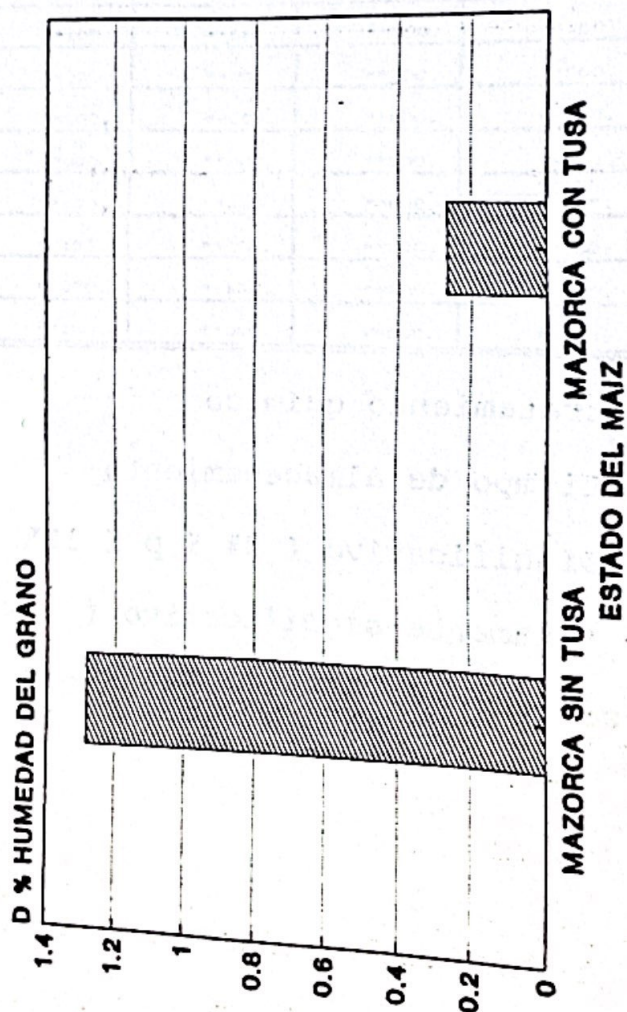


Tabla C 8.5

Datos para DHUM' vrs ESTADO DEL MAIZ

Estado del Maíz	Media	Des. Est.	Casos
Mazorca sin tusa	1.2843	.8740	30
Mazorca con tusa	.2660	.8948	30

Tabla C 8.6

Datos para DPPMSN'' vrs ESTADO DEL MAIZ

Estado del Maíz	Media	Des. Est.	Casos
Mazorca sin tusa	7.4467	10.2038	30
Mazorca con tusa	-.0200	1.8729	30

Tabla C 8.7

Datos para DPGDME''' vrs ESTADO DEL MAIZ

Estado del Maíz	Media	Des. Est.	Casos
Mazorca sin tusa	.3817	.7741	30
Mazorca con tusa	.0729	.1489	30

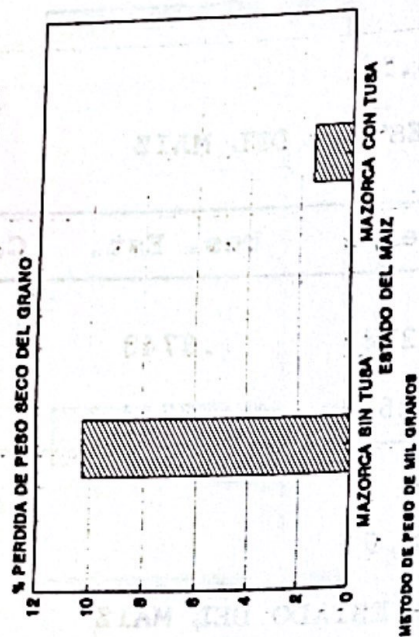
*DHUM = Diferencia en % humedad base húmeda respecto del valor inicial

**DPPMSN = Diferencia en % pérdida de materia seca durante la nixtamalización respecto del valor inicial

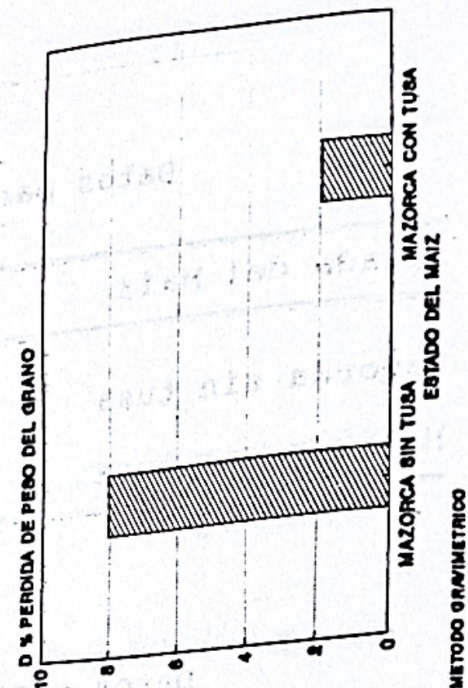
***DPGQME = Diferencia en % grano quebrado materia extraña respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA C 8.9
PPPSMMG VRS ESTADO DEL MAIZ



GRAFICA C 8.10
DPPPMG VRS ESTADO DEL MAIZ



GRAFICA C 8.8
PPPSMV VRS ESTADO DEL MAIZ

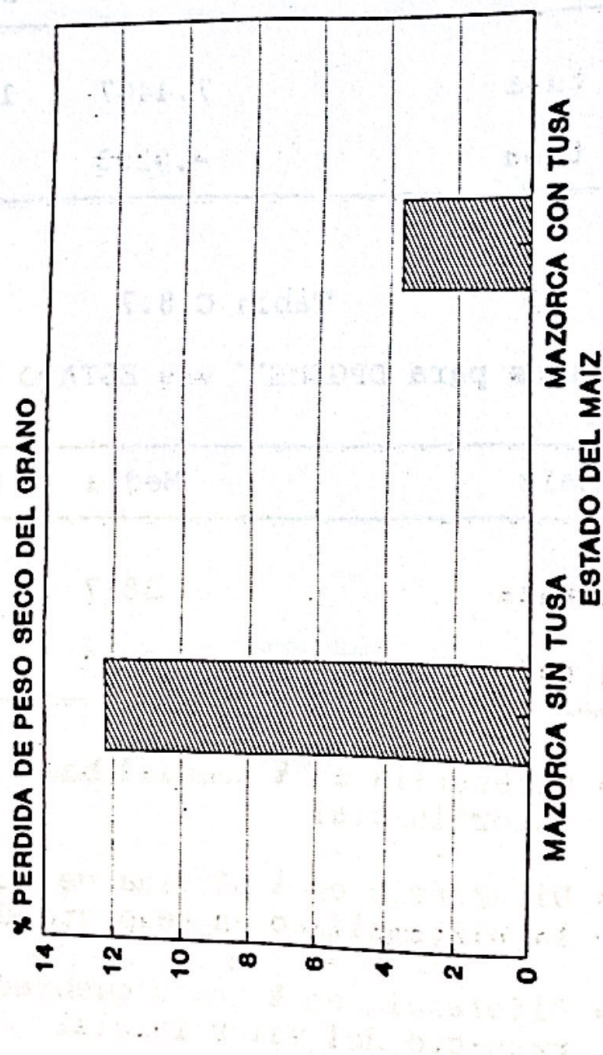


Tabla C 8.11

Datos para PPPSMV vrs ESTADO DEL MAIZ

Estado del Maíz	Media	Des. Est.	Casos
Mazorca sin tusa	12.2313	10.4317	30
Mazorca con tusa	3.6422	3.2067	30

Tabla C 8.12

Datos para PPPSMMG** vrs ESTADO DEL MAIZ

Estado del Maíz	Media	Des. Est.	Casos
Mazorca sin tusa	10.2400	11.8544	30
Mazorca con tusa	1.5163	2.8491	30

Tabla C 8.13

Datos para DPPPMG*** vrs ESTADO DEL MAIZ

Estado del Maíz	Media	Des. Est.	Casos
Mazorca sin tusa	8.0412	11.2731	30
Mazorca con tusa	1.9411	2.1113	30

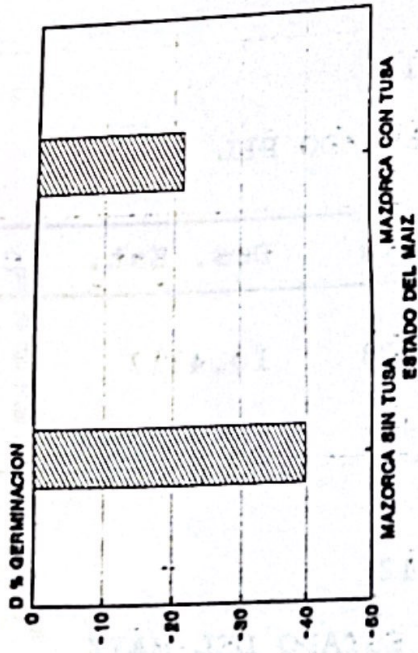
*PPPSMV = % pérdida de peso seco método volumétrico

**PPPSMMG = % pérdida de peso seco método mil granos

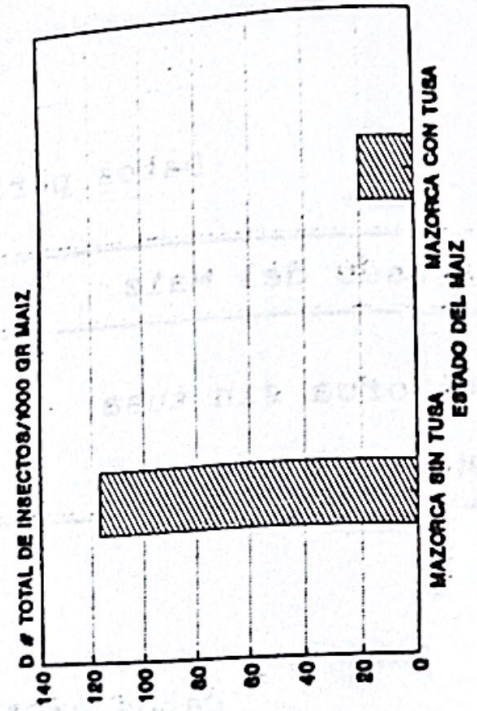
***DPPPMG = Diferencia en % pérdida de peso método gravimétrico respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA C 8.15
DPGERM VRS ESTADO DEL MAIZ



GRAFICA C 8.16
DNTINS VRS ESTADO DEL MAIZ



GRAFICA C 8.14
DPGD VRS ESTADO DEL MAIZ

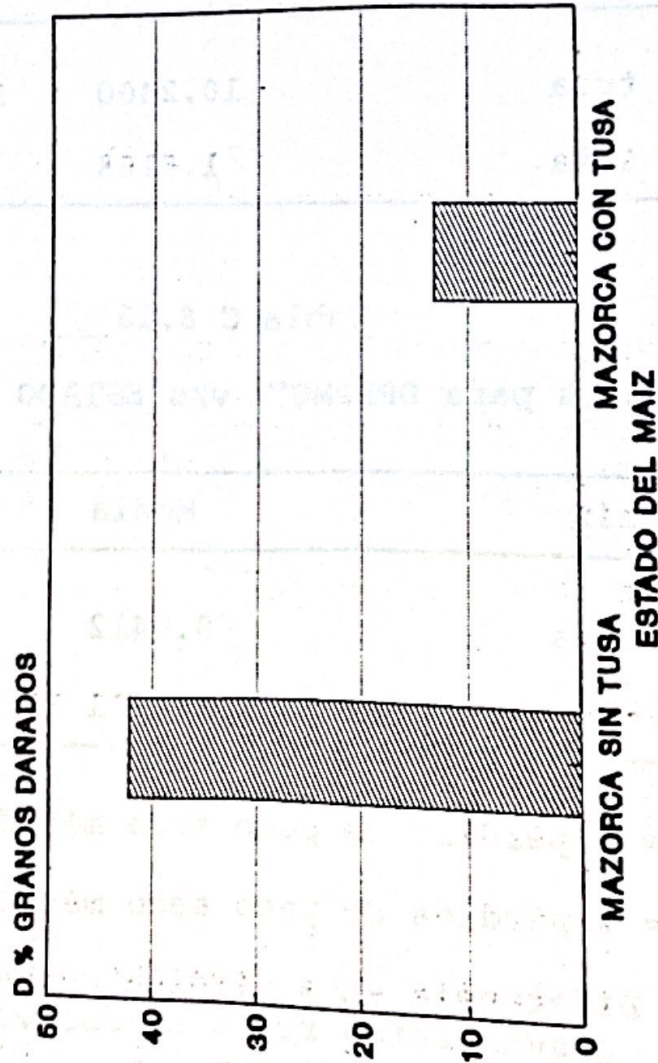


Tabla C 8.17

Datos para DPGD' vrs ESTADO DEL MAIZ

Estado del Maíz	Media	Des. Est.	Casos
Mazorca sin tusa	42.2700	38.6646	30
Mazorca con tusa	13.1511	12.6716	30

Tabla C 8.18

Datos para DPGERM'' vrs ESTADO DEL MAIZ

Estado del Maíz	Media	Des. Est.	Casos
Mazorca sin tusa	-39.7667	38.4651	30
Mazorca con tusa	-21.3667	23.4881	30

Tabla C 8.19

Datos para DNTINS''' vrs ESTADO DEL MAIZ

Estado del Maíz	Media	Des. Est.	Casos
Mazorca sin tusa	117.1806	123.8111	24
Mazorca con tusa	19.9583	32.5501	24

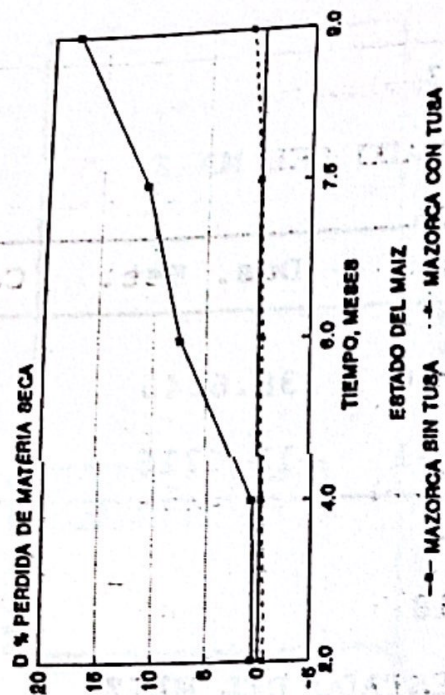
*DPGD = Diferencia en % grano dañado respecto del valor inicial

**DPGERM = Diferencia en % germinación respecto del valor inicial, análisis realizado en el Laboratorio de Análisis de Semillas DIGESA

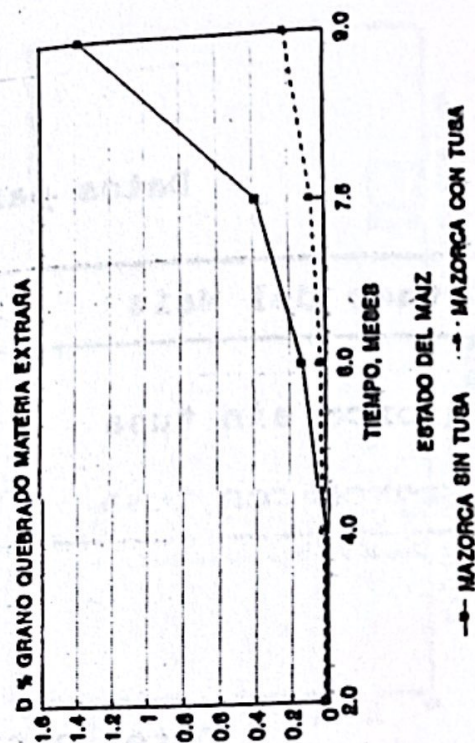
***DNTINS = Diferencia en el número total de insectos / 1000 gramos de maíz respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA C 8.21
DPPMSN VRS TIEMPO



GRAFICA C 8.22
DPQME VRS TIEMPO



GRAFICA C 8.20
DHUM VRS TIEMPO

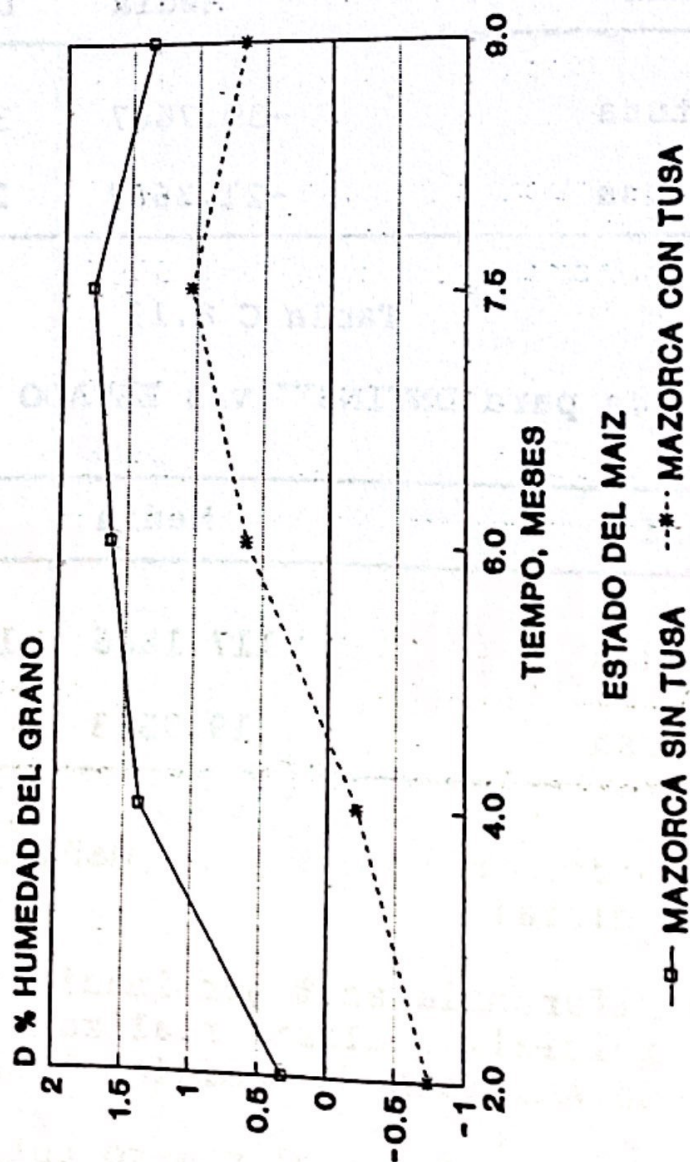


Tabla C 8.23

Datos de DHUM* vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Estado del Maíz	Media	Des. Est.	Casos
2.0	mazorca sin tusa	.3167	.2927	6
	mazorca con tusa	-.7500	.1643	6
4.0	mazorca sin tusa	1.3783	.4422	6
	mazorca con tusa	-.2217	.2136	6
6.0	mazorca sin tusa	1.6150	1.2217	6
	mazorca con tusa	.6117	.5466	6
7.5	mazorca sin tusa	1.7717	.8394	6
	mazorca con tusa	1.0367	.8213	6
9.0	mazorca sin tusa	1.3400	.6306	6
	mazorca con tusa	.6533	1.0188	6

