

17
zej

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

**"EVALUACION DEL GRANERO SUBTERRANEO "EJIDO JUAN JACOBO TORRES" COMO
METODO DE ALMACENAMIENTO HERMETICO DE MAIZ, SAN ANDRES TUXTLA, VER."**

LUIS JORGE GUTIERREZ DIAZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para
obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
(BIOLOGIA)**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CONTENIDO

	PAG.
INDICE DE CUADROS	
INDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	1
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS E HIPOTESIS	15
2.1. OBJETIVO	15
2.2. HIPOTESIS	15
III. REVISION DE LITERATURA	16
3.1. EL ALMACENAMIENTO HERMETICO	16
3.1.1. Principios básicos del almacenamiento hermético.	16
3.1.2. El proceso respiratorio.	16
3.1.3. Factores que influyen en la respiración.	20
3.1.4. Efectos del contenido de humedad.	21
3.1.5. Efectos de la temperatura.	22
3.1.6. Efectos de la ventilación.	23
3.1.7. La respiración y el combate de las plagas.	24
3.1.8. Algunos ejemplos sobre almacenamiento hermético.	25
3.2. EL ALMACENAMIENTO SUBTERRANEO	32
3.2.1. Antecedentes generales.	32
3.2.2. Antecedentes de la localidad de estudio.	35
IV. CARACTERISTICAS DE LA REGION DONDE SE REALIZO EL ESTUDIO	38
4.1. AMBIENTE FISICO Y ECOLOGICO	38
4.1.1. El sitio experimental.	38
4.1.2. Ubicación geográfica.	39
4.1.3. Geología.	39
4.1.4. Suelos.	41
4.1.5. Precipitación.	41

	PAG.
4.1.6. Hidrografía.	42
4.1.7. Clima	42
4.1.8. Vegetación.	42
4.1.9. Fauna Silvestre.	43
4.2. AMBIENTE SOCIAL Y ECONOMICO	45
4.2.1. Aspectos étnicos e históricos.	45
4.2.2. Recursos forestales y agropecuarios.	45
4.2.3. Manejo pre y postcosecha.	47
4.2.4. Transporte, desgranado y almacenamiento.	48
4.2.5. Problemática del Ejido Juan Jacobo Torres.	49
V. MATERIALES Y METODO	52
5.1. CONSTRUCCION Y ACONDICIONAMIENTO DE LOS GRANEROS	52
5.2. MUESTREO Y EVALUACION DE DAÑOS	60
5.2.1. Problemática para la elección del método para evaluar daños.	60
5.2.2. Muestreo y evaluación.	61
VI. RESULTADOS	66
6.1. RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL GRANERO SUBTERRANEO (GS)	66
6.1.1. Factores físicos (humedad y temperatura).	66
6.1.2. Evaluación de daños en el granero subterráneo.	66
6.1.3. Incremento del daño en maíz almacenado en el granero subterráneo.	79
6.2. RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL TESTIGO O METODO TRADICIONAL (ENCOSTALADO)	84
6.2.1. Factores físicos (humedad y temperatura).	84
6.2.2. Evaluación de daños del método tradicional.	85
6.2.3. Incremento del daño en maíz almacenado de manera tradicional.	93

	PAG.
6.3. COMPARACION DE LOS RESULTADOS DEL GRANERO SUBTERRANEO CON EL METODO TRADICIONAL	97
6.4. RESUMEN TOTAL DE RESULTADOS	109
6.4.1. Resumen total de daños.	109
6.4.2. Resumen de los costos para la construc- ción del granero subterráneo.	109
6.4.3. Balance económico con base en el peso.	110
VII. DISCUSION	111
7.1. FACTORES FISICOS	111
7.2. DETERIORO MORFOFISIOLOGICO	112
7.2.1. Daño mecánico.	112
7.2.2. Daño por calentamiento.	112
7.2.3. Daño por hongos.	113
7.2.4. Granos germinados prematuramente.	115
7.2.5. Daño por insectos.	115
7.2.6. Variación porcentual de utilidad	117
7.2.7. Pérdida de viabilidad.	118
7.2.8. Pérdida de peso.	119
VIII. CONCLUSIONES	120
IX. LITERATURA CONSULTADA	122

INDICE DE CUADROS

Nº		PAG.
1	PRODUCCION, SUPERFICIE SEMBRADA, SUPERFICIE COSECHADA Y RENDIMIENTO POR HECTAREA DE MAIZ. MEXICO, 1987.	3
2	ESPECIES QUE DAÑAN LOS PRODUCTOS ALMACENADOS, COLECTADOS CON MAYOR FRECUENCIA EN DIFERENTES LOCALIDADES DE LA REPUBLICA MEXICANA, GUTIERREZ Y JIMENEZ, 1989.	8
3	PORCENTAJE PROMEDIO DEL DAÑO QUE EXPERIMENTO EL MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO FAMILIAR SUBTERRANEO BAJO LA MODALIDAD DE EXTRACCION UNICA Y, TRATADO Y NO TRATADO (1986).	36
4	PORCENTAJE PROMEDIO DE DAÑO QUE EXPERIMENTO EL FRIJOL ALMACENADO EN EL GRANERO FAMILIAR SUBTERRANEO, FAJO LA MODALIDAD EXTRACCION MULTIPLE (MENSUAL) (1986).	37
5	COMPARACION DEL PORCIENTO DE DAÑO EXPERIMENTADO POR FRIJOL ALMACENADO BAJO DIFERENTES METODOS DURANTE SIETE MESES (EXTRACCION UNICA).	37
6	COMPONENTES DE LA SELVA ALTA PERSEPOLIA UTILIZADA CON MAYOR FRECUENCIA POR EL HOMBRE.	43
7	FAUNA SILVESTRE DETECTADA EN EL EJIDO "JUAN JACOBO TORRES", LOS TUXTLAS, VERACRUZ.	44
8	TRATAMIENTOS UTILIZADOS PARA LA EVALUACION, CONSIDERANDO CANTIDAD DE GRANO, TIPO DE ALMACENAMIENTO Y NUMERO DE REPETICIONES.	57
9	OSCILACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO EN EL EJIDO JUAN JACOBO TORRES, VERACRUZ.	67
10	RELACION DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL CON LA DEL MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO EN EL EJIDO JUAN JACOBO TORRES, VERACRUZ.	68
11	EVALUACION DEL DAÑO CON QUE INGRESO EL MAIZ AL GRANERO SUBTERRANEO EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS.	70
12	EVALUACION DE DAÑO QUE PRESENTO EL MAIZ DESPUES DE SEIS MESES DE ALMACENAMIENTO, EN EL GRANERO SUBTERRANEO.	72

Nº		PAG.
13	EVALUACION DE DAÑOS EN MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO: EXTRACCION UNICA SIN INSECTICIDA (EUSI)	73
14	EVALUACION DE DAÑOS EN MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO: EXTRACCION UNICA CON MALATHION.	74
15	EVALUACION DE DAÑOS EN MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO: EXTRACCION UNICA CON CAL (EUCC)	76
16	EVALUACION DE DAÑOS EN MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO: EXTRACCION MULTIPLE SIN INSECTICIDA (EMSI).	77
17	EVALUACION DE DAÑOS EN MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO: EXTRACCION MULTIPLE CON MALATHION (EMCM)	78
18	INCREMENTO DEL DAÑO FISICO Y POR PATOGENOS, EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS DE MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO.	80
19	INCREMENTO DEL DAÑO POR INSECTOS (JERARQUIAS) EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS DE MAIZ ALMACENADO, EN EL GRANERO SUBTERRANEO.	80
20	INCREMENTO EN EL DAÑO POR INSECTOS Y DAÑO TOTAL EN MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS.	81
21	EVALUACION DE LA PERDIDA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE UTILIDAD EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS DE MAIZ EN EL GRANERO SUBTERRANEO.	81
22	COMPORTAMIENTO DE LA VIABILIDAD DEL MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO.	82
23	PERDIDA DE PESO (ESTANDARIZADO A 14% DE HUMEDAD) EN MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO.	83
24	OSCILACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL MAIZ ALMACENADO DURANTE SEIS MESES BAJA LA FORMA TRADICIONAL	84
25	RELACION DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL Y DEL GRANO EN MAIZ ALMACENADO BAJA LA FORMA TRADICIONAL.	85

Nº		PAG.
26	EVALUACION DEL DAÑO CON QUE SE ALMACENO EL MAIZ MEDIANTE EL TRATAMIENTO TRADICIONAL (ENCOSTALADO).	86
27	EVALUACION DEL DAÑO DE MAIZ A LOS SIETE MESES DE ALMACENAMIENTO BAJO LA FORMA TRADICIONAL (ENCOSTALADO).	87
28	EVALUACION DE DAÑOS EN MAIZ ALMACENADO DE MANERA TRADICIONAL, TRATADO CON CAL.	88
29	EVALUACION DE DAÑOS EN MAIZ ALMACENADO DE MANERA TRADICIONAL, TRATADO CON GRANERIL.	90
30	EVALUACION DE DAÑOS EN MAIZ ALMACENADO DE MANERA TRADICIONAL, TRATADO CON GRANERIL.	91
31	EVALUACION DE DAÑOS EN MAIZ ALMACENADO DE MANERA TRADICIONAL SIN INSPECTICIDA (TESTIGO ABSOLUTO).	92
32	INCREMENTO DEL DAÑO FISICO Y POP PATOGENOS, EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS DE MAIZ ALMACENADO DE MANERA TRADICIONAL.	93
33	INCREMENTO DEL DAÑO POP INSECTOS (JERARQUIAS) EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS DE MAIZ ALMACENADO DE MANERA TRADICIONAL.	94
34	INCREMENTO EN EL DAÑO POP INSECTOS (SUMA DE JERARQUIAS) Y DAÑO TOTAL, EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS DE MAIZ ALMACENADO DE MANERA TRADICIONAL.	94
35	VARIACION DE LA PERDIDA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE UTILIDAD, EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS DE MAIZ ALMACENADO DE MANERA TRADICIONAL.	95
36	COMPORTAMIENTO DE LA VIABILIDAD DE MAIZ ALMACENADO DURANTE SEIS MESES, BAJO LA FORMA TRADICIONAL.	96
37	COMPORTAMIENTO DEL PESO DEL MAIZ ALMACENADO DURANTE SEIS MESES BAJO LA FORMA TRADICIONAL (ESTANDAR BASTADO A 14% SK HUMEDAD).	96
38	INCREMENTO DEL DAÑO MECANICO EN MAIZ ALMACENADO DURANTE SEIS MESES EN EL GRANERO SUBTERRANEO Y DE MANERA TRADICIONAL.	98

Nº		PAG.
39	INCREMENTO EN EL DAÑO POR CALENTAMIENTO EN MAIZ ALMACENADO DURANTE SEIS MESES EN EL GRANERO SUBTERRANEO Y DE MANERA TRADICIONAL.	99
40	INCREMENTO EN EL DAÑO POR HONGOS EN MAIZ ALMACENADO DURANTE SEIS MESES EN EL GRANERO SUBTERRANEO Y DE MANERA TRADICIONAL.	100
41	INCREMENTO EN EL PORCINTAJE DE GRANOS GERMINADOS PREMATURAMENTE EN MAIZ ALMACENADO DURANTE SEIS MESES EN EL GRANERO SUBTERRANEO Y DE MANERA TRADICIONAL.	101
42	INCREMENTO DEL DAÑO POR INSECTOS (JERARQUIAS) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DE MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO Y DE MANERA TRADICIONAL.	102
43	INCREMENTO EN EL DAÑO POR INSECTOS (SUMA DE JERARQUIAS) EN MAIZ ALMACENADO DURANTE SEIS MESES EN EL GRANERO SUBTERRANEO Y DE MANERA TRADICIONAL.	103
44	INCREMENTO EN EL DAÑO TOTAL EN MAIZ ALMACENADO DURANTE SEIS MESES EN EL GRANERO SUBTERRANEO Y DE MANERA TRADICIONAL.	104
45	VARIACION PORCENTUAL DE LA UTILIDAD DEL MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO Y DE MANERA TRADICIONAL.	106
46	PERDIDA DE VIABILIDAD EN MAIZ ALMACENADO DURANTE SEIS MESES EN EL GRANERO SUBTERRANEO Y DE MANERA TRADICIONAL.	107
47	PERDIDA DE PESO EN MAIZ ALMACENADO DURANTE SEIS MESES EN EL GRANERO SUBTERRANEO Y DE MANERA TRADICIONAL.	108
48	INCREMENTO DEL DAÑO EN MAIZ ALMACENADO DURANTE SEIS MESES EN EL GRANERO SUBTERRANEO Y DE MANERA TRADICIONAL.	109
49	COSTO DEL GRANERO BAJO TRES ALTERNATIVAS DE MANEJO	109
50	BALANCE ECONOMICO EN MAIZ ALMACENADO DURANTE SEIS MESES EN EL GRANERO SUBTERRANEO Y DE MANERA TRADICIONAL.	110

INDICE DE FIGURAS

Nº		PAG.
1	CRECIMIENTO DEMOGRAFICO MUNDIAL DE 1900 AL AÑO 2000.	2
2	PRINCIPALES TIPOS DE ALMACEN RURAL PARA MAIZ	14
3	MORTALIDAD DE INSECTOS MADUROS E INMADUROS DE LA ESPECIE <i>Sitophilus zeamais</i> .	17
4	AGOTAMIENTO DE OXIGENO Y PRODUCCION DE ANHIDRIDO CARBONICO EN RECIPIENTES HERMETICOS LLENOS DE TRIGO INFESTADO CON ADULTOS DE <i>Sitophilus zeamais</i> .	18
5	CASCARA SECA DE CALABAZA UTILIZADA PARA ALMACENAR PEQUERAS CANTIDADES DE GRANO.	27
6	ALMACENAMIENTO HERMETICO DE CAPACIDAD MEDIA.	30
7	DEPOSITO DE TAILANDIA Y DEPOSITO SEMISUBTERRANEO UTILIZADO EN CHIPPE PARA ALMACENAR MAIZ.	31
8	ALMACENES HERMETICOS UTILIZADOS EN ARGENTINA.	33
9	LOCALIZACION DE LA ZONA DONDE SE EFECTUARON LOS EXPERIMENTOS.	40
10	DESGRANE DE LAS MAZORCAS.	50
11	CARACTERISTICAS DEL BARNERO UTILIZADO EN LA REGION DE LOS TUXTLAS PARA CRIBAR EL GRANO.	51
12	CONSTRUCCION DEL GRANERO.	54
13	CARACTERISTICAS DEL POZO O GRANERO TERMINADO	55
14	PASOS PARA SELLAR LA BOLSA.	56
15	LLENADO DEL GRANERO.	58
16	ASPECTO FINAL DEL GRANERO DESPUES DE HABER INTRODUCIDO EL GRANO Y CUBIERTO CON TIERRA.	59
17	ASPECTOS CONSIDERADOS PARA LA EVALUACION DE DAÑOS.	62
18	JERARQUIZACION DEL DAÑO PRODUCIDO POR INSECTOS UTILIZADO COMO REFERENCIA DURANTE LA EVALUACION.	64

Nº		PAG.
19	INCREMENTO DEL DAÑO MECANICO EN MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO Y DE MANERA TRADICIONAL.	98
20	INCREMENTO EN EL DAÑO POR CALENTAMIENTO EN MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO BAJO DIFERENTES TRATAMIENTOS Y DE MANERA TRADICIONAL.	99
21	INCREMENTO EN EL DAÑO POR HONGOS EN MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO BAJO DIFERENTES TRATAMIENTOS Y DE MANERA TRADICIONAL.	100
22	INCREMENTO PORCENTUAL DE GRANOS GERMINADOS PREMATURAMENTE EN MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO BAJO DIFERENTES TRATAMIENTOS Y DE MANERA TRADICIONAL.	101
23	INCREMENTO DEL DAÑO POR INSECTOS CLASIFICADO POR JERARQUIAS DE DAÑO.	102
24	INCREMENTO DEL DAÑO POR INSECTOS (SUMA DE JERARQUIAS).	103
25	INCREMENTO DEL DAÑO TOTAL EN MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO Y DE MANERA TRADICIONAL.	104
26	VARIACION PORCENTUAL DE LA UTILIDAD DEL GRANO.	106
27	PERDIDA DE LA VIABILIDAD EN MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO Y DE MANERA TRADICIONAL.	107
28	PERDIDA DE PESO EN MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO Y DE MANERA TRADICIONAL.	108

RESUMEN

Debido a la influencia de los factores climáticos y bióticos, el manejo de los granos y las semillas es muy complicado, este problema se agudiza en las áreas rurales del país, sobre todo en la región tropical, donde la temperatura y los altos porcentajes de humedad propician el desarrollo de insectos y patógenos, que obligan al productor a vender de inmediato su producto o hacer uso irracional de los insecticidas. Ante esta problemática se hace necesario el desarrollo de sistemas de almacenamiento, que permitan el manejo y conservación de los granos y semillas en regiones tropicales caracterizadas por tener altas humedades y temperaturas.

El Granero Subterráneo (GS) fue desarrollado por investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) y del Colegio de Postgraduados (CP), con el apoyo financiero del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Este sistema surgió como una sección del Proyecto "Desarrollo de un Prototipo Moderno de Explotación Agropecuaria y Forestal a Nivel Familiar para el Trópico Subhúmedo de México". El GS consiste en un pozo cilíndrico de 0.87 m de diámetro por 1.7m de profundidad, con las paredes y piso cubiertas por una capa de 3 a 4 cm de la mezcla típica de cemento, cal y arena, además una bolsa de polietileno de 1.5 m de diámetro por 3m de longitud y calibre 800.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la utilidad del GS para almacenar maíz durante seis meses en una localidad representativa del Trópico Subhúmedo de México, excluyendo el uso de agroquímicos.

El experimento incluyó nueve graneros, manejando cinco tratamientos: 1) extracción única sin insecticida, 2) extrac-

ción única con Malathión, 3) extracción única con cal, 4) extracción múltiple sin insecticida y 5) extracción múltiple con Malathión, cada uno con 500 kg de grano y dos repeticiones por tratamiento, como testigo se utilizó maíz encostalado de manera tradicional, con cinco repeticiones: extracción única con Malathión, con cal, con Parathión y el testigo absoluto (sin insecticida).

El promedio de los resultados en los graneros fue 9.43% de incremento de daño, contra 77.55% del testigo. En cuanto a porcentaje de granos que perdieron utilidad como alimento humano fue 6.31% en el granero frente a 74.44% del testigo. La pérdida de peso fue de 1.79% en el maíz almacenado en el granero, contra 49.29% en el testigo. El maíz almacenado en el granero perdió 23 por ciento de viabilidad y el testigo perdió 99 por ciento de su viabilidad.

Cabe señalar que después del experimento se vendió el grano a razón de \$199.50/Tq, logrando una ganancia de \$ 51,200.00 en el granero subterráneo contra \$ 3,155.00 de ganancia en el testigo: si éste se expresa en kilogramos de grano, se obtiene 256.64 kg de ganancia en el GS y 15.61 kg de ganancia en el tradicional.

Por lo anterior, se puede concluir que por medio del granero subterráneo es posible conservar maíz manteniendo un alto índice de sus características como alimento y conservando sus cualidades como semilla. Almacenando 500 kg de maíz en el GS, el productor logra una ganancia neta de \$ 22,115.00 (incluyendo gastos de construcción) contra \$ 3,115.00 almacenando la misma cantidad de manera tradicional (sin contar gastos de manejo y almacenamiento).

I. INTRODUCCION

En la actualidad existen grandes áreas donde el hambre es una situación común, este problema se va agudizando por el incremento demográfico, que irónicamente, es superior en los países con mayor pobreza; producir alimentos para eliminar la desnutrición es una de las prioridades a las que debe enfrentarse en los próximos años el género humano. Existe un marcado desequilibrio en lo que respecta a las curvas de producción y de consumo de alimentos (figura 1), mientras las curvas de producción tienen variaciones bruscas, las curvas de consumo conservan casi siempre una dirección ascendente y proporcional al incremento de la población humana (Ramírez, 1982).

Debido a la expansión de zona urbana se dificulta abrir nuevas tierras al cultivo, por lo cual dentro de las opciones con las que se cuenta está el incrementar el rendimiento por área y controlar las plagas que afectan los cultivos.

Desde que el hombre apareció sobre la tierra, uno de los problemas a los que tuvo que enfrentarse fue la búsqueda de alimentos para poder subsistir. Al practicar la agricultura, estos problemas disminuyeron en gran medida y desde entonces hasta nuestros días la alimentación en su mayor parte es de origen vegetal. Aproximadamente un 71% del aporte proteico mundial es de origen vegetal y más de la mitad del total de proteínas está dado por los cereales (FAO, 1975). De los cereales cosechados en todo el mundo destacan por su importancia el trigo, el arroz y el maíz, que alcanzan un 75% de la producción mundial. A pesar de sus deficiencias desde el punto de vista proteico, en México como en la mayoría de los países latinoamericanos, el maíz desempeña un papel fundamental tanto en el aspecto económico-alimentario como cultural, motivo por el cual gran parte de las áreas cultivadas se dedican a esta gramínea. En la República Mexicana se cosechan anualmente

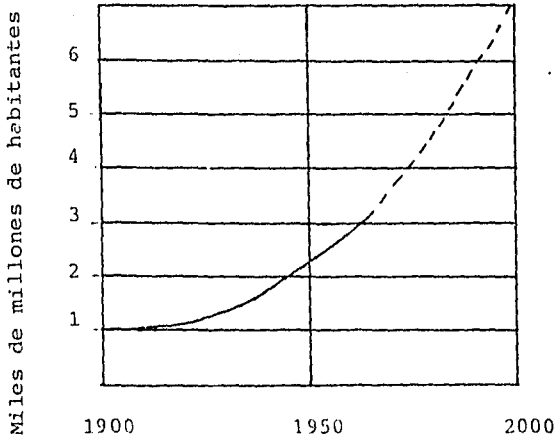


Figura 1: Crecimiento demográfico mundial de 1900 al año 2000.
(Ramírez, 1982).

alrededor de 12 millones de toneladas (cuadro 1) y la mayor producción se encuentra en los estados de Jalisco, México y Chiapas.

La composición y valor nutritivo en las diferentes variedades de maíz puede oscilar, pero en promedio se tiene lo siguiente: coeficiente de extracción 90-96%, agua 12%, 360 calorías por cada 100 mg, 9.3% de proteínas, 4% de grasas, 73.5% de carbohidratos, 6 mg de calcio/100 mg, 1.8 mg de hierro/100 g 0.35 mg de tiamina/100 g, 0.09 mg de riboflavina/100 g y 1.3 mg de niacina/100 g (Aykroyd y Doughty, 1964).

La mayor parte de las cosechas de maíz son almacenadas en los grandes centros de acopio del país; sin embargo, una cantidad importante es retenida por el productor para el consumo familiar así como para el intercambio de bienes y servicios.

CUADRO 1: PRODUCCION, SUPERFICIE SEMBRADA, SUPERFICIE COSECHADA Y REDIMIENTO POR HECTAREA DE MAIZ. MEXICO, 1987.

ESTADOS	PRODUCCION TOTAL	SUPERFICIE SEMBRADA	SUPERFICIE COSECHADA	RENDIMIENTO kg/ha
JALISCO	1'768,976	767,639	690,060	2,564
MEXICO	1'886,116	710,878	685,878	2,750
VERACRUZ	647,490	478,956	147,622	1,466
PUEBLA	541,582	618,300	476,443	1,137
TAMAULIPAS	443,968	280,070	220,738	2,011
CHIAPAS	1'123,515	762,655	708,485	1,586
MICHOACAN	840,501	493,781	462,127	1,819
ZACATECAS	380,974	469,941	394,166	967
OAXACA	350,989	477,713	301,324	1,165
GUERRERO	778,939	501,632	499,501	1,559

FUENTE: SANI. Subsecretaria de Desarrollo y Fomento Agropecuario y Forestal (1987).

En el medio rural, aún cuando no se conocen cifras exactas, existen pérdidas considerables debido a la acción de factores físicos, químicos y bióticos, que producen mermas en cantidad y calidad de los productos. Estos factores se pueden dividir en intrínsecos o propios de las semillas y extrínsecos o relacionados con el medio; los primeros están determinados principalmente por la naturaleza de la semilla (especie, variedad y condición fisiológica) como composición química, dureza, porosidad y conductividad térmica, estas características unidas a las de todo ser vivo, le confieren a la semilla entre otros, la capacidad de presentar resistencia a la descomposición por microorganismos. Entre los factores extrínsecos de tipo físico están la humedad y la temperatura, y dentro de los de tipo biótico están las bacterias, levaduras, hongos, ácaros, insectos, aves y roedores. Dentro de los bióticos, el grupo más importante suele ser el de los hongos cuya acción puede ser directa

como descomponedores, entre otras cosas de micotoxinas, y causar la pérdida de viabilidad de las semillas. Entre los géneros más importantes están *Penicillium* y *Aspergillus*, de este último los grupos más frecuentes son: *Aspergillus glaucus*, *A. candida*, *A. oderaceus* y *A. flavus*, este último sobresale por ser el principal productor de "aflatoxinas". El siguiente grupo en importancia lo constituyen los artrópodos entre los cuales se encuentran los ácaros e insectos. Los ácaros que atacan a los granos se distinguen de los insectos por su tamaño (300 a 800 micras) pero sobre todo por la estructura de su cuerpo, que está compuesto por dos tagmas principales: el Gnatosoma que alberga los apéndices bucales y el Ideosoma que representa el resto del cuerpo, el cual se divide a su vez en: Propodosoma, Metapodosoma y Opistosoma. Las principales especies de ácaros que infestan los productos almacenados son: *Acarus siro*, *Tyrophagus putrescentiae*, *Ptyonotes ventricosus*, *Glyciphagus destructor* y *Dermatophagoides farinae* (Mc Daniel, 1979).