*DHUM = Diferencia en % humedad base húmeda respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

Tabla C 8.24

Datos de DPPMSN vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Estado del Maíz	Media	Des. Est.	Casos
2.0	mazorca sin tusa	.6167	.3125	6
	mazorca con tusa	-.5500	.5431	6
4.0	mazorca sin tusa	.7000	.9757	6
	mazorca con tusa	-.2167	.4997	6
6.0	mazorca sin tusa	7.4333	8.0326	6
	mazorca con tusa	-.3333	.8042	6
7.5	mazorca sin tusa	10.8167	11.2817	6
	mazorca con tusa	-.0667	2.0196	6
9.0	mazorca sin tusa	17.6667	12.7070	6
	mazorca con tusa	1.0667	3.6269	6

*DPPMSN = Diferencia en % pérdida de materia seca durante la nixtamalización respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

Tabla C 8.25

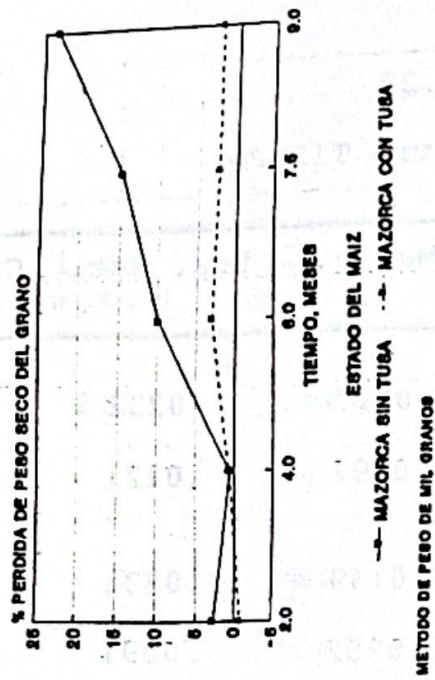
Datos de DPGDME vrs. TIEMPO

Tiempo (meses)	Estado del Maíz	Media	Des. Est.	Casos
2.0	mazorca sin tusa	.0117	.0232	6
	mazorca con tusa	.0197	.0121	6
4.0	mazorca sin tusa	.0149	.0431	6
	mazorca con tusa	.0252	.0091	6
6.0	mazorca sin tusa	.1319	.1623	6
	mazorca con tusa	.0296	.0176	6
7.5	mazorca sin tusa	.3809	.3465	6
	mazorca con tusa	.0737	.1054	6
9.0	mazorca sin tusa	1.3693	1.3249	6
	mazorca con tusa	.2165	.2894	6

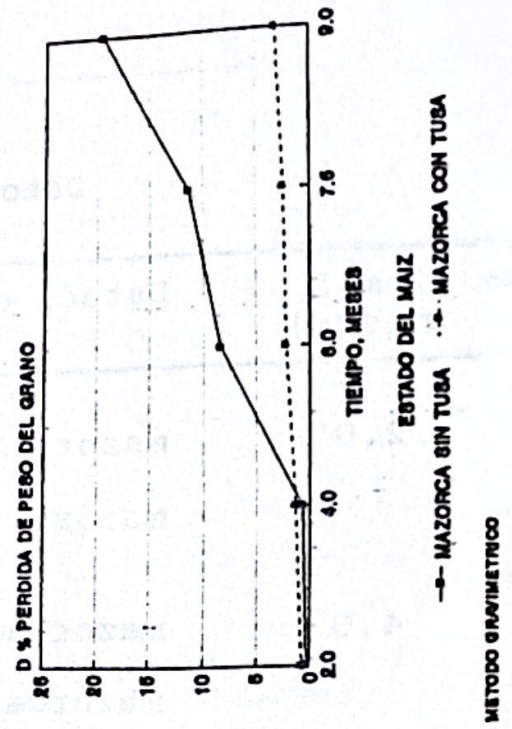
*DPGDME = Diferencia en % grano quebrado materia extraña respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA C 8.27
PPPSMMG VRS TIEMPO



GRAFICA C 8.28
DPPPMG VRS TIEMPO



GRAFICA C 8.26
PPPSMV VRS TIEMPO

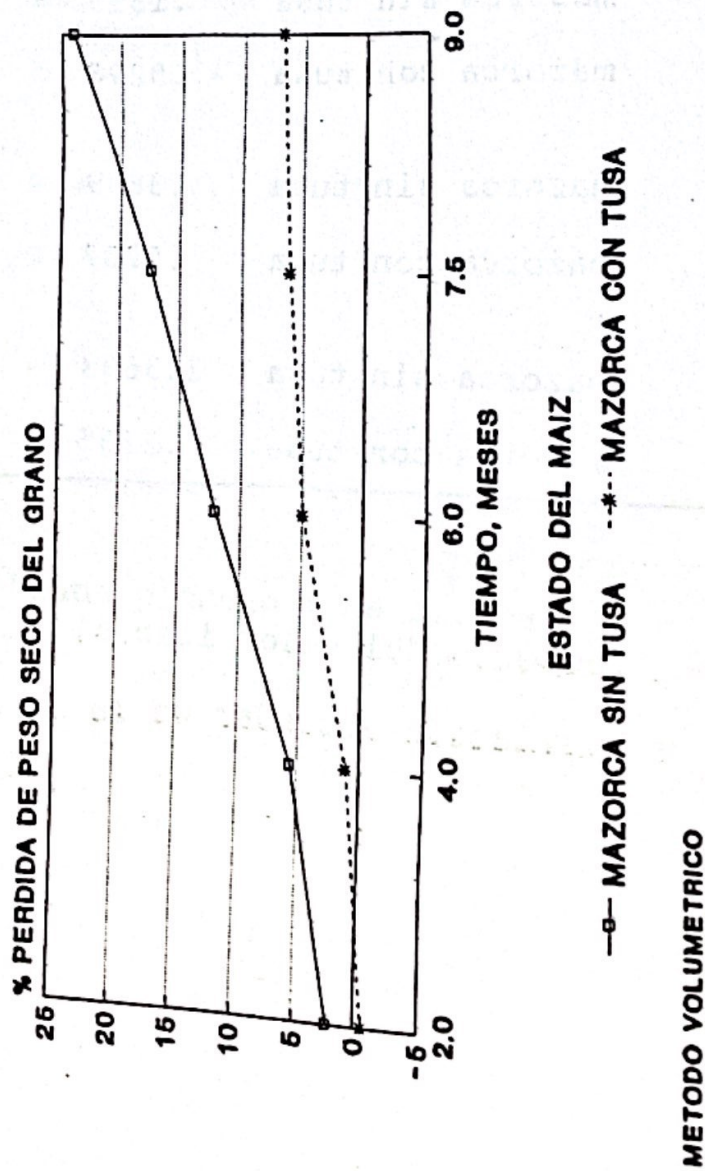


Tabla C 8.29

Datos de PPPSMV* vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Estado del Maíz	Media	Des. Est.	Casos
2.0	mazorca sin tusa	2.1859	.6920	6
	mazorca con tusa	-.6833	.8429	6
4.0	mazorca sin tusa	5.5784	1.1232	6
	mazorca con tusa	1.0283	.5351	6
6.0	mazorca sin tusa	12.0455	3.2996	6
	mazorca con tusa	4.9649	1.2366	6
7.5	mazorca sin tusa	17.3417	9.1173	6
	mazorca con tusa	6.0989	1.2865	6
9.0	mazorca sin tusa	24.0050	12.7858	6
	mazorca con tusa	6.8023	1.8670	6

*PPPSMV = % pérdida de peso seco método volumétrico

Des. Est. = Desviación estandar de la media

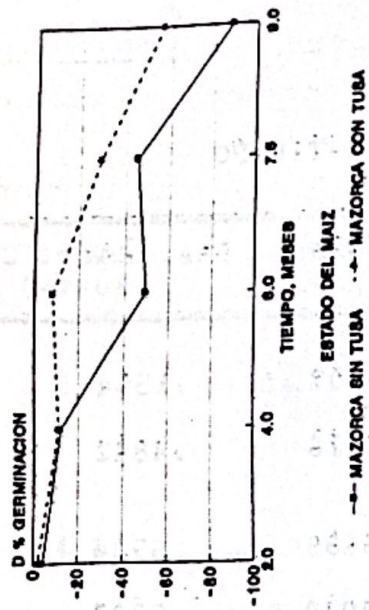
Tabla C 8.31
 Datos de DPPPMG* vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Estado del Maíz	Media	Des. Est.	Casos
2.0	mazorca sin tusa	.3107	.1554	6
	mazorca con tusa	.7216	.4842	6
4.0	mazorca sin tusa	.6485	.5904	6
	mazorca con tusa	1.3010	.5237	6
6.0	mazorca sin tusa	8.4055	8.7222	6
	mazorca con tusa	2.1628	2.4887	6
7.5	mazorca sin tusa	11.3899	11.9995	6
	mazorca con tusa	2.4194	2.7686	6
9.0	mazorca sin tusa	19.4513	14.4739	6
	mazorca con tusa	3.1007	2.6952	6

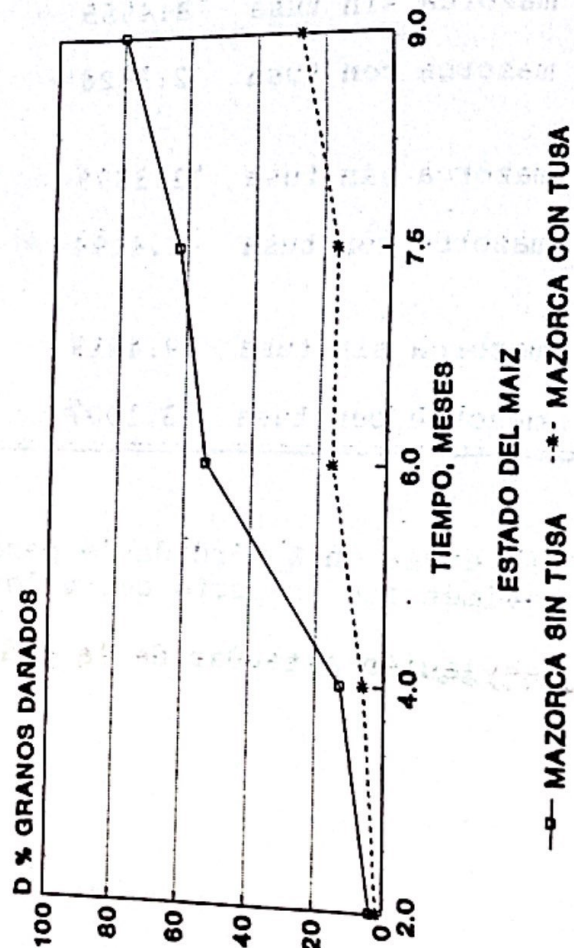
*DPPPMG = Diferencia en % pérdida de peso método gravimétrico respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA C 8.33
DPGERM VRS TIEMPO



GRAFICA C 8.32
DPGD VRS TIEMPO



GRAFICA C 8.34
DNTINS VRS TIEMPO

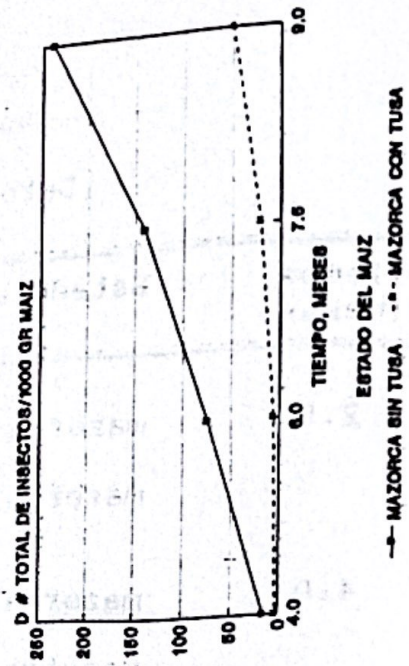


Tabla C 8.35

Datos de DPGD* vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Estado del Maíz	Media	Des. Est. (meses)	Casos
2.0	mazorca sin tusa	3.5944	2.0795	6
	mazorca con tusa	1.6111	1.8534	6
4.0	mazorca sin tusa	12.6056	9.1787	6
	mazorca con tusa	5.8611	1.9769	6
6.0	mazorca sin tusa	53.6056	37.8798	6
	mazorca con tusa	15.5278	10.2112	6
7.5	mazorca sin tusa	62.0944	39.4515	6
	mazorca con tusa	15.8833	12.1469	6
9.0	mazorca sin tusa	79.4500	21.3377	6
	mazorca con tusa	26.8722	14.3840	6

*DPGD = Diferencia en % grano dañado respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estándar de la media

Tabla C 8.36

Datos de DPGERM vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Estado del Maíz	Media	Des. Est.	Casos
2.0	mazorca sin tusa	-4.5000	7.0922	6
	mazorca con tusa	-2.0000	9.3167	6
4.0	mazorca sin tusa	-12.1667	16.0427	6
	mazorca con tusa	-11.5000	10.3102	6
6.0	mazorca sin tusa	-49.1667	38.2017	6
	mazorca con tusa	-8.3333	11.8940	6
7.5	mazorca sin tusa	-45.0000	38.2047	6
	mazorca con tusa	-29.1667	16.0676	6
9.0	mazorca sin tusa	-88.0000	4.1952	6
	mazorca con tusa	-55.8333	18.3784	6

*DPGERM = Diferencia en % germinación respecto del valor inicial, análisis realizado por el Laboratorio de Análisis de Semillas DIGESA

Des. Est. = Desviación estandar de la media

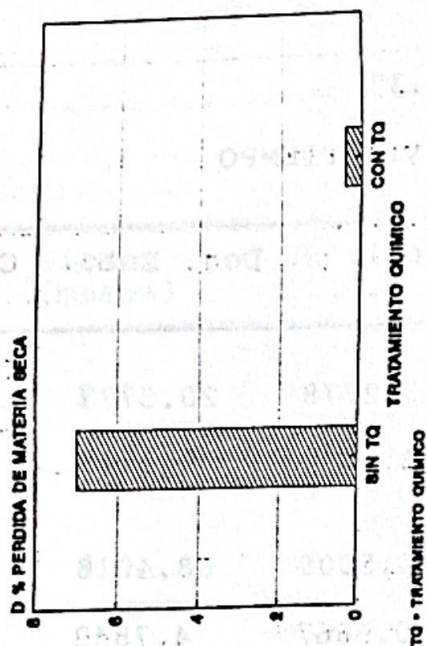
Tabla C 8.37
 Datos de DNTINS vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Estado del Maíz	Media	Des. Est.	Casos
4.0	mazorca sin tusa	15.2778	20.5777	6
	mazorca con tusa	3.0000	5.3748	6
6.0	mazorca sin tusa	74.5000	88.4018	6
	mazorca con tusa	5.6667	4.7842	6
7.5	mazorca sin tusa	140.6111	95.6873	6
	mazorca con tusa	21.4444	29.7677	6
9.0	mazorca sin tusa	238.3333	142.1284	6
	mazorca con tusa	49.7222	47.7486	6

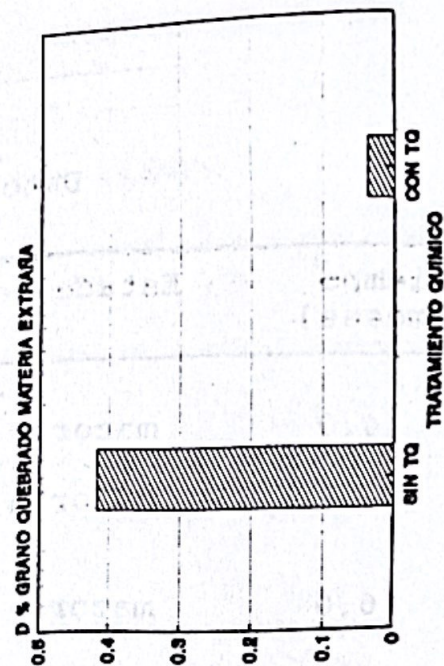
*DNTINS = Diferencia en numero total de insectos / 1000
 gramos de maíz respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA C 8.39
DPPMSN VRS TRATAMIENTO QUIMICO



GRAFICA C 8.40
DPGQME VRS TRATAMIENTO QUIMICO



GRAFICA C 8.38
DHUM VRS TRATAMIENTO QUIMICO

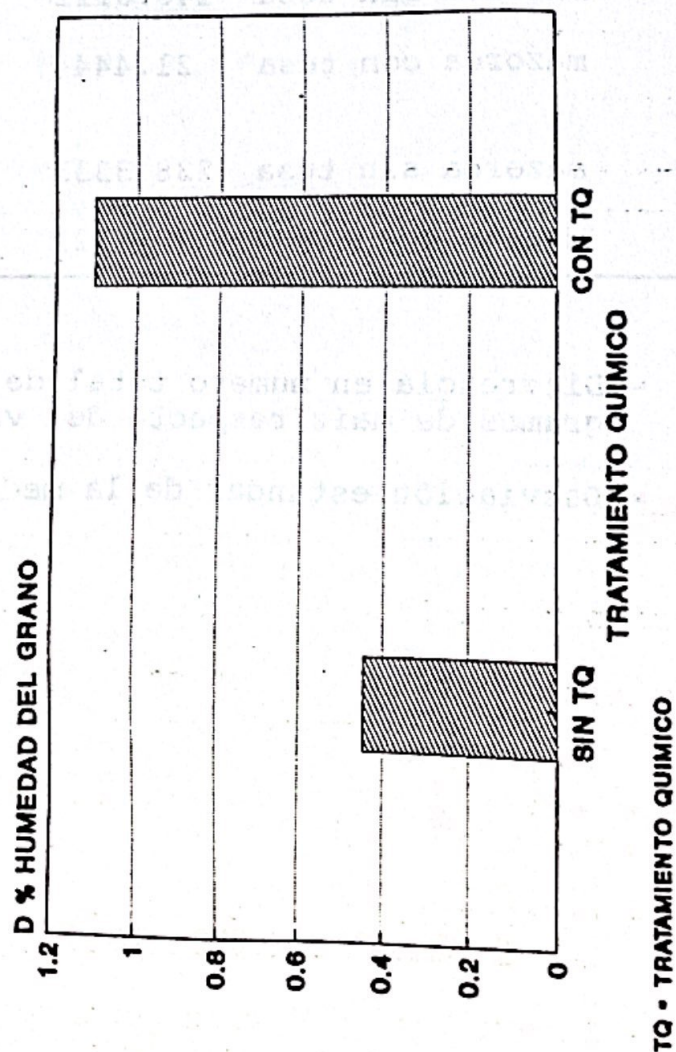


Tabla C 8.41

Datos de DHUM* vrs TRATAMIENTO QUIMICO

Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
Sin tratamiento químico	.4453	.7987	30
Con tratamiento químico	1.1050	1.1126	30

Tabla C 8.42

Datos de DPPMSN** vrs TRATAMIENTO QUIMICO

Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
Sin tratamiento químico	7.0033	10.4425	30
Con tratamiento químico	.4233	2.2408	30

Tabla C 8.43

Datos de DPGQME*** vrs TRATAMIENTO QUIMICO

Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
Sin tratamiento químico	.4164	.7705	30
Con tratamiento químico	.0382	.0555	30

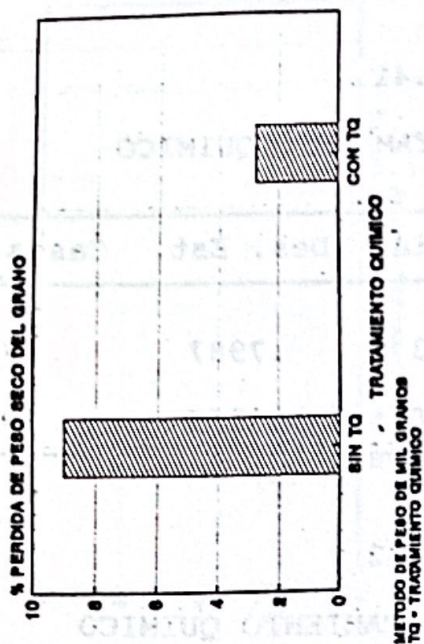
*DHUM = Diferencia en % humedad base húmeda respecto del valor inicial

**DPPMSN = Diferencia en % pérdida de materia seca durante la nixtamalización respecto del valor inicial

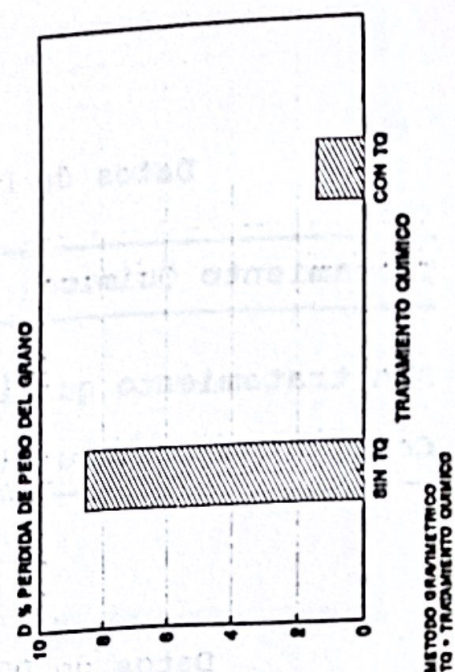
***DPGQME = Diferencia en % grano quebrado materia extraña respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

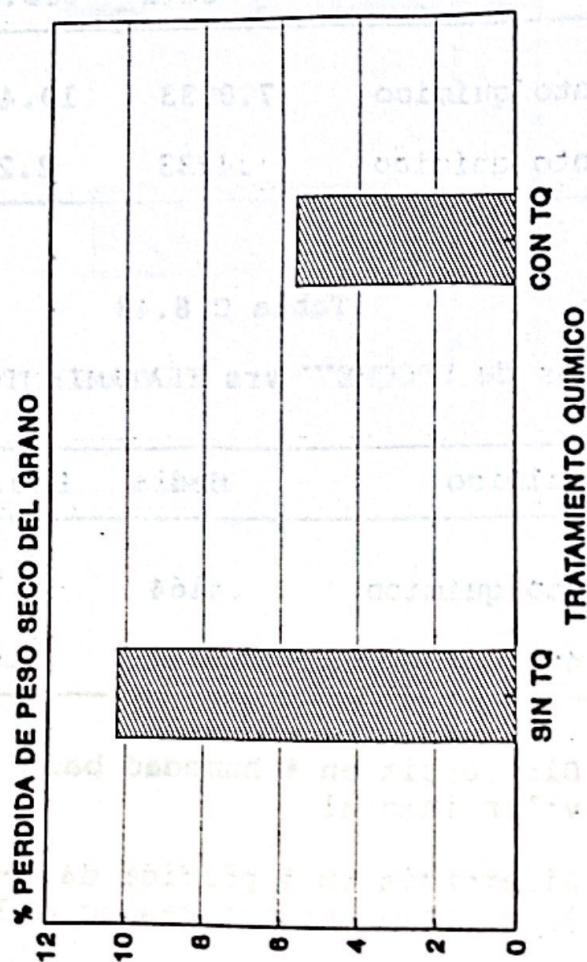
GRAFICA C 8.45
PPPSMMG VRS TRATAMIENTO QUIMICO



GRAFICA C 8.48
DPPPMG VRS TRATAMIENTO QUIMICO



GRAFICA C 8.44
PPPSMV VRS TRATAMIENTO QUIMICO



METODO VOLUMETRICO
TQ - TRATAMIENTO QUIMICO

Tabla C 8.47

Datos de PPPSMV^{*} vrs TRATAMIENTO QUIMICO

Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
Sin tratamiento químico	10.2271	11.4008	30
Con tratamiento químico	5.6464	4.0534	30

Tabla C 8.48

Datos de PPPSMMG^{**} vrs TRATAMIENTO QUIMICO

Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
Sin tratamiento químico	8.9945	12.4434	30
Con tratamiento químico	2.7619	3.6162	30

Tabla C 8.49

Datos de DPPPMG^{***} vrs TRATAMIENTO QUIMICO

Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
Sin tratamiento químico	8.5614	10.9385	30
Con tratamiento químico	1.4209	2.1825	30

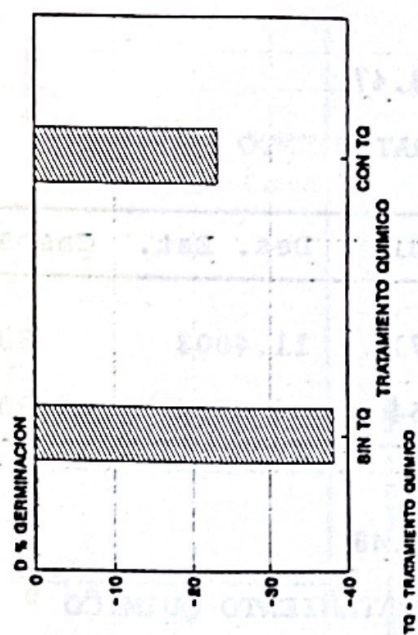
*PPPSMV = % pérdida de peso seco método volumétrico

**PPPSMMG = % pérdida de peso seco método mil granos

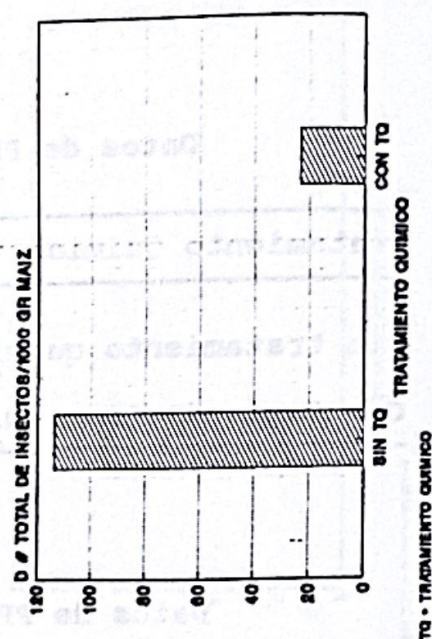
***DPPPMG = Diferencia en % pérdida de peso método gravimétrico respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA C 8.51
DPGERM VRS TRATAMIENTO QUIMICO



GRAFICA C 8.52
DNTINS VRS TRATAMIENTO QUIMICO



GRAFICA C 8.50
DPGD VRS TRATAMIENTO QUIMICO

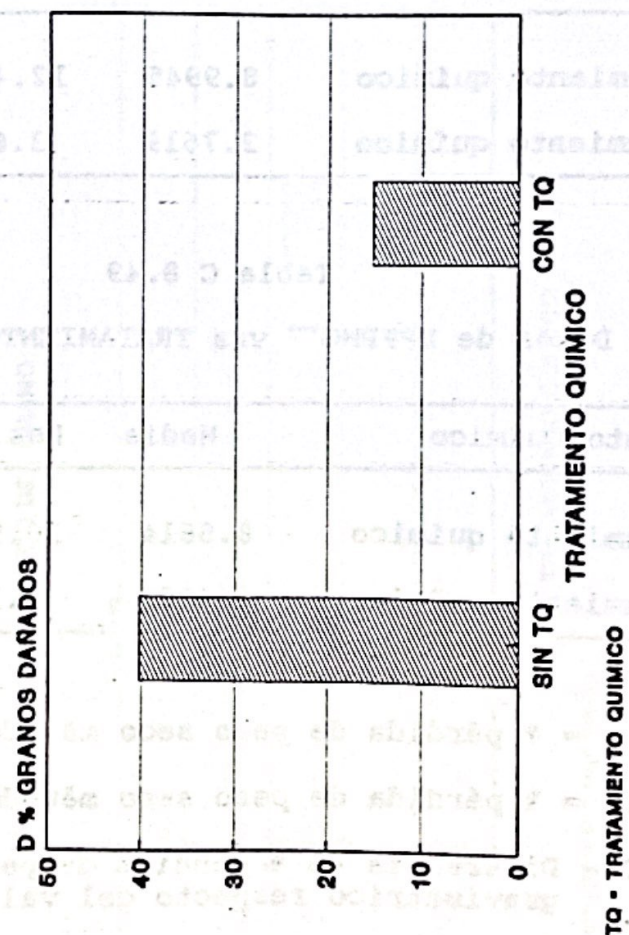


Tabla C 8.53

Datos de DPGD' vrs TRATAMIENTO QUIMICO

Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
Sin tratamiento químico	40.2011	38.1550	30
Con tratamiento químico	15.2200	17.7624	30

Tabla C 8.54

Datos de DPGERM'' vrs TRATAMIENTO QUIMICO

Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
Sin tratamiento químico	-38.1333	36.4368	30
Con tratamiento químico	-23.0000	27.5731	30

Tabla C 8.55

Datos de DNTINS''' vrs TRATAMIENTO QUIMICO

Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
Sin tratamiento químico	113.6667	122.6741	24
Con tratamiento químico	23.4722	45.0215	24

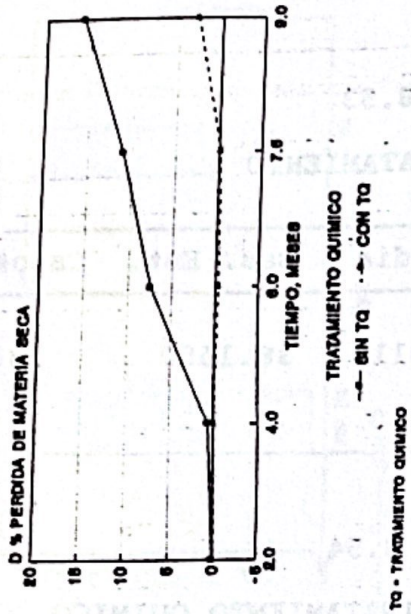
*DPGD = Diferencia en % grano dañado respecto del valor inicial

**DPGERM = Diferencia en % germinación respecto del valor inicial, análisis realizado por el Laboratorio de Análisis de Semillas DIGESA

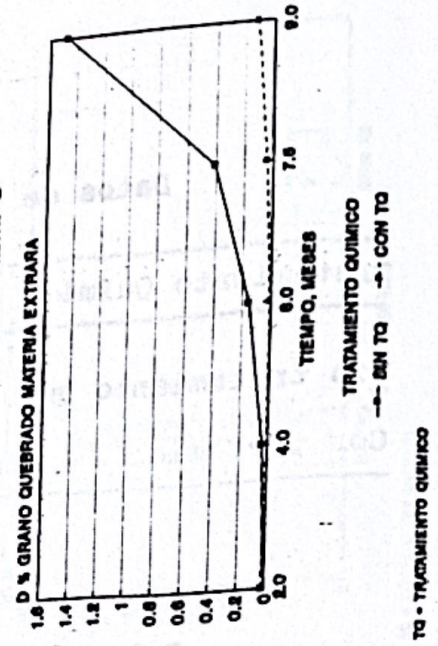
***DNTINS = Diferencia en número total de insectos/1000 gramos de maíz respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA C 8.57
DPPMSN VRS TIEMPO



GRAFICA C 8.58
DPGDME VRS TIEMPO



GRAFICA C 8.56
DHUM VRS TIEMPO

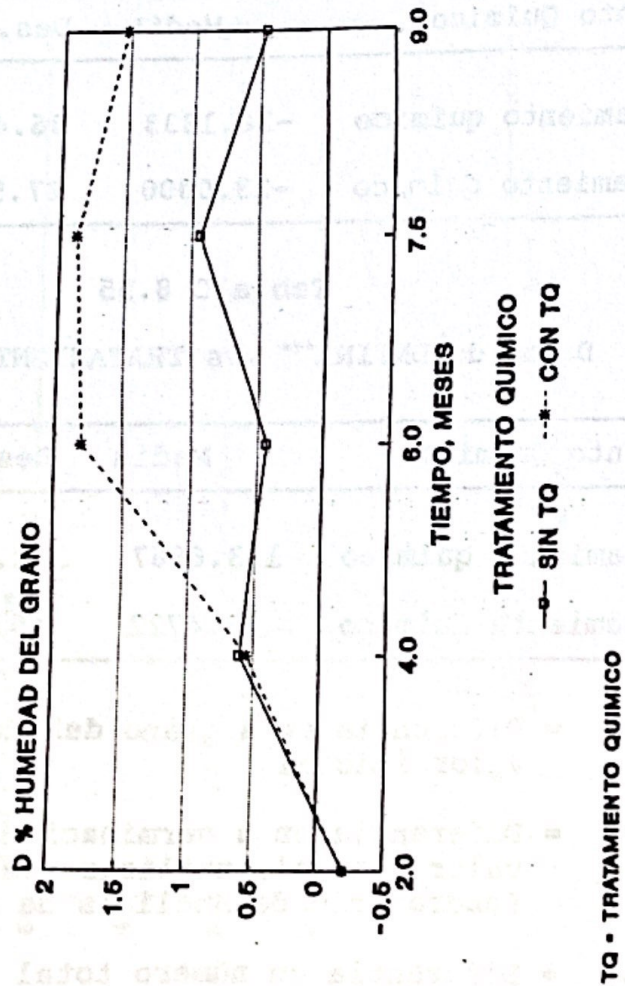


Tabla C 8.59

Datos de DHUM* vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
2.0	Sin	-.2167	.7026	6
	Con	-.2167	.5492	6
4.0	Sin	.6050	.9850	6
	Con	.5517	.8974	6
6.0	Sin	.4317	.3909	6
	Con	1.7950	1.0618	6
7.5	Sin	.9400	.7194	6
	Con	1.8683	.8177	6
9.0	Sin	.4667	.8454	6
	Con	1.5267	.5741	6

*DHUM = Diferencia en % humedad base húmeda respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

Tabla C 8.60
 Datos de DPPMSN* vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
2.0	Sin	.1000	.9778	6
	Con	-.0333	.4926	6
4.0	Sin	.5833	1.1427	6
	Con	-.1000	.3464	6
6.0	Sin	7.4667	8.0067	6
	Con	-.3667	.6623	6
7.5	Sin	10.9833	11.2243	6
	Con	-.2333	.9750	6
9.0	Sin	15.8833	14.8182	6
	Con	2.8500	4.2964	6

*DPPMSN = Diferencia en % pérdida de materia seca durante la nixtamalización respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

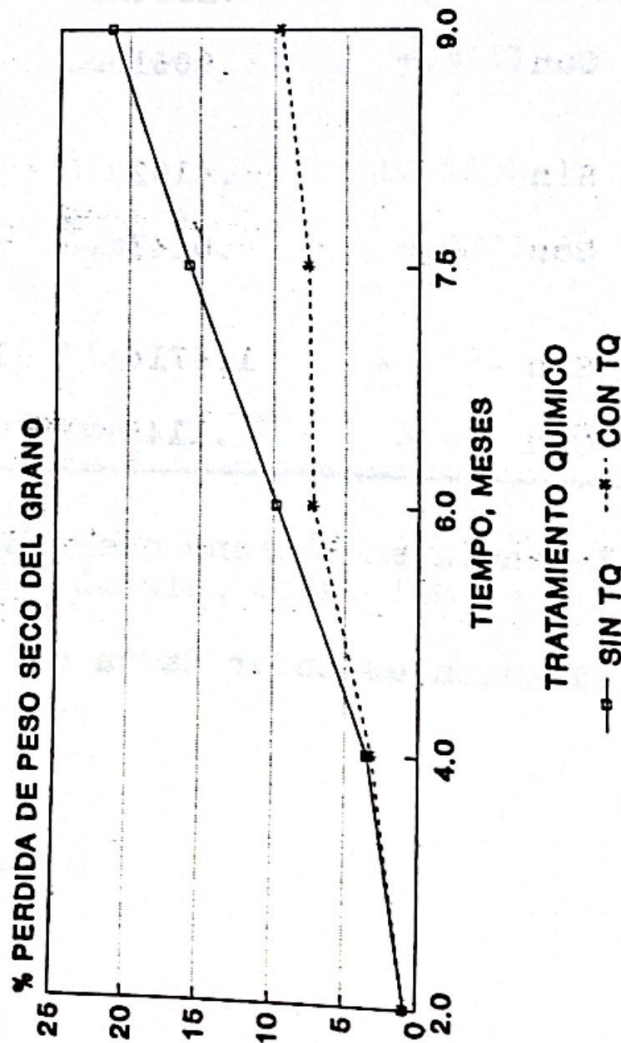
Tabla C 8.61
 Datos de DPGQME* vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
2.0	Sin	.0088	.0186	6
	Con	.0225	.0162	6
4.0	Sin	.0364	.0293	6
	Con	.0037	.0225	6
6.0	Sin	.1554	.1380	6
	Con	.0061	.0228	6
7.5	Sin	.4102	.3268	6
	Con	.0443	.0258	6
9.0	Sin	1.4714	1.2353	6
	Con	.1145	.0772	6