Los insectos sobresalen del grupo de los artrópodos por su diversidad en formas, colores, tamaños, número de especies, diversidad de ambientes que habitan y relaciones biológicas que establecen.

No resultaría fácil hacer una diagnosis de los insectos en conjunto por la gran diversidad de su estructura, que con frecuencia también varía durante el proceso de crecimiento de una misma especie, o es muy diferente entre los sexos. Sin embargo, podemos expresar que las características más constantes que permiten separar a los insectos adultos de otros artrópodos son la presencia de tres tagmas: cabeza, tórax y abdomen; y de tres pares de patas torácicas, por lo cual también se les denomina como "Clase Hexápoda". Su desarrollo puede llevarse a cabo de forma directa, sin sufrir cambios morfológicos notables entre las formas juveniles y los adultos (ametabolía), otros presentan un desarrollo indirecto o metamorfosis.

El nivel de complejidad de estos cambios define dos grandes categorías de metamorfosis; la paurometabolía (metamorfosis paulatina o gradual, mal llamada incompleta) y la holometabolía (metamorfosis total o radical) en la que los estados juveniles, llamados larvas, son completamente diferentes a los adultos en aspecto y hábitos alimenticios (Morón y Terrón, 1988).

Los insectos son el grupo más grande y exitoso que habita el planeta, entre los factores que han permitido tal éxito se encuentran la enorme diversidad de productos de los que se pueden alimentar; mientras unas se alimentan exclusivamente de materia en descomposición; otros consumen tanto productos de origen animal como vegetal. En ocasiones debido a sus hábitos suelen chocar con los intereses del hombre, como es el caso de los gorgojos y palomillas, que infestan los granos y sus productos durante el almacenamiento, causando a menudo pérdidas considerables (Gutiérrez, et al, 1988).

Aproximadamente 250 especies de insectos atacan los granos y sus productos durante el almacenamiento y de éstos, alrededor de 20 son de capital importancia.

Los insectos de almacén en base al daño que ocasionan se han clasificado en primarios, secundarios y terciarios; los primarios, que aunque relativamente pocos, son capaces de dañar granos enteros y tienen gran importancia económica. Las especies, son aquellas que atacan granos partidos o que previamente han sido dañados por las primarias, y se multiplican con facilidad en los productos obtenidos de la molienda de granos. Por último, las especies terciarias, que se multiplican en granos y productos en avanzado estado de deterioro causado por otros insectos o microorganismos (Dell'Orto y Arias, 1985). Esta agrupación es algo arbitraria, pues algunas especies pueden ser secundarias para granos enteros y sanos, porque bioló-

gicamente no están capacitados para dañarlos y necesitan que otros organismos inicien el daño, pero pueden ser primarias para los productos de molienda (Dell'Orto y Arias, 1985). Esta clasificación aún cuando más o menos tipifica las plagas de granos almacenados es relativa y circunstancial, por lo cual es necesario hacer una clasificación o adecuarla considerando las diferentes especies de insectos, la fase de desarrollo infestante, especie del grano, así como las condiciones morfofisiológicas del grano, temperatura y contenido de humedad, así como el efecto que causa un microorganismo sobre la consistencia de la testa del grano. Es frecuente encontrar en mazorcas provenientes desde el campo, granos con la testa completa, pero vacíos por el ataque de larvas de *Cathartus quadricollis* (observación personal, 1986). Otro caso, es cuando a un grupo de granos aparentemente sanos con un alto contenido de humedad se expone a un grupo de psócidos y después de un tiempo (generalmente largo) logran "raspar" la testa y llegar al endospermo y alimentarse de él (García, comunicación personal, 1985).

Otro aspecto interesante está relacionado con los productos que atacan; hay especies que son polífagas y se alimentan y multiplican en una gran variedad de productos, otras son específicas (oligófagas) y sólo pueden reproducirse en un determinado grano o producto.

También es importante conocer la forma en que se dispersan; hay especies que tienen una gran capacidad de vuelo, otras son deficientes en el vuelo y combinan la dispersión con ambos métodos. Por último están los que se dispersan exclusivamente caminando, por ejemplo *Sitophilus granarius*, que posee sólo alas vestigiales.

Los insectos tienen hábitos propios. Cada generación responde al medio de manera similar a sus ancestros; así, la

oviposición, alimentación, migración y respuesta al medio, generalmente sigue un determinado patrón. Sin embargo, no todos los insectos de una misma especie son iguales. La influencia del medio puede producir cambios para su mejor adaptación y sobrevivencia; por ello aunque las especies de insectos que atacan los productos almacenados tienen características variadas, otras son completamente diferentes (Dell'Orto y Velázquez, 1985).

La República Mexicana por su topografía y situación geográfica es un hospedero en potencia de la mayor parte de plagas reportadas a nivel mundial, debido al intercambio de granos y semillas el país se ve expuesto continuamente al ingreso y establecimiento de nuevas plagas (Gutiérrez y Jiménez, 1989). A pesar que la investigación sobre granos almacenados se viene realizando desde la década de los 50's, no se conoce la distribución de las plagas de los granos almacenados en México; existen reportes aislados y sólo de algunas especies. En uno de los últimos trabajos Gutiérrez y Jiménez op cit mencionan que de 104 colectas efectuadas en algunas localidades de la República y en diferentes productos, se registraron 46 especies, incluidas en cinco órdenes, representando un total de 20 familias. En el cuadro 2 se presenta una lista de las especies que se encontraron en el mayor número de localidades, en primer lugar las que presentan una amplia distribución en México.

En el estado de Veracruz, se han reportado diversas especies atacando los granos durante el almacenamiento tanto de campo como a cubierto.

Villanueva Barradas (1961) evaluó la oportunidad del doblado de maíz Cotaxtla, encontrando que la práctica tradicional de doblar a los 35 días después de que ocurre, el 75% de la floración femenina se asoció con una humedad del grano de 18.2% al momento de la cosecha, el 18 de noviembre y un 22.1% de ma-

CUADRO 2: ESPECIES QUE DAÑAN LOS PRODUCTOS ALMACENADOS, COLECTADOS CON MAYOR FRECUENCIA EN DIFERENTES LOCALIDADES DE LA REPUBLICA MEXICANA, GUTIERREZ Y JIMENEZ, 1989.

ESPECIE	ORDEN	FAMILIA
<i>Sitophilus zeamais</i> Mots.	COLEOPTERA	Cucujidae
<i>Sitotroga cerealella</i> (Olivier)	LEPIDOPTERA	Gelechiidae
<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)	COLEOPTERA	Tenebrionidae
<i>Cathartus quadricollis</i> Guerin-M.	COLEOPTERA	Cucujidae
<i>Prostephanus truncatus</i> (Horn)	COLEOPTERA	Bostrichidae
<i>Carpophilus dimidiatus</i> (F)	COLEOPTERA	Nitidulidae
<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens)	COLEOPTERA	Cucujidae
<i>Zabrotes subfasciatus</i> Boheman	COLEOPTERA	Bruchidae
<i>Rhyzopertha dominica</i> (F)	COLEOPTERA	Bostrichidae
<i>Plodia interpunctella</i> (Hübner)	COLEOPTERA	Pyralidae
<i>Cryptolestes pusillus</i> (Schoenherr)	COLEOPTERA	Cucujidae
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (L)	COLEOPTERA	Cucujidae
<i>Lasioderma serricone</i> (F)	COLEOPTERA	Anobiidae
<i>Acanthoscelides obtectus</i> (Say)	COLEOPTERA	Bruchidae
<i>Liposcelis bostrychophilus</i> Haldane	PSOCOPTERA	Liposcelidae
<i>Carpophilus hemipterus</i> (L)	COLEOPTERA	Nitidulidae
<i>Tribolium confusum</i> J. Di Val	COLEOPTERA	Tenebrionidae
<i>Pharaxanotia kirschii</i> Reitter	COLEOPTERA	Languridae
<i>Gnathocerus maxillosus</i> (F)	COLEOPTERA	Tenebrionidae
<i>Psoquilla manginepunctata</i> Hagen	PSOCOPTERA	Psoquillidae

zorcas infestadas por varios insectos: *Cathartus quadricollis*, *Carpophilus dimidiatus*, *Sitophilus oryzae* y *Tribolium castaneum*. Ramírez (1960) encontró que poco antes de doblar el maíz en el campo experimental de Cotaxtla y en el Ejido "El Mangal", más del 70% de las mazorcas de maíz criollo y de H-503, estaban infestadas con plagas de almacén: *Tribolium* spp., *Sitophilus oryzae*, *Prostephanus truncatus* y *Sitotroga cerealella*. Gutiérrez et al (1987) registraron en el Ejido "Juan Jacobo Torres", Veracruz infes-

tando maíz encostalado de manera tradicional a *Sitophilus zeamais*, *Sitotroga cerealella*, *Cathartus quadricollis* y *Tribolium castaneum*.

Durante 1987 Gutiérrez, et al reporta que al inicio de un experimento con maíz criollo, el grano se encontraba infestado con *Sitophilus zeamais*, *Sitotroga cerealella* y *Cathartus quadricollis*; después de seis meses de almacenado en el Granero Subterráneo, se encontró una regular cantidad de individuos muertos y *C. quadricollis*, pero se observaron insectos vivos de *S. zeamais*, aunque sus movimientos eran lentos y el daño en el grano muy bajo.

Para 1988, Gutiérrez, et al encontraron que en maíz H-419 almacenado en el granero subterráneo durante seis meses en Zcatepec, Morelos, la pérdida de peso fue de 0.5%, en tanto que la viabilidad se mantuvo al nivel de 98% y un incremento de 6.2% de daño por hongos e insectos.

El último grupo de los organismos que dañan los granos almacenados corresponde a los vertebrados, donde sobresalen por su importancia las aves y los roedores; dentro de las aves que con más frecuencia visitan los graneros y almacenes están, el gorrión común *Carpodacus mexicanus*, la urraca o zanate *Cassidix mexicanus*, el tordo charretero *Agelaius phoeniceus* y la paloma *Columbina passerina*, aunque también suelen visitar las aves domésticas como quajolotes y gallinas de los géneros *Melagris* y *Gallus*, respectivamente. En cuanto a los roedores, las especies más nocivas son: el ratón doméstico o común *Mus musculus*, la rata gris o de Noruega *Rattus norvegicus* y la rata negra o de los tejados *Rattus rattus*.

Las plagas a su vez tienen enemigos naturales que de una u otra forma participan en la regulación de sus poblaciones. Es raro el organismo que no tiene enemigos naturales. Las poblaciones de enemigos naturales tienen la facultad especial de interaccionar con sus presas o poblaciones hospedantes y estabi-

lizarlas a niveles más bajos de los que alcanzarían sin su actividad. Algunos son efectivos con cantidades extremadamente bajas de presas, otras necesitan densidades más elevadas (De Bach, 1977).

No hay disponible una estimación precisa del número total de insectos enemigos naturales de otros insectos, pero probablemente hay tantos, quizá más insectos entomófagos que presas o huéspedes. Se estima que hay alrededor de un millón de especies de insectos, y en este número estarán incluidos los enemigos naturales. También se dice que solamente han sido descubiertos y clasificado alrededor de 15 por ciento de los enemigos naturales que existen, DeBach, op cit.

Morón y Terrón (1988) indican que los insectos benéficos o enemigos naturales pueden actuar como parasitoides o de predadores. DeBach, op cit menciona que los parasitoides se desarrollan como larvas sobre o dentro de un solo individuo huésped, partiendo de un huevo generalmente puesto sobre, dentro o cerca del mismo. Los parasitoides consumen todo o la mayor parte del huésped, matándolo y entonces pupan en su interior o fuera. Los parasitoides adultos emergen de la pupa e inician la siguiente generación buscando activamente huéspedes a los que pueda parasitar. La mayor parte de los adultos necesitan alimento, como miel, néctar o polen, y muchos se alimentan con los exudados del huésped causadas por la herida hecha mientras efectúa la puesta. Algunos también necesitan agua. Los parasitoides pueden tener una generación en una del huésped (univoltino) o dos o más generaciones (multivoltino), y tienden a atacar solamente un estado del huésped, por ejemplo, huevos, larvas o pupas. Sus ciclos vitales son generalmente cortos, durante diez días y dos semanas. La mayoría de los parasitoides se encuentran en dos órdenes de insectos: Hyme-

noptera (abejas, avispas, hormigas, etc.) y Diptera (moscas). Hymenoptera, es el orden dominante entre todos los insectos entomófagos, tanto numericamente como en cuanto a su satisfactorio uso en la lucha biológica. Hay muchas adaptaciones biológicas en este y otros grupos, como es el caso del oviscapto u ovipositor, que es un órgano especializado para depositar los huevecillos, compuesto de largas láminas quitinosas engranadas, a través de las cuales pasan los huevecillos y funciona como una aguja hipodérmica para inyectar veneno que paraliza al huésped. Las especies de parasitoides más conocidos se encuentran en las familias Tricogrammatidae, Brachonidae, Ichneumonidae, Platygasteridae, Scelionidae, Encyrtidae, Eupelmidae y Pteromalidae, DeBach, op cit.

En cuanto al orden Diptera, los taquínidos representan la familia más importante en el control biológico, aunque este orden contiene otras familias con especies parasitoides, tales como Cyrtidae, Nemesiinae, Pipunculidae, Conopidae, Pyrgotidae, Bombyliidae y Scenopinidae.

El otro grupo importante de enemigos naturales está constituido por los depredadores, dentro de los cuales hay generalistas (que atacan una amplia gama de organismos) y los especialistas, que se alimentan de una especie en particular. El grupo de insectos depredadores se encuentra representado por el orden Coleoptera, la mayor parte de especies incluidas en las familias Coccinellidae, Staphylinidae, Histeridae, Carabidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Lampyridae, Cantharidae, Meloidae, Cleridae y Cicindelidae. El orden Neuroptera con las familias Chrysopidae y Hemerobiidae; los Hymenoptera con las familias Formicidae, Sphecidae, Pompilidae y Pepsidae. El orden Lepidoptera representado principalmente por las familias Syrphidae y Asilidae. El orden Hemiptera con las familias Reduviidae, Miridae y Gerridae. Otros ordenes que presentan numerosas especies

depredadoras son Odonata y Dermaptera. Según Hinton y Corbet (1975) y USDA (1979), las plagas de granos almacenados tienen sus principales enemigos naturales en el orden Hymenoptera; las especies más importantes son: *Bracon hebetor* (Braconidae); *Cephalonomia tarsalis* (Bethyidae); *Anisopteromalus calandrae* y *Chaetospora elegans* (Pteromalidae) y *Venturia canescens* (Ichneumonidae), todos parasitoides. En cuanto a los depredadores se encuentran la chinche *Xylocoris flavipes* (Anthocoridae) y la mosca *Scenopinus fenestralis* (Scenopidae).

Otro factor importante para contrarrestar el efecto de las plagas son los aspectos socioculturales y económicos, como la oportunidad para sembrar y cosechar, el manejo y transporte de la cosecha, limpieza y secado del grano, elección de la estructura y tipo de almacén, así como el mantenimiento que se le brinde a éste.

En México se han utilizado históricamente una gran variedad de métodos y estructuras para almacenar el grano, esta diversificación fue resultado de: a) diferencia de clima, b) materiales disponibles para su construcción, c) rasgos culturales especiales de la sociedad, y d) variaciones a nivel cultural.

Según Hernández X. (1985), los principales grupos de almacén son: a) cuezcomatl o cuezcomate de Tlaxcala y Morelos, que son graneros vasiformes de zacate y arcilla, por lo general presentan un componente esférico, al parecer la palabra significa granero o vasija en forma de cráneo o calavera (Simeón, 1925 y Cubas, 1888-1891); b) las cabañas de la Mixteca; c) el cincalli o cincalote de la zona elevada al sur del Estado de México, son graneros de madera en forma de criba, utilizados para almacenar mazorca de maíz; d) la troje de la región tropical de la cuenca del Río Balsas en Guerrero, aunque también hay en

Tabasco, Veracruz y Yucatán (con detalles particulares). Las trojes son estructuras cúbicas o cilíndricas con una base de palos o carrizos y enjarrados con barro y zacate; el jacal tropical de la zona Maya del sur de México; la ziricua de la región tropical de la cuenca del Río Balsas en Guerrero, se trata de una estructura comúnmente cilíndrica, construida con caña de maíz, para almacenar temporalmente mazorca de maíz; g) el tapanco utilizado en la parte tropical de ambas costas, aún cuando es utilizado por los tarascos de Michoacán (Uruapan, Corupo, Pátzcuaro, etc.), los zapotecas del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca; los totonacas del norte de Veracruz y campesinos de Jalisco. El tapanco es un piso elevado donde se almacena indistintamente maíz en mazorca, desgranado en costales y alguna otra cosa y; h) la enramada, este tipo de almacén es utilizado a lo largo de la costa de Guerrero y Veracruz, donde prevalecen temporadas invernales secas, está construida con troncos de árboles y caña de maíz, se trata de una estructura temporal para almacenar mazorcas de maíz.

Turrent y colaboradores durante 1983 (comunicación personal) realizando encuestas con los pobladores del ejido "Juan Jacobo Torres" en Veracruz, recibieron informes sobre la existencia de un tipo de almacén utilizado en la región, incluso aún a principios de siglo, dicho almacén era subterráneo y estaba compuesto por un pozo cilíndrico de dimensiones variables; en él se depositaban mazorcas de maíz aún con "totomoxtle", éstas se cubrían con varias frondas de platanero y finalmente se tapaban con tierra, pudiendolo dejar en estas condiciones durante varios meses. Al sacar las mazorcas, el grano se mantenía en buen estado, solo que en ocasiones (contaban los entrevistados) las tortillas que hacían con este grano sabían a humedad (lo que nos indica la infección por hongos). Sobre este tipo de almacenes subterráneos herméticos y subherméticos hay registros para varias localidades de la República y en diferentes países del mundo, como se comentará posteriormente. Actualmente,

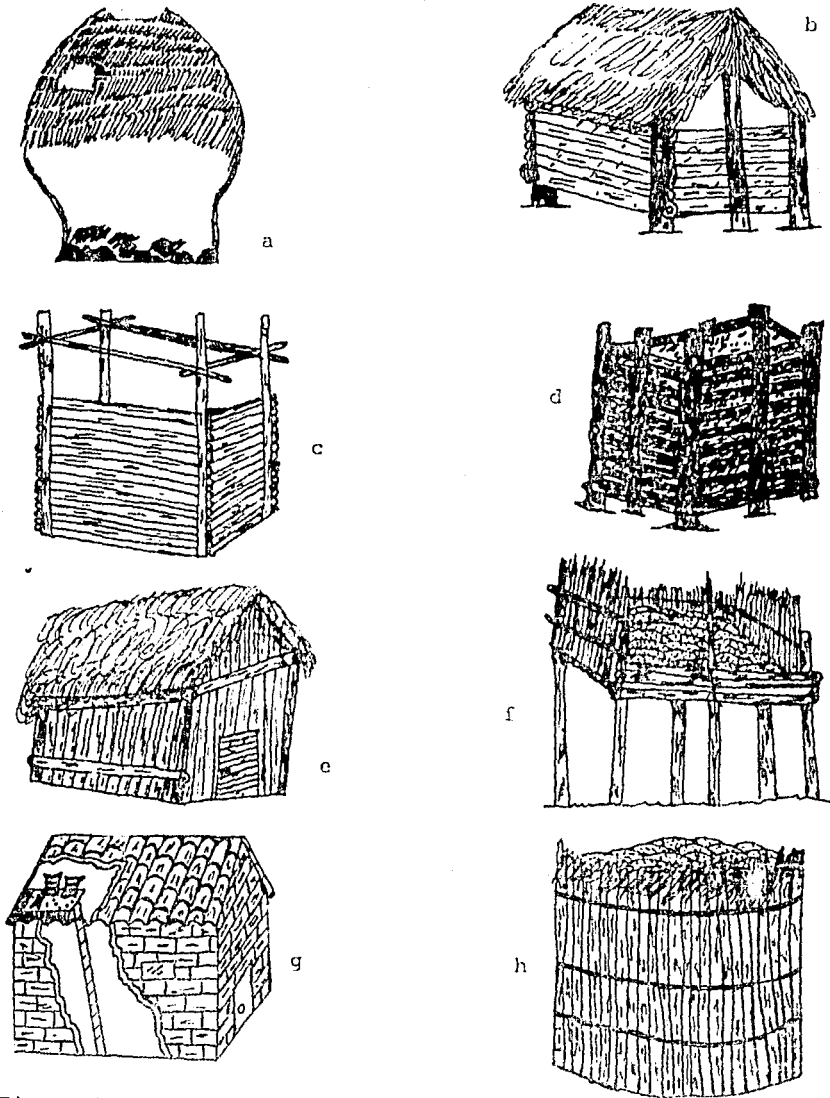


Figura 2: Principales tipos de almacén rural para maíz: a) cuescómatal o cuezcomate; b) cabaña mixte; c) cincalli; d) troje; e) jacal; f) ziricua; g) tapan; e, y h) enramada.

diversos especialistas están retomando estas ideas sobre sistemas herméticos y atmósferas modificadas, analizando detalladamente los diferentes factores que intervienen, la manera en que se modifican y como actúan sobre el grano y sus enemigos.

II. OBJETIVOS E HIPOTESIS

2.1 Objetivo.

Evaluar la utilidad del Granero Subterráneo como un instrumento de la familia campesina del Trópico Subhúmedo de México, para conservar maíz durante seis meses, excluyendo el uso de agroquímicos.

- a) Conocer la factibilidad del uso del granero para ser utilizado bajo la modalidad de extracción única y múltiple.

2.2 Hipótesis.

Por medio del Granero Subterráneo es posible almacenar maíz durante seis meses con una pérdida mínima sin necesidad de aplicar insecticida, disminuyendo el costo y los riesgos a la salud, en relación al método utilizado tradicionalmente.

Supuestos.

Debido a su hermetismo, mantiene bajo el contenido de humedad del grano, por lo tanto el deterioro por insectos y hongos será bajo también.

El carácter subterráneo del granero, impide cambios en la temperatura, lo cual aunado a lo anterior permite conservar un alto porcentaje de viabilidad en las semillas.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1. EL ALMACENAMIENTO HERMETICO

3.1.1. Principios básicos del almacenamiento hermético.

El almacenamiento hermético presenta varias ventajas en comparación con otras modalidades de conservación de los cereales: sencillez, eliminación de insectos y otras plagas sin necesidad de recurrir a productos químicos tóxicos, y relativo bajo precio de muchos de los recipientes y depósitos. En los últimos años se ha venido utilizando de manera creciente, no solamente para eliminar los insectos existentes en grano seco, sino también para impedir la formación de hongos en cereales húmedos. Independientemente de que el grano esté seco o húmedo, el principio básico del almacenamiento hermético es siempre el mismo: eliminación de oxígeno en el aire del depósito o recipiente hermético, hasta un nivel que suprima o inactive los organismos nocivos que dependen del oxígeno para subsistir, ya sea insectos u hongos antes de que causen graves daños al grano. Aunque la desaparición del oxígeno suele deberse a la respiración de los propios hongos e insectos, en ciertas circunstancias puede resultar conveniente crear artificialmente una atmósfera exenta de oxígeno (Figura 3).

3.1.2. El proceso respiratorio.

Con el fin de explicar los principios básicos del almacenamiento hermético, se expondrán los procesos respiratorios inherentes al almacenamiento del grano.

Respiración aeróbica

Normalmente, en el aire la respiración implica la descomposición de carbohidratos, ya sean los del propio grano o los

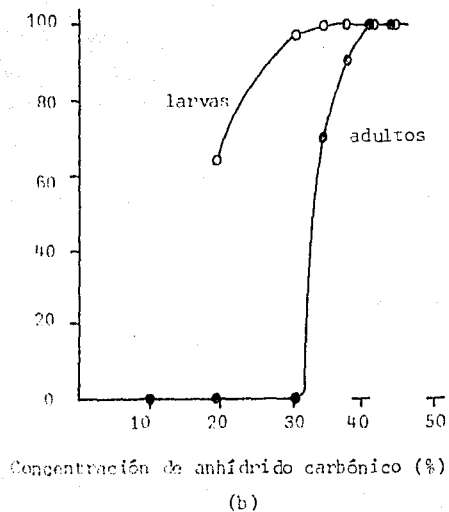
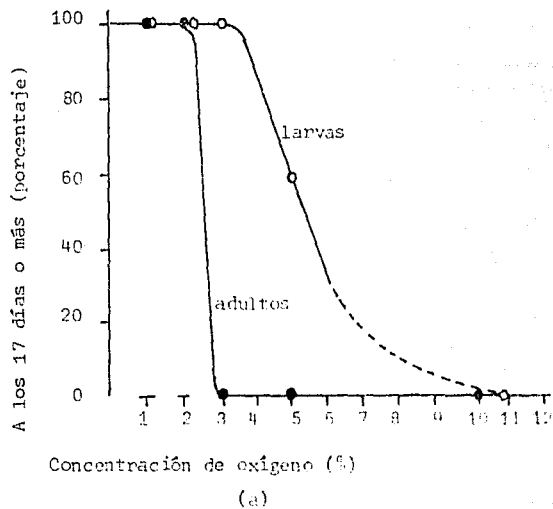


Figura 3: Mortalidad de insectos maduros e inmaduros de la especie *Sitophilus zeamais*:
 a) en una atmósfera de oxígeno sin anhídrido carbónico; b) en una atmósfera de anhídrido carbónico con del 15 al 21% de oxígeno (Bailey, 1955:
 In: Hyde, et al, 1974).