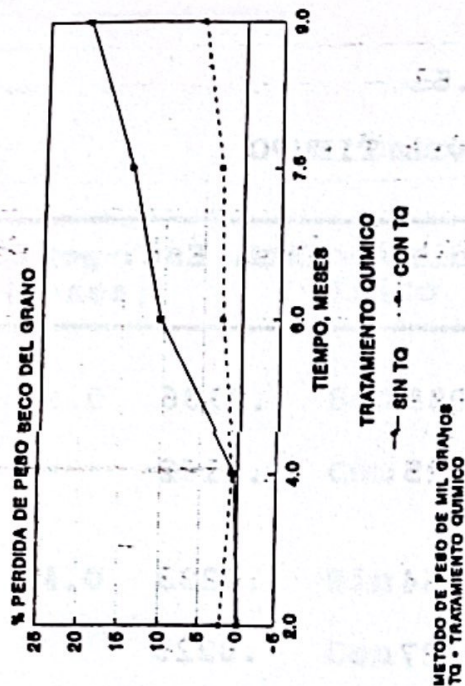
*DPGQME = Diferencia en % grano quebrado materia extraña
 respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA C 8.62
PPPSMV VRS TIEMPO



GRAFICA C 8.63
PPPSMMG VRS TIEMPO



GRAFICA C 8.64
DPPPMG VRS TIEMPO

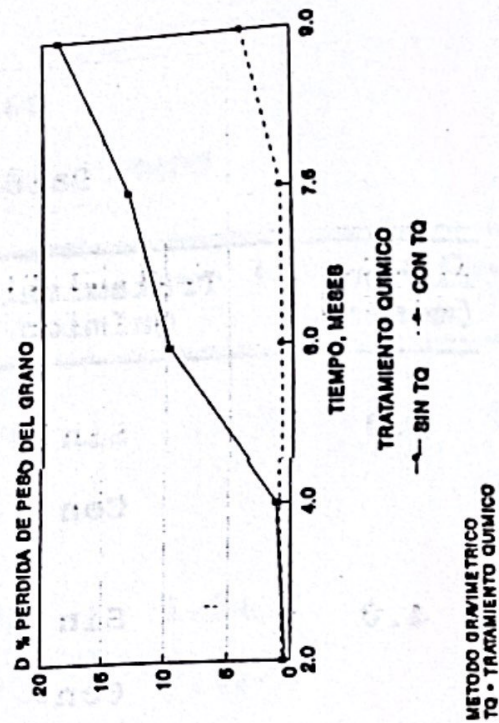


Tabla C 8.65

Datos de PPPSMV vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
2.0	Sin	.7501	2.0828	6
	Con	.7525	1.3382	6
4.0	Sin	3.4419	2.5688	6
	Con	3.1649	2.7065	6
6.0	Sin	9.7903	5.6548	6
	Con	7.2200	2.5608	6
7.5	Sin	15.8656	10.7089	6
	Con	7.5750	2.1677	6
9.0	Sin	21.2877	15.7503	6
	Con	9.5196	3.6546	6

*PPPSMV = % pérdida de peso seco método volumétrico

Des. Est. = Desviación estandar de la media

Tabla C 8.66
 Datos de PPPSMMG* vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
2.0	Sin	-.2812	3.2853	6
	Con	2.1429	2.6014	6
4.0	Sin	.4572	3.4955	6
	Con	.7554	2.6299	6
6.0	Sin	10.5064	7.4547	6
	Con	2.4949	1.6565	6
7.5	Sin	14.2998	12.2675	6
	Con	2.9046	3.0855	6
9.0	Sin	19.9901	17.2241	6
	Con	5.5115	5.9520	6

*PPPSMMG = % pérdida de peso seco método mil granos

Des. Est. = Desviación estandar de la media

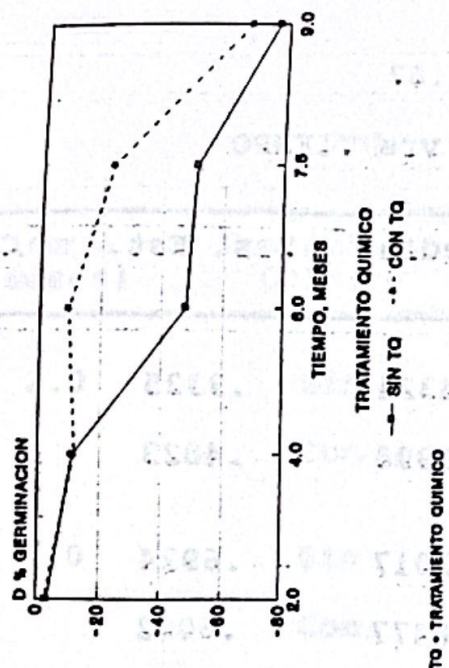
Tabla C 8.67
 Datos de DPPPMG* vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
2.0	Sin	.4324	.3325	6
	Con	.5998	.4823	6
4.0	Sin	1.1017	.6924	6
	Con	.8477	.6002	6
6.0	Sin	9.7025	7.5924	6
	Con	.8658	1.0754	6
7.5	Sin	12.9560	10.5202	6
	Con	.8533	1.1730	6
9.0	Sin	18.6141	15.2640	6
	Con	3.9379	3.8653	6

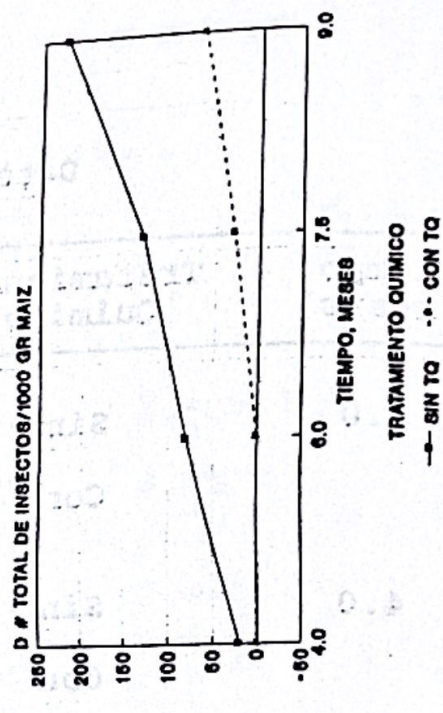
*DPPPMG = Diferencia en % pérdida de peso método gravimétrico respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

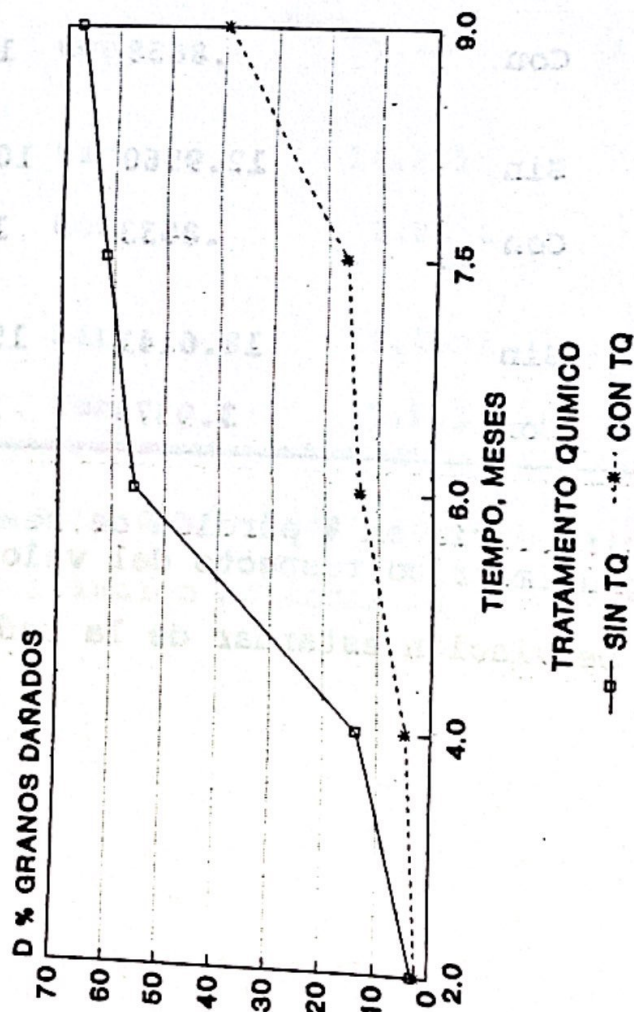
GRAFICA C 8.69
DPGERM VRS TIEMPO



GRAFICA C 8.70
DNTINS VRS TIEMPO



GRAFICA C 8.68
DPGD VRS TIEMPO



TQ - TRATAMIENTO QUIMICO

TQ - TRATAMIENTO QUIMICO

Tabla C 8.71

Datos de DPGD* vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
2.0	Sin	2.9056	2.3782	6
	Con	2.3000	2.0600	6
4.0	Sin	13.8667	7.8552	6
	Con	4.6000	1.4906	6
6.0	Sin	55.8111	35.5615	6
	Con	13.3222	7.8293	6
7.5	Sin	61.4000	40.7488	6
	Con	16.5778	10.9253	6
9.0	Sin	67.0222	35.4253	6
	Con	39.3000	24.5924	6

*DPGD = Diferencia en % grano dañado respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estándar de la media

Tabla C 8.72

Datos de DPGERM vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
2.0	Sin	-3.6667	7.0048	6
	Con	-2.8333	9.5586	6
4.0	Sin	-11.5000	14.0107	6
	Con	-12.1667	12.9370	6
6.0	Sin	-48.0000	39.8196	6
	Con	-9.5000	11.2383	6
7.5	Sin	-50.8333	33.7900	6
	Con	-23.3333	16.5126	6
9.0	Sin	-76.6667	18.9385	6
	Con	-67.1667	23.7353	6

*DPGERM = Diferencia en % germinación respecto del valor inicial, análisis realizado por el Laboratorio de Análisis de Semillas DIGESA

Des. Est. = Desviación estandar de la media

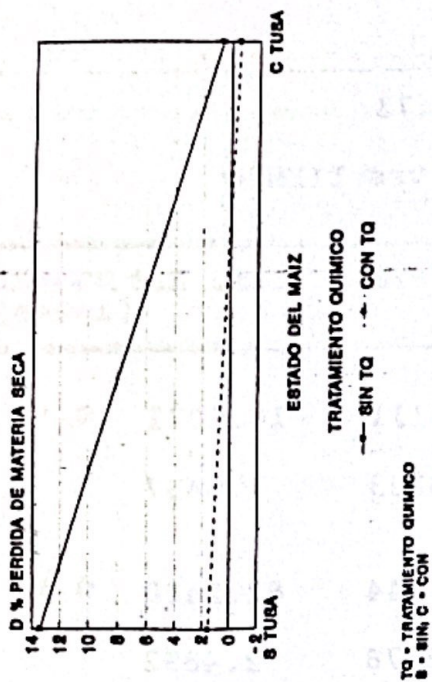
Tabla C 8.73
 Datos de DNTINS* vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
4.0	Sin	19.6111	16.6071	6
	Con	-1.3333	1.9437	6
6.0	Sin	80.4444	82.2480	6
	Con	-.2778	2.4892	6
7.5	Sin	132.5556	104.7453	6
	Con	29.5000	34.9105	6
9.0	Sin	222.0556	157.3115	6
	Con	66.0000	66.8281	6

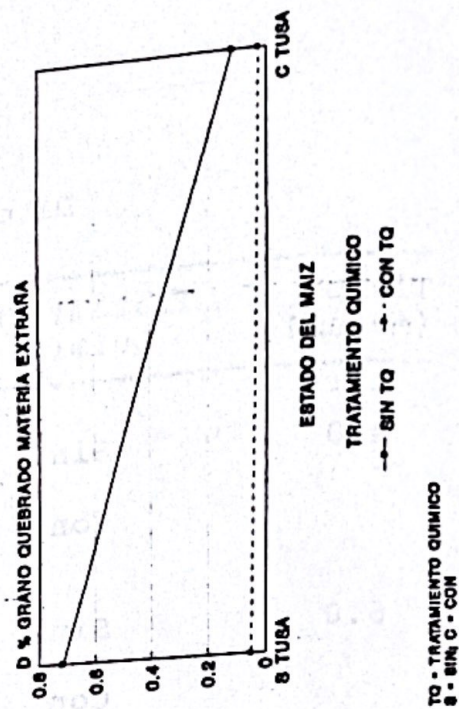
*DNTINS = Diferencia en el número total de insectos/1000
 gramos de maíz respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA C 8.75
DPPMSN VRS ESTADO DEL MAIZ



GRAFICA C 8.76
DPQME VRS ESTADO



GRAFICA C 8.74
DHUM VRS ESTADO DEL MAIZ

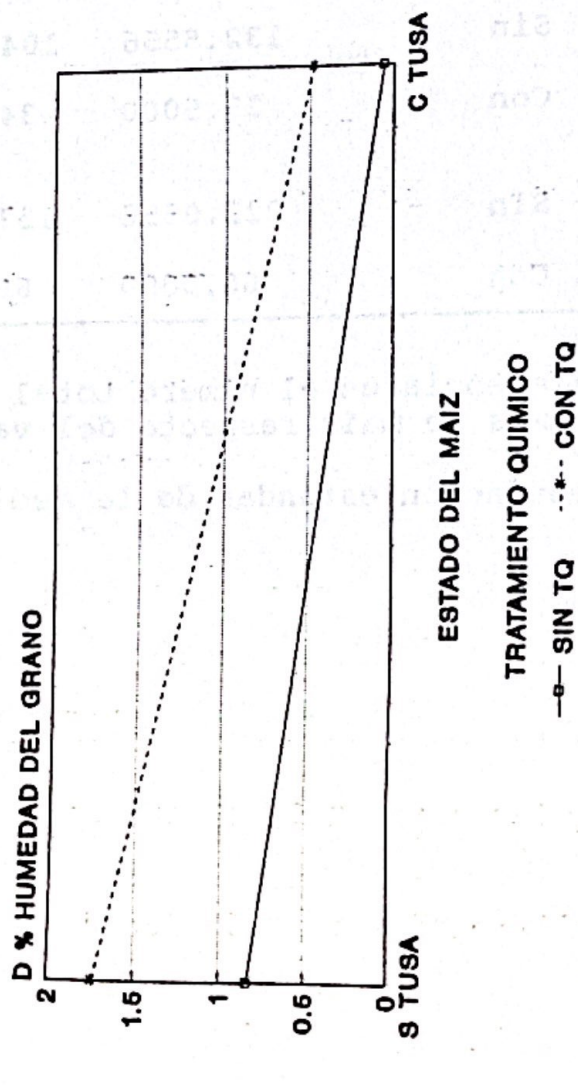


Tabla C 8.77

Datos de DHUM' vrs ESTADO DEL MAIZ

Estado	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
mazorca sin tusa	sin	.8340	.4761	15
	con	1.7347	.9597	15
mazorca con tusa	sin	.0567	.8781	15
	con	.4753	.8909	15

Tabla C 8.78

Datos de DPPMSN** vrs ESTADO DEL MAIZ

Estado	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
mazorca sin tusa	sin	13.4133	11.4741	15
	con	1.4800	2.7803	15
mazorca con tusa	sin	.5933	2.4864	15
	con	-.6333	.5273	15

*DHUM = Diferencia en % humedad base húmeda respecto del valor inicial

**DPPMSN = Diferencia en % pérdida de materia seca durante la nixtamalización respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

Tabla C 8.79

Datos de DPGQME* vrs ESTADO DEL MAIZ

Estado	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
mazorca sin tusa	sin	.7142	.9992	15
	con	.0492	.0764	15
mazorca con tusa	sin	.1186	.2028	15
	con	.0272	.0169	15

Tabla C 8.80

Datos de PPPSMV** vrs ESTADO DEL MAIZ

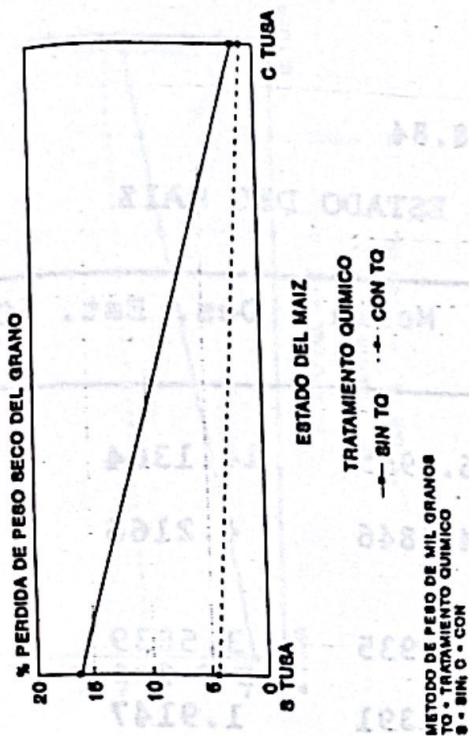
Estado	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
mazorca sin tusa	sin	16.7717	12.9001	15
	con	7.6909	3.8503	15
mazorca con tusa	sin	3.6826	3.3235	15
	con	3.6019	3.2018	15

*DPGQME = Diferencia en % grano quebrado materia extraña respecto del valor inicial

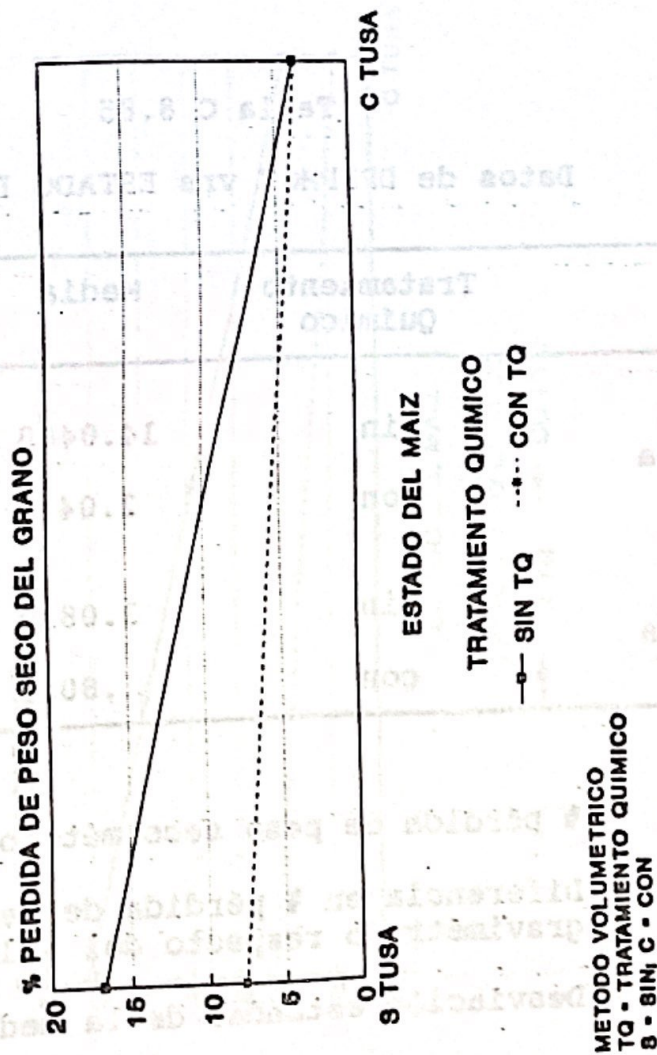
**PPPSMV = % pérdida de peso seco método volumétrico

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA C 8.82
PPPSMMG VRS ESTADO DEL MAIZ



GRAFICA C 8.81
PPPSMV VRS ESTADO DEL MAIZ



GRAFICA C 8.83
DPPPMG VRS ESTADO DEL MAIZ

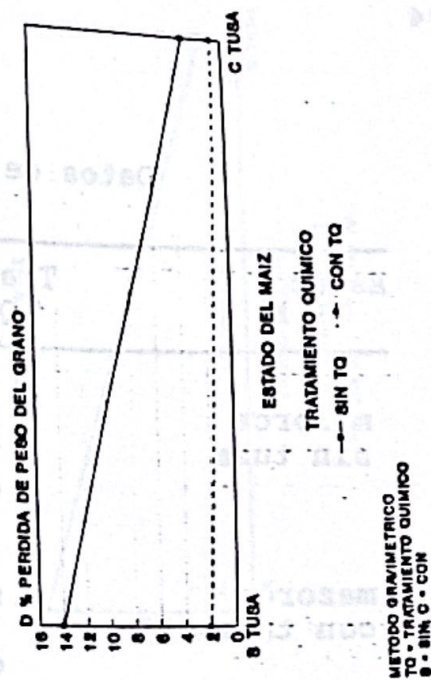


Tabla C 8.84
 Datos de PPPSMMG* vrs ESTADO DEL MAIZ

Estado	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
mazorca sin tusa	sin	16.0955	14.1364	15
	con	4.3846	4.2166	15
mazorca con tusa	sin	1.8935	3.5839	15
	con	1.1391	1.9147	15

Tabla C 8.85
 Datos de DPPPMG** vrs ESTADO DEL MAIZ

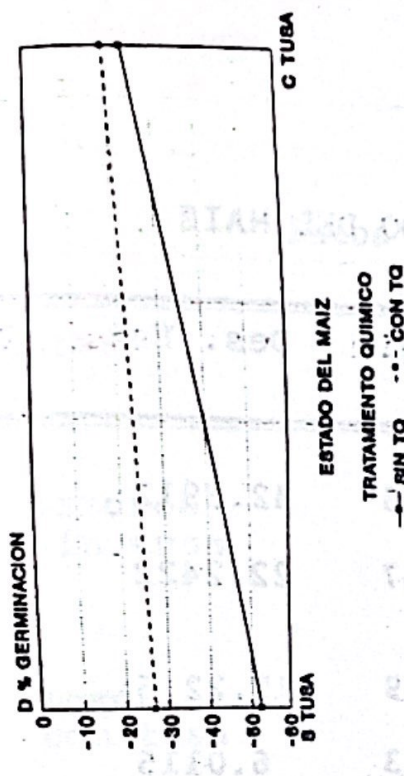
Estado	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
mazorca sin tusa	sin	14.0408	13.3420	15
	con	2.0416	2.8461	15
mazorca con tusa	sin	3.0819	2.3459	15
	con	.8003	.9704	15

*PPPSMMG = % pérdida de peso seco método mil granos

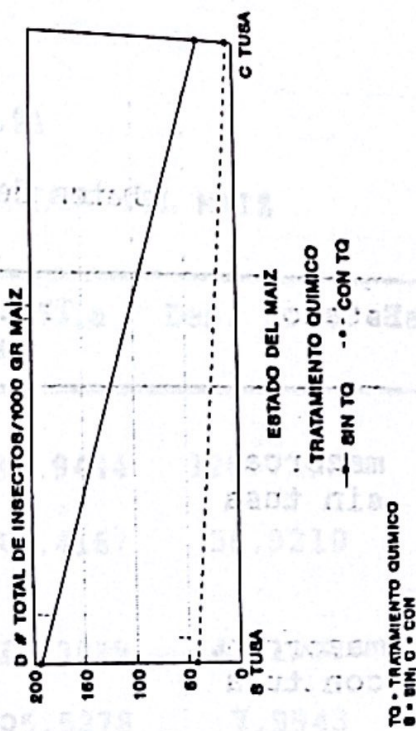
**DPPPMG = Diferencia en % pérdida de peso método gravimétrico respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estándar de la media

GRAFICA C 8.87
DPGERM VRS ESTADO DEL MAIZ



GRAFICA C 8.88
DNTINS VRS ESTADO DEL MAIZ



GRAFICA C 8.86
DPGD VRS ESTADO DEL MAIZ

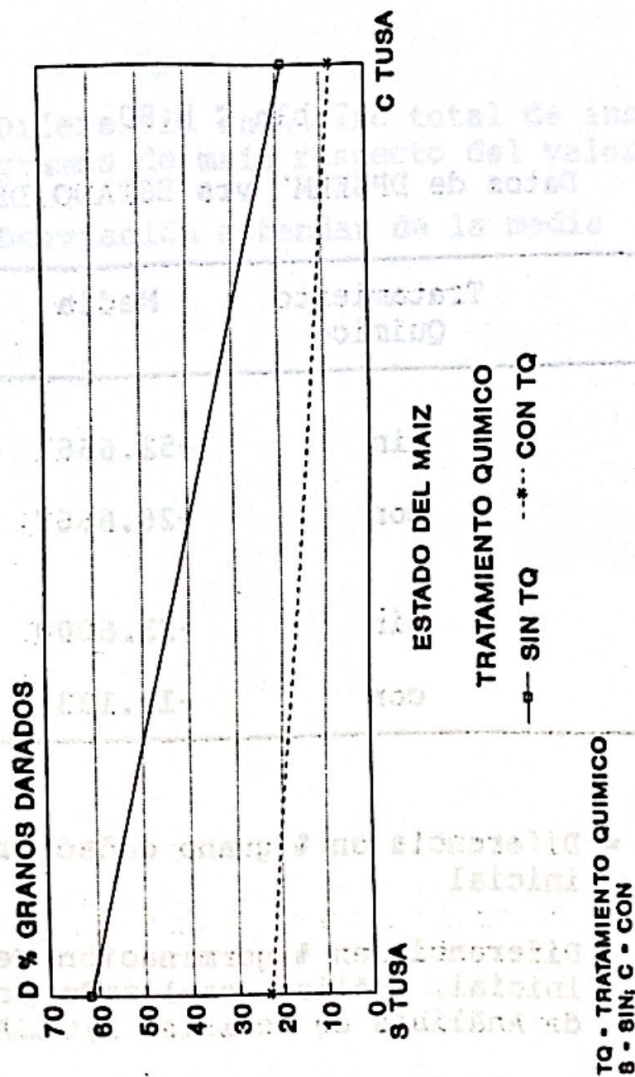


Tabla C 8.89
 Datos de DPGD* vrs ESTADO DEL MAIZ

Estado	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
mazorca sin tusa	sin	61.7533	42.2912	15
	con	22.7867	22.2422	15
mazorca con tusa	sin	18.6489	15.2216	15
	con	7.6533	6.0115	15

Tabla C 8.90
 Datos de DPGERM** vrs ESTADO DEL MAIZ

Estado	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
mazorca sin tusa	sin	-52.6667	40.2664	15
	con	-26.8667	32.9672	15
mazorca con tusa	sin	-23.6000	26.0022	15
	con	-19.1333	21.3537	15

*DPGD = Diferencia en % grano dañado respecto del valor inicial

**DPGERM = Diferencia en % germinación respecto del valor inicial, análisis realizado por el Laboratorio de Análisis de Semillas DIGESA

Des. Est. = Desviación estandar de la media

Tabla C 8.91

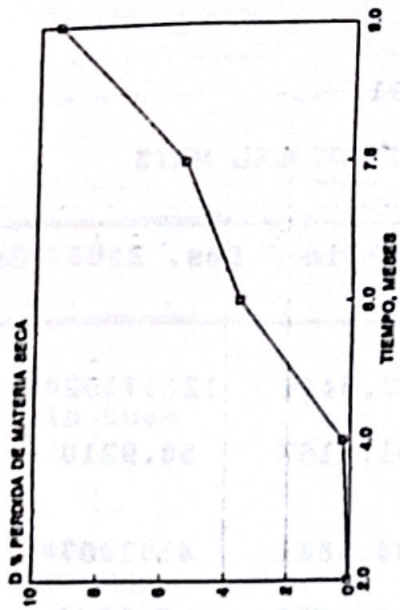
Datos de DNTINS* vrs ESTADO DEL MAIZ

Estado	Tratamiento Químico	Media	Des. Est.	Casos
mazorca sin tusa	sin	192.9444	126.7132	12
	con	41.4167	58.9210	12
mazorca con tusa	sin	34.3889	41.1957	12
	con	5.5278	7.9943	12

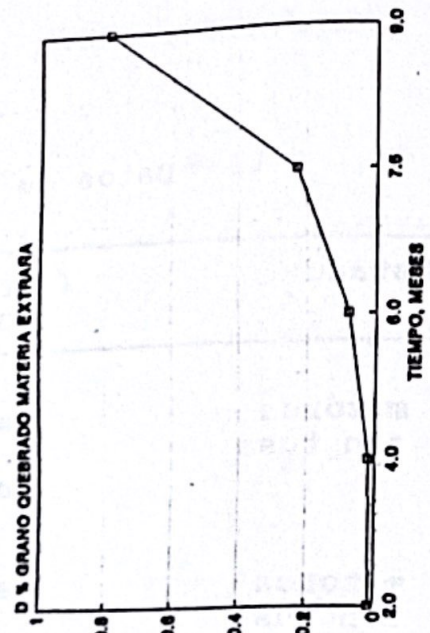
*DNTINS = Diferencia en número total de insectos / 1000 gramos de maíz respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA C 8.93
DPPMSN VRS TIEMPO



GRAFICA C 8.94
DPQME VRS TIEMPO



GRAFICA C 8.92
DHUM VRS TIEMPO

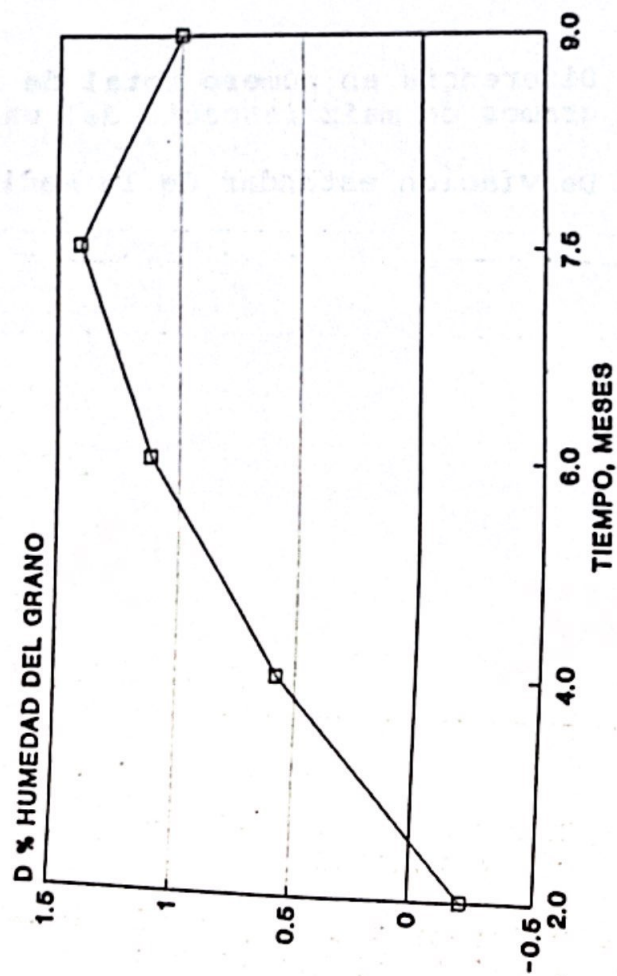


Tabla C 8.95

Datos de DHUM* vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Media	Des. Est.	Casos
2.0	-.2167	.6013	12
4.0	.5783	.8988	12
6.0	1.1133	1.0435	12
7.5	1.4042	.8799	12
9.0	.9967	.8838	12

Tabla C 8.96

Datos de DPPMSN** vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Media	Des. Est.	Casos
2.0	.0333	.7414	12
4.0	.2417	.8806	12
6.0	3.5500	6.7878	12
7.5	5.3750	9.5922	12
9.0	9.3667	12.4309	12

*DHUM = Diferencia en % humedad base húmeda respecto del valor inicial

**DPPMSN = Diferencia en % pérdida de materia seca durante la nixtamalización respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

Tabla C 8.97

Datos de DPGQME' vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Media	Des. Est.	Casos
2.0	.0157	.0181	12
4.0	.0201	.0302	12
6.0	.0807	.1223	12
7.5	.2273	.2922	12
9.0	.7929	1.0947	12

Tabla C 8.98

Datos de PPPSMV'' vrs TIEMPO

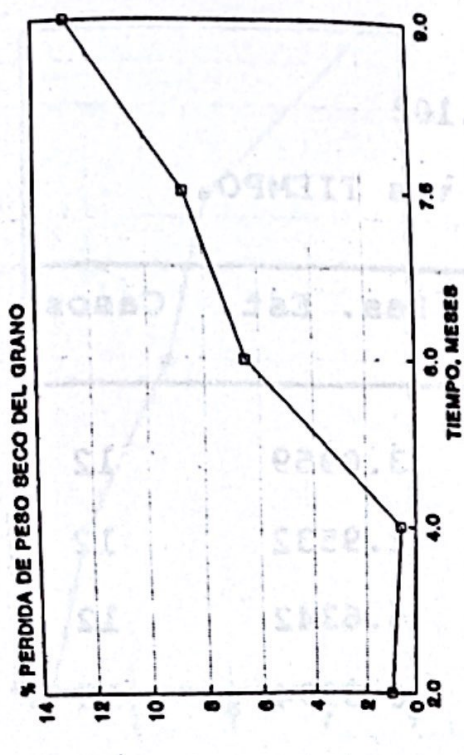
Tiempo (meses)	Media	Des. Est.	Casos
2.0	.7513	1.6691	12
4.0	3.3034	2.5199	12
6.0	8.5052	4.3952	12
7.5	11.7203	8.5445	12
9.0	15.4037	12.5140	12

*DPGQME = Diferencia en % grano quebrado materia extraña respecto del valor inicial

**PPPSMV = % pérdida de peso seco método volumétrico

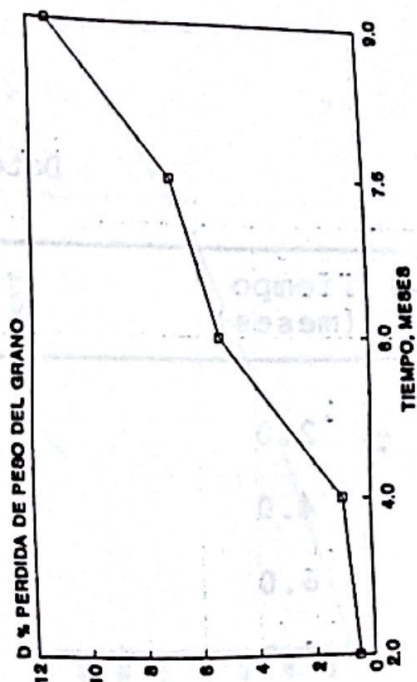
Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA C 8.100
PPPSMMG VRS TIEMPO



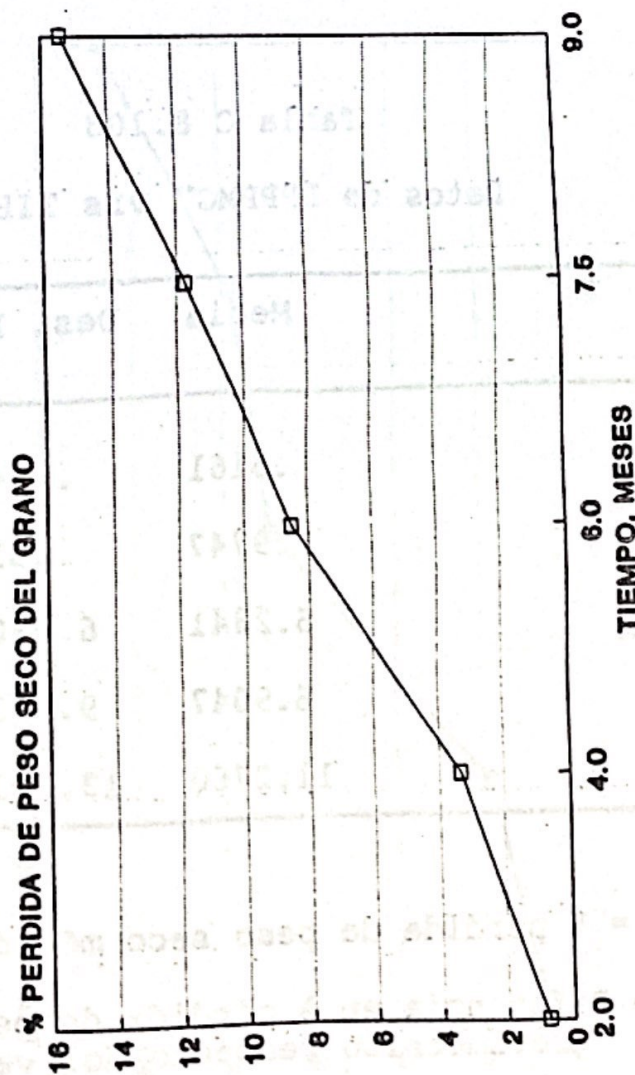
METODO DE PESO DE MIL GRANOS

GRAFICA C 8.101
DPPPMG VRS TIEMPO



METODO GRAVIMETRICO

GRAFICA C 8.99
PPPSMV VRS TIEMPO



METODO VOLUMETRICO

Tabla C 8.102
 Datos de PPPSMMG* vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Media	Des. Est.	Casos
2.0	.9308	3.0959	12
4.0	.6063	2.9532	12
6.0	6.5007	6.6342	12
7.5	8.6022	10.3994	12
9.0	12.7508	14.4265	12

Tabla C 8.103
 Datos de DPPPMG** vrs TIEMPO

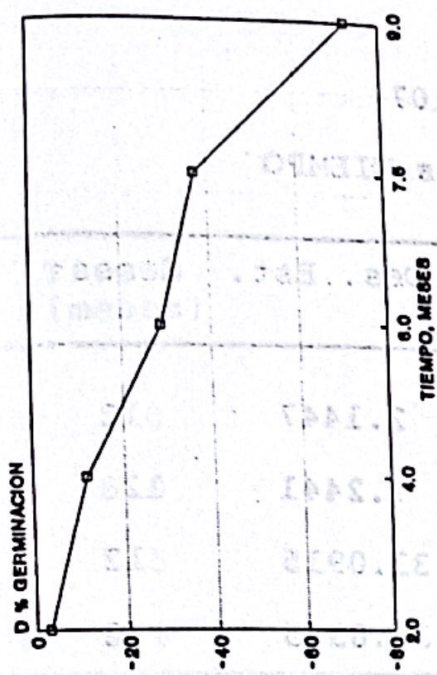
Tiempo (meses)	Media	Des. Est.	Casos
2.0	.5161	.4045	12
4.0	.9747	.6318	12
6.0	5.2841	6.9300	12
7.5	6.9047	9.5331	12
9.0	11.2760	13.0934	12