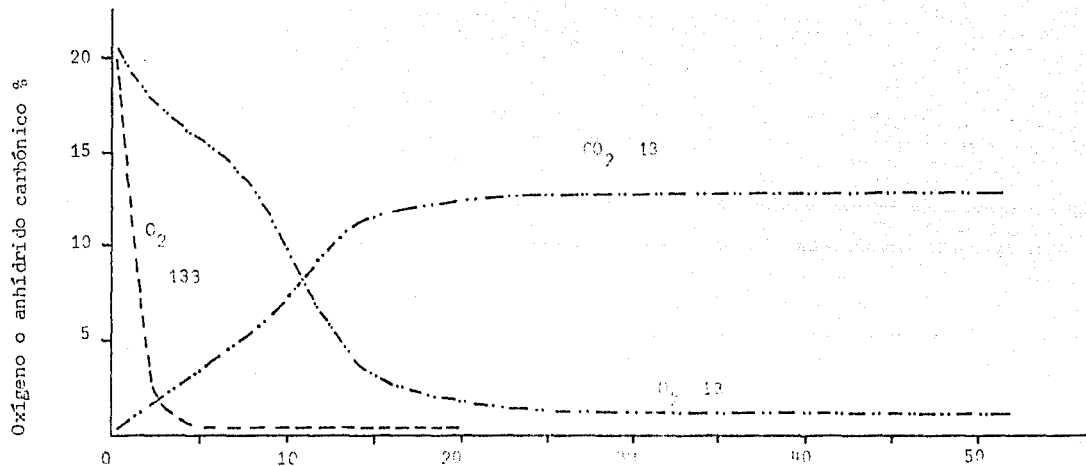
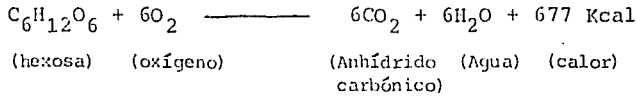


Figura 4: Agotamiento de oxígeno y producción de anhídrido carbónico en recipientes herméticos llenos de trigo infestado con adultos de *Sitophilus zeamais* (Oxley y Wickenden, 1963: In: Hyde, et al, 1974).

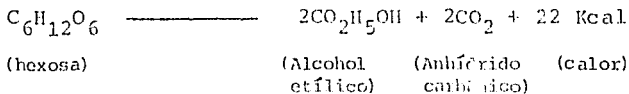
del alimento consumido por los insectos, según la ecuación que, en el caso de la hexosa, puede representarse del modo siguiente:



El oxígeno que se requiere para esta reacción aeróbica se obtiene del aire. La oxidación libera agua y anhídrido carbónico y también una cantidad considerable de energía. Gran parte de esa energía la emplean los organismos vivos (insectos, hongos o semillas) para su crecimiento y desarrollo, pero también hay una parte que pasa al aire en forma de calor.

Respiración anaeróbica

La mayoría de los animales y plantas, incluidos muchos hongos, necesitan oxígeno para respirar, y mueren o por lo menos, detienen su desarrollo, cuando hay poco oxígeno. Bottomley et al (1950) demostró que a ciertos hongos les bastaban cantidades insignificantes de oxígeno para su crecimiento. Pero hay otros organismos como ciertas bacterias y levaduras, que pueden respirar aunque no exista oxígeno en absoluto, este tipo de respiración es denominada anaeróbica, descomponiendo los carbohidratos de manera incompleta que en presencia de aire y produciendo sustancias como ácido láctico, acético y alcohol. Esta última reacción, que se da sobre todo en el caso de las levaduras puede representarse como sigue:



Dicha reacción, llamada fermentación produce mucho menos calor que la reacción aeróbica anteriormente descrita (22 Kcal por grano-molécula de hexosa, en comparación con 677 Kcal en presencia de oxígeno). La respiración anaeróbica que caracteriza a ciertos microorganismos, solo se produce en los recipientes herméticos cuando hay un alto grado de humedad, esto es, cuando el grano está húmedo.

3.1.3. Factores que influyen en la respiración

Diversos especialistas han intentado estudiar la respiración del grano en condiciones secas, pero en la práctica resulta muy difícil distinguir entre la respiración de las semillas en reposo y la de los otros insectos y hongos que la atacan. Tampoco es fácil diferenciar los efectos de la temperatura de los de la humedad que una y otra influyen en la tasa de respiración.

Lingren (1935) demostró que a los 25°C la respiración de un trigo seco no infestado es muy baja: grano con un contenido de humedad de 10.7% a una temperatura de 25°C a razón de mg de CO₂/46 h, sólo mostró trazas, a 35°C presentó 0.44 mg de CO₂ en 48 h. Aunque la tasa de respiración es baja en el grano seco y no infestado, aumenta rápidamente con la infestación y ese aumento es mayor en las temperaturas más altas, los resultados de Lingren (1935) pusieron de manifiesto que, si bien la producción de anhídrido carbónico en el grano infestado es inferior cuando la humedad es menor, ello se debe en gran parte a la mortalidad de los insectos. El menor desarrollo, o la muerte de los insectos en niveles bajos de humedad va unida una pérdida considerable de peso corporal, que suele atribuirse al desecamiento derivado de la pérdida de agua a través de la cutícula del insecto.

Los insectos que infestan los cereales almacenados sufren los efectos de la temperatura y la humedad relativa del medio en que viven. Aunque ciertas especies (algunas del género *Trogoderma*) pueden soportar una gran sequedad, inferior al 10% de humedad relativa, el desarrollo de otras muchas si disminuye, incluso cuando la humedad relativa es considerablemente mayor que ese valor. Por ejemplo, el gorgojo del arroz (*Sitophilus oryzae*), utilizado en las pruebas de Lindgren, tiene una humedad crítica de un 60%, aproximadamente, por debajo de la cual, disminuye notablemente la proporción de huevos que pone y aumenta la mortalidad (Howe, 1952).

Aunque a muchos insectos los perjudica una humedad reducida, el hecho de secar el grano hasta un contenido de humedad que resulte comercialmente aceptable para el almacenamiento (13-14%), no impedirá por sí solo que se produzca una infestación de insectos, a no ser que el grano se enfríe por debajo de los 15°C, temperatura difícil de conseguir en la mayoría de los países tropicales.

Como ya se mencionó, la respiración de los insectos desprende una cierta cantidad de calor. Con aire abundante e infestaciones altas, el calor producido no podrá evacuarse debido a la baja conductividad térmica del grano, con lo cual se producirán focos de calentamiento y se deteriorará el grano.

3.1.4. Efectos del contenido de humedad

A diferencia de los insectos, la mayoría de los hongos no pueden desarrollarse en humedades relativas inferiores al 70%, lo cual en el caso de los cereales, corresponde aproximadamente a un contenido de humedad del grano de $\pm 14\%$; cuando el grano se encuentra por debajo de este 14% y está libre de insectos, éste se puede almacenar por tiempo indefinido,

siempre y cuando la humedad ambiental no se incremente.

Milner et al (1947), comprobaron que el rápido aumento de la producción de anhídrido carbónico iba acompañado de un aumento del número de hongos. Cuando se impidió el crecimiento de hongos mediante un tratamiento con fungicidas, esos mismos autores observaron que la tasa de respiración seguía siendo baja, incluso con un contenido de humedad del grano de 20% (24-26 mg de anhídrido carbónico por cada 100 gr de trigo en 24 horas, en comparación con 273 mg en la muestra no tratada, después de 10 días).

3.1.5. Efectos de la temperatura

La tasa de todas las reacciones químicas, incluida la respiración, aumenta con la temperatura. Ahora bien, cuando la reacción va unida a la actividad de un organismo vivo como por ejemplo, un insecto o un hongo, suele existir una temperatura óptima por encima de la cual, la respiración del organismo queda suprimida debido a la inactivación térmica de las enzimas.

Bailey y Gujjar (1918) indicaron que en trigo almacenado con 15% de contenido de humedad se produce un descenso radical de la tasa de respiración a temperaturas superiores a 55°C. Los resultados obtenidos por Protopova y Kretovich (1949) con un grano cuyo contenido de humedad oscilaba entre los 14 y 22% indicaron que la tasa respiratoria máxima (que en el caso del contenido de humedad superior se debía en gran medida a unos microorganismos) correspondía a una temperatura comprendida entre los 50 y 55°. Por encima de esa temperatura la respiración decrecía idénticamente en todos los niveles de humedad.

En el caso de la mayoría de los hongos, la temperatura

Óptima para su desarrollo es inferior a los 40°C, con la salvedad de los hongos termófilos, que crecen mejor a los 50°C, pero, en presencia de aire pueden elevar la temperatura del grano húmedo hasta los 67-70°C antes de que ésta corte todo crecimiento ulterior, Hyde et al (1974).

Birch (1945), demostró que la actividad de muchos de los insectos que infestan los productos almacenados alcanza su punto máximo entre 30 y 35°C, y que por encima de ella decrece rápidamente. En la práctica, los insectos pueden elevar la temperatura del grano hasta unos 42°C antes de que el "foco de calentamiento" que hayan creado pase a ser inhóspito o incluso letal, por lo cual morirán o se trasladarán a un sitio más fresco.

3.1.6. Efectos de la ventilación

Se suele pensar que, para conservar los cereales en buenas condiciones, es preciso que exista una disponibilidad mínima de oxígeno a fin de que puedan "respirar". Existen datos contrapuestos sobre las consecuencias del medio caseoso para el estado del grano almacenado, especialmente en relación con su viabilidad (Milner, 1948 y Roberts, 1961).

Kidd (1916) observó que el anhídrido carbónico suprime la respiración de las semillas en germinación y pensó que la inactividad vegetativa de las semillas en reposo puede ser quizás una forma de necrosis provocada por la acción del anhídrido carbónico; Bailey y Guijar (1918) demostraron que la respiración de un trigo ligeramente húmedo (contenido de humedad de 15.6 y 1.6%) en una atmósfera con el 40% de nitrógeno. Milner y Geddes (1945) observaron en harina de soya con 18.5% de humedad, que la respiración durante la ventilación con nitrógeno era únicamente de un 5% de la obtenida durante una ventilación similar con aire.

Todo parece indicar que el efecto depresor del nitrógeno o del anhídrido carbónico sólo reviste de importancia en el caso de cereales muy húmedos, y surte poco efecto cuando el grano está seco. La germinación no cambia gran cosa cuando el contenido de humedad es de un 12%, incluso en recipientes o depósitos herméticos.

En el caso de un contenido de humedad mayor, muchos especialistas han podido comprobar que en unos recipientes herméticos, sin ventilación alguna, la viabilidad del grano queda afectada en una proporción que depende de la humedad y de la temperatura del grano (Roberts, 1961 y Guilbot y Poissin, 1963). En el caso de un contenido de humedad inferior al 14% y una temperatura de 15°C, no se advierte cambio alguno, al menos durante dos años (Hyde, 1965), por lo cual, un cereal almacenado con un contenido de humedad reducido no ha de quedar gravemente dañado. Ahora bien, si el aumento local de la humedad o una fuerte infestación reduce el oxígeno o aumenta el anhídrido carbónico en la atmósfera intergranular hasta un nivel depresor, la germinación soportará sus efectos (Hyden y Daubney, 1960 y Navarro et al, 1968).

3.1.7. La respiración y el combate de las plagas

En relación con el almacenamiento hermético de los cereales, revisten gran importancia los factores asociados con la respiración del grano, las plagas y los patógenos. Si se coloca un grano seco, infestado por insectos, en un recipiente hermético, éstos agotarán muy pronto el oxígeno disponible y se asfixiarán. La mayoría de las especies de insectos que plagan los cereales almacenados mueren cuando la concentración de oxígeno del aire intergranular disminuye por debajo del 2% en volumen (Bailey, 1955). Los hongos, que solo pueden desarrollarse cuando hay altos contenidos de humedad del grano (más

del 14%), pueden crecer en una concentración hasta de 0.2% de oxígeno, Peterson et al (1956). En cualquier concentración de oxígeno comprendida entre el 0.5 y 1%, ciertos microorganismos, entre ellos ciertas levaduras, pueden proliferar rápidamente en condiciones de gran humedad y provocar deterioro del grano, Burmeister et al (1966).

Así pues, no cabe afirmar categóricamente que el almacenamiento hermético, sin sustitución del aire, se pueda o no utilizar en el caso de grandes cantidades de semillas de cereales, cuya capacidad germinativa haya que mantener en un nivel elevado. Según las observaciones, se ve que es posible conservar los granos y semillas manteniendo altos niveles de viabilidad y sanidad, debido a bloqueo del desarrollo de insectos y patógenos.

3.1.8. Algunos ejemplos sobre almacenamiento hermético

Recipientes pequeños y de regular capacidad

En los últimos años se ha empezado a sentir el interés por las aplicaciones prácticas del principio de hermeticidad en recipientes pequeños en los climas cálidos.

La cáscara seca de las cucurbitáceas, ésto es, las calabazas (figura 5a) se han venido utilizando en los trópicos, para almacenar pequeñas cantidades de productos agrícolas, a menudo cereales destinados a ser empleados como semillas. M. Farlane (1970) ha estudiado la posibilidad de impermeabilizar las calabazas para que no dejen pasar aire; de sus trabajos se desprende la posibilidad de cubrir la superficie con aceite de linaza o con barniz.

En el campo, los cereales se almacenan una vez trillados en bolsas de sisal, yute o arpiyera dentro de las casas. El inconveniente de este tipo de recipientes es que facilita la infestación producida por los insectos y la reabsorción de la humedad por el grano seco. Se pueden mejorar estas bolsas forrándolas con polietileno y también cabe sustituirlas por bolsas de PVC o polietileno relativamente gruesos (Anónimo, 1953).

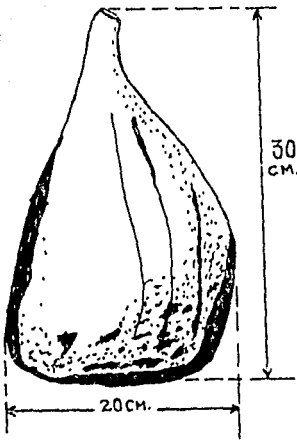
Según McFarlane (1970), los sacos de polietileno de espesor no inferior a 0.1 mm resultaron relativamente herméticos y, en lo tocante a la permeabilidad del oxígeno, pueden dar resultados comparables a los logrados con las calabazas revestidas.

Wilkin y Green (1970) observaron que poblaciones numerosas de insectos en cereales encastados, morían cuando esos sacos eran metidos en bolsas de polietileno.

El empleo de polietileno de 0.20 a 0.25 mm de espesor es el más indicado para prevenir la penetración de insectos y los desperfectos debidos a manipulación. No se ha observado ninguna diferencia importante entre el cierre térmico y el sistema de atado en manojo (comunicación personal de Sterling; in: Hyde, et al, 1974).

Recipientes y bidones metálicos

En varios países tropicales se utiliza con buenos resultados bidones metálicos de diversos tamaños (figura 5b). En Nigeria se efectuaron diversos ensayos con barriles de petróleo de 170 libras, en donde se depositó maíz con 10-11% de humedad, conservándose en buen estado durante un año.



a

b

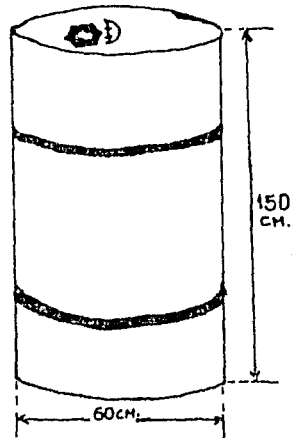


Figura 5: Cáscara seca de calabaza utilizada para almacenar pequeñas cantidades de grano (a); y (b) recipiente metálico o bidón, utilizado en las regiones tropicales para almacenar granos y semillas.

En un ensayo similar, Ozburns, et al (1960), se conservó sorgo con un 10% de humedad durante 30 meses sin perder de manera significativa la viabilidad. Por otro lado Bhatnagar (1969) almacenó 1.5 toneladas de trigo con un 7% de humedad en un barril de acero. Menciona que es necesario asegurarse que los tapones de entrada y extracción del grano cierren perfectamente, de otra manera incrementaría la infestación por insectos.

En el estado de Oaxaca, Velazco (1987) reporta que la utilización de silos metálicos para almacenar grano es eficaz ya que, nulifica en forma total la infestación por insectos.

Ariza y Rodríguez (1989), experimentando con maíz almacenado en un silo metálico con capacidad de una tonelada, encontraron después de seis meses un incremento en el daño por insectos del 5%, contra 18% observado en el testigo.

Recipientes de hormigón y tierra

Wright y Southgate (1962) han estudiado la posibilidad de mejorar los tradicionales graneros de tierra utilizados por los campesinos de África; mediante un revestimiento de alquitrán o forrándolos con una lámina de plástico. Giles (1965), intentó cerrar los graneros de adobe utilizados en Nigeria con dos espesas capas de emulsión de alquitrán en el interior, pero los resultados obtenidos en el caso de sorgo parecen indicar que no se logró la hermeticidad; no obstante, se redujo considerablemente el número de insectos.

Pradhan y Bhookhrjee (1969) emplearon un almacén en la India construido con dos capas de barro o adobe y una lámina de polietileno entre ellas, con lo que se impiden los daños de tipo mecánico abrasivo, dicho almacén lo denominaron "depósi-

to de pusa" (figura 6a) y tiene una capacidad de 200 Kg. Los resultados que obtuvieron han puesto de manifiesto que con estos recipientes se ha podido conservar trigo con un contenido de humedad de 10%.

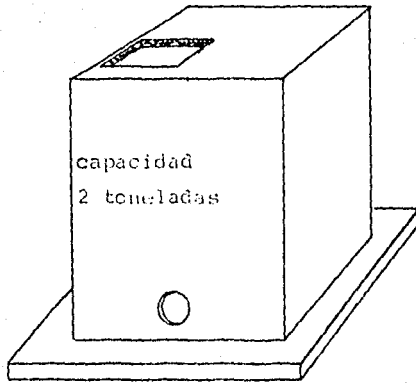
Por otro lado, el recipiente rústico de Waller (figura 6b) constituye un sensible progreso con respecto a los dos anteriores. Consta de un cilindro mecánico interior de malla metálica con un revestimiento exterior de yeso o cemento. Oxley (1975), ha experimentado en Kenia con un recipiente de Waller de 10 toneladas de capacidad, él empleó con buenos resultados la técnica de construcción, pero no nos consta que se hayan fabricado depósitos herméticos (Hyde, et al, 1974).

Recipientes de capacidad media

En Tailandia, Boon-Long, et al (1969) y Smith y Boon-Long (1970), han desarrollado una variante del recipiente Waller, que consiste en una estructura permanente para el almacenamiento hermético de cinco toneladas de arroz. En la figura 7 se pueden observar sus principales características. Después de 10 meses de ensayar este depósito se obtuvieron resultados satisfactorios con arroz al 11% de humedad.

Recipientes de gran capacidad

Dentro de los recipientes herméticos de gran capacidad se encuentran los depósitos semisubterráneos construidos en Chipre y Kenia, éstos se mencionan en el apartado de almacenamiento subterráneo.



a

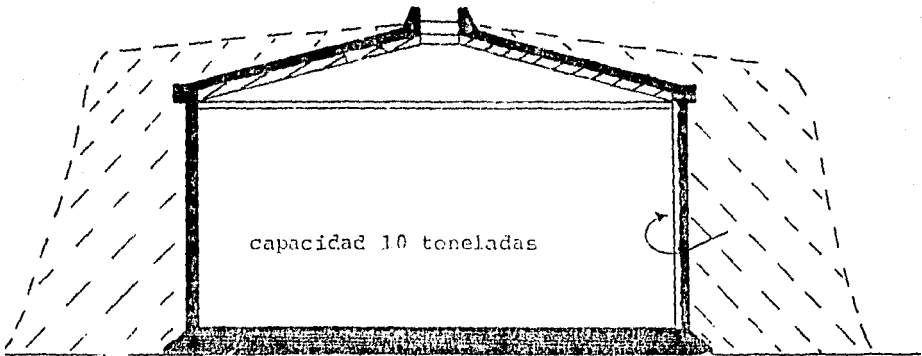


Figura 6: Almacenamiento hermético de capacidad media: a) recipiente de pusa , y b) recipiente Waller.

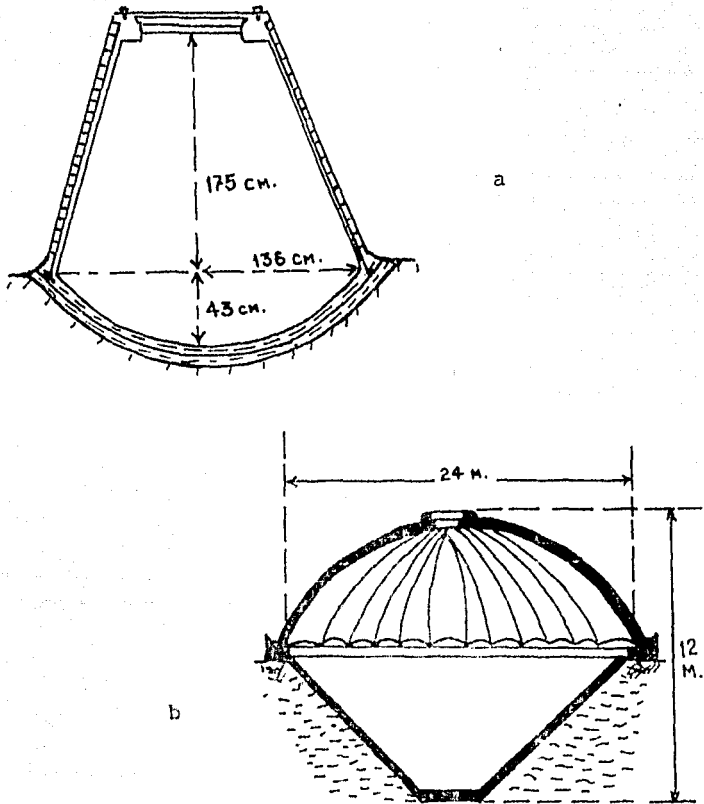


Figura 7: Depósito de Tailandia, utilizado para almacenar cinco toneladas de arroz a) y, depósito semisubterráneo utilizado en Chipre para almacenar varios cientos de toneladas b).

3.2. EL ALMACENAMIENTO SUBTERRANEO

3.2.1. Antecedentes generales

El almacenamiento subterráneo de granos ha sido utilizado en diferentes partes del mundo como Africa y Egipto; en la India se viene utilizando al menos desde hace unos 3000 años (Attia, 1948).

En algunos países como la India y Argentina, el empleo de almacenes subterráneos no herméticos para guardar el grano a granel o encostalado, es una práctica común. Muchos de estos almacenes se localizan en lugares de subsuelo seco y bien drenados, en climas secos o semiáridos y en áreas donde no se registran movimientos telúricos o asentamientos que destruyen estas construcciones subterráneas. La efectividad de este tipo de construcción depende en gran parte del suelo de la región, del tiempo que se deje secar la excavación, del tamaño de ésta, del tipo de material y de la forma de la construcción que se desarrolle (Ramírez, 1962).

En Argentina, durante la Segunda Guerra Mundial surgió la necesidad de acopiar grandes cantidades de grano que no podían exportarse. Se iniciaron los experimentos con unos silos subterráneos herméticos. Estos experimentos que se referían a varios miles de toneladas de cereales, dieron resultados tan alentadores que el gobierno construyó silos con una cábida total de un millón de toneladas (Figura 9). Los silos estaban revestidos con una mezcla de cemento y tierra, y tenían una membrana alquitranada impermeable y una cubierta provisional, en un primer momento, la cubierta estaba formada por un papel impermeabilizado, una capa de paja de 10 a 15 cm de espesor y una capa de tierra compacta de 1.5 a 2 m de espesor. Las pérdidas que se obtuvieron en estos almacenes fue de 0.5% y se debieron principalmente a los granos que habían quedado adheridos al revestimiento asfáltico de las paredes. Actualmente el Consejo

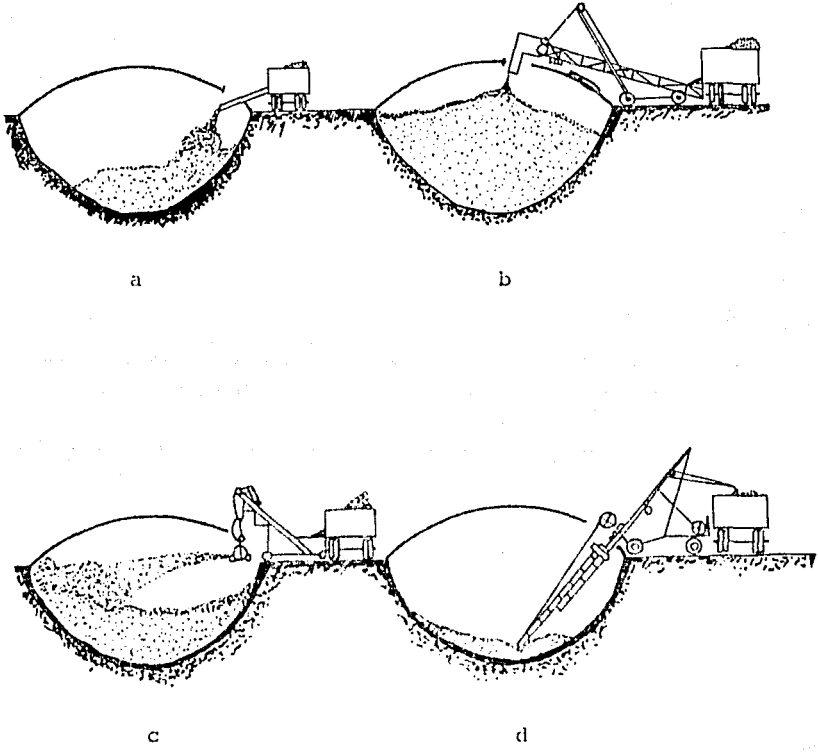


Figura 8: Almacenes herméticos utilizados en Argentina: a) carga por gravedad; b) carga con correas transportadoras; c) carga por cargadores oscilantes; y d) carga por transportador telescópico.

Nacional de Cereales de la Argentina dispone de silos subterráneos de más de 2 millones de toneladas de capacidad, y las empresas privadas (principalmente molinos harineros) almacenan más de medio millón de toneladas. Este tipo de silos están adaptados para la carga y descarga de granos con equipo y maquinaria adecuados (Hyde, et al, 1974).

En la India, los silos subterráneos llamados "Khattis", en los cuales se almacena principalmente trigo, también han demostrado ser muy eficientes para la conservación de otros granos.

En 1951, la comisión cerealista de Chipre solicitó apoyo científico a la Gran Bretaña para reducir las graves pérdidas que venían sufriendo en trigo y cebada. Para resolver el problema se decidió construir un sistema hermético (Figura 7b), diseñando un depósito de hormigón y coronado por una bóveda, también de hormigón con altura de 6 m y 20 m de diámetro (Hyde, et al, 1974).

En 1966, el gobierno de Kenia inició un proyecto para construir almacenens subterráneos y conservar las reservas nacionales consistentes en 109,000 toneladas de maíz para casos de urgencia, el modelo era basado en los almacenens construidos en Chipre, con algunas modificaciones. Los materiales seleccionados para la construcción fueron, en primer lugar de hormigón porque existe prácticamente en todas partes, es económico, tiene gran duración y se le puede dar la forma que se desee, pero es un material poroso, por lo cual habría que revestirlo con una membrana de material impermeable (emulsión alquitranada); para darle la forma de cúpula se utilizaron barras de acero y hormigón armado. Para un almacén de 19 m de diámetro se utilizaron 55 toneladas de cemento, 78 m³ de arena, 106 m³ de piedra machacada, 405 m² de arpillera de cáñamo y yute, 3.75 tone-

ladas de acero y 1,100 litros de emulsión de alquitrán.

3.2.2. Antecedentes de la localidad de estudio

En San Andrés Tuxtla, Veracruz, personal del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) y del Colegio de Postgraduados (CP), mediante entrevistas con productores recibieron información de la existencia en el Ejido Juan Jacobo Torres de un tipo de almacén subterráneo, en el cual se conservaban mazorcas de maíz sin agroquímicos. Pero, por razones no muy claras se dejó de utilizar. El equipo de investigadores con base en estos antecedentes, retomaron la idea y se trató de mejorar utilizando material y tecnología disponible actualmente.

Desde 1980, el INIFAP y el CP trabajan en el Proyecto "Desarrollo de un prototipo moderno de explotación agropecuaria y forestal para el Trópico Subhúmedo de México", uno de los objetivos de este proyecto fue mejorar el manejo de los granos después de la cosecha. Como consecuencia de éste se desarrolló el "Granero Subterráneo Ejido Juan Jacobo Torres". Este granero fue probado por primera vez en el ejido del mismo nombre, que pertenece al Municipio de San Andrés Tuxtla en Veracruz. En la primera fase de experimentación, se trató de establecer las medidas y características que debería de presentar el granero, la siguiente etapa (1984) fue afinar estas características. Para 1985, el granero subterráneo consistía en un pozo cilíndrico de 2.2 m de profundidad por 87 cm de diámetro, excavado en el suelo de tipo fluvisol (suelo bien drenado). Debido a la irregularidad del perfil hubo que homogenizar la selección del pozo, cubriendo con una capa de espesor variable entre 0 y 15 cm de piedras y mezcla de arena-cemento-cal. El otro componente fue una bolsa de polietileno transparente, el precio de la bolsa en abril de 1985 fue de \$ 845.00; el último componente fue un pe-

queño tejaban de dos aguas, construido con palma. De los tratamientos utilizados no todos tenían repeticiones; sin embargo, al retirar el grano cuatro meses después, se observó que su contenido de humedad no había variado significativamente, ni se habían presentado daños por hongos e insectos, la viabilidad se mantuvo inalterada (Turrent, et al, 1985).

Durante 1986 se evaluó el granero subterráneo desde el punto de vista entomológico; en el experimento se almacenó maíz y frijol durante siete meses, considerando las variables extracción única y extracción múltiple, en la primera solo se muestré al principio y al final del experimento, en la segunda se muestró mensualmente; como testigo se manajo maíz y frijol encostalado con cal, con malathión y sin insecticida (testigo absoluto). El resumen de los resultados se presenta a continuación en los cuadros 3, 4 y 5.

CUADRO 3: PORCENTAJE PROMEDIO DEL DAÑO QUE EXPERIMENTA EL MAÍZ ALMACENADO EN EL GRANERO FAMILIAR SUBTERRÁNEO BAJO LA MODALIDAD DE EXTRACCIÓN ÚNICA Y, TRATADO Y NO TRATADO (1986).

GRANERO NUMERO	FECHA		PORCIENTO DE DAÑO			ESPECIES REGISTRADAS
	INGRESO	EXTRACCIÓN	MECANICO	HONGOS	INSECTOS	
MAÍZ NO TRATADO I	310186	150886	2.0	4.1	34.3*	<i>S. zeamais</i> vivos 50 muertos 41
MAÍZ NO TRATADO II	310186	150886	1.0	2.0	37.6*	<i>S. zeamais</i> vivos 190 muertos 7.3
MAÍZ CON MALATHION AL 15A 1/kg/ton	220286	290886	4.0	3.0	14.0*	<i>S. zeamais</i> vivos 10 muertos 31

* Turrent y Gutiérrez (1988). Informe técnico de CONACYT.

CUADRO 4: PORCENTAJE PROMEDIO DE DAÑO QUE EXPERIMENTA EL FRIJOL ALMACENADO EN EL GRANERO FAMILIAR SUBTERRANEO, BAJO LA MODALIDAD DE EXTRACCION MULTIPLE (MENSUAL) (1986).

MUESTRO Nº	FECHA	HUMEDAD	PORCIENTO DE DAÑO			ESPECIES
			CALENTAMIENTO	HONGOS	INSECTOS	
1	220286	10.33	0	1	0	-
2	220386	10.33	1	3	0	-
3	220486	10.33	2	2	0	-
4	200586	10.33	0	5	32	<i>Z. subfasciatus</i> muertos 40
5	230686	10.33	0	2	63	<i>Z. subfasciatus</i> muertos 75

Turrent y Gutiérrez (1988). Informe técnico de CONACYT.

CUADRO 5: COMPARACION DEL PORCIENTO DE DAÑO EXPERIMENTADO POR FRIJOL ALMACENADO BAJO DIFERENTES METODOS DURANTE SIETE MESES (EXTRACCION UNICA).

METODO DE ALMACENADO	PORCIENTO DE DAÑO				ESPECIES
	MECANICO	CALENTAMIENTO	HONGOS	INSECTOS	INSECTOS
COSTAL DE YUTE SIN AGROQUIMICO (AEREO)	1	0	2	85	<i>Z. subfasciatus</i>
COSTAL DE YUTE CON MALATHION (AEREO)	1	0	7	45	"
COSTAL DE YUTE CON CAL (AEREO)	4	0	8	17	"
GRANERO SUBTERRANEO SIN AGROQUIMICO	0	3	2.5	11	"
GRANERO SUBTERRANEO CON MALATHION	2.5	1	3.6	1	"

Turrent y Gutiérrez (1988). Informe técnico de CONACYT.

En este experimento se manejó por primera vez el GS con las características utilizadas en el presente trabajo (paredes y piso repellido), sin embargo se descuidaron varios aspectos como efectuar análisis del grano al inicio del experimento, otro aspecto que se descuidó fue la jerarquización del daño, ya que se expresó como daño cualquier lesión que presentaran los granos, observándose datos como 34.3% y 37.6% de daño, lo que da idea de un alto nivel de daño, sin embargo cabe señalar que en ambos tratamientos (con y sin insecticida), la pérdida en materia seca, aún cuando no se midió, debió de ser insignificante, ya que los daños o lesiones eran ligeras y superficiales. La apariencia del grano en general era muy buena en comparación con el grano que mantenían los pobladores de la región, situación que motivó para continuar y formalizar el presente trabajo.

IV. CARACTERISTICAS DE LA REGION DONDE SE REALIZO EL ESTUDIO

4.1. AMBIENTE FISICO Y ECOLOGICO

4.1.1. El sitio experimental

El trabajo se realizó en el Ejido "Juan Jacobo Torres", conocido localmente como hodegas, debido a que en el pasado existía un pequeño muelle donde se acopiaban y distribuían por vía acuática, productos agropecuarios de la región. Este ejido pertenece al municipio de San Andrés Tuxtla, Veracruz, el cual forma parte de la región conocida como "Los Tuxtlas" que a su vez, queda comprendido dentro de la región tropical húmeda de México. La región fue seleccionada en virtud de poseer características ecológicas y socioeconómicas semejantes al resto de la región tropical del país, dedicar la mayor parte de sus tierras al cultivo de los granos básicos (maíz y frijol) además de compartir una problemática típica de la región en el almacenamiento y conservación de los granos y semillas.

4.1.2. Ubicación geográfica

La región de Los Tuxtlas se sitúa al SE del estado de Veracruz, justamente entre los 18°27' de latitud norte y los 95° 12' de longitud oeste; tiene una superficie aproximada de 400,000 ha y comprende los municipios de Ángel R. Cabada, Catemaco, Hueyapan de Ocampo, Santiago Tuxtla y San Andrés Tuxtla (Bassols, 1977, citado en Zúñiga, 1987). De estos municipios, San Andrés Tuxtla abarca la mayor superficie con 92,000 ha, de las cuales 1,200 pertenecen al Ejido Juan Jacobo Torres, el cual se localiza a 18 km al SW de San Andrés Tuxtla (Figura 9).

4.1.3. Geología

En la región de los Tuxtlas se pueden encontrar rocas metamórficas y sedimentarias; sin embargo, su origen es volcánico (materiales ígneos intrusivos y extrusivos). Estuvo inundado por mares de poca profundidad hasta su emergencia en el cretácico superior, hace aproximadamente 135 millones de años. Por esta razón, la región está casi totalmente cubierta por depósitos piroclásticos y derrames de lava, de la cual aparecen esporádicamente ventanas de sedimentos marinos (Ríos, 1952).

Debido a la abundante vegetación no es posible detectar a simple vista los numerosos yacimientos de materiales ígneos como tezontle, tepetate, arena y los derrames de roca basáltica que existen en la región.

Fisiológicamente, la región forma parte de la provincia denominada "Planicie Costera Sur-Oriental", encontrándose justamente en la subprovincia "Macizo de los Tuxtlas". Le corresponde una topografía abrupta en las zonas aledañas a las elevaciones más importantes (Volcán San Martín, 1653 msnm; Sierra de Santa Martha, 1650 msnm; Vigía de Santiago, 800 msnm; Cerro

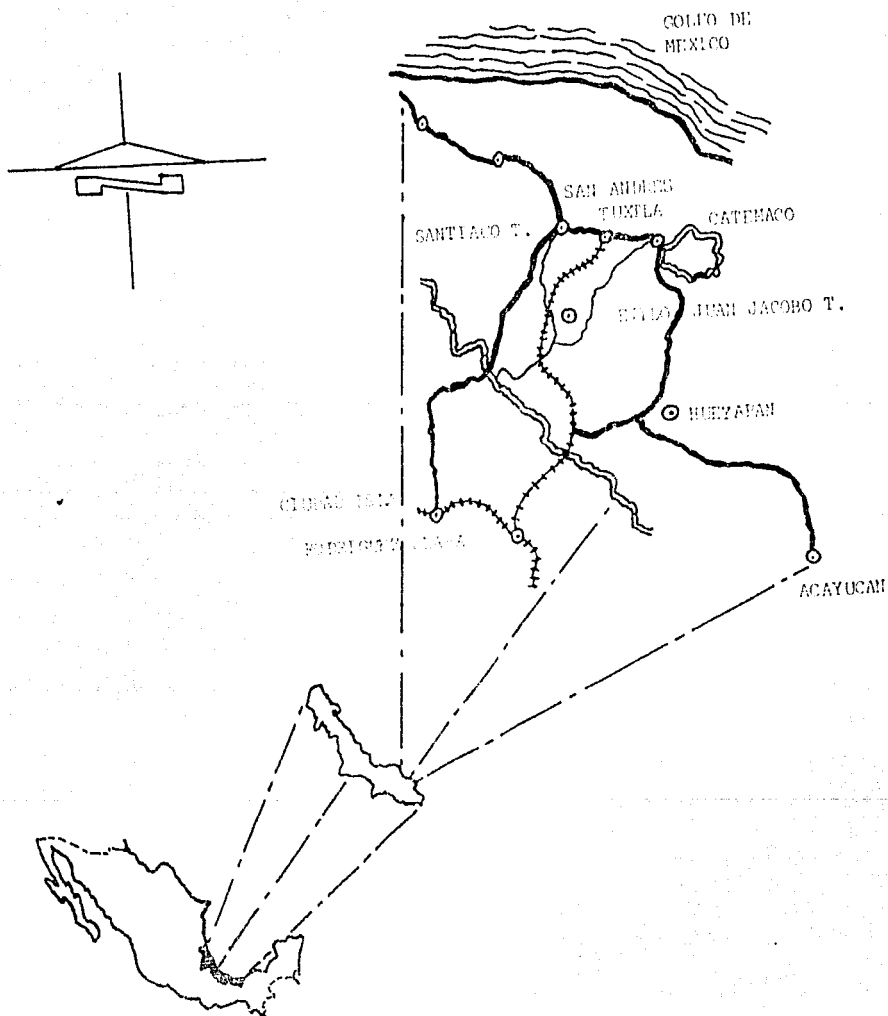


Figura 9: Localización de la zona donde se efectuaron los experimentos.

Cintepec, 670 msnm), mientras que el resto del área, la región se desenvuelve en declives, llanuras y mesetas (López, 1982; In: Zúñiga, 1987).

4.1.4. Suelos

Debido a la acción de los diferentes agentes de intemperismo sobre la roca madre, se han multiplicado los tipos de suelo en la región de Los Tuxtlas, por lo cual está formado por las actividades del hombre que ha acelerado algunos procesos formativos del suelo (Rodríguez, 1977).

Camacho (1963), menciona que el 70% de las tierras de labor del Ejido Juan Jacobo Torres corresponden a vertisoles de lento drenaje, el 20% a fluvisoles y el 10% a molisoles, ambos bien drenados; por otro lado Zúñiga (1987) basándose en el trabajo realizado por Flores (1977) y de acuerdo a la clasificación de la FAO-UNESCO profundiza más y expone que en la región predominan los suelos andosoles vítricos y alúvico, seguido por vertisoles pélicos, luvisoles crónicos, nitrosoles eutricos y litosoles, así como pequeñas porciones de fluvisoles y mollisoles. Todos con textura que varía de media a gruesa.

4.1.5. Precipitación

La región se localiza entre las isoyetas 1,500 y 2,000 mm anuales; la precipitación se distribuye en una estación lluviosa definida de mayo a octubre, presentando dos máximas, una en julio y otra en septiembre, que son los meses de mayores perturbaciones atmosféricas. La época seca se presenta de noviembre a abril, aunque durante noviembre y diciembre puede haber lluvias considerables por efecto de los "nortes". La región presenta

sequía intraestival (canícula) con un máximo relativo en agosto; esta sequía se debe a cambios en la circulación de los vientos (García, 1971 en Zúñiga, 1987).

4.1.6. Hidrografía

Entre las montañas se forman algunos lagos y lagunas como la de Catemaco. El Río Tuxtla se origina en la parte oeste del Volcán San Martín; el Río San Andrés nace en la Laguna de Catemaco, fluye en dirección SW para verter sus aguas en el margen derecho del Río Hueyapan, ambos pertenecen a la cuenca del Río San Juan y este último afluente mayor del Río Papaloapan (Comisión del Río Papaloapan, 1975 en Zúñiga, 1985).

4.1.7. Clima

Según la clasificación de Köppen modificada por García (1973), la región donde se localiza el ejido, presenta un clima con la siguiente fórmula $Aw''(w)(i'')g$, que corresponde al más húmedo de los cálidos subhúmedos, con lluvias en verano, así como una época seca marcada en invierno y otra época seca corta en el verano.

Según Ramos y Hernández (1967) mayo es el mes más cálido, con temperaturas cercanas a los 34°C, el mes más frío es enero con temperaturas dominantes de 22°C. La temperatura entre el mes más cálido y el mes más frío varía generalmente de 5 a 10°C.

4.1.8. Vegetación

La región de los Tuxtlas presenta una vegetación de tipo Selva Alta Perennifolia (Miranda y Hernández, 1963). En un es-

tudio efectuado por Hernández (1964) sobre la composición florística en la carretera de Santiago Tuxtla-Villa Isla describió el área como una Selva Alta Perennifolia de *Bursera simaruba*, palma redonda (*Sabal mexicana*), cacao (*Leucheia speciosa*), palma real (*Scheelea liebmanni*), jobo (*Spondias mombin*), algodoncillo (*Rubinsonella miranda*) y cedro (*Cedrela odorata*). El mismo Hernández durante 1977 describe los componentes más representativos en su frecuencia e interés antropocéntrico (cuadro 6).

CUADRO 6: COMPONENTES DE LA SELVA ALTA PERENNIFOLIA UTILIZADA CON MAYOR FRECUENCIA POR EL HOMBRE.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FRECUENCIA (%)	ALTURA (m)	USO REGIONAL
<i>Sabal mexicana</i>	Palma redonda	45	8.8	Consumo humano (meristema y peciolo grandes).
<i>Bursera simaruba</i>	Falo mulato	40	18.4	"cerros vivos" (troncos)
<i>Scheelea liebmanni</i>	Palma real	20	10.5	construcción de techos (hojas).
<i>Spondias mombin</i>	Jobo	-	7.0	Consumo humano (frutos).

Cabe señalar que en la región donde se realizó el estudio, la vegetación ha sido desplazada por áreas de cultivo, pastoreo o acahuals en el caso de áreas abandonadas, donde se permite el desarrollo de especies como las que se mencionan en el cuadro anterior.

4.1.9. Fauna silvestre

Así como la vegetación original del ejido y sus alrededores fue deteriorada por las actividades del hombre, la fauna ha sido fuertemente dañada; actualmente se puede observar esporádicamente algunos mamíferos pequeños, varias especies de aves, una re-

gular diversidad de reptiles, anfibios, arácnidos e insectos
(Cuadro 7).

CUADRO 7: FAUNA SILVESTRE DETECTADA EN EL EJIDO "JUAN JACOBO TORRES", LOS
TUXTLAS, VERACRUZ. *

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	GRUPOS (CLASE)
Rana arborícola	<i>Hyla cinerea</i>	Anfibio
Rana toro	<i>Rana catesbeiana</i>	Anfibio
Rana verde	<i>Rana pipiens</i>	Anfibio
Sapo		Anfibio
Basilisco	<i>Basiliscus vittatus</i>	Reptil
Boa	<i>Boa constrictor</i>	Reptil
Vívora de cascabel	<i>Crotalus sp.</i>	Reptil
Chirriónera	<i>Spitotes salvini</i>	Reptil
Coralillo	<i>Micrurus rufovisus</i>	Reptil
Cuatro narices	<i>Bothrops atrox</i>	Reptil
Sincuate	<i>Lampropeltis triangularis</i>	Reptil
Camaleón mexicano	<i>Rhombophis orbiculata</i>	Reptil
Iguana negra	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Reptil
Iguana verde	<i>Iguana iguana</i>	Reptil
Aura	<i>Cathartes aura</i>	Ave
Bufo	<i>Bufo virgatulus</i>	Ave
Lechuza	<i>Tyto alba</i>	Ave
Calandria	<i>Icterus mexicanus</i>	Ave
Cara-cara	<i>Fulgoraria plumbeus</i>	Ave
Carpintero		Ave
Charretero	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Ave
Cornicalo	<i>Falco sparverius</i>	Ave
Colibrí		Ave
Cuervo	<i>Corvus corax</i>	Ave
Garza garrapatera	<i>Bubulcus ibis</i>	Ave
Halcón cola roja	<i>Buteo jamaicensis</i>	Ave
Halcón Harris	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Ave
Halcón hombros rojos	<i>Buteo lineatus</i>	Ave
Pato real	<i>Cathartes mexicanus</i>	Ave
Perico verde	<i>Aratinga holochlora</i>	Ave
Tordo	<i>Mothurus ater</i>	Ave
Ardilla	<i>Sciurus despei</i>	Roedor
Armadillo	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Desdentados
Coatí	<i>Nasua nasua</i>	Carnívoro
Conejo	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Lagomorfo
Rata de campo	<i>Neotoma mexicana</i>	Roedor
Tlacuache	<i>Nidobates virginiana</i>	Marsupial
Tuza	<i>Orthogeomys lepidus</i>	Roedor
Zorra	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Carnívoro
Zorrillo	<i>Conepatus semistriatus</i>	Carnívoro

* Observaciones del autor con la asist. del Mvz. Juan Javelly G. Investigador del Programa de Fauna Silvestre y Domesticación del CIFAP-MOR.

4.2. AMBIENTE SOCIAL Y ECONOMICO

4.2.1. Aspectos étnicos e históricos

Hasta la fecha no se conoce de manera exacta cual fue el primer grupo étnico que se estableció en la región de Los Tuxtlas. Beltrán y González (1977) mencionan que los grupos humanos que han habitado en la región de Los Tuxtlas desde épocas remotas son muy heterogéneos, pero entre ellos como cultura predominaron los Olmecas, también denominados "Popolcas". Con la llegada de los españoles y junto con ellos los esclavos africanos, la heterogeneidad de la población se incrementó de manera notable. Actualmente, la población indígena de la región de Los Tuxtlas es menor al 7%, y está compuesta por un grupo numeroso de indígenas con derivación Olmeca, localizados en Hueyapan de Ocampo y grupos Nahuas en los alrededores de San Andrés Tuxtla. En el resto de la población, resulta evidente la mezcla de las razas blanca y negra con los indígenas locales.

En cuanto al Ejido Juan Jacobo Torres, su origen se remonta cuando menos al Siglo XIX, aunque no se dispone de datos sobre su fundación. Los nativos cuentan con antecedentes étnicos nahuas, evidenciados por algunos ancianos que aún hablan la lengua Náhuatl. En las primeras décadas del Siglo hubo una inmigración de habitantes a la zona, debido a la existencia de bodegas de productos comerciales, los cuales llegaban de fuera por el Río San Andrés. Dicha gente se integró a la comunidad y junto con los originarios de la misma conformarían el grupo que solicitaría la creación del ejido. En el año de 1934 se le dotó de bodegas en Totoltepec con 1,200 ha para 99 ejidatarios.

4.2.2. Recursos forestales y agropecuarios

La actividad económica más sobresaliente del ejido es la agricultura, cuyas características han variado poco desde antes

de la colonia, por lo cual se considera de tipo tradicional; los cultivos más importantes son el maíz y el frijol, aunque se siembra jitomate, chile, jícama y algunas otras hortalizas, últimamente se ha incrementado un cultivo de tipo "industrial" conocido localmente como "estropajo", que es utilizado a nivel doméstico para el aseo personal.

A nivel casero a manera de huerto familiar se cultivan árboles de limones, ciruelos, anonas, tamarindo, mango y papaya. Desde el punto de vista forestal se usan la palma redonda para consumo (palmitos), el palo mulato en cercos vivos, la palma real o coyol para construcción de techos, la "caña" de otate y el cocuite para construcción y de manera muy restringida el cedro, que es utilizado básicamente para la elaboración de muebles.