*PPPSMMG = % pérdida de peso seco método mil granos

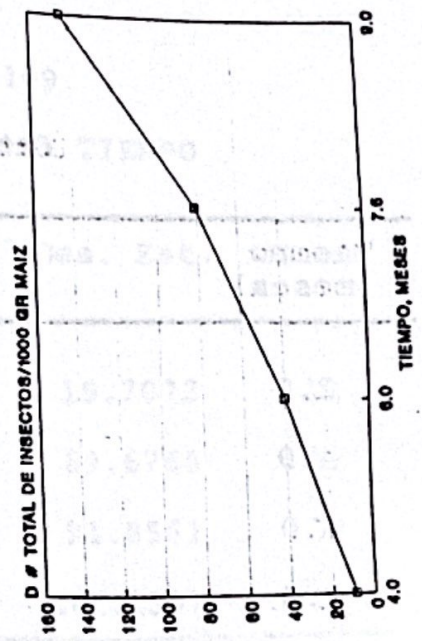
**DPPPMG = Diferencia en % pérdida de peso método gravimétrico respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA C 8.105
DPGERM VRS TIEMPO



GRAFICA C 8.108
DNTINS VRS TIEMPO



GRAFICA C 8.104
DPGD VRS TIEMPO

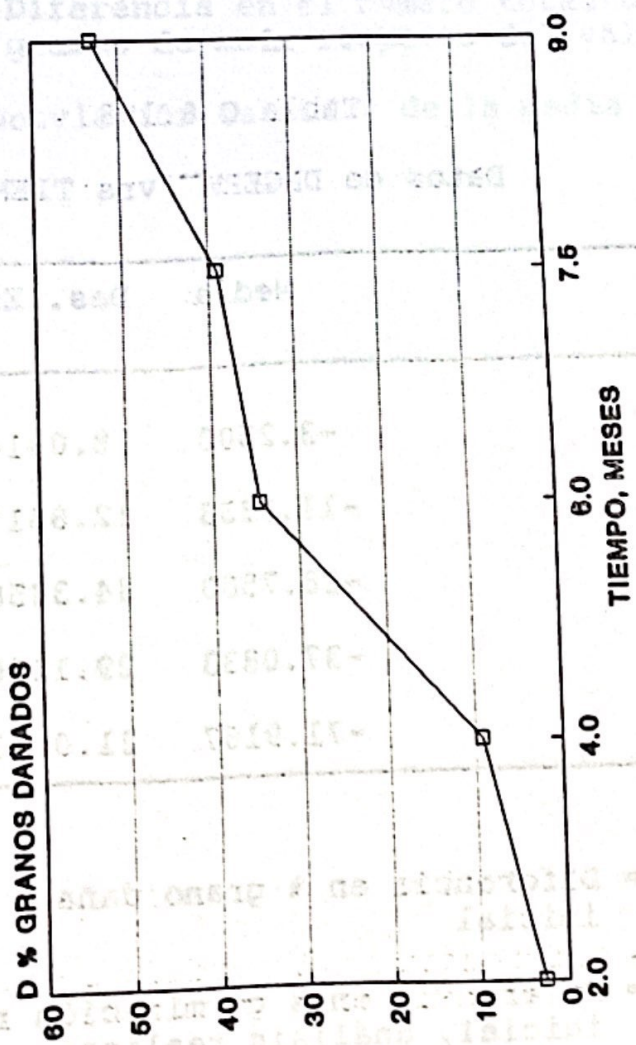


Tabla C 8.107
 Datos de DPGD' vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Media	Des. Est.	Casos
2.0	2.6028	2.1447	12
4.0	9.2333	7.2441	12
6.0	34.5667	33.0915	12
7.5	38.9889	36.8365	12
9.0	53.1611	32.4797	12

Tabla C 8.108
 Datos de DPGERM'' vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Media	Des. Est.	Casos
2.0	-3.2500	8.0014	12
4.0	-11.8333	12.8617	12
6.0	-28.7500	34.3858	12
7.5	-37.0833	29.1406	12
9.0	-71.9167	21.0647	12

*DPGD = Diferencia en % grano dañado respecto del valor inicial

**DPGERM = Diferencia en % germinación respecto del valor inicial, análisis realizado en el Laboratorio de Análisis de Semillas DIGESA

Des. Est. = Desviación estandar de la media

Tabla C 8.109

Datos de DNTINS vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Media	Des. Est.	Casos
4.0	9.1389	15.7072	12
6.0	40.0833	69.6765	12
7.5	81.0278	91.8561	12
9.0	144.0278	141.1397	12

*DNTINS = Diferencia en el número total de insectos/1000
gramos de maíz respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

APENDICE D

Tablas y gráficas de resultados estudio #3

Tabla D 8.1

Resultados del análisis de varianza de una via

Variable	F	Significancia de F
DPPMSN	57.9447	0.000
DPGQME	64.4887	0.000
PPPSMV	190.3567	0.000
PPPSMMG	292.5430	0.000
DPPPMG	51.1791	0.000
DPGD	60.3076	0.000
DPGERM	37.6158	0.000
DNTINS	35.2892	0.000
PPTOTAL	18.2313	0.000

El análisis de varianza de una via se realizó sobre los valores finales de las variables correspondientes al noveno mes de almacenamiento. Debido a que la significancia de F es muy pequeña se rechaza la hipótesis que todas las medias de los tratamientos son iguales para todas las variables estudiadas.

Nota: Ver capítulo VI para la definición de las variables.

Tabla D 8.2

Prueba de Tukey para DPPMSN

Media	Tratamiento	T 2	T 1	T 6	T 5	T 4	T 3
-1.6000	T 2						
-1.3333	T 1						
-.6333	T 6						
2.7667	T 5						
6.3333	T 4	*	*				
29.0000	T 3	*	*	*	*	*	*

Tabla D 8.3

Prueba de Tukey para DPGQME

Media	Tratamiento	T 2	T 6	T 4	T 1	T 5	T 3
.0463	T 2						
.0492	T 6						
.1797	T 4						
.1802	T 1						
.3838	T 5						
2.5590	T 3	*	*	*	*	*	*

(*) Corresponde a los pares de tratamientos que difieren significativamente a un nivel de probabilidad de 0.05.

DPPMSN = Diferencia en % pérdida de materia seca durante la nixtamalización entre 9 y 0 meses de almacenamiento

DPGQME = Diferencia en % grano quebrado materia extraña entre 9 y 0 meses de almacenamiento

T 1 = Silo metálico maíz en grano sin tratamiento químico

T 2 = Silo metálico maíz en grano con tratamiento químico

T 3 = Troja tradicional mazorca sin tusa sin tratamiento químico

T 4 = Troja tradicional mazorca sin tusa con tratamiento químico

T 5 = Troja tradicional mazorca con tusa sin tratamiento químico

T 6 = Troja tradicional mazorca con tusa con tratamiento químico

Tabla D 8.4

Prueba de Tukey para PPPSMV

Media	Tratamiento	T	T	T	T	T	T
		2	1	6	5	4	3
-0.1760	T 2						
2.2703	T 1						
6.6017	T 6	*					
7.0030	T 5	*	*				
12.4375	T 4	*	*	*	*		
35.5725	T 3	*	*	*	*	*	*

Tabla D 8.5

Prueba de Tukey para PPPSMMG

Media	Tratamiento	T	T	T	T	T	T
		2	6	1	5	4	3
0.0748	T 2						
0.1837	T 6						
1.3229	T 1						
4.3398	T 5	*	*				
10.8393	T 4	*	*	*	*		
35.6404	T 3	*	*	*	*	*	*

(*) Corresponde a los pares de tratamientos que difieren significativamente a un nivel de probabilidad de 0.05.

PPPSMV = % pérdida de peso seco método volumétrico correspondiente al noveno mes de almacenamiento en relación al valor inicial

PPPSMMG = % pérdida de peso seco método mil granos correspondiente al noveno mes de almacenamiento en relación al valor inicial

- T 1 = Silo metálico maíz en grano sin tratamiento químico
- T 2 = Silo metálico maíz en grano con tratamiento químico
- T 3 = Troja tradicional mazorca sin tusa sin tratamiento químico
- T 4 = Troja tradicional mazorca sin tusa con tratamiento químico
- T 5 = Troja tradicional mazorca con tusa sin tratamiento químico
- T 6 = Troja tradicional mazorca con tusa con tratamiento químico

Tabla D 8.6

Prueba de Tukey para DPPPMG

Media	Tratamiento	T 2	T 1	T 6	T 5	T 4	T 3
-.4221	T 2						
.1644	T 1						
1.0055	T 6						
5.1959	T 5						
6.8704	T 4						
32.0323	T 3	*	*	*	*	*	

Tabla D 8.7

Prueba de Tukey para DPGD

Media	Tratamiento	T 2	T 1	T 6	T 5	T 4	T 3
7.2222	T 2						
10.2111	T 1						
17.7333	T 6						
36.0111	T 5	*	*				
60.8667	T 4	*	*	*	*		
98.0333	T 3	*	*	*	*	*	

(*) Corresponde a los pares de tratamientos que difieren significativamente a un nivel de probabilidad de 0.05.

DPPPMG = Diferencia en % pérdida de peso método gravimétrico entre 9 y 0 meses de almacenamiento

DPGD = Diferencia en % grano dañado entre 9 y 0 meses de almacenamiento

T 1 = Silo metálico maíz en grano sin tratamiento químico

T 2 = Silo metálico maíz en grano con tratamiento químico

T 3 = Troja tradicional mazorca sin tusa sin tratamiento químico

T 4 = Troja tradicional mazorca sin tusa con tratamiento químico

T 5 = Troja tradicional mazorca con tusa sin tratamiento químico

T 6 = Troja tradicional mazorca con tusa con tratamiento químico

Tabla D 8.8

Prueba de Tukey para DPGERM

Media	Tratamiento	T 3	T 4	T 5	T 6	T 1	T 2
-91.0000	T 3						
-85.0000	T 4						
-62.3333	T 5						
-49.3333	T 6		*	*			
-3.3333	T 1		*	*	*	*	
.6667	T 2		*	*	*	*	*

Tabla D 8.9

Prueba de Tukey para DNTINS

Media	Tratamiento	T 2	T 6	T 5	T 4	T 1	T 3
5.0000	T 2						
17.8889	T 6						
81.5556	T 5						
114.1111	T 4		*				
143.8889	T 1		*	*			
362.5556	T 3		*	*	*	*	*

(*) Corresponde a los pares de tratamientos que difieren significativamente a un nivel de probabilidad de 0.05.

DPGERM = Diferencia en el % germinación entre 9 y 0 meses de almacenamiento, análisis realizado por el Laboratorio de Análisis de Semillas DIGESA

DNTINS = Diferencia en el número total de insectos/1000 gramos de maíz entre 9 y 2 meses de almacenamiento

T 1 = Silo metálico maíz en grano sin tratamiento químico

T 2 = Silo metálico maíz en grano con tratamiento químico

T 3 = Troja tradicional mazorca sin tusa sin tratamiento químico

T 4 = Troja tradicional mazorca sin tusa con tratamiento químico

T 5 = Troja tradicional mazorca con tusa sin tratamiento químico

T 6 = Troja tradicional mazorca con tusa con tratamiento químico

Tabla D 8.10

Prueba de Tukey para PPTOTAL

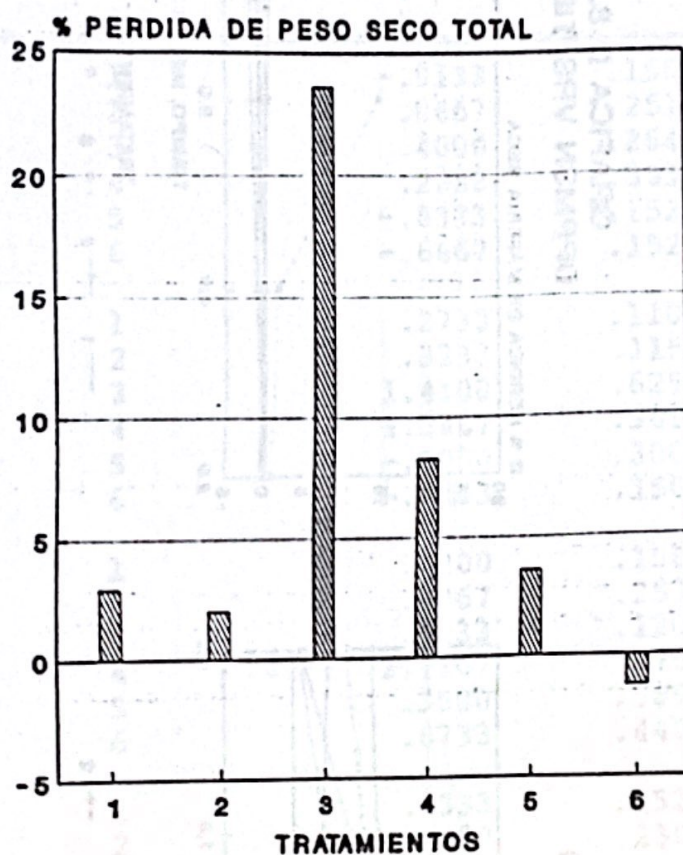
Media	Tratamiento	T 6	T 2	T 1	T 5	T 4	T 3
-1.2790	T 6						
2.0069	T 2						
2.9407	T 1						
3.5788	T 5						
8.2668	T 4						
23.6112	T 3	*	*	*	*	*	*

(*) Corresponde a los pares de tratamientos que difieren significativamente a un nivel de probabilidad de 0.05.

PPTOTAL = % pérdida de peso seco correspondiente al noveno mes de almacenamiento respecto del valor inicial

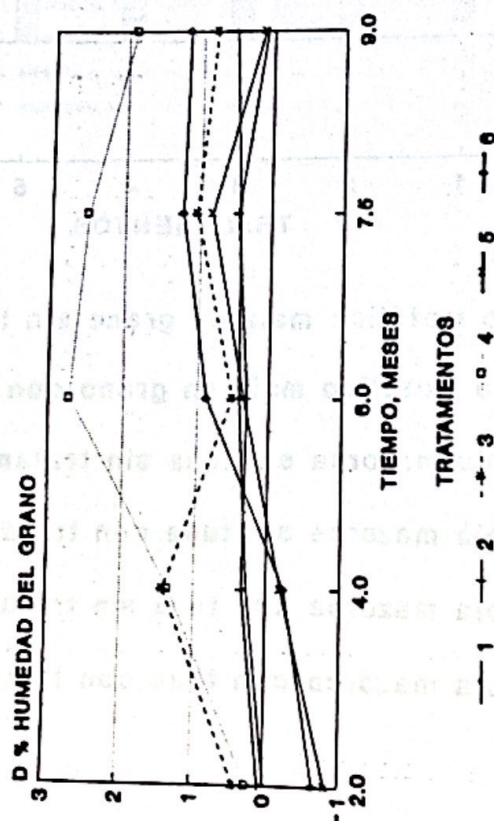
- T 1 - Silo metálico maíz en grano sin tratamiento químico
- T 2 - Silo metálico maíz en grano con tratamiento químico
- T 3 - Troja tradicional mazorca sin tusa sin tratamiento químico
- T 4 - Troja tradicional mazorca sin tusa con tratamiento químico
- T 5 - Troja tradicional mazorca con tusa sin tratamiento químico
- T 6 - Troja tradicional mazorca con tusa con tratamiento químico

GRAFICA D 8.11 PPTOTAL VRS TRATAMIENTO

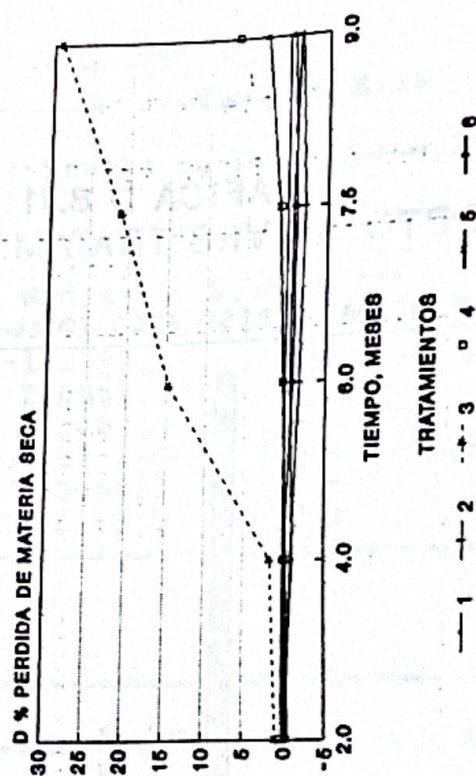


- T 1 = silo metálico maíz en grano sin tratamiento químico
 T 2 = silo metálico maíz en grano con tratamiento químico
 T 3 = troja mazorca sin tusa sin tratamiento químico
 T 4 = troja mazorca sin tusa con tratamiento químico
 T 5 = troja mazorca con tusa sin tratamiento químico
 T 6 = troja mazorca con tusa con tratamiento químico

GRAFICA D 8.12
DHUM VRS TIEMPO



GRAFICA D 8.13
DPPMSN VRS TIEMPO



- T 1 - silo metálico maíz en grano sin tratamiento químico T 4 - troja mazorca sin tusa con tratamiento químico
 T 2 - silo metálico maíz en grano con tratamiento químico T 5 - troja mazorca con tusa sin tratamiento químico
 T 3 - troja mazorca sin tusa sin tratamiento químico T 6 - troja mazorca con tusa con tratamiento químico

Tabla D 8.14

Datos de DHUM' vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Tratamiento	Media	Des. Est.	Casos
2	1	-.0133	.1501	3
	2	.0667	.2517	3
	3	.4000	.2646	3
	4	.2333	.3512	3
	5	-.8333	.1528	3
	6	-.6667	.1528	3
4	1	.2733	.1102	3
	2	.3333	.1155	3
	3	1.4100	.6255	3
	4	1.3467	.3075	3
	5	-.2000	.3000	3
	6	-.2433	.1504	3
6	1	.4200	.1587	3
	2	.3067	.2532	3
	3	.5133	.1206	3
	4	2.7167	.2754	3
	5	.3500	.5895	3
	6	.8733	.4406	3
7.5	1	.4333	.1528	3
	2	.4667	.2309	3
	3	1.0467	.3107	3
	4	2.4967	.2970	3
	5	.8333	1.0786	3
	6	1.2400	.6315	3
9	1	.5333	.1155	3
	2	.0933	.0902	3
	3	.8000	.1000	3
	4	1.8800	.3305	3
	5	.1333	1.2014	3
	6	1.1733	.5832	3

*DHUM = Diferencia en % humedad base húmeda respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