• Aún cuando casi toda la población se dedica a la agricultura y cultivan un promedio de tres hectáreas por agricultor. Una pequeña parte se dedica exclusivamente a la ganadería y empastan toda la superficie disponible para pastorear 20-30 bovinos. El 15% combina la agricultura con la cría de ganado bovino, teniendo un número de cabezas que oscilan entre 2 y 25 con predominancia de tres (Castaño, 1987). Además del ganado bovino, es común que el productor tenga en su casa cerdos, pollos y guajolotes. Por otro lado, es común encontrar perros en las calles, la mayor parte de ellos sin dueño "fijo".

Como se mencionó, los principales cultivos son el maíz y el frijol, que se destinan al mercado y a' autoconsumo. En la mayoría de los suelos tipo vertisol se obtienen dos cosechas de maíz por año agrícola, una es temporal (ciclo primavera-verano) y otro en tapachole o tonamil (ciclo otoño-invierno) que abarcan los periodos junio-octubre y noviembre-abril, respectivamente.

En los fluvisoles que se localizan en la vega del Río San Andrés y los mollisoles que se ubican en las partes altas de los terrenos, además de las dos cosechas de maíz se obtiene una tercera: frijol de verano; éste, se siembra en septiembre una vez que se ha doblado el maíz de temporal, y se cosecha en noviembre para dar paso al maíz tapachole.

Según los agricultores que siembran en vertisoles, una mala cosecha de temporal se asocia con lluvias abundantes, lo cual ocurre normalmente, mientras que las lluvias "regulares" se asocian a una buena cosecha; en el primer caso se espera cuando mucho 1,100 kg/ha, en el segundo hasta 3,000. En el tapachole, un año malo se asocia con lluvias "regulares" en el temporal y ausencia de lluvias en enero-marzo, mientras que un año bueno se asocia a lluvias abundantes en el temporal y abundantes también en enero-marzo; el rendimiento que se espera es de 800 y hasta 2,500 kg/ha, respectivamente (Zúñiga, 1987).

4.2.3. Manejo pre y postcosecha

El primer cultivo de maíz de ambos patrones anuales de cultivo, maduran hacia finales de septiembre y es "doblado" en el entrenudo inmediatamente inferior a la mazorca de acuerdo a la práctica tradicional. Con esto se persigue: 1) eliminar el acame causado por los vendavales de agosto y septiembre, o bien si el acame ya se dió, se levantan y apuntalan las plantas al mismo tiempo que se efectúa el doblado; 2) impedir la entrada de agua de lluvia, y con ella las infecciones por el ápice de la mazorca; 3) proteger el grano contra el ataque de pájaros y otros animales.

Cuando el maíz de tapachole alcanza la altura de la rodilla, se procede a acordonar* las plantas dobladas, ya secas del

*Las plantas ya secas de 4-5 hileras se cortan y agrupan, colocando el ápice de un "manejo" sobre la base de otro, siempre exponiendo hacia arriba sus mazorcas y usando el resto de la caña como apoyo del siguiente eslabón.

maíz de primavera-verano. Así permite una mayor captación de luz al nuevo cultivo en crecimiento. En esta segunda fase de almacenamiento, las plantas dobladas ordenadas en cordones permanecen en el campo, hasta realizarse la cosecha, que normalmente se hará en el mes de marzo, antes de la cosecha del maíz de tapachole. Durante la mayor parte de esta segunda etapa de almacenamiento de campo, las mazorcas quedan cubiertas por el dosel del cultivo de maíz tapachole, en un ambiente de alta humedad relativa, que favorece el desarrollo de hongos insectos y roedores. En este periodo el productor normalmente retira a diario mazorcas que quiere para su autoconsumo, pero no realiza la cosecha mayor, porque el precio del grano, aunque creciente, es bajo y porque está aún húmedo, su almacenamiento en la vivienda podría acelerar las mermas. Sin embargo, un cambio favorable en el precio del grano, o bien convenios establecidos previamente podrían hacer que el productor cosechara en el mes de enero.

Los agricultores reconocen lo desventajoso que resulta realizar la cosecha y venta del maíz del ciclo de primavera-verano, en el mes de enero o antes. Los insectos y hongos que prosperan sobre el grano almacenado en el campo, fácilmente pueden infestar las nuevas mazorcas del ciclo de tapachole, durante febrero y marzo, debido a que se encuentran muy cerca. Es de esperarse entonces, que el grano de ambos ciclos que ingresa al almacenamiento en la vivienda, tenga ya un cierto daño causado por insectos y hongos y que sus propágulos estén listos para desarrollarse al encontrar las condiciones adecuadas (Turrent, et al, 1986).

4.2.4. Transporte, desgranado y almacenamiento

Según Camacho (1988) y Zúñiga (1987), el agricultor del Ejido Juan Jacobo Torres sabe que la infestación del grano se

inicia desde el periodo de madurez del maíz, aún estando en el campo, y a mayor tiempo de exposición aumenta la posibilidad de infestación; sin embargo, cuando el grano madura, los caminos generalmente son intransitables a causa de las lluvias; además, el contenido de humedad es muy alto por lo que prefiere dejarlo en el campo, pero como medida preventiva, efectúa la dobla con lo cual disminuye los daños por hongos, aves e insectos. Cuando llega el momento de cosechar, se colocan las mazorcas sin to-moxtle en costales de ixtle, y se transporta de dos en dos en caballos. Al llegar a la vivienda, descargan y acumulan las "cargas" en un cuarto, la mayoría lo desgrana en los siguientes días, frotando la mazorca con un olote (figura 10a); otros utilizan una estructura denominada olotera (figura 10b). Una vez desgranado lo temizan con ayuda de un harnero (figura 11) y lo colocan directamente en costales, algunos acostumbra exponerlo al sol y traspalearlo para disminuir el contenido de humedad.

Para el combate de plagas, algunos productores aplican cal, malathion al 5% y graneril, producto recomendado exclusivamente para semilla, cuyo uso para grano es prohibitivo ya que puede causar serios daños a la salud.

4.2.5. Problemática del Ejido Juan Jacobo Torres

Según Turrent, et al (sin fecha), el productor del ejido cuenta con crédito de varias fuentes: a) la banca oficial; b) el maquilero y c) el tendero. La banca oficial ha operado en el ejido desde por lo menos hace 20 años y se ha concentrado en los insumos, y en una época, proveyó a los productores. Posteriormente, participó en la sustitución de la energía animal por tractores. En los últimos siete años, ha disminuido notablemente la oferta de crédito lo que ha sido aprovechado por el "usurerismo" practicado por el maquilero y el tendero.

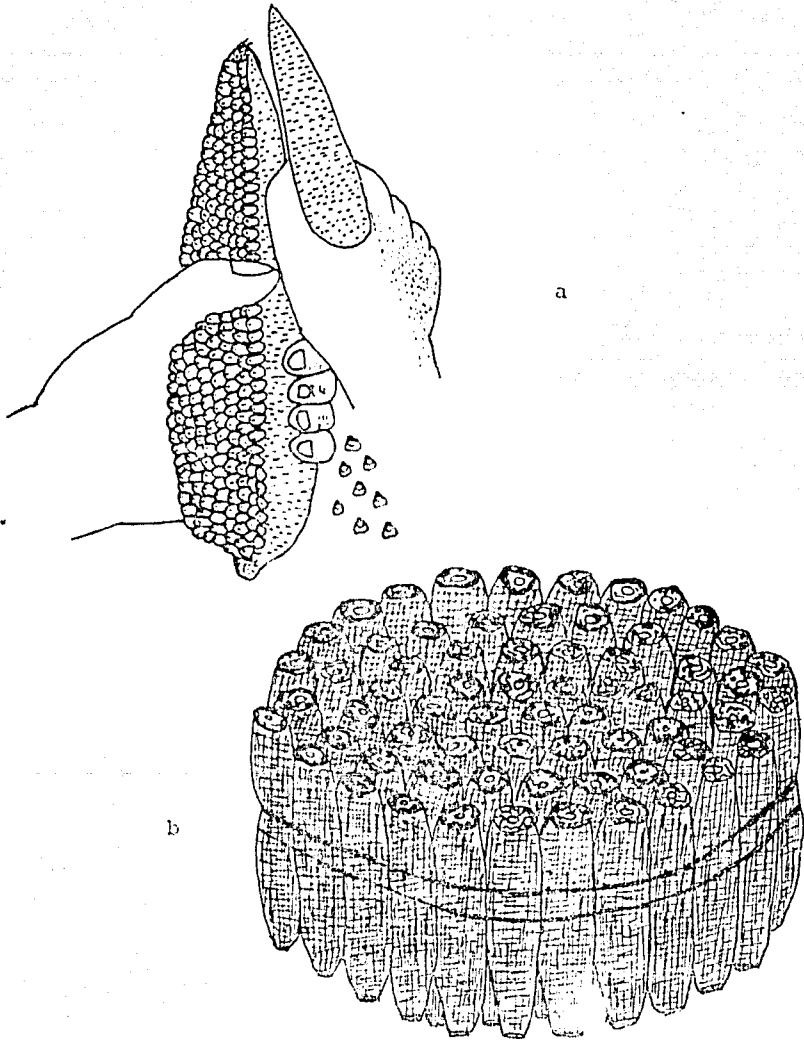


Figura 10: Desgrane de las mazorcas: a) manual y, b) olotera utilizada para el desgrane del maíz. (Dibujo de Saavedra, J.D., 1989).

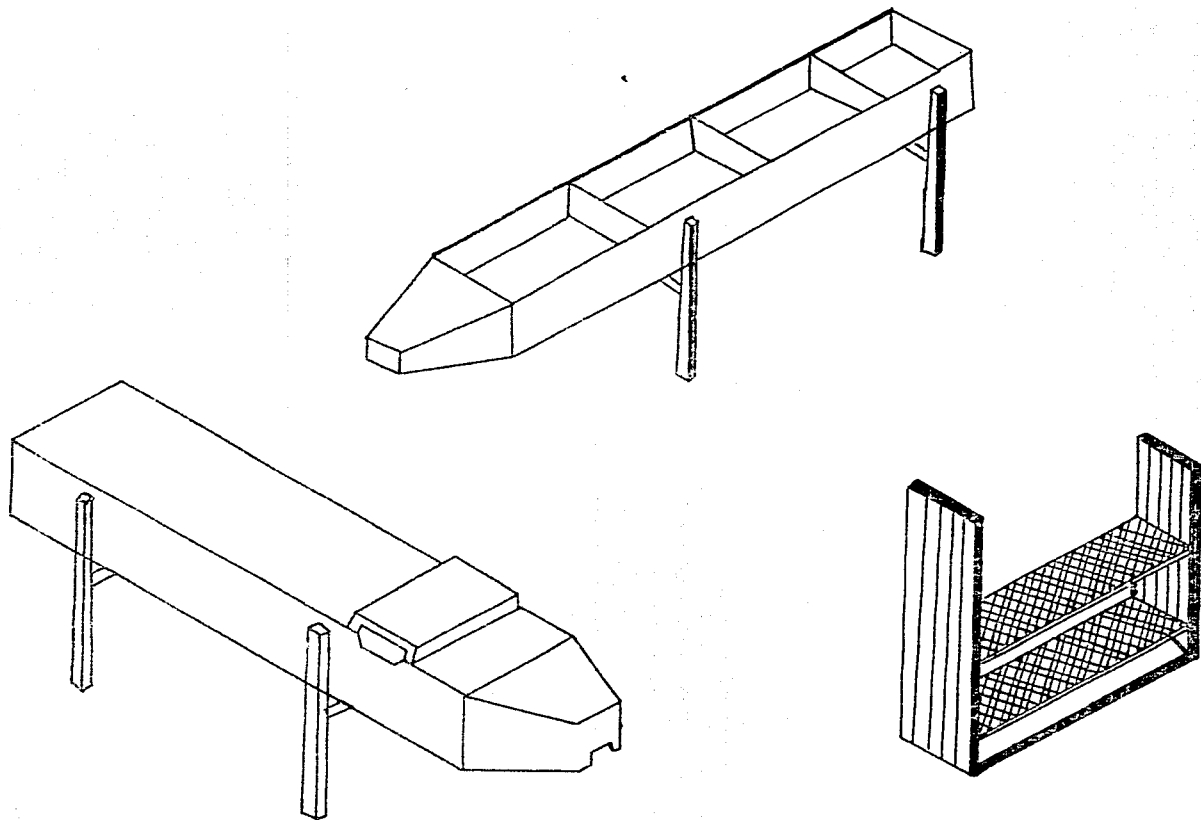


Figura 11: Características del harnero utilizado en la región de Los Tuxtlas para cribar el grano. (redibujado por Camacho, 1983).

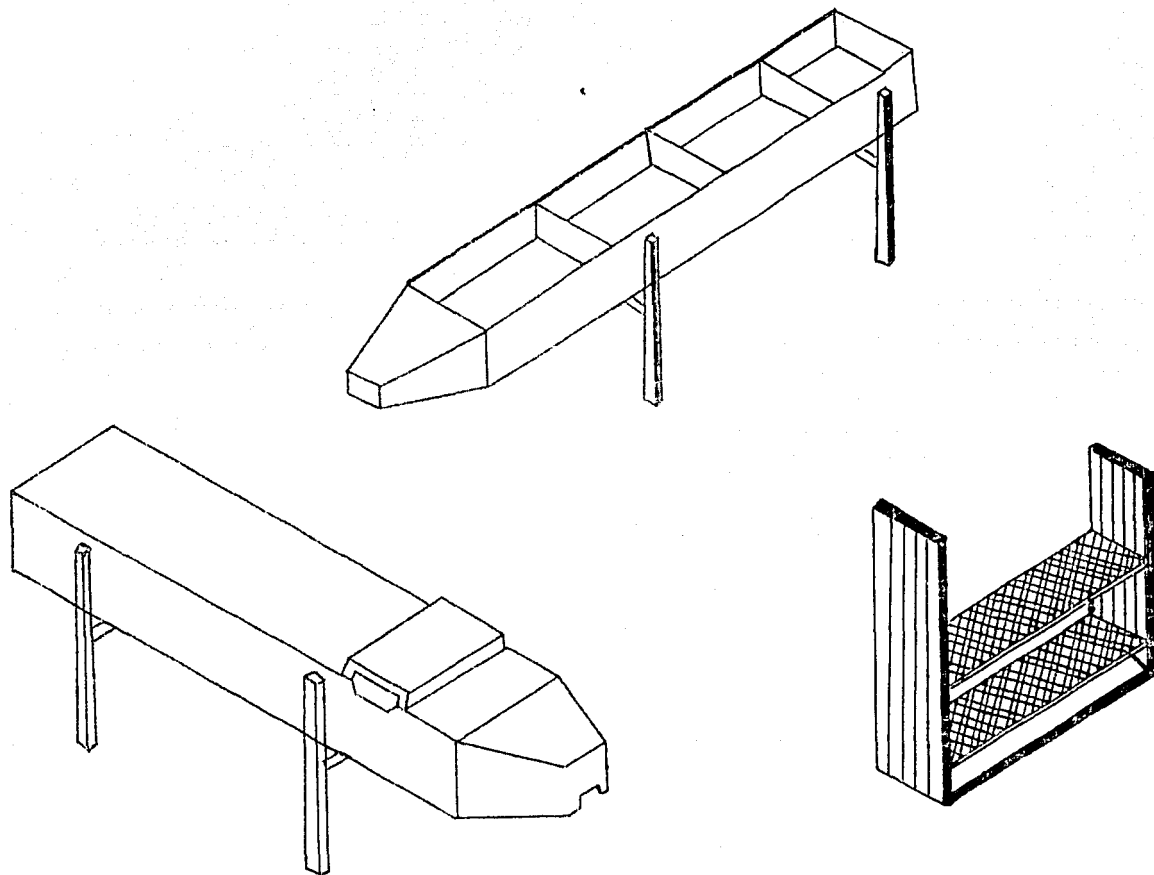


Figura 11: Características del harnero utilizado en la región de Los Tuxtlas para cribar el grano. (redibujado por Camacho, 1983).

Los cuales aran la tierra y suministran insumos, el productor paga este servicio con grano en cantidades muy superiores al costo del servicio.

La estrategia del productor en autodefensa es entregar al maquilero y al tendero, el grano del ciclo primavera-verano, el cual ha estado hasta seis meses almacenado en el campo, por lo que contiene numerosos huevecillos de insectos, y esporas de hongos que representan obvio riesgo para el almacén cubierto. El grano del ciclo de tapachole o tonanmil (otoño-invierno), no ha sido almacenado en el campo y tiene un menor riesgo para su conservación, por lo que parte de ese grano será guardado en el almacén a cubierto y el resto es vendido a compradores externos en abril y mayo (Turrent, et al, sin fecha).

V. MATERIALES Y METODO

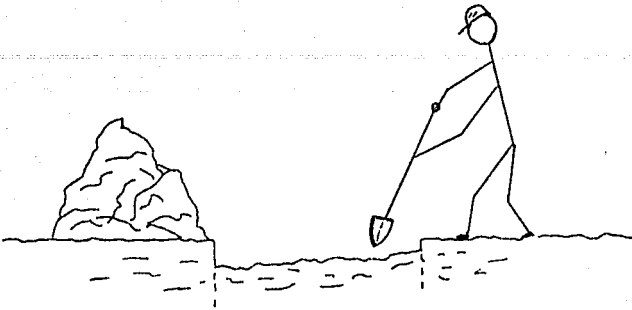
El experimento se dividió en dos partes: 1) construcción y acondicionamiento de los graneros y, 2) muestreo y evaluación de daños.

5.1. CONSTRUCCION Y ACONDICIONAMIENTO DE LOS GRANEROS

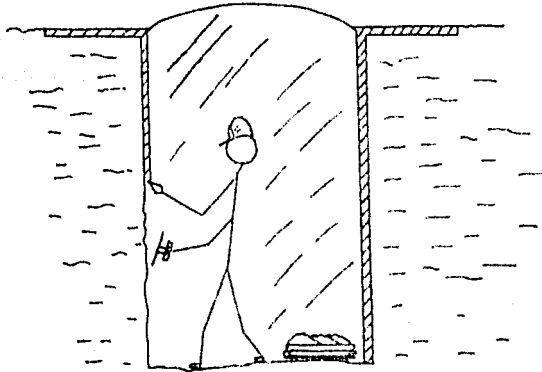
Para iniciar el experimento se tuvieron que tomar en cuenta dos aspectos difíciles de conjuntar, uno localizar un sitio con las condiciones adecuadas para instalar el experimento, considerando el tipo de suelo, de preferencia estable, que presentara facilidad para cavar, que el nivel freático no fuera superficial, y que estuviera en un lugar libre de la interferencia humana. Una vez localizado el sitio ideal, el otro aspecto fue que el dueño estuviera de acuerdo en que se desarrollara el experimento. Debido a que este aspecto no fue fácil de realizar, se optó por establecer parte del experimento en el solar del

centro de trabajo de la brigada de investigación "Ejido Juan Jacobo Torres", un local alquilado para el desarrollo del proyecto "Desarrollo de un prototipo de explotación agropecuaria y forestal para el trópico subhúmedo de México"; la otra parte del experimento se construyó en el solar de la casa de un cooperante, ambos sitios cumplían con la mayor parte de las características necesarias, a excepción de que en uno de ellos, la pendiente del suelo era deficiente.

El proyecto general se efectuó con frijol y maíz; para fines del presente trabajo nos referiremos a maíz únicamente. Se excavaron (figura 12a) nueve pozos de 0.87 m de diámetro de profundidad, cubriendo paredes y piso con una mezcla de 3 a 4 cm de espesor de cemento, cal y arena (figura 12 b y 13). Se adquirieron 4.5 ton de maíz criollo que fue limpiado mediante un harnero, y dado que presentaba un alto contenido de humedad se extendió en un asoleadero, repaleando periódicamente hasta lograr 13% de humedad, que se realizaba por medio de un determinador de humedad "Steinlite" facilitado por CONASUPO de Rincón de Zapatero. Una vez listos los pozos y el grano, se cortaron 13 tramos de tubo de polietileno transparente calibre 800 de 1.5 m de ancho por 3.5 m de longitud. Debido a que el sellado comercial suele ser defectuoso, se optó por elaborar un sellado más firme (figuras 14a-d), replegando un extremo del tubo (cada pliegue de 5 cm de ancho), una vez replegado en un extremo, se dobló aproximadamente a los 22 cm, rodeándolo con un trozo de costal, y se amarró perfectamente con cañlillo (nylon) de 0.5 cm de diámetro. Una vez elaborada la bolsa se volteó sobre sí misma, de tal forma que el nudo quedó por dentro, en esta condición se metió al pozo, colocando varios costales vacíos entre ésta y el piso para minimizar la fricción que pudiera romperla. Para llenar el granero, se introdujo en él una persona descalza que fue recibiendo los primeros 30 kg de grano distribuyéndolo homogéneamente en la base, para después salir y permitir el lle-



a



b

Figura 12: Construcción del manero: a) excavando el pozo, y b) repellando las paredes y piso con una mezcla de cemento, cal y arena.

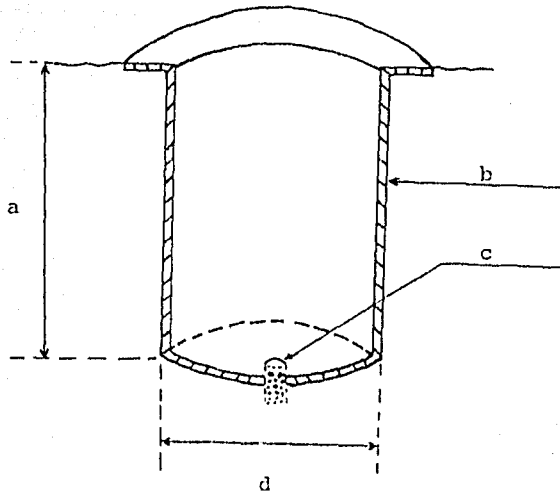
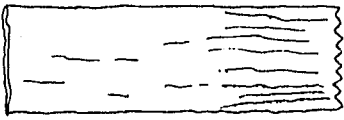
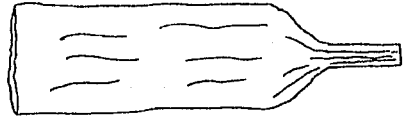


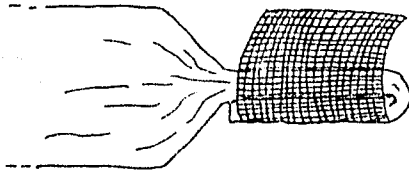
Figura 13: Características del pozo o granero terminado: donde se muestran detalles y medidas correspondientes: a) profundidad del pozo (1.7 m); b) cepa o repellado (3-4 cm); c) drenaje y, d) diámetro (0.87 m).



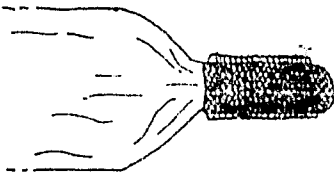
a



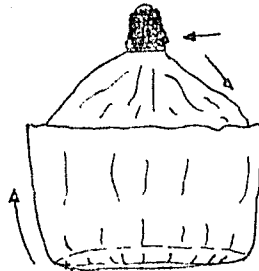
b



c



d



e

Figura 14: Pasos para sellar la bolsa: a) elaboración del pliegue en un extremo; b) pliegues terminados; c) doblado del extremo y protección con un trozo de costal; d) amarre con cablillo de nylon ; y e) volteo de la bolsa sobre sí misma.

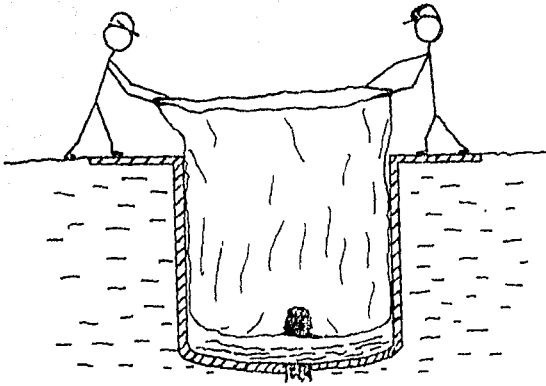
nado desde la superficie, hasta completar 500 kg, cantidad que ocupó el 73.5% de la capacidad total del almacén. El espacio restante fue llenado con tierra arenosa con el fin de formar una barrera aislante entre el grano y los factores ambientales, tres de los graneros quedaron bajo un techo construido con troncos y frondas de palma, el resto quedó a la intemperie, se les colocó únicamente un trozo de polietileno sobre la superficie para disminuir la filtración de agua durante la época de lluvias (ver figuras 15 y 16).

CUADRO 8: TRATAMIENTOS UTILIZADOS PARA LA EVALUACION, CONSIDERANDO CANTIDAD DE GRANO, TIPO DE ALMACENAMIENTO Y NUMERO DE REPETICIONES.