Tabla D 8.15

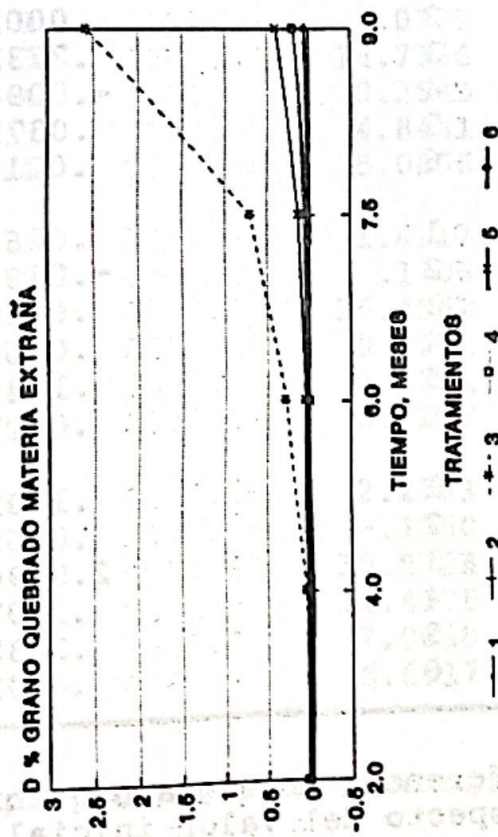
Datos de DPPMSN vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Tratamiento	Media	Des. Est.	Casos
2	1	-.2667	.6429	3
	2	-.4000	.5292	3
	3	.8667	.2309	3
	4	.3667	.0577	3
	5	-.6667	.7572	3
	6	-.4333	.3512	3
4	1	-1.1667	.1528	3
	2	-1.0000	.0000	3
	3	1.5333	.5033	3
	4	-.1333	.2082	3
	5	-.3667	.5508	3
	6	-.0667	.5033	3
6	1	-.6667	.5774	3
	2	-1.7333	.3786	3
	3	14.6667	2.0817	3
	4	.2000	.1000	3
	5	.2667	.6429	3
	6	-.9333	.3512	3
7.5	1	-.7333	.6429	3
	2	-2.2000	.3464	3
	3	21.0000	2.6458	3
	4	.6333	.3055	3
	5	.9667	2.6388	3
	6	-1.1000	.1732	3
9	1	-1.3333	.5774	3
	2	-1.6000	.5292	3
	3	29.0000	3.0000	3
	4	6.3333	3.0551	3
	5	2.7667	4.8789	3
	6	-.6333	.6429	3

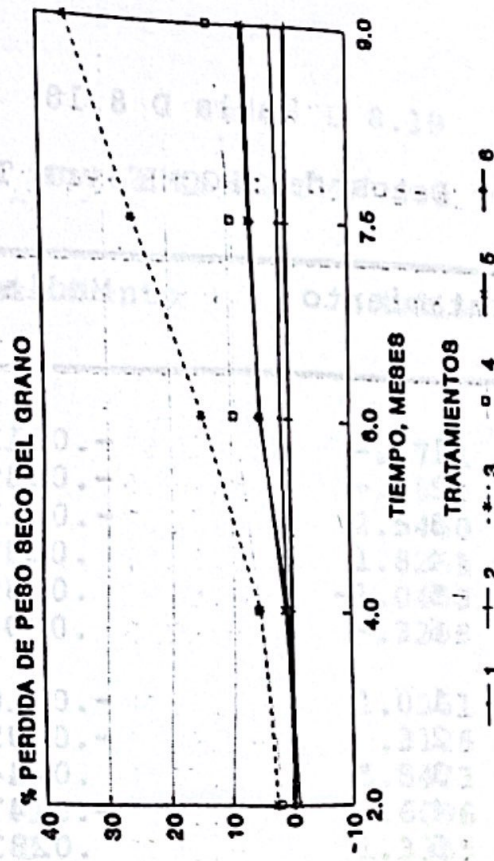
*DPPMSN = Diferencia en % pérdida de materia seca durante la nixtamalización respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA D 8.16
DPGQME VRS TIEMPO



GRAFICA D 8.17
PPPSMV VRS TIEMPO



METODO VOLUMETRICO

- T 1 - silo metálico maíz en grano sin tratamiento químico
T 2 - silo metálico maíz en grano con tratamiento químico
T 3 - troja mazorca sin tusa sin tratamiento químico
T 4 - troja mazorca sin tusa con tratamiento químico
T 5 - troja mazorca con tusa sin tratamiento químico
T 6 - troja mazorca con tusa con tratamiento químico

Tabla D 8.18

Datos de DPGQME* vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Tratamiento	Media	Des. Est.	Casos
2	1	-.0313	.0281	3
	2	-.0339	.0331	3
	3	-.0013	.0225	3
	4	.0247	.0181	3
	5	.0189	.0069	3
	6	.0204	.0178	3
4	1	-.0210	.0198	3
	2	-.0495	.0107	3
	3	.0444	.0440	3
	4	-.0147	.0094	3
	5	.0283	.0039	3
	6	.0221	.0128	3
6	1	.0411	.0503	3
	2	.0002	.0435	3
	3	.2732	.0760	3
	4	-.0094	.0122	3
	5	.0375	.0126	3
	6	.0217	.0207	3
7.5	1	.0263	.0301	3
	2	-.0198	.0285	3
	3	.6959	.0469	3
	4	.0659	.0159	3
	5	.1246	.1414	3
	6	.0227	.0046	3
9	1	.1802	.0294	3
	2	.0463	.0336	3
	3	2.5590	.3752	3
	4	.1797	.0442	3
	5	.3838	.3540	3
	6	.0492	.0125	3

*DPGQME = Diferencia en % grano quebrado materia extraña respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

Tabla D 8.19

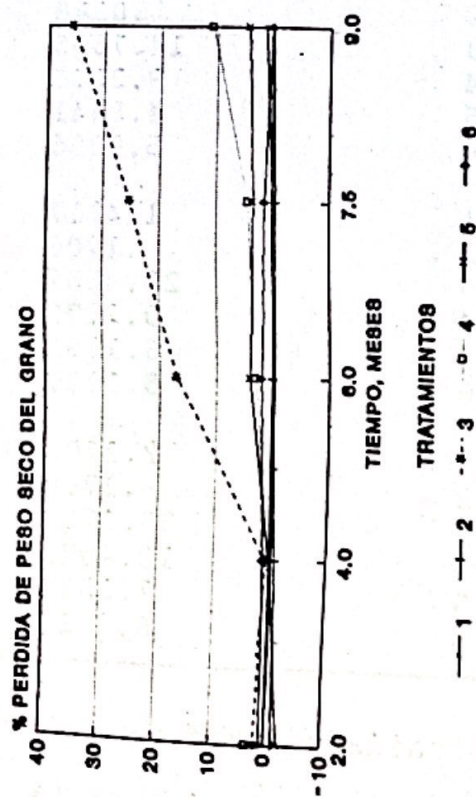
Datos de PPPSMV vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Tratamiento	Media	Des. Est.	Casos
2	1	-.1771	.3085	3
	2	-.2826	.3410	3
	3	2.5460	.6419	3
	4	1.8258	.6292	3
	5	-1.0458	.8699	3
	6	-.3208	.7906	3
4	1	1.0361	.1912	3
	2	.3126	.2528	3
	3	5.5473	1.6914	3
	4	5.6096	.5388	3
	5	1.3365	.5809	3
	6	.7202	.3059	3
6	1	1.4691	.3497	3
	2	.0398	.1990	3
	3	14.7366	2.1285	3
	4	9.3545	.9814	3
	5	4.8441	1.4197	3
	6	5.0856	1.3281	3
7.5	1	1.4217	.2797	3
	2	.1706	.2376	3
	3	25.4562	3.1217	3
	4	9.2272	.7311	3
	5	6.2751	1.0107	3
	6	5.9227	1.7387	3
9	1	2.2703	.1469	3
	2	-.1760	.1474	3
	3	35.5724	2.2954	3
	4	12.4375	1.4169	3
	5	7.0030	1.6593	3
	6	6.6017	2.4166	3

PPPSMV = % pérdida de peso seco método volumétrico

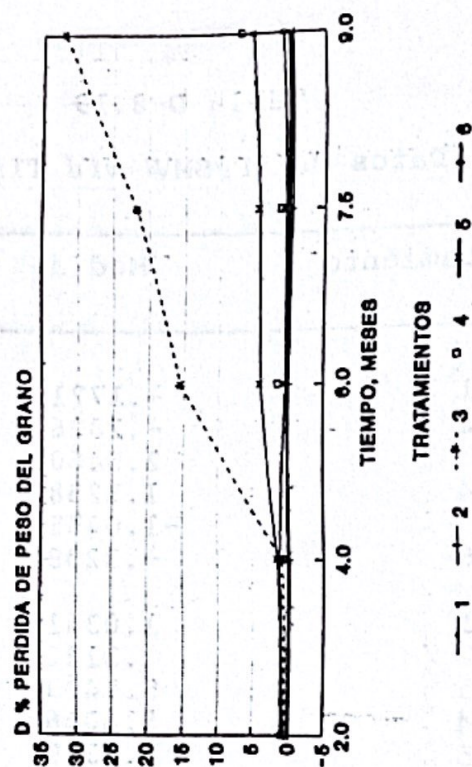
Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA D 8.20
PPPSMMG VRS TIEMPO



METODO DE PESO DE MIL GRANOS

GRAFICA D 8.21
DPPPMG VRS TIEMPO



METODO GRAVIMETRICO

- T 1 - silo metálico maíz en grano sin tratamiento químico T 4 - troja mazorca sin tusa con tratamiento químico
 T 2 - silo metálico maíz en grano con tratamiento químico T 5 - troja mazorca con tusa sin tratamiento químico
 T 3 - troja mazorca sin tusa sin tratamiento químico T 6 - troja mazorca con tusa con tratamiento químico

Tabla D 8.22

Datos de PPPSMMG* vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Tratamiento	Media	Des. Est.	Casos
2	1	-.1165	.8124	3
	2	-1.3299	.9147	3
	3	1.8813	3.2431	3
	4	3.3992	3.1391	3
	5	-2.4437	1.5609	3
	6	.8866	1.5262	3
4	1	-.2949	.7508	3
	2	-.8786	.8304	3
	3	.8119	4.1148	3
	4	.3411	3.8513	3
	5	.1025	3.6382	3
	6	1.1697	1.3938	3
6	1	-.3431	.8516	3
	2	-.1046	.8754	3
	3	16.9135	3.7709	3
	4	2.9941	.8425	3
	5	4.0994	1.2489	3
	6	1.9957	2.3245	3
7.5	1	-.0793	.7608	3
	2	-.5853	1.0670	3
	3	25.2302	1.4586	3
	4	4.3492	2.4075	3
	5	3.3693	3.9595	3
	6	1.4600	3.4271	3
9	1	1.3229	.9850	3
	2	.0748	.6641	3
	3	35.6404	1.5659	3
	4	10.8393	1.3744	3
	5	4.3398	2.1040	3
	6	.1837	1.2329	3

*PPPSMMG = % pérdida de peso seco método mil granos

Des. Est. = Desviación estandar de la media

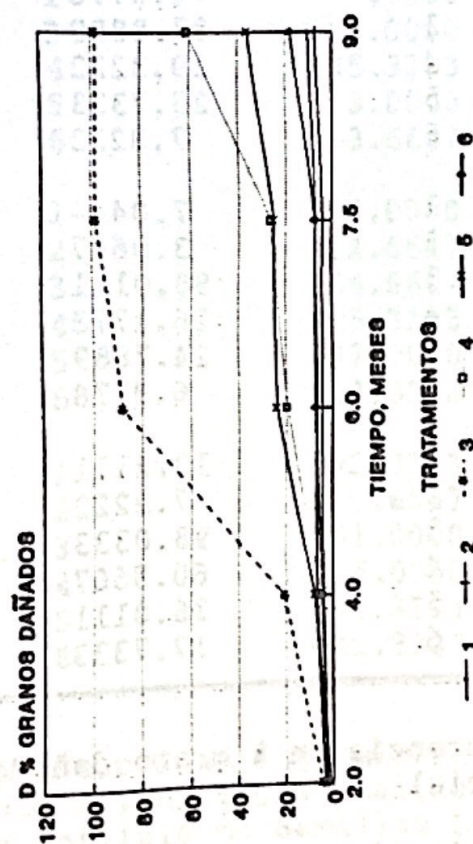
Tabla D 8.23
 Datos de DPPPMG* vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Tratamiento	Media	Des. Est.	Casos
2	1	-.2798	.1622	3
	2	-.2660	.1576	3
	3	.3470	.0574	3
	4	.2744	.2305	3
	5	.5179	.5011	3
	6	.9253	.4589	3
4	1	-.1595	.0838	3
	2	-.2387	.1197	3
	3	.7713	.8597	3
	4	.5256	.2950	3
	5	1.4322	.3631	3
	6	1.1697	.7087	3
6	1	.1545	.2216	3
	2	-.1110	.2915	3
	3	15.4742	6.3019	3
	4	1.3369	.7634	3
	5	3.9309	2.1126	3
	6	.3947	1.2817	3
7.5	1	.2313	.1742	3
	2	-.3716	.0703	3
	3	21.5793	6.8354	3
	4	1.2006	1.3350	3
	5	4.3327	2.6238	3
	6	.5061	1.1383	3
9	1	.1644	.0905	3
	2	-.4221	.1073	3
	3	32.0323	6.2936	3
	4	6.8704	3.0466	3
	5	5.1959	1.6488	3
	6	1.0055	1.5073	3

*DPPPMG = Diferencia en % pérdida de peso método gravimétrico respecto del valor inicial

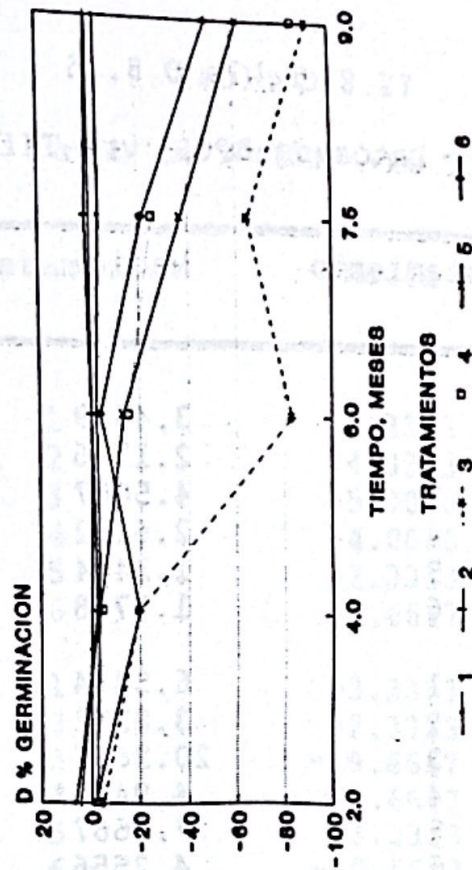
Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA D 8.24
DPGD VRS TIEMPO



T 1 - ello metálico maíz en grano sin tratamiento químico
 T 2 - ello metálico maíz en grano con tratamiento químico
 T 3 - troja mazorca sin tusa sin tratamiento químico

GRAFICA D 8.25
DPGERM VRS TIEMPO



T 4 - troja mazorca sin tusa con tratamiento químico
 T 5 - troja mazorca con tusa sin tratamiento químico
 T 6 - troja mazorca con tusa con tratamiento químico

Tabla D 8.26

Datos de DPGD vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Tratamiento	Media	Des. Est.	Casos
2	1	3.4889	.7026	3
	2	2.1556	.7876	3
	3	4.5667	2.3454	3
	4	2.6222	1.5728	3
	5	1.2444	.6003	3
	6	1.9778	2.7971	3
4	1	6.5444	.4834	3
	2	3.8222	.7042	3
	3	20.2667	5.5715	3
	4	4.9444	1.8715	3
	5	7.4667	.5840	3
	6	4.2556	1.3023	3
6	1	6.5444	2.1072	3
	2	4.3778	.3025	3
	3	87.8889	5.0202	3
	4	19.3222	5.9967	3
	5	23.7333	7.0279	3
	6	7.3222	3.0473	3
7.5	1	7.0444	1.8769	3
	2	3.9667	.3844	3
	3	98.0111	.0385	3
	4	26.1778	4.5863	3
	5	24.7889	11.4039	3
	6	6.9778	.9430	3
9	1	10.2111	1.4300	3
	2	7.2222	1.6564	3
	3	98.0333	.0000	3
	4	60.8667	10.1106	3
	5	36.0111	15.8844	3
	6	17.7333	3.7922	3

*DPGD = Diferencia en % grano dañado respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

Tabla D 8.27

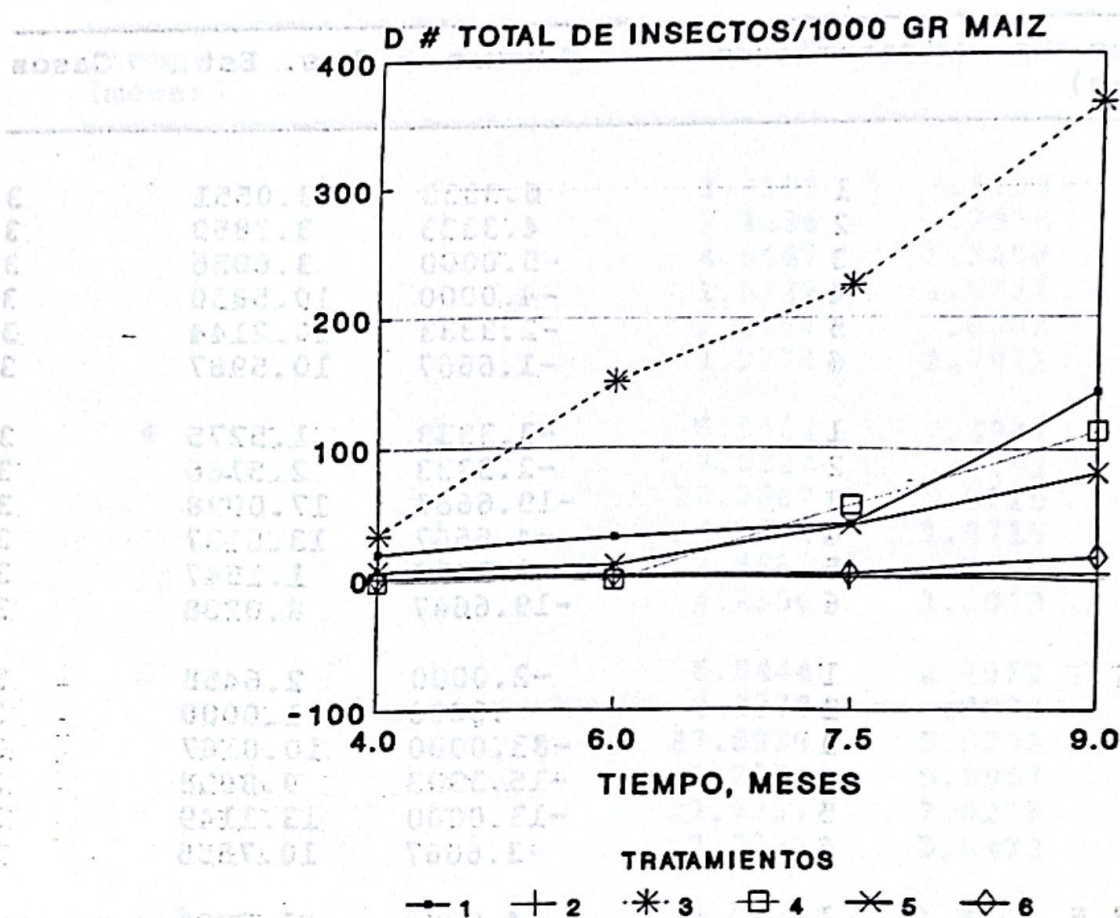
Datos de DPGERM' vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Tratamiento	Media	Des. Est.	Casos
2	1	6.3333	3.0551	3
	2	4.3333	3.7859	3
	3	-5.0000	3.6056	3
	4	-4.0000	10.5830	3
	5	-2.3333	10.2144	3
	6	-1.6667	10.5987	3
4	1	-3.3333	1.5275	3
	2	-2.3333	2.5166	3
	3	-19.6667	17.0098	3
	4	-4.6667	13.6137	3
	5	-3.3333	1.1547	3
	6	-19.6667	8.0208	3
6	1	-2.0000	2.6458	3
	2	.0000	1.0000	3
	3	-83.0000	10.8167	3
	4	-15.3333	9.8658	3
	5	-13.0000	13.1149	3
	6	-3.6667	10.7858	3
7.5	1	-4.0000	1.7321	3
	2	1.6667	2.5166	3
	3	-64.6667	45.6545	3
	4	-25.3333	20.1080	3
	5	-37.0000	14.0000	3
	6	-21.3333	16.2891	3
9	1	-3.3333	2.5166	3
	2	.6667	2.0817	3
	3	-91.0000	2.0000	3
	4	-85.0000	3.6056	3
	5	-62.3333	16.6233	3
	6	-49.3333	21.0079	3