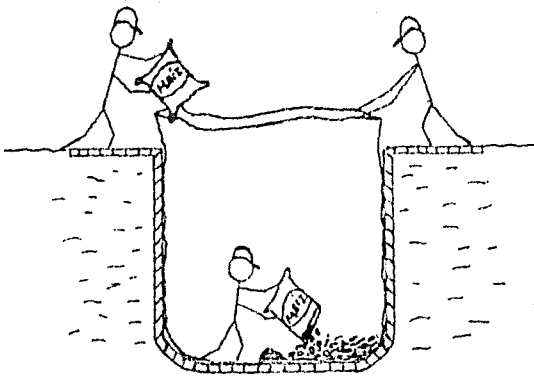
Nº	TRATAMIENTO	Nº DE REPETICIONES	TIPO DE ALMACENAMIENTO	CANTIDAD DE GRANO POR REPETICION
1	Extracción múltiple sin insecticida	2	Granero subterráneo	500 kg
2	Extracción múltiple con malathión*	2	" "	500 kg
3	Extracción única sin insecticida	2	" "	500 kg
4	Extracción única con malathión*	2	" "	500 kg
5	Extracción única con cal*	1	" "	500 kg
6	Extracción única sin insecticida	3	Tradicional (encostalado)	30 kg
7	Extracción única con malathión*	3	"	30 kg
8	Extracción única con cal	3	"	30 kg
9	Extracción única con graneril**	3	"	30 kg

* En los diferentes tratamientos (malathión, graneril y cal) se utilizó a razón de un kilogramo por tonelada.

** Por ser ampliamente utilizado en la región se utilizó como testigo, sin embargo, se hace la aclaración que este producto está indicado solo para semilla y no para grano, ya que es altamente tóxico.



a



b

Figura 15: Llenado del granero: a) forma en que se colocó la bolsa; y b) introducción de una persona descalza, que distribuyó homogéneamente el grano.

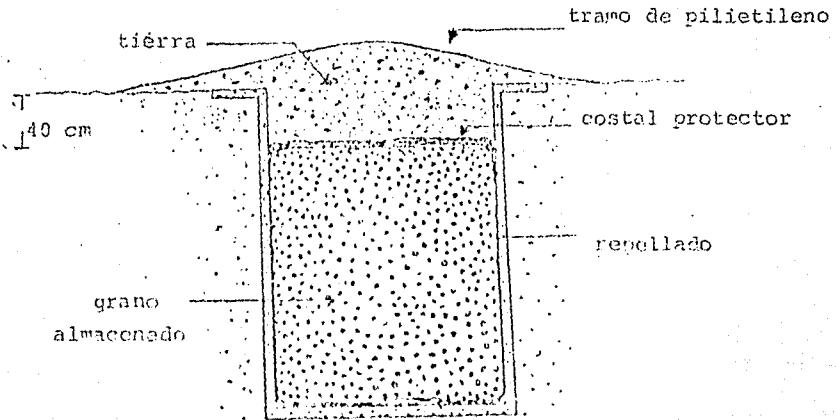


Figura 16: Aspecto final del granero después de haber introducido el grano y cubierto con tierra.

En el experimento se utilizó maíz criollo local, con las variables extracción única y extracción múltiple, con y sin insecticida; como testigo local se manejó maíz encostalado de manera tradicional, como se presenta en el cuadro 8.

5.2 MUESTREO Y EVALUACION DE DAÑOS

5.2.1. Problemática para la elección del método para evaluar daños.

Al llegar el momento de seleccionar el método para evaluar las pérdidas nos enfrentamos al problema de la inexistencia de un modelo adecuado a nuestras circunstancias, como lo expresan Gutiérrez y Jiménez (1988). Frecuentemente en los medios de difusión se escuchan cifras sobre pérdidas por plagas de los granos durante el almacenamiento, el monto generalmente depende de la fuente de información; mientras el sector privado aumenta o disminuye cifras según intereses comerciales, en ocasiones el sector oficial técnico-científico con frecuencia exagera las pérdidas con el fin de concientizar a la población o simplemente para justificar la importancia de su trabajo. Actualmente, en el sector oficial existe conciencia y el interés por evitar las normas que se han venido sufriendo; sin embargo, no han podido tomar decisiones precisas y designar los recursos para resolver dicho problema, ya que, se desconoce tanto a nivel regional como estatal, la magnitud de las pérdidas y lo que esto representa a la economía nacional. Aún cuando se viene trabajando sobre entomología de postcosecha desde la década de los 50's, no se cuenta con un método estándar o modelo por medio del cual independientemente del investigador y la región en que se trabaje, los resultados puedan ser compatibles o evaluados estadísticamente. Las deficiencias en cuanto a evaluación de pérdidas en granos almacenados no son exclusivas de los países en desarrollo; a nivel mundial, se han hecho intentos pero la mayor parte han resultado fallidos debido a la diversidad

de factores así como a la forma tan compleja en que interactúan. Debido a ésto nos avocamos al diseño de un método que permitiera sencilla pero completamente lograr nuestros objetivos, concluyendo en lo siguiente:

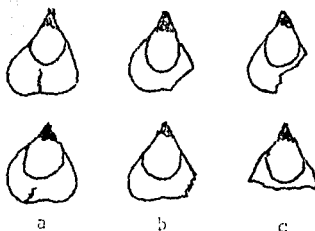
5.2.2. Muestreo y evaluación

La toma de muestras inició desde el momento en que se instalaron los experimentos; en la modalidad extracción única, se colectaron al momento de introducir las semillas tanto al granero subterráneo como con el método tradicional (encostalado) y al finalizar el experimento seis meses después; en la modalidad extracción múltiple se muestreó al principio del experimento y se continuó cada mes hasta terminar el experimento. El tamaño de la muestra en los diferentes tratamientos fue de 1 kg, éstas se colocaron en bolsas de polietileno (dobles) con datos de localidad, fecha, tratamiento y estrato; luego, eran transportadas al laboratorio donde fueron evaluadas considerando los siguientes factores: temperatura ($^{\circ}\text{C}$), contenido de humedad, aspecto o apariencia, olor, viabilidad, granos con daño mecánico, por calentamiento, por germinación prematura, por hongos (figura 17), así como el daño causado por insectos, dividiendo este grupo en varias jerarquías que fueron determinadas de manera arbitraria pero tratando de que representaran una idea fácil de captar como a continuación se describe: a) granos con una perforación*; se consideró en este rango a todos aquellos granos que presentaron lesiones mínimas e inconspicuas como las causadas por el intento fallido de penetración de una plaga primaria, puntuaciones causadas por "picudos" para la actividad alimenticia, así como pequeñas galerías desarrolladas por larvas del primer estadio larval que no lograron continuar su desarrollo; b) granos con dos perforaciones, se consideraron aquellos

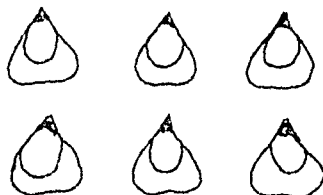
* Con el fin de tener un punto de referencia, se elaboraron esquemas de cada jerarquía de daño (figura 18), representando con ésto, los límites entre cada jerarquía.

DAÑO MECANICO:

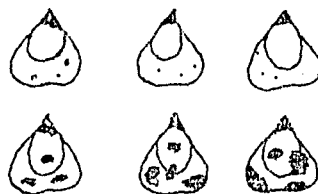
Se considera a todos aquellos granos con alguna lesión por golpe, presión o fricción (eliminando los que presentan daño por algún factor biótico). Se puede distinguir entre: a) leve; b) regular y c) alto daño mecánico.

**DAÑO POR CALENTAMIENTO:**

Se aplica a los granos que presentan coloración pardo-negruzca, adquirida por un incremento en la temperatura circundante, que generalmente se da por exceso de humedad e incremento en el metabolismo de semillas e insectos.

**GRANOS CON DAÑO POR HONGOS:**

Se considera dentro de esta categoría a los granos que presenten cualquier evidencia de daño o manchado causado por la actividad de algún hongo.

**GRANOS GERMINADOS PREMATURAMENTE:**

Se consideran en esta categoría a los granos que germinaron desde el campo o durante el almacenamiento.



Figura 1 : Aspectos considerados para la evaluación de daños: A) daño mecánico; B) daño por calentamiento; C) daño por hongos; D) daño por germinación prematura. En los diferentes tipos de daño se consideran una gradación de ligera a fuerte (izquierda a derecha).

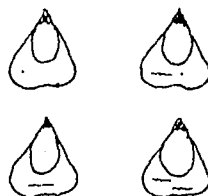
que presentaban varias galerías pequeñas junto con intentos fallidos de penetración, y en general cualquier rastro de actividad insectil que represente un daño mínimo pero ya evidente e implique una entrada potencial para patógenos; c) granos con tres perforaciones, se aplicó esta jerarquía a los granos que presentaran galerías de tamaño regular en el embrión o galerías en el endospermo producidas por larvas de los últimos estadios larvales o uno o más huecos de emergencia, el límite para considerarlo en esta jerarquía fue hacer presión sobre el grano; aquellos que estuvieran muy dañados se quebraban, factor que nos permitía decidir incluirlo en la siguiente categoría; d) entre 4 y 8 perforaciones, en la cual se incluyeron a los granos con mayor daño por insectos (figura 18).

La jerarquización se hizo para que, a partir de datos cualitativos se derivaran datos cuantitativos confiables, pudiendo estimar simultáneamente pérdidas desde el punto de vista materia seca, pérdida o deterioro fisiológico y pérdida desde el punto de vista de utilidad de los granos, como se menciona a continuación (figura 17).

Los granos exclusivamente con daño mecánico son utilizados para alimento humano; los granos dañados por calentamiento o germinados, comúnmente sufren cambios de tipo fisiológico así como pérdida de gran parte de sus cualidades alimenticias e incluso, inician procesos de fermentación y descomposición, por lo cual sólo pueden ser utilizados como alimento para animales domésticos; los granos dañados por hongos deben ser desechados debido a la posible presencia de aflatoxinas y otras micotoxinas que son compuestos derivados del metabolismo de los hongos y suelen ser responsables de ciertos tipos de cáncer y cirrosis (Riosiles 19). En el caso de los granos dañados por insectos se subdividieron con el fin de poder derivar su utilidad. Los granos que presentaron una perforación (figura 18), se pueden utili-

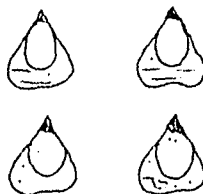
CON UNA PERFORACION (CATEGORIA I):

Granos con un pequeño orificio, por entrada fallida o para depositar sus huevecillos (curculiónidos); así como pequeñas galerías desarrolladas por larvas del primer estadio que no lograron continuar su desarrollo (palomillas y otros insectos).



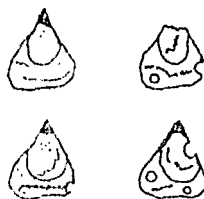
CON DOS PERFORACIONES (CATEGORIA II):

Granos con varios intentos fallidos de penetración y varias galerías de larvas de primer y/o segundo estadio.



CON TRES PERFORACIONES (CATEGORIA III):

Granos que presentan galerías de tamaño regular en el embrión o galerías en el endospermo producidas por larvas de los últimos estadios o de uno o tres huecos de emergencia.



CON ENTRE CUATRO Y OCHO PERFORACIONES (CATEGORIA IV):

Se incluye a los granos que presentan mayor deterioro. El límite partir del cual se puede considerar en esta categoría, es apriimir el grano con el pulgar y si se rompe ya se considera en esta categoría.

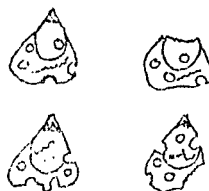


Figura 18: Jerarquización del daño producido por insectos utilizado como referencia durante la evaluación. Se hace equivalencia en relación a categorías de daño.

zar como alimento humano; con dos y tres perforaciones pueden ser utilizados sólo para alimento animal, debido a que pueden contener esporas de hongos así como colonias de bacterias introducidas por los insectos; en el caso de los granos con la jerarquía correspondiente a cuatro o más perforaciones deberán ser desechados debido a la total contaminación de lo que queda del grano por heces, mudas y trozos de insectos que contienen y propician el establecimiento de bacterias coliformes responsables de diarreas en ganado y animales domésticos, hongos productores de micotoxinas, y ácaros responsables de irritaciones en la piel y mucosas del cuerpo (Ramírez, 1982; Moreno, 1987 y, Campos, 1988).

VI. RESULTADOS

6.1. RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL GRANERO SUBTERRANEO (GS).

6.1.1. Factores físicos (humedad y temperatura).

El mes en que se inició el experimento (febrero), corresponde a la época de secas de la región (pagina 41); sin embargo, esto es relativo ya que se puede presentar humedad ambiental por encima del 70%, lo cual propicia que los granos durante esta época puedan absorber humedad y presenten contenidos de humedad de 13% o más. En el cuadro 9 se muestra la forma en que fue variando mensualmente la humedad del grano en los distintos tratamientos. En los graneros con extracción múltiple (EM) bajo condiciones normales, aún cuando se rompió el hermetismo (durante la toma de muestras), el contenido de humedad varió menos de 2%; en los tratamientos de extracción única (EU) en promedio el contenido de humedad se incrementó menos de 1%.

De diciembre a febrero se presentan las temperaturas más bajas de la región y paulatinamente se van incrementando presentándose el pico máximo durante mayo. Como se puede observar (cuadro 10), aún cuando la temperatura ambiental fuera elevada, la temperatura del grano se mantuvo muy por debajo de ésta.

6.1.2. Evaluación de daños en el granero subterráneo

Con el fin de tener un punto de referencia, se efectuó un análisis del grano antes de iniciar el experimento, lo cual nos sirvió de base para poder ir valorando los cambios que se fueran presentando mensualmente. El grano al momento de iniciar el experimento presentó 18.67% de granos con algún tipo de da-

CUADRO 9: OSCILACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO EN EL EJIDO JUAN JACOBO TORRES, VERACRUZ.

TRAT.	REPET.	PORCIENTO DE HUMEDAD							\bar{X}
		INICIAL		ABR	MAY	JUN	JUL	FINAL	
		FEB	MAR						
EMSI***	1	13.1	13.4	14.8	13.8	16.0	16.2	*	
	2	13.1	12.8	14.2	13.6	15.0	15.0	16.0	14.24
	\bar{X}								
EMCM	1	13.1	12.8	14.0	13.2	16.5	14.6	14.6	14.00
	2	13.1	12.2	13.8	13.2	14.4	14.2	17.2	14.00
	\bar{X}	13.1	12.5	13.9	13.2	14.3	14.4	15.9	13.93
EUSI	1	13.1	**	**	**	**	**	15.0	14.05
	2	13.1	**	**	**	**	**	14.4	13.75
	3	13.1	**	**	**	**	**	14.7	13.90
EUCM	1	13.1	**	**	**	**	**	14.4	13.75
	2	13.1	**	**	**	**	**	14.6	13.85
	\bar{X}	13.1	**	**	**	**	**	14.5	13.80
EUCC	1	13.1	**	**	**	**	**	14.0	13.55

* Durante el mes de julio por error de manejo penetró agua a estos graneros.

** El grano se dejó almacenado (sin muestrear), a lo que se denominó extracción única (EU).

*** EMSI= extracción múltiple sin insecticida; EMCM= extracción múltiple con malathión; EUSI= extracción única sin insecticida; EUCM= extracción única con malathión y, EUCC= extracción única con cal.

CUADRO 10: RELACION DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL CON LA DEL MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO EN EL EJIDO JUAN JACOBO TORRES, VERACRUZ.

TRAT.	VARIABLE	TEMPERATURA							\bar{X}
		FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGS	
EMSI**	Ambiental	30.0	31.0	33.0	33.0	29.5	29.0	34.5	31.4
	Grano	29.0	25.1	32.5	28.5	27.0	28.0	29.5	28.4
EMSI	Ambiental	30.0	30.0	34.0	37.0	33.0	29.0	34.0	32.4
	Grano	29.5	26.0	33.0	28.5	28.0	28.5	30.0	29.1
EMCM	Ambiental	31.0	30.5	32.5	35.5	32.5	32.0	32.0	32.3
	Grano	31.0	26.3	30.0	29.5	29.5	29.0	29.5	29.3
EMCM	Ambiental	31.0	30.0	33.0	36.0	32.5	32.0	33.0	32.5
	Grano	30.0	26.8	31.0	29.5	29.5	29.0	29.5	29.3
EUSI	Ambiental	30.5	*	*	*	*	*	32.0	31.3
	Grano	29.8	*	*	*	*	*	30.5	30.2
EUSI	Ambiental	29.5	*	*	*	*	*	36.0	32.7
	Grano	29.0	*	*	*	*	*	29.5	29.2
EUCM	Ambiental	30.0	*	*	*	*	*	36.0	33.0
	Grano	30.0	*	*	*	*	*	29.5	29.7
EUCM	Ambiental	29.0	*	*	*	*	*	36.0	32.5
	Grano	29.0	*	*	*	*	*	30.5	29.7
EUCC	Ambiental	31.0	*	*	*	*	*	37.0	34.0
	Grano	29.5	*	*	*	*	*	30.5	30.0

*El grano se dejó almacenado (sin muestrear), a lo que se denominó extracción única (EU).

** EMSI= extracción múltiple sin insecticida; EMCM= extracción múltiple con malathión; EUSI= extracción única sin insecticida; EUCM= extracción única con malathión y, EUCC= extracción única con cal.

ño causado por insectos y 21.59% de daño total; es decir, considerando los diferentes factores tales como: daño mecánico, por calentamiento, por hongos, por insectos y germinados prematuramente (cuadro 11). Para poder estimar la calidad que presentaba el grano al iniciar el experimento se le asignó un nivel de utilidad a cada una de las jerarquías de daño: H) para los granos que pudieran utilizarse como alimento humano; A) para los granos que solo pudieran ser utilizados como alimento para los animales y, D) para los granos que no tuvieran utilidad, es decir desecho, este último parámetro es lo único que se puede considerar como pérdida total, ya que el parámetro (A), de alguna manera se utiliza y pudiera considerarse como una inversión con recuperación a largo plazo. En este sentido, el grano inició con el 87.7% de granos útiles como alimento humano y con el 2.47% de granos sin utilidad.

• Respecto a la viabilidad, el grano presentó el 87.3% de ésta al iniciar el experimento.

Extracción única sin insecticida (EUSI)

Para tener una idea clara de la utilidad del (GS) es necesario comparar los resultados obtenidos después del almacenamiento con el daño inicial. Desde el punto de vista del daño físico y por patógenos (cuadros 12 y 13), se observó una diferencia no mayor del 2%, dentro de éstos, el factor más relevante por el efecto que tiene sobre la calidad del grano es el causado por los hongos, el cual fue únicamente de 1.5%. En cuanto a la actividad insectil fue de 3.22%, cabe señalar que la mayor parte de granos con daño, fueron de la jerarquía de una perforación (2.77%), éste, es un daño insignificante. Respecto a la calidad como alimento, el grano almacenado bajo esta modalidad solo perdió el 3.12%, siendo el 3.92% para uso animal y el 2.10% para desecho. En relación a la viabilidad, se perdió el 24%,

CUADRO 11: EVALUACION DEL DAÑO CON QUE INGRESO EL MAIZ AL GRANERO SUBTERRANEO EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS. EJIDO JUAN JACOBO TORRES, VERACRUZ (1987-88).

FACTOR EVALUADO (% de granos)	TRATAMIENTOS*				
	EUSI	EUCM	EUCC	EMSI	EMCM**
I. DETERIORO MORFOLOGICO					
(Estructural-cualitativo)					
- FISICOS Y PATOGENOS					
. Con daño mecánico (H)**	0.20	0.17	0.90	0.20	0.32
. Con daño por calentamiento (A)	1.02	0.95	0.80	0.87	0.80
. Con daño por hongos (D)	0.97	0.00	0.97	1.75	1.80
. Germinados (A)	0.99	0.30	0.20	0.80	0.70
- ACTIVIDAD INSECTIL					
. Con una perforación (H)	8.22	7.95	6.59	7.71	9.31
. Con dos perforaciones (A)	4.01	3.22	3.80	3.30	5.71
. Con tres perforaciones (A)	5.30	5.79	5.81	6.00	3.97
. Entre 4 y 8 perforaciones (D)	0.76	0.38	1.99	0.74	1.01
. Total dañado por insectos	18.29	19.20	18.10	17.75	20.00
. Total de dañados	21.39	20.62	20.67	21.37	23.62
. Total de sanos (H)	78.61	79.38	79.03	78.63	76.38
II. UTILIDAD O DESTINO SEGUN SUS CARACTERISTICAS					
. Utiles como alimento humano	87.04	87.45	85.43	86.54	86.01
. Utiles como alimento animal	11.23	10.17	10.61	10.97	11.18
. Sin utilidad (desecho)	1.72	2.38	2.96	2.49	2.81
III. VIABILIDAD					
. Porcentaje de viabilidad	87.00	87.00	87.00	85.50	90.00
IV. PESO					
. Cantidad de grano por tratamiento (kg)	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00

* Se presentan los promedios de cada tratamiento.

** EUSI= extracción única sin insecticida
 EUCM= extracción única con malathión
 EUC= extracción única con cal
 EMSI= extracción múltiple sin insecticida
 EMC= extracción múltiple con malathión

*** H= granos que pueden ser utilizados como alimento para humanos.

A= granos que no deben ser utilizados como alimento humano, pero sí pueden ser canalizados como alimento para animales.

D= granos que por sus características deben ser desechados.

lo cual, para condiciones del trópico y sin utilizar insecticida, se puede considerar como una pérdida muy baja. Interactuando los diferentes factores dieron como resultado una pérdida de 5.76 kg.

Extracción única con malathión (EUCM)

Aún cuando numerosos autores mencionan que el malathión está siendo sustituido por nuevos productos, este plaguicida se sigue utilizando en diferentes partes de la república, por lo cual se decidió evaluarlo en este experimento. En este caso aún cuando el daño por hongos sigue siendo bajo, se observó un mayor porcentaje (2.25) que en el tratamiento sin insecticida. En cuanto a granos dañados por insectos, el porcentaje fue de 1.07, siendo nuevamente el mayor grupo dentro de la jerarquía con una perforación. La pérdida de utilidad como alimento humano fue de 2.73% y el 2.29% fue para desecho. La diferencia entre la viabilidad inicial y final fue de 10.50% la pérdida de peso obtenida fue de 5.83 kg (cuadro 14).

CUADRO 12: EVALUACION DEL DAÑO QUE PRESENTO EL MAIZ DESPUES DE SEIS MESES DE ALMACENAMIENTO, EN EL GRANERO SUBTERRANEO. EJIDO "JUAN JACOBO TORRES", VERACRUZ.

FACTOR EVALUADO (% de granos)	EUSI	EUCM	EUCC	EMSI	EMCM
I. DETERIORO MORFOLOGICO					
(Estructural-cualitativo)					
- FISICOS Y PATOGENOS					
. Con daño mecánico (H)**	2.00	1.60	1.70	2.31	1.90
. Con daño por calentamiento (A)	2.33	2.42	2.91	2.54	1.27
. Con daño por hongos (D)	2.50	2.25	1.80	7.23	7.60
. Germinados (A)	1.00	0.00	0.00	1.22	0.00
- ACTIVIDAD INSECTIL					
. Con una perforación (H)	11.00	9.66	7.32	7.10	11.60
. Con dos perforaciones (A)	4.50	3.98	4.87	6.59	7.93
. Con tres perforaciones (A)	4.42	4.20	5.91	6.01	4.00
✓ . Entre 4 y 8 perforaciones (D)	1.33	2.43	2.00	3.60	1.82
. Total dañado por insectos	21.25	20.27	20.10	23.30	24.75
. Total de dañados	29.08	26.51	26.51	36.60	34.92
. Total de sanos (H)	70.92	73.46	73.49	63.40	65.08
II. UTILIDAD O DESTINO SEGUN SUS CARACTERISTICAS					
. Utiles como alimento humano	82.92	94.72	82.51	72.81	77.98
. Utiles como alimento animal	12.25	10.60	13.69	16.36	13.20
. Sin utilidad (desecho)	3.83	4.68	3.80	10.83	8.82
III. VIABILIDAD					
. Porcentaje de viabilidad	63.60	76.50	76.00	79.00*	63.00
IV. PISO (kg)					
	454.24	494.17	496.80	495.21	497.60

* En este granero se consideran cinco meses de almacenamiento.

** H= granos que pueden ser utilizados como alimento para humanos.

A= granos que no deben ser utilizados como alimento humano, pero si pueden ser canalizados como alimento para animales.

D= granos que por sus características deben ser desechados.

CUADRO 13: EVALUACION DE DAÑOS EN MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO: EXTRACCION UNICA SIN INSECTICIDA (EUSI).