*DPGERM = Diferencia en % germinación respecto del valor inicial, análisis realizado en el Laboratorio de Análisis de Semillas DIGESA

Des. Est. = Desviación estandar de la media

GRAFICA D 8.28 DNTINS VRS TIEMPO



T 1 = silo metálico maíz en grano sin tratamiento químico

T 2 = silo metálico maíz en grano con tratamiento químico

T 3 = troja mazorca sin tusa sin tratamiento químico

T 4 = troja mazorca sin tusa con tratamiento químico

T 5 = troja mazorca con tusa sin tratamiento químico

T 6 = troja mazorca con tusa con tratamiento químico

Tabla D 8.29
 Datos de DNTINS vrs TIEMPO

Tiempo (meses)	Tratamiento	Media	Des. Est.	Casos
4	1	18.8889	6.9148	3
	2	.1111	.1925	3
	3	33.3333	8.8882	3
	4	-2.7778	1.2620	3
	5	5.8889	6.7522	3
	6	.1111	1.2620	3
6	1	31.2222	17.1669	3
	2	.2222	.3849	3
	3	151.1111	43.8689	3
	4	-2.1111	2.2194	3
	5	9.7778	2.4570	3
	6	1.5556	.6939	3
7.5	1	41.1111	24.4002	3
	2	.2222	.3849	3
	3	224.7778	27.8095	3
	4	56.4444	29.4058	3
	5	40.3333	33.7754	3
	6	2.5556	2.0367	3
9	1	143.8889	41.7883	3
	2	5.0000	3.6056	3
	3	362.5556	4.6825	3
	4	114.1111	64.6979	3
	5	81.5556	51.2308	3
	6	17.8889	5.9286	3

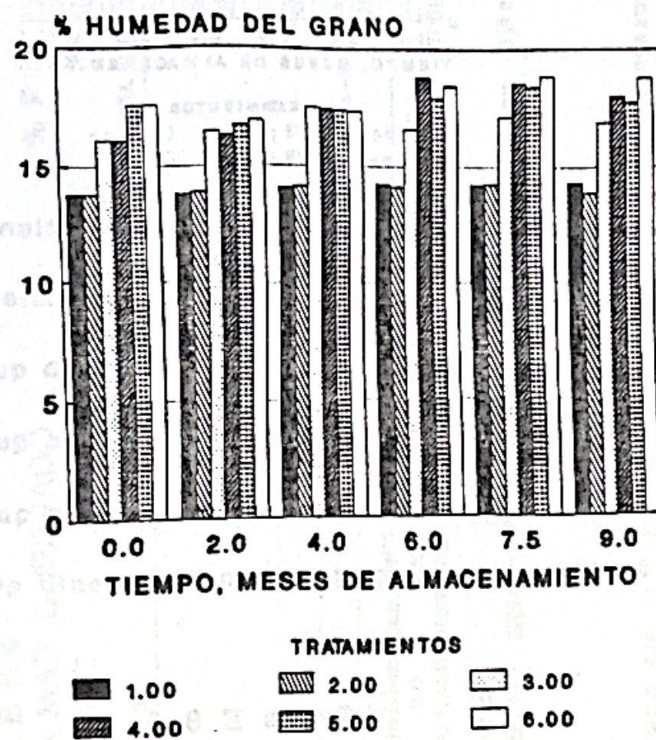
*DNTINS = Diferencia en el número total de insectos/1000
 gramos de maíz respecto del valor inicial

Des. Est. = Desviación estandar de la media

APENDICE E

Gráficas de datos brutos y tablas de datos de la literatura

GRAFICA E 8.1
% HUMEDAD DEL GRANO
VRS TIEMPO



T 1 = silo metálico maíz en grano sin tratamiento químico

T 2 = silo metálico maíz en grano con tratamiento químico

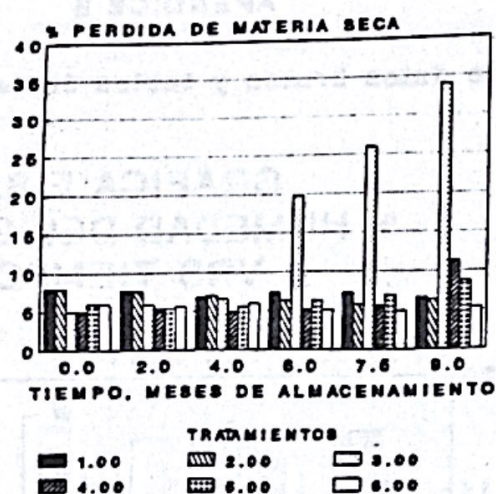
T 3 = troja mazorca sin tusa sin tratamiento químico

T 4 = troja mazorca sin tusa con tratamiento químico

T 5 = troja mazorca con tusa sin tratamiento químico

T 6 = troja mazorca con tusa con tratamiento químico

GRAFICA E 8.2
% PERDIDA DE MATERIA SECA
DURANTE LA NIXTAMALIZACION VRS TIEMPO



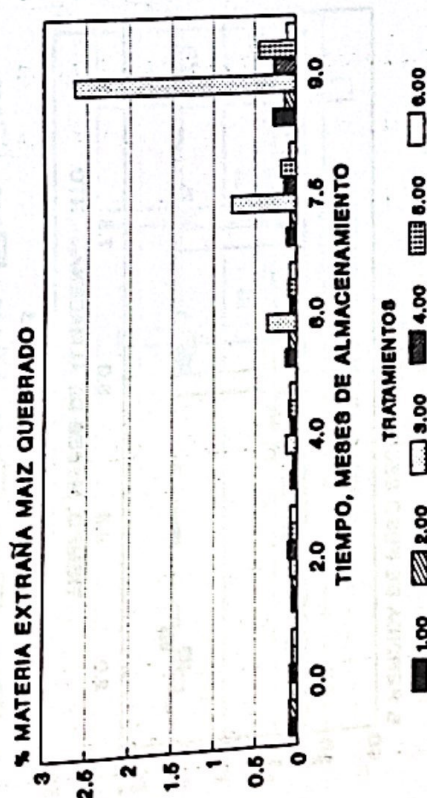
- T 1 = silo metálico maíz en grano sin tratamiento químico
 T 2 = silo metálico maíz en grano con tratamiento químico
 T 3 = troja mazorca sin tusa con tratamiento químico
 T 4 = troja mazorca sin tusa con tratamiento químico
 T 5 = troja mazorca con tusa sin tratamiento químico
 T 6 = troja mazorca con tusa con tratamiento químico

Tabla E 8.3

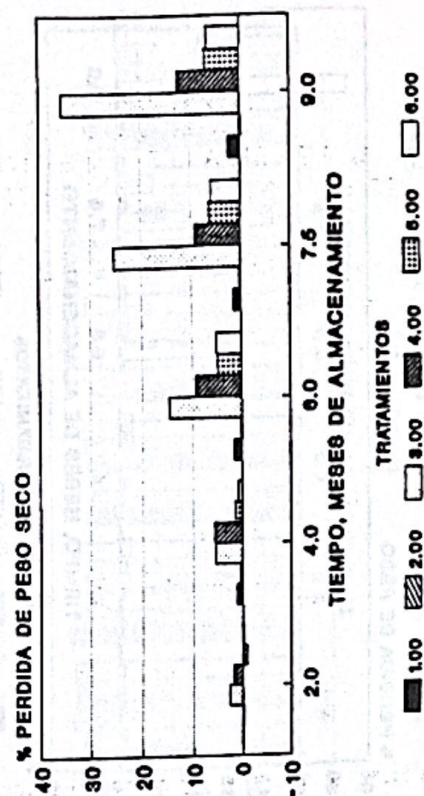
Datos de % pérdida de materia seca durante la
 nixtamalización (método tradicional) encontrados
 en la literatura

FUENTE	% PERDIDA DE MATERIA SECA DURANTE LA NIXTAMALIZACION
Bressani et al, 1958	9.5 - 21.3 % (maíz blanco) 8.9 - 16.7 % (maíz amarillo)
Khan et al, 1982	11 - 13 %
Bedolla et al, 1983	13.9 % (maíz blanco) 10.0 % (maíz amarillo)
Katz et al, 1974	5 - 14 %

GRAFICA E 8.4
% MATERIA EXTRAÑA MAIZ QUEBRADO
VRS TIEMPO

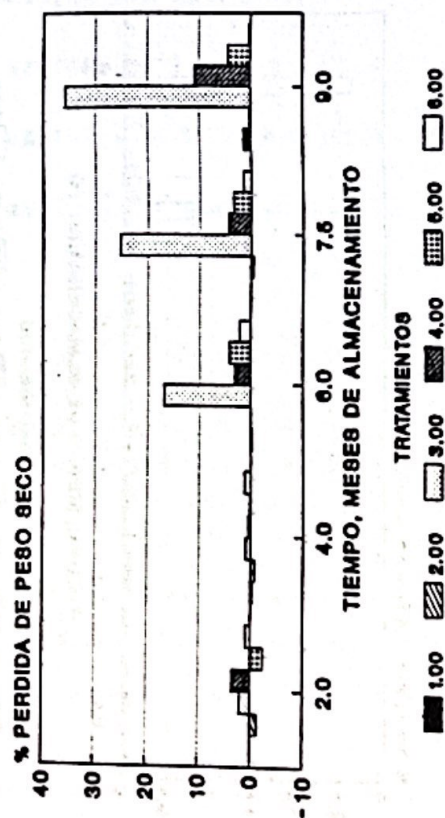


GRAFICA E 8.5
% PERDIDA DE PESO SECO METODO
VOLUMETRICO VRS TIEMPO

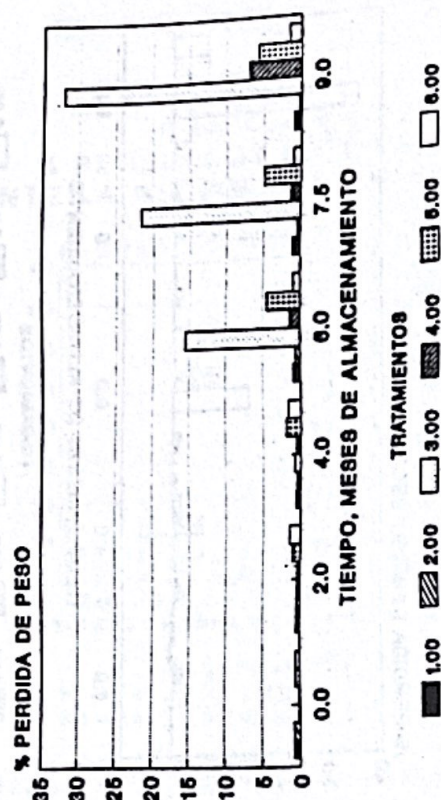


- T 1 - silo metálico maíz en grano sin tratamiento químico
T 2 - silo metálico maíz en grano con tratamiento químico
T 3 - troja mazorca sin tusa sin tratamiento químico
T 4 - troja mazorca sin tusa con tratamiento químico
T 5 - troja mazorca con tusa sin tratamiento químico
T 6 - troja mazorca con tusa con tratamiento químico

GRAFICA E 8.6
% PERDIDA DE PESO SECO METODO
MIL GRANOS VRS TIEMPO

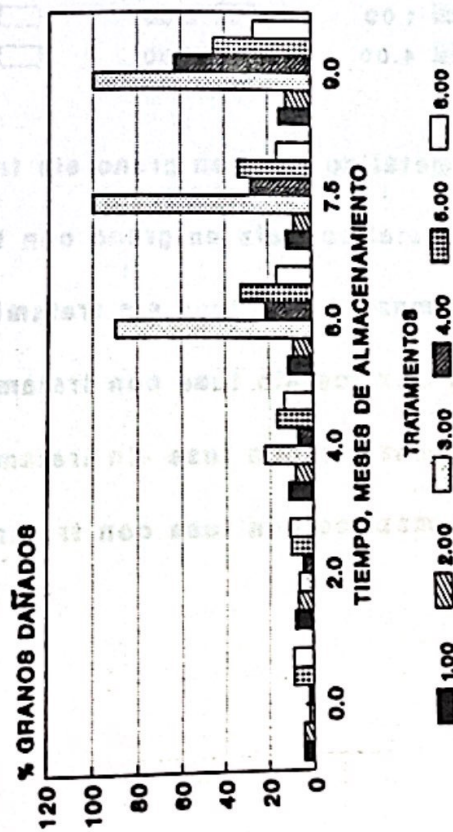


GRAFICA E 8.7
% PERDIDA DE PESO METODO
GRAVIMETRICO VRS TIEMPO

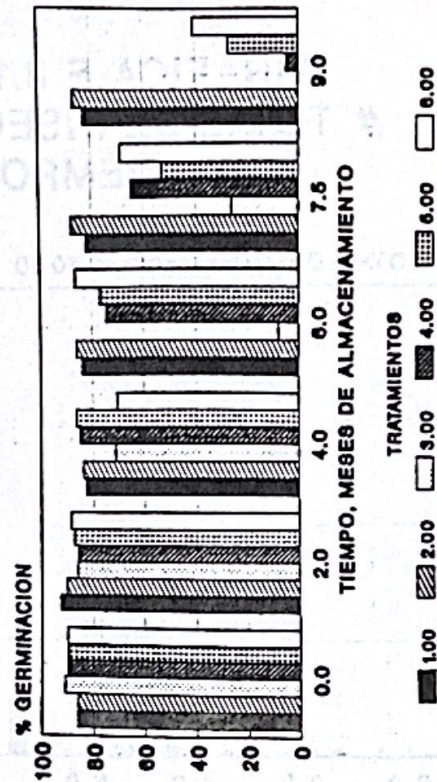


- T 1 - ello metálico maíz en grano sin tratamiento químico T 4 - troja mazorca sin tusa con tratamiento químico
- T 2 - ello metálico maíz en grano con tratamiento químico T 5 - troja mazorca con tusa sin tratamiento químico
- T 3 - troja mazorca sin tusa sin tratamiento químico T 6 - troja mazorca con tusa con tratamiento químico

GRAFICA E 8.8
% GRANOS DAÑADOS
VRS TIEMPO

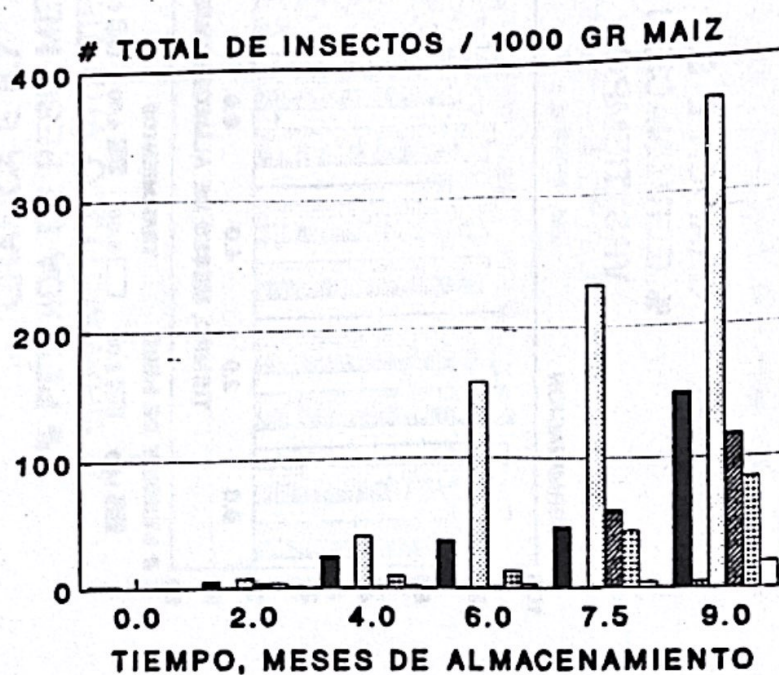


GRAFICA E 8.9
% GERMINACION
VRS TIEMPO



- T 1 - alimento metálico maíz en grano sin tratamiento químico
- T 2 - alimento metálico maíz en grano con tratamiento químico
- T 3 - troja mazorca sin tusa sin tratamiento químico
- T 4 - troja mazorca sin tusa con tratamiento químico
- T 5 - troja mazorca con tusa sin tratamiento químico
- T 6 - troja mazorca con tusa con tratamiento químico

GRAFICA E 8.10 # TOTAL DE INSECTOS VRS TIEMPO



TRATAMIENTOS

1.00	2.00	3.00
4.00	5.00	6.00

- T 1 - silo metálico maíz en grano sin tratamiento químico
- T 2 - silo metálico maíz en grano con tratamiento químico
- T 3 - troja mazorca sin tusa sin tratamiento químico
- T 4 - troja mazorca sin tusa con tratamiento químico
- T 5 - troja mazorca con tusa sin tratamiento químico
- T 6 - troja mazorca con tusa con tratamiento químico