FACTOR EVALUADO (% de granos)	PORCIENTO DE GRANOS DAÑADOS		
	INGRESO	EXTRACCION	DIFERENCIA
I. DETERIORO MORFOLOGICO			
(Estructural-cualitativo)			
- FISICOS Y PATOGENOS			
. Con daño mecánico (H)*	0.20	2.00	1.80
. Con daño por calentamiento (A)	1.02	2.33	1.31
. Con daño por hongos (D)	0.97	2.50	1.53
. Germinados (A)	0.90	1.00	0.10
- ACTIVIDAD INSECTIL			
. Con una perforación (H)	8.23	11.00	2.77
. Con dos perforaciones (A)	4.01	4.50	0.49
. Con tres perforaciones (A)	5.50	4.42	0.88
. Entre 4 y 8 perforaciones (D)	0.76	1.33	0.57
. Total dañado por insectos	18.30	21.25	2.95
. Total de dañados	21.39	29.08	7.69
. Total de sanos (H)	78.61	70.92	7.69
II. UTILIDAD O DESTINO SEGUN SUS CARACTERISTICAS			
. Utiles como alimento humano	87.04	83.92	3.12
. Utiles como alimento animal	11.23	12.25	1.02
. Sin utilidad (desechos)	1.73	3.83	2.10
III. VIABILIDAD			
. Porcentaje de viabilidad	87.00	63.00	24.00
IV. PESO (kg)			
	500.00	494.24	5.76

- * H= granos que pueden ser utilizados como alimento para humanos.
 A= granos que no deben ser utilizados como alimento humano, pero si pueden ser canalizados como alimento para animales.
 D= granos que por sus características deben ser desechados.

CUADRO 14: EVALUACION DE DAÑOS EN MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO: EXTRACCION UNICA CON MALATHION (EUCM).

FACTOR EVALUADO (% de granos)	PORCIENTO DE GRANOS DAÑADOS INGRESO EXTRACCION DIFERENCIA		
I. DETERIORO MORFOLOGICO			
(Estructural-cualitativo)			
- FISICOS Y PATOGENOS			
. Con daño mecánico (H) *	0.17	1.60	1.43
. Con daño por calentamiento (A)	0.95	2.42	1.47
. Con daño por hongos (D)	0.00	2.25	2.25
. Germinados (A)	0.30	0.00	-0.30
- ACTIVIDAD INSECTIL			
. Con una perforación (H)	7.90	9.66	1.76
. Con dos perforaciones (A)	3.22	3.98	0.76
. Con tres perforaciones (A)	5.70	4.20	1.50
. Entre 4 y 6 perforaciones (D)	2.38	2.43	0.05
. Total dañados por insectos	19.20	20.27	1.07
. Total de dañados	20.62	26.54	5.92
. Total de sanos (H)	79.36	73.46	5.92
II. UTILIDAD O DESTINO SEGUN SUS CARACTERISTICAS			
. Útiles como alimento humano	87.45	84.72	-2.73
. Útiles como alimento animal	10.17	10.60	0.43
. Sin utilidad (desechos)	2.38	4.68	2.30
III. VIABILIDAD			
. Porcentaje de viabilidad	87.00	76.50	10.50
IV. PESO (kg)			
	500.00	494.17	5.83

- * H= granos que pueden ser utilizados como alimento para humanos.
 A= granos que no deben ser utilizados como alimento humano, pero sí pueden ser canalizados como alimento para animales.
 D= granos que por sus características deben ser desechados.

Extracción única con cal (EUCC)

La cal es uno de los productos minerales más utilizado en la región y en numerosas localidades de la República Mexicana, aún cuando los campesinos que lo utilizan así como algunos investigadores aseguran su efectividad, todavía hay discusión al respecto, debido a ésto se optó por incluirlo dentro del trabajo.

En este tratamiento, en cuanto al daño físico y por patógenos se observó un cambio sobresaliente en el daño causado por hongos con solo 0.83% de incremento respecto al daño inicial. En tanto en el daño por insectos se obtuvo un incremento del 2% (cuadro 15). Tocante a la variación de la utilidad de grano según sus características, se presentó una pérdida de 3.92% desde el punto de vista de utilidad como alimento para humanos, siendo tan solo el 0.84% para desecho. La viabilidad merió en un 11%; en conjunto, estos factores propiciaron una pérdida de 3.2 kg de grano.

Extracción múltiple sin insecticida (EMSI)

En la modalidad que se denomina extracción múltiple, mensualmente se abrían los graneros, con lo cual periódicamente se rompía el hermetismo; en estos tratamientos se trató de observar si un mes era suficiente para inhibir la acción de los organismos nocivos. Respecto al daño físico y por patógenos, sobresale el incremento en el daño por hongos donde se incrementó un 5.48% (cuadro 16), aún cuando el daño es mayor que en los tratamientos de extracción única, se considera bajo para la región. En cuanto al daño por insectos, se observó un incremento de 5.55%, siendo en este caso la mayor parte en las jerarquías de dos perforaciones y entre 4 y 3. En la utilidad de granos aptos para consumo humano se perdió el 13.72%, en la viabilidad se perdió un 16% y se presentó una pérdida de peso de 4.79 kg.

CUADRO 15: EVALUACION DE DAÑOS EN MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO: EXTRACCION UNICA CON CAL (EUCC).

FACTOR EVALUADO (% de granos)	PORCIENTO DE GRANOS DAÑADOS		
	INGRESO	EXTRACCION	DIFERENCIA
I. DETERIORO MORFOLOGICO			
(Estructural-cualitativo)			
- FISICOS Y PATOGENOS			
. Con daño mecánico (H)*	0.90	1.70	0.80
. Con daño por calentamiento (A)	0.80	2.91	2.11
. Con daño por hongos (D)	0.97	1.80	0.83
. Germinados (A)	0.20	0.00	-0.20
- ACTIVIDAD INSECTIL			
. Con una perforación (H)	6.50	7.32	0.82
. Con dos perforaciones (A)	3.80	4.87	1.07
. Con tres perforaciones (A)	5.81	5.91	0.10
. Entre 4 y 8 perforaciones (D)	1.99	2.00	0.01
. Total dañado por insectos	18.10	20.10	2.00
. Total de dañados	20.97	21.51	0.54
. Total de sanos (H)	79.03	73.49	5.54
II UTILIDAD O DESTINO SEGUN SUS CARACTERISTICAS			
. Utiles como alimento humano	86.43	82.51	-3.92
. Utiles como alimento animal	10.61	13.69	3.08
. Sin utilidad (desechos)	2.96	3.80	0.84
III. VIABILIDAD			
. Porcentaje de viabilidad	87.00	76.00	-11.00
IV. PESO (Kg)			
	500.00	496.80	3.20

* H= granos que pueden ser utilizados como alimento para humanos.

A= granos que no deben ser utilizados como alimento humano, pero sí pueden ser canalizados como alimento para animales.

D= granos que por sus características deben ser desechados.

CUADRO 16; EVALUACION DE DAÑOS EN MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO: EXTRACCION MULTIPLE SIN INSECTICIDA (EMSI).

FACTOR EVALUADO (% de granos)	PORCENTAJE DE GRANOS DAÑADOS INGRESO EXTRACCION DIFERENCIA		
I. DETERIORO MORFOLOGICO (Estructural-cualitativo)			
- FISICOS Y PATOGENOS			
. Con daño mecánico (H)*	0.20	2.31	2.11
. Con daño por calentamiento (A)	0.87	2.54	1.67
. Con daño por hongos (D)	1.75	7.23	5.48
. Germinados (A)	0.80	1.22	0.42
- ACTIVIDAD INSECTIL			
. Con una perforación (H)	7.71	7.10	0.61
. Con dos perforaciones (A)	3.30	6.59	3.29
. Con tres perforaciones (A)	6.00	6.01	0.01
. Entre 4 y 8 perforaciones (D)	0.74	3.60	2.86
. Total de dañados por insectos	17.75	23.30	5.55
. Total de dañados	21.37	36.60	15.23
. Total de sanos (H)	78.63	63.40	15.23
II. UTILIDAD O DESTINO SEGUN SUS CARACTERISTICAS			
. Utiles como alimento humano	86.54	72.81	13.73
. Utiles como alimento animal	10.97	16.36	5.39
. Sin utilidad (desechos)	2.49	10.83	8.34
III. VIABILIDAD			
. Porcentaje de viabilidad	85.50	70.00	15.50
IV. PESO (kg)			
	509.00	495.21	4.79

*H= granos que pueden ser utilizados como alimento para humanos.
 A= granos que no deben ser utilizados como alimento humano, pero si pueden ser canalizados como alimento para animales.
 D= granos que por sus características deben ser desechados.

CUADRO 17: EVALUACION DE DAÑOS EN MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO
SUBTERRANEO: EXTRACCION MULTIPLE CON MALATHION (EMCM).

FACTOR EVALUADO (% de granos)	PORCIENTO DE GRANOS DAÑADOS		
	INGRESO	EXTRACCION	DIFERENCIA
I. DETERIORO MORFOLOGICO			
(Estructural-cualitativo)			
- FISICOS Y PATOGENOS)			
. Con daño mecánico (H) *	0.32	1.90	1.58
. Con daño por calentamiento (A)	0.80	1.27	0.47
. Con daño por hongos (D)	1.80	7.00	5.20
. Germinados (A)	0.70	0.00	0.70
- ACTIVIDAD INSECTIL			
. Con una perforación (H)	9.31	11.00	1.69
. Con dos perforaciones (A)	5.71	7.93	2.22
. Con tres perforaciones (A)	3.97	4.00	0.03
. Entre 4 y 8 perforaciones (D)	1.01	1.82	0.81
. Total dañado por insectos	20.00	24.75	4.75
. Total de dañados	23.62	34.92	11.30
. Total de sanos (H)	76.38	65.08	11.30
II. UTILIDAD O DESTINO SEGUN SUS CARACTERISTICAS			
. Utiles como alimento humano	66.01	77.98	8.03
. Utiles como alimento animal	11.18	13.20	2.02
. Sin utilidad (desechos)	2.81	8.82	6.01
III. VIABILIDAD			
. Porcentaje de viabilidad	90.00	63.00	27.00
IV. PESO (kg)			
	500.00	497.11	2.33

* H= granos que pueden ser utilizados como alimento para humanos.
A= granos que no deben ser utilizados como alimento humano, pero si pueden ser canalizados como alimento para animales.
D= granos que por sus características deben ser desechados.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Extracción múltiple con malathión (I.MCM)

En este tratamiento se vuelve a presentar un mayor daño por hongos (5.20%) que en los tratamiento de extracción única, como se muestra en el cuadro 17. En cuanto al daño por insectos, se presentó 4.75%. Respecto a los granos que perdieron utilidad como alimento humano se obtuvo 8.03% y para desecho 6.01%; sin embargo, la viabilidad fue menor en este caso (27%), no obstante, la pérdida de peso fue tan solo de 2.33 kg.

6.1.3. Incremento del daño en maíz almacenado en el granero subterráneo

Desde el punto de vista del incremento de daño físico y por patógenos, los factores más sobresalientes fueron: daño mecánico, calentamiento y daño por hongos (cuadro 18). En lo tocante al daño mecánico, se presentó menor porcentaje en el tratamiento de extracción única con cal (EUCC), con un incremento del 0.80%; el mayor se observó en el tratamiento extracción múltiple sin insecticida con 2.11%. Respecto a calentamiento, el valor más bajo se tuvo en el tratamiento de extracción múltiple con malathión, presentando un incremento del 0.47% y el más alto en el de extracción única con cal, donde se observó un aumento de 2.11%. En cuanto al incremento de granos dañados por hongos, se encontró el menor porcentaje en el tratamiento EUCC con el 0.83%; la mayor cifra se obtuvo en el tratamiento de extracción múltiple sin insecticida con 5.48% de incremento.

CUADRO 18: INCREMENTO DEL DAÑO FISICO Y POR PATOGENOS, EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS DE MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO.

TRATAMIENTO	INCREMENTO PORCENTUAL DE DAÑO POR:			
	EFEECTO MECANICO	CALENTAMIENTO	HONGOS	GERMINACION PREMATURA
EUSI	1.80	1.31	1.53	0.10
EUCM	1.43	1.47	2.25	0.30
EUCC	0.80	2.11	0.83	-0.20
EMSI	2.11	1.67	5.46	-0.42
EMCM	1.58	0.47	5.20	-0.70

Desde el punto de vista de daño por insectos (cuadro 19) el tratamiento que presentó mayor porcentaje en la jerarquía de entre 4 y 8 perforaciones fue el tratamiento de extracción múltiple sin insecticididad (EMSI), donde se observó un incremento del 2.86% y el menor estuvo en el granero de extracción única con cal (EUCC), el cual mostró solo 0.01% de incremento.

CUADRO 19: INCREMENTO DEL DAÑO POR INSECTOS (JERARQUIAS) EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS DE MAIZ ALMACENADO, EN EL GRANERO SUBTERRANEO JUAN JACOBO TORRES, VERACRUZ.

TRATAMIENTO	NUMERO DE PERFORACIONES (JERARQUIAS)			
	UNA	DOS	TRES	ENTRE 4 Y 8
EUSI	2.77	0.49	0.88	0.57
EUCM	1.76	0.76	1.50	0.05
EUCC	0.82	1.07	0.10	0.01
EMSI	0.61	3.29	0.01	2.86
EMCM	1.69	2.22	0.03	0.61

En cuanto al incremento de daño total, la menor cifra fue para el tratamiento (EUCC), el mayor incremento se presentó en los graneros con extracción múltiple sin insecticida, con el 15.23% (cuadro 20).

CUADRO 20: INCREMENTO EN EL DAÑO POR INSECTOS Y DAÑO TOTAL EN MAÍZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO, EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS.

TRATAMIENTO	INCREMENTO PORCENTUAL DE DAÑO	
	INSECTOS	TOTAL
EUSI	2.95	7.09
EUCM	1.07	5.92
EUCC	2.00	5.54
EMSI	5.55	15.23
ENCM	4.75	11.30

Considerando la pérdida desde el punto de vista como alimento humano, en resumen, el tratamiento que tuvo menor pérdida fue extracción única con malathión con el 2.73%; la mayor pérdida fue para extracción múltiple sin insecticida con el 13.73% de granos que perdieron su utilidad como alimento humano (cuadro 21).

CUADRO 21: EVALUACION DE LA PERDIDA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE UTILIDAD, EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS DE MAÍZ EN EL GRANERO SUBTERRANEO.

TRATAMIENTO	VARIACION PORCENTUAL EN LA UTILIDAD DEL GRANO		
	ALIMENTO HUMANO	ALIMENTO ANIMAL	DESECHO
EUSI	3.12	1.02	2.10
EUCM	-2.73	0.43	2.20
EUCC	-3.92	2.08	0.24
EMSI	-13.73	5.39	8.34
ENCM	-9.03	2.02	6.01

Aún cuando el objetivo básico del trabajo es proporcionar una herramienta al pequeño productor para almacenar grano para el consumo familiar, se evaluó la viabilidad, tratando de valorar la posibilidad de que al mismo tiempo pueda tener semilla para el siguiente ciclo. En cuanto a este factor, se observó que el mejor tratamiento fue el de extracción única con malathión, conservando el 87.9% de su viabilidad, siendo el menos adecuado el de extracción múltiple sin insecticida con el 66.3% de viabilidad conservada (cuadro 22).

CUADRO 22: COMPORTAMIENTO DE LA VIABILIDAD DEL MAÍZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO EN EL EJIDO JUAN JACOBO TORRES, VERACRUZ.

TRATAMIENTO	REPETICION	COMPORTAMIENTO DE VIABILIDAD							DIFERENCIA	% DE VIABILIDAD CONSERVADA
		INICIAL						FINAL		
		FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO		
EMSI	1	85	85	83	81	79	71	-	-	-
	2	86	85	84	83	71	69	57	29	66.3
EMCH	1	92	84	87	77	65	77	79	13	95.9
	2	89	81	81	77	63	77	47	41	53.4
	X	90	83.5	83	77	74	77	63	27	70.0
EUSI	1	87	*	*	*	*	*	55	32	63.5
	2	87	*	*	*	*	*	71	16	81.6
	X	87	*	*	*	*	*	63	24	72.4
EUCM	1	87	*	*	*	*	*	78	9	89.7
	2	87	*	*	*	*	*	75	12	86.2
	X	87	*	*	*	*	*	76.5	10.5	87.9
EUCI	1	87	*	*	*	*	*	76	11	87.4

EMSI= Extracción múltiple sin insecticida.

EMCH= Extracción múltiple con malathión.

EUSI= Extracción única sin insecticida.

EUCM= Extracción única con malathión.

EUCI= Extracción única con cal.

* En la modalidad extracción única (EU) sólo se muestra al principio y al final del experimento.

La pérdida de peso es un factor de vital importancia para el productor, porque, finalmente lo que vende o intercambia son kilogramos de grano; sin embargo, al momento de evaluar técnicamente la pérdida en peso, se obtiene la pérdida directamente de la diferencia entre el peso inicial y el final, por lo que se puede caer en un error, debido a la humedad de grano ya que, las semillas por las características de los diferentes tratamientos pueden absorber más agua unas que otras, por lo cual es necesario estandarizar los resultados al 14%, que es comúnmente el porcentaje manejado actualmente.

La mayor pérdida de peso se observó en el tratamiento de extracción múltiple sin insecticida con 2.26 kg; la menor se obtuvo en el tratamiento de extracción múltiple con malathión con 1.49 kg (cuadro 23).

CUADRO 23: PERDIDA DE PESO (ESTANDARIZADO A 14% DE HUMEDAD) EN MAÍZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO*.

TRATAMIENTO	PESO (KG)			PERDIDA
	INGRESO	EXTRACCION	DIFERENCIA	
EUSI	505.23	494.82	10.41	2.06
EUCM	505.23	495.32	9.91	1.96
EUCC	505.23	499.39	5.84	1.16
EMSI	505.23	493.83	11.40	2.26
EMCM	505.23	497.67	7.56	1.49
\bar{X}	505.23	496.21	9.02	1.79

6.2. RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL TESTIGO O METODO TRADICIONAL (ENCOSTALAO)

6.2.1. Factores físicos (humedad y temperatura)

El testigo propiamente consistió de maíz encostalado sin aplicación de insecticida; sin embargo, con el fin de obtener mayor información se consideraron las prácticas utilizadas en la región: 1) maíz con malathión; 2) maíz con graneril; 3) maíz con cal y 4) maíz libre de insecticida.

Después de estar almacenado durante seis meses se observó un incremento de 3.5% de humedad en el maíz con malathión (cuadro 24), y 3.1 en el grano tratado con cal.

CUADRO 24: OSCILACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL MAIZ ALMACENADO DURANTE SEIS MESES BAJO LA FORMA TRADICIONAL, EN EL LUGO SAN JACOBO TORRES, VERACRUZ (1987-88).

TRATAMIENTO	HUMEDAD (%)			INCREMENTO PORCENTUAL
	INICIAL	FINAL	DIFERENCIA	
MALATHION	13.10	16.60	3.5	26.72
GRANERIL	13.10	16.40	3.3	25.19
CAL	13.10	16.30	3.1	23.66
TESTIGO	13.10	16.40	3.3	25.19

En los diferentes tratamientos, la temperatura ambiental fue superior en 4°C a la del grano, y la diferencia entre la temperatura inicial y la final del grano fue insignificante (cuadro 25).

CUADRO 25: RELACION DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL Y DEL GRANO EN MAÍZ ALMACENADO BAJO LA FORMA TRADICIONAL EN EL EJIDO JUAN JACOBO TORRES, VERACRUZ.

TRATAMIENTO		TEMPERATURA (°C)			INCREMENTO PORCENTUAL
		INICIAL	FINAL	DIFERENCIA	
MALATHION	A*	30.0	33.0	3.0	10.00
	G	29.0	29.5	0.5	1.72
GRANERIL	A	31.0	34.0	3.0	9.68
	G	29.0	29.0	0.0	0.00
CAL	A	30.0	33.5	3.5	11.67
	G	29.0	29.5	0.5	1.72
TESTIGO	A	30.0	34.0	4.0	13.33
	G	29.0	30.0	1.0	3.45

* A= temperatura ambiental

G= temperatura del grano

6.2.2. Evaluación de daños del método tradicional

El maíz utilizado en el testigo inició con el 1.20% de granos con algún tipo de daño por hongos y 20.60% de daño por insectos (suma de jerarquías). Desde el punto de vista de su calidad, el grano inició con el 87% de granos aptos para consumo humano y el 1.8% sin utilidad o para desecho. La viabilidad inicial fue del 85% (cuadro 26).

Maíz encostalado almacenado con cal

Después de seis meses de almacenamiento, el grano presentó 2.72% de incremento de daño por calentamiento, y 1.51% por hongos (cuadro 27 y 28); el incremento de daño por insectos fue de 42.73%; cabe señalar que la mayor parte (13.75%) fue de la jerarquía con tres perforaciones. En cuanto a calidad se observó una pérdida del 38% de granos útiles como alimento humano, y se incrementaron en un 8.58% los granos para desecho y solo el

CUADRO 26: EVALUACION DEL DAÑO CON QUE SE ALMACENO EL MAIZ MEDIANTE EL TRATAMIENTO TRADICIONAL (ENCOSTALADO), EN EL EJIDO JUAN JACOBO TORRES, VERACRUZ (1987-88).

FACTOR EVALUADO (% de granos)	REPETICIONES*					
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	X
I. DETERIORO MORFOLOGICO						
(Estructural-Cualitativo)						
- FISICOS Y PATOGENOS						
. Con daño mecánico (H)**	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.40
. Con daño por calentamiento (A)	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20
. Con daño por hongos (B)	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.20
. Germinados (A)	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.40
- ACTIVIDAD INSECTIL						
. Con una perforación (H)	9.00	9.00	10.00	3.00	11.00	9.40
. Con dos perforaciones (A)	6.00	7.00	5.00	7.00	6.00	6.20
. Con tres perforaciones (A)	4.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.40
. Entre 4 y 8 perforaciones (B)	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60
. Total dañado por insectos	19.00	22.00	19.00	20.00	23.00	20.60
. Total de dañados	21.00	25.00	20.00	24.00	24.00	22.80
. Total de sanos (H)	79.00	75.00	80.00	76.00	76.00	77.20
II. UTILIDAD O DESTINO SEGUN SUS CARACTERISTICAS						
. Utiles como alimento humano	81.00	84.00	83.00	85.00	87.00	87.00
. Utiles como alimento animal	10.00	14.00	9.00	12.00	11.00	11.20
. Sin utilidad (desechos)	1.00	2.00	1.00	3.00	2.00	1.80
III. VIABILIDAD						
. Porcentaje de viabilidad	83.70	83.70	83.70	83.70	83.70	83.70
IV. PESO (kg)						
	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00

* Se presentan las repeticiones y el promedio de una muestra.

**H= granos que pueden ser utilizados como alimento para humanos.

A= granos que no deben ser utilizados como alimento humano, pero si pueden ser canalizados como alimento para animales.

B= granos que por sus características deben ser desechados.

CUADRO 27: EVALUACION DEL DAÑO DEL MAIZ A LOS SEIS MESES DE ALMACENAMIENTO BAJO LA FORMA TRADICIONAL (ENCOSTALADO) EN EL EJIDO JUAN JACOBO TORRES, VERACRUZ.

FACTOR EVALUADO (% de granos)	PROMEDIO PORCENTUAL DE DAÑO			
	CAL	GENERAL*	MALATHION	S/INSEC.
I. DETERIORO MORFOLOGICO				
(Estructural-cualitativo)				
- FISICOS Y PATOGENOS				
. Con daño mecánico (H)**	1.80	0.21	1.00	0.00
. Con daño por calentamiento (A)	2.92	2.30	2.30	1.72
. Con daño por hongos (B)	2.71	2.66	3.00	3.53
. Germinados (A)	0.00	0.00	0.00	0.00
- ACTIVIDAD INSECTIL				
. Con una perforación (H)	18.21	4.21	11.71	9.81
. Con dos perforaciones (A)	15.36	7.00	9.18	24.52
. Con tres perforaciones (A)	23.15	5.39	4.31	41.30
.. Entre 4 y 8 perforaciones (D)	7.67	14.60	7.80	18.37
. Total dañado por insectos	64.33	31.20	33.00	94.00
. Total de dañados	71.76	36.37	39.30	99.25
. Total de sanos (H)	28.24	63.63	60.70	0.75
II. UTILIDAD O DESTINO SEGUN SUS CARACTERISTICAS				
. Utiles como alimento humano	48.25	69.05	73.41	10.56
. Utiles como alimento animal	41.37	14.69	15.79	67.54
. Sin utilidad (desechos)	10.33	17.26	10.80	21.90
III. VIABILIDAD				
. porcentaje de viabilidad	1.33	23.00	2.33	0.33
IV. PESO (EXTRACCION) (kg)				
	20.83	24.50	23.80	15.83

* Se utiliza como referencia técnica debido a su amplio uso, pero de ninguna forma se recomienda.

**H= granos que pueden ser utilizados como alimento para humanos.
A= granos que no pueden ser utilizados como alimento humano, pero si pueden ser canalizados como alimento para animales.
D= granos que por sus características deben ser desechados.

CUADRO 28: EVALUACION DE DAÑOS EN MAIZ ALMACENADO DE MANERA TRADICIONAL, TRATADO CON CAL*.

FACTOR EVALUADO (% de granos)	PROMEDIO PORCENTUAL DE DAÑO INGRESO EXTRACCIÓN DIFERENCIA		
I. DETERIORO MORFOLOGICO			
(Estructural-cualitativo)			
- FISICOS Y PATOGENOS			
. Con daño mecánico (H)**	0.40	1.80	1.40
. Con daño por calentamiento (A)	0.20	2.92	2.72
. Con daño por hongos (D)	1.20	2.71	1.51
. Germinados (A)	0.40	0.00	0.40
- ACTIVIDAD INSECTIL			
. Con una perforación (H)	9.40	18.21	8.81
. Con dos perforaciones (A)	6.20	15.30	9.10
. Con tres perforaciones (A)	4.40	23.15	18.75
. Entre 4 y 8 perforaciones (D)	9.60	7.67	7.07
. Total dañados por insectos	29.60	63.33	42.73
. Total de daños	32.80	71.76	48.96
II. UTILIDAD O DESTINO SEGUN SUS CARACTERISTICAS			
. Utiles como alimento humano	87.00	48.25	38.75
. Utiles como alimento animal	11.20	41.37	30.17
. Sin utilidad (desechos)	1.80	10.38	8.58
III. VIABILIDAD			
. Porcentaje de viabilidad	83.70	1.33	82.37
IV. PESO (kg)			
	30.00	20.87	9.13

* Es ampliamente utilizado en la región, se utiliza como referencia técnica.

**H= granos que pueden ser utilizados como alimento para humanos.
A= granos que no deben ser utilizados como alimento humano, pero si pueden ser canalizados como alimento para animales.
D= granos que por sus características deben ser desechados.

1.33% de granos mantuvieron su viabilidad. De los 30 kg de grano iniciales solo se rescataron 20.87 kg, lo cual representa una pérdida de 9.13 kg.

Maíz encostalado almacenado con graneril

El maíz tratado con graneril (cuadro 29) incrementó en 1.46% los granos con daño por hongos y 10.60% de granos con algún tipo de daño por insectos. Desde el punto de vista de calidad, se perdió el 18.95% de granos útiles como alimento humano, y hubo un incremento del 15.46% de granos para desecho. El 60% de granos conservaron su viabilidad. Es importante señalar que este producto se recomienda para tratar semillas y no para grano, debido a su alta residualidad y toxicidad.

Maíz encostalado almacenado con malathión

En cuanto al incremento de daño físico y por patógenos, del maíz tratado con malathión, el mayor daño fue por calentamiento con 2.1% de incremento. El porcentaje de granos dañados por insectos aumentó en un 12.4%, siendo entre 4 y 8 perforaciones la jerarquía mejor representada (cuadro 30). Los granos útiles como alimento humano disminuyeron en un 13.59% y los de desecho aumentaron en un 9%. El 81.27% de los granos perdieron su viabilidad. Y, de los 30 kg de grano almacenado se perdieron 6.20 kg.

Maíz encostalado almacenado sin insecticida

Dentro del testigo absoluto (cuadro 31), en el apartado de daño físico y por patógenos se presentó el mayor incremento en el daño por hongos con 2.33%, por insectos se observó un 73.4% de granos con algún tipo de daño, siendo la jerarquía con tres

CUADRO 29: EVALUACION DE DAÑOS EN MAÍZ ALMACENADO DE MANERA TRADICIONAL, TRATADO CON GRANERIL*.

FACTOR EVALUADO (% de granos)	PROMEDIO PORCENTUAL DE DAÑO		
	INGRESO	EXTRACCION	DIFERENCIA
I. DETERIORO MORFOLOGICO			
(Estructural-cualitativo)			
- FISICOS Y PATOGENOS			
. Con daño mecánico (H)**	0.40	0.21	0.19
. Con daño por calentamiento (A)	0.20	2.30	2.10
. Con daño por hongos (D)	1.20	2.66	1.46
. Germinados (A)	0.40	0.00	0.40
- ACTIVIDAD INSECTIL			
. Con una perforación (H)	9.40	4.21	5.19
. Con dos perforaciones (A)	6.20	7.00	1.99
. Con tres perforaciones (A)	4.40	5.39	0.99
. Entre 4 y 8 perforaciones (D)	0.60	14.60	14.00
. Total dañados por insectos	20.60	31.20	10.60
. Total de dañados	23.60	36.37	13.57
II. UTILIDAD O DESTINO SEGUN SUS CARACTERISTICAS			
. Utiles como alimento humano	87.00	68.05	18.95
. Utiles como alimento animal	11.20	14.62	3.49
. Sin utilidad (desechos)	1.80	17.26	15.46
III. VIABILIDAD			
. Porcentaje de viabilidad	83.70	23.00	60.70
IV. PESO (kg)			
	30.00	24.50	5.50

*Debido a que se utiliza ampliamente en el estado, así como en gran parte de la república, lo consideramos como venético; in embargo, el objetivo del trabajo es eliminar el uso de insecticidas. Este producto pertenece al grupo de los clorados, prohibido por organismos internacionales, incluyendo la FAO y OMS.

**H= granos que pueden ser utilizados como alimento para humanos.

A= granos que no deben ser utilizados como alimento humano, pero si pueden ser canalizados como alimento para animales.

D= granos que por sus características deben ser desechados.

CUADRO 30: EVALUACION DE DAÑOS EN MAIZ ALMACENADO DE MANERA TRADICIONAL, TRATADO CON MALATHION.

FACTOR EVALUADO (% de granos)	PROMEDIO PORCENTUAL DE DAÑO		
	INGRESO	EXTRACCION	DIFERENCIA
I. DETERIORO MORFOLOGICO			
(Estructural-cualitativo)			
- FISICOS Y PATOGENOS			
. Con daño mecánico (H)*	0.40	1.00	0.60
. Con daño por calentamiento (A)	0.20	2.30	2.10
. Con daño por hongos (B)	1.20	3.00	1.80
. Germinados (A)	0.40	0.00	0.40
- ACTIVIDAD INSECTIL			
. Con una perforación (H)	9.40	11.71	2.31
. Con dos perforaciones (A)	6.20	9.18	2.98
. Con tres perforaciones (A)	4.40	4.31	0.09
. Entre 4 y 8 perforaciones (B)	0.60	7.30	7.20
. Total dañado por insectos	20.60	33.00	12.40
. Total de daños	22.80	39.30	16.50
II. UTILIDAD O DESTINO SEGUN SUS CARACTERISTICAS			
. Utiles como alimento humano	87.00	73.41	13.59
. Utiles como alimento animal	11.20	15.79	4.59
. Sin utilidad (desechos)	1.80	10.80	9.00
III. VIABILIDAD			
. Porcentaje de viabilidad	33.70	2.33	81.37
IV. PESO (kg)			
	30.00	23.80	6.20

*H= granos que pueden ser utilizados como alimento para humanos.

A= granos que no deben ser utilizados como alimento humano, pero sí pueden ser canalizados como alimento para animales.

B= granos que por sus características deben ser desechados.

CUADRO 31: EVALUACION DE DAÑOS EN MAIZ ALMACENADO DE MANERA TRADICIONAL SIN INSECTICIDA (TESPIGO ABSOLUTO).

FACTOR EVALUADO (% de granos)	PROMEDIO PORCENTUAL DE DAÑO		
	INGRESO	EXTRACCION	DIFERENCIA
I. DETERIORO MORFOLOGICO			
(Estructural-cualitativo)			
- FISICOS Y PATOGENOS			
. Con daño mecánico (H)*	0.40	0.00	0.40
. Con daño por calentamiento (A)	0.20	1.72	1.52
. Con daño por hongos (D)	1.20	3.53	2.33
. Germinados (A)	0.40	0.00	0.40
- ACTIVIDAD INSECTIL			
. Con una perforación (H)	9.40	9.81	0.41
. Con dos perforaciones (A)	6.20	24.52	18.32
. Con tres perforaciones (A)	4.40	41.30	36.90
. Entre 4 y 8 perforaciones (D)	0.60	18.37	17.77
. Total de dañado por insectos	20.60	94.00	73.40
. Total de dañados	22.80	99.25	76.45
II. UTILIDAD O DESTINO SEGUN SUS CARACTERISTICAS			
. Utiles como alimento humano	87.00	10.56	76.44
. Utiles como alimento animal	11.20	67.54	56.34
. Sin utilidad (desechos)	1.80	21.90	20.10
III. VIABILIDAD			
. Porcentaje de viabilidad	83.70	0.33	83.37
IV. PESO (kg)			
	30.00	15.83	14.17

*H= granos que pueden ser utilizados como alimento para humanos.

A= granos que no deben ser utilizados como alimento humano, pero si pueden ser canalizados como alimento para animales.

D= granos que por sus características deben ser desechados.

perforaciones la más abundante con 36.9%. En cuanto a granos con utilidad como alimento humano, disminuyó en un 76.44%; los de desecho incrementaron un 20.10%; solamente se conservó el 0.33% de viabilidad de las semillas. La suma de los factores mencionados provocaron una merma de 14.17 kg, lo cual representa cerca del 50% de pérdida en peso.

6.2.3. Incremento del daño en maíz almacenado de manera tradicional.

Desde el punto de vista del incremento en el daño físico y por patógenos, los factores más sobresalientes fueron: calentamiento y hongos, el primer factor fué de 2.72% en el testigo con cal y 1.52% en el testigo absoluto. En cuanto a hongos, se observó que el testigo absoluto se incrementó en un 2.33%, mostrando un menor incremento el testigo con cal con 1.51%, cabe señalar que estos valores son muy bajos, considerando las condiciones climáticas de la región (cuadro 32).

CUADRO 32: INCREMENTO DEL DAÑO FISICO Y POR PATOGENOS, EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS DE MAIZ ALMACENADO DE MANERA TRADICIONAL.

TRATAMIENTO	INCREMENTO PORCENTUAL DE DAÑO POR:			
	EFEECTO MECANICO	CALENTAMIENTO	HONGOS	GERMINACION PREMATURA
CAL	1.40	2.72	1.51	-0.40
GRANERII	0.19	2.10	1.46	-0.40
MALATHION	0.60	2.10	1.80	-0.40
TESTIGO	-0.40	1.52	2.33	-0.40

Considerando el incremento de granos dañados por insectos (jerarquía entre 4 y 8 perforaciones), el mejor tratamiento fue el testigo con cal con 7.07%, el más dañado fue el testigo absoluto con un 17.77% de incremento (cuadro 33).

CUADRO 33: INCREMENTO DEL DAÑO POR INSECTOS (JERARQUIAS) EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS DE MAÍZ ALMACENADO DE MANERA TRADICIONAL.

TRATAMIENTO	NÚMERO DE PERFORACIONES (JERARQUIAS)			
	UNA	DOS	TRES	ENTRE 4 Y 8
CAL	8.81	9.10	12.75	7.07
GRANERIL	5.19	1.99	0.99	14.00
MALATHION	2.31	2.98	-0.09	7.20
TESTIGO	0.41	13.32	36.90	17.77

En cuanto al daño total (cuadro 34), el tratamiento que presentó menor incremento fue el de graneril con 13.57%, sin embargo, le sigue de cerca el de malathion con 16.50%, siendo el más deteriorado el testigo absoluto con un incremento de 73.45%; la cal que en algunos aspectos mostró buenos resultados, en la suma de daño total quedó en segundo lugar mostrando un incremento de 48.96%.

CUADRO 34: INCREMENTO EN EL DAÑO POR INSECTOS (SUMA DE JERARQUIAS) Y DAÑO TOTAL, EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS DE MAÍZ ALMACENADO DE MANERA TRADICIONAL.

TRATAMIENTO	INCREMENTO PORCENTUAL DE DAÑO	
	INSECTOS	TOTAL
CAL	42.73	48.96
GRANERIL	10.60	13.57
MALATHION	12.40	16.50
TESTIGO	73.40	73.45

La mayor pérdida de granos para alimento humano se presentó en el testigo absoluto, el cual perdió el 76.44% (cuadro 35), el mejor tratamiento fue el maíz con malathión, presentando un decremento del 13.59%, el mayor volumen de granos sin utilidad o desechos se presentó en el testigo absoluto (20.10%), pero muy de cerca, el tratamiento maíz tratado con graneril con 15.46%. Los mejores resultados en relación a este factor fueron los tratamientos con cal y malathión con 8.58% y 9% respectivamente.

CUADRO 35: VARIACION DE LA PERDIDA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE UTILIDAD, EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS DE MAIZ ALMACENADO DE MANERA TRADICIONAL.

TRATAMIENTO	VARIACION PORCENTUAL EN LA UTILIDAD DEL GRANO		
	ALIMENTO HUMANO	ALIMENTO ANIMAL	DESECHO
CAL	-38.75	30.17	8.58
GRANERIL	-18.95	3.49	15.46
MALATHION	-13.59	4.59	9.00
TESTIGO	-76.44	56.34	20.10

La viabilidad de las semillas es un factor de suma importancia para el productor, por lo cual se evaluó en los diferentes tratamientos o variantes del testigo. El maíz tratado con graneril (cuadro 36) fue el que conservó la mayor cifra de viabilidad con 27.48%, el que conservó menor viabilidad fue el maíz almacenado en costales sin insecticida con el 0.39%. Los otros productos (cal y malathión) conservaron igualmente un nivel bajo de viabilidad en las semillas (1.59% y 2.78% respectivamente).

CUADRO 36: COMPORTAMIENTO DE LA VIABILIDAD DE MAIZ ALMACENADO DURANTE SEIS MESES, BAJO LA FORMA TRADICIONAL (ENCOSTALADO) EN EL EJIDO JUAN JACOBO TORRES, VERACRUZ.

TRATAMIENTO	PORCENTAJE DE VIABILIDAD			
	INICIAL	FINAL	DIFERENCIA	CONSERVADA
CAL	83.70	1.33	82.37	1.59
GRANERIL	83.70	23.00	60.70	27.48
MALATHION	83.70	2.33	81.37	2.78
TESTIGO	83.70	0.33	83.37	0.39

En cuanto a la merma en peso en el testigo (cuadro 37), la variante que perdió menos fue la de graneril con 21.42%, muy de cerca el malathión con 23.85%, la cal con 33% y por último el testigo absoluto que presentó 49.29% de pérdida en peso.

CUADRO 37: COMPORTAMIENTO DEL PESO DEL MAIZ ALMACENADO DURANTE SEIS MESES, BAJO LA FORMA TRADICIONAL (ESTANDARIZADO A 14% DE HUMEDAD) EN EL EJIDO JUAN JACOBO TORRES, VERACRUZ.

TRATAMIENTO Y REPETICION	PESO DEL GRANO (KG)			PERDIDA (%)	PROMEDIO
	INGRESO	EXTRACCION	DIFERENCIA		
CAL	1	30.31	20.05	10.26	33.85
	2	30.31	20.92	9.39	30.98
	3	30.31	19.95	10.36	34.18
GRANERIL	1	30.31	23.33	6.98	23.03
	2	30.31	24.30	6.01	19.83
	3	30.31	23.82	6.49	21.41
MALATHION	1	30.31	22.59	7.72	25.47
	2	30.31	22.99	7.42	24.38
	3	30.31	23.76	6.55	21.61
TESTIGO	1	30.31	17.98	12.33	40.88
	2	30.31	17.50	12.81	42.26
	3	30.31	10.69	19.62	64.73

6.3. COMPARACION DE LOS RESULTADOS DEL GRANERO SUBTERRANEO CON EL METODO TRADICIONAL.

En cuanto al daño mecánico, el mejor tratamiento del granero fue el de extracción única con cal por presentar un incremento de 0.80%; el que presentó un mayor incremento fue el de extracción múltiple sin insecticida con 2.11%. El testigo no tuvo incremento (cuadro 38 y figura 19).

El tratamiento del granero que presentó mayor daño por calentamiento fue el de extracción única con cal con 2.11% de incremento; el más bajo fue el de extracción múltiple con malathión con 0.47% y el testigo con 1.52% (cuadro 39 y figura 20).

La evaluación de daños por hongos tiene una importancia especial, ya que estos microorganismos deterioran la calidad del grano, desde el punto de vista alimentario y como semilla. El tratamiento del granero que presentó menor daño por hongos fue el de extracción única con cal con un incremento de 0.83%, el de mayor daño fue el de extracción múltiple sin insecticida, con el 5.48%. El testigo se incrementó solo el 2.33% (cuadro 40 y figura 21).

El incremento de granos germinados después del almacenamiento fue casi nulo, tanto en el granero subterráneo como en el testigo (cuadro 41 y figura 22).

En cuanto al daño por insectos (cuadros 42 y 43 y figuras 23 y 24), el tratamiento del granero que mejor conservó el grano fue el de extracción única con cal con el 2% de incremento. El que presentó el mayor daño de los tratamientos del granero fue el de extracción múltiple sin insecticida con el 6.12%, el testigo incrementó el 73.40%. Considerando el daño total, la posición de los tratamientos fue semejante, como se puede apreciar en el cuadro 44 y la figura 25.

CUADRO 38: INCREMENTO DEL DAÑO MECANICO EN MAIZ ALMACENADO DURANTE SEIS MESES EN EL GRANERO SUBTERRANEO Y DE MANERA TRADICIONAL, EJIDO JUAN JACOBO TORRES, VER.

TRATAMIENTO	PORCENTAJE DE DAÑO MECANICO		
	INICIAL	FINAL	INCREMENTO
EUSI	0.20	2.00	1.80
EUCM	0.17	1.60	1.43
EUCC	0.90	1.70	0.80
EMSI	0.20	2.31	2.11
EMCM	0.32	1.90	1.58
TESTIGO	0.40	0.00	0.00

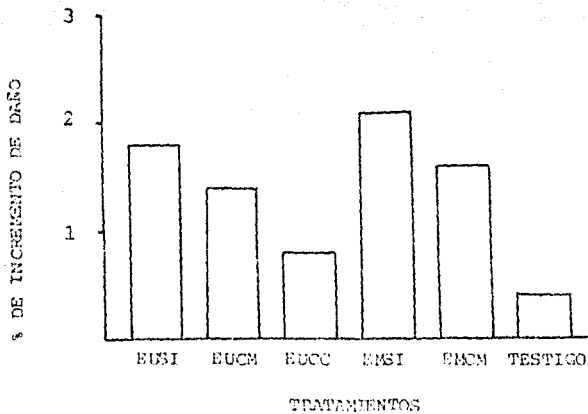


Figura 19: Incremento del daño mecánico en maíz almacenado en el granero subterráneo y de manera tradicional.

CUADRO 39: INCREMENTO EN EL DAÑO POR CALENTAMIENTO EN MAÍZ ALMACENADO DURANTE SEIS MESES EN EL GRANERO SUBTERRÁNEO Y DE MANERA TRADICIONAL. EJIDO JUAN JACOBO TORRES, VERACRUZ.

TRATAMIENTO	DAÑO POR CALENTAMIENTO		
	INICIAL	FINAL	INCREMENTO
EUSI	1.02	2.33	1.31
EUCM	0.95	2.42	1.47
EUCC	0.80	2.91	2.11
EMSI	0.87	2.54	1.67
EMCM	0.80	1.27	0.47
TESTIGO	0.20	1.72	1.52

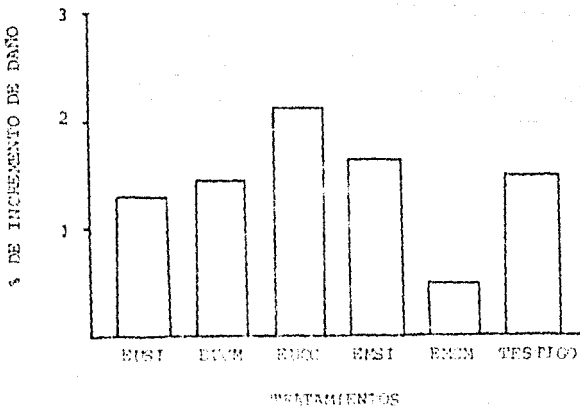


Figura 20: Incremento en el daño por calentamiento en maíz almacenado en el granero subterráneo bajo diferentes tratamientos y de manera tradicional.

CUADRO 40: INCREMENTO EN EL DAÑO POR HONGOS EN MAÍZ ALMACENADO DURANTE SEIS MESES EN EL GRANERO SUBTERRÁNEO Y DE MANERA TRADICIONAL. EJIDO JUAN JACOBO TORRES, VER.

TRATAMIENTO	PORCENTAJE DE DAÑO POR HONGOS		
	INICIAL	FINAL	INCREMENTO
EUSI	0.97	2.50	1.53
EUCM	0.90	2.25	2.25
EUCC	0.97	1.80	0.83
EMSI	1.75	7.23	5.48
EMCM	1.80	7.00	5.20
TESTIGO	1.20	3.53	2.33

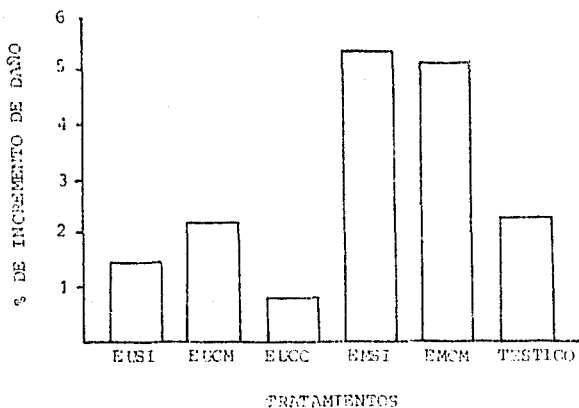


Figura 21: Incremento en el daño por hongos en maíz almacenado en el granero subterráneo bajo diferentes tratamientos y de manera tradicional.

CUADRO 41: INCREMENTO EN EL PORCENTAJE DE GRANOS GERMINADOS PRE-MATURAMENTE, EN MAÍZ ALMACENADO DURANTE SEIS MESES EN EL GRANERO SUBTERRANEO Y DE MANERA TRADICIONAL. EJIDO JUAN JACOBO TORRES, VERACRUZ.

TRATAMIENTO	PORCENTAJE DE GRANOS GERMINADOS		
	INICIAL	FINAL	INCREMENTO
EUSI	0.90	1.00	0.10
EUCM	0.30	0.00	-0.30
EUCC	0.20	0.00	-0.20
EMSI	0.80	1.22	0.42
EMCM	0.30	0.00	-0.30
TESTIGO	0.40	0.00	-0.40

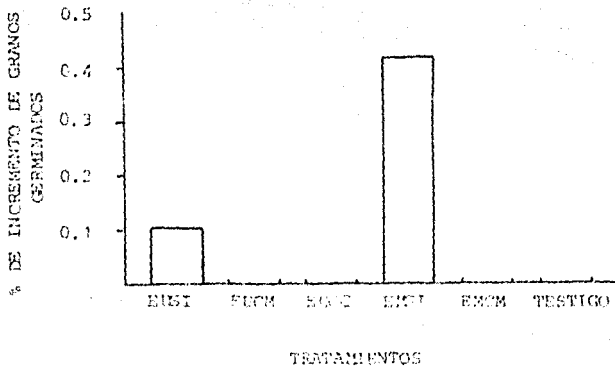


Figura 22: Incremento porcentual de granos germinados prematuramente, en maíz almacenado en el granero subterráneo bajo diferentes tratamientos y de manera tradicional.

CUADRO 42: INCREMENTO DEL DAÑO POR INSECTOS (JERARQUIAS), EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS DE MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO Y DE MANERA TRADICIONAL. EJIDO JUAN JACOBO TORRES, VERACRUZ.

TRATAMIENTO	NUMERO DE PERFORACIONES (JERARQUIAS)				INCREMENTO DE DAÑO
	UNA	DOS	TRES	ENTRE 4 Y 8	
EUSI	2.77	0.49	0.88	0.57	4.71
EUCM	1.76	0.76	1.50	0.05	4.07
EUCC	0.82	1.07	0.10	0.01	2.00
EMSI	0.00	3.25	0.01	2.86	6.12
EMCM	1.69	2.22	0.03	0.81	4.75
TESTIGO	0.41	18.32	36.90	17.77	73.40

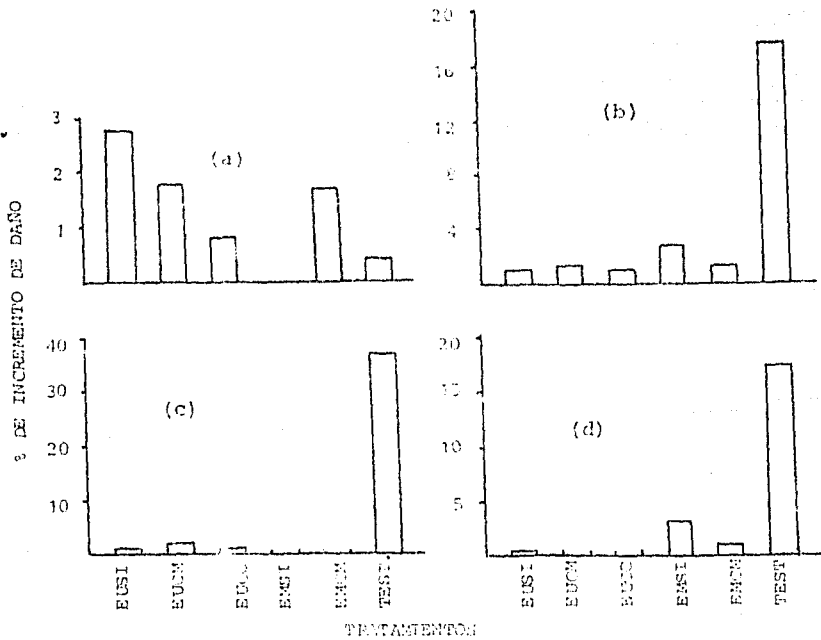


Figura 23: Incremento del daño por insectos, clasificado por jerarquías de daño a) con una perforación, b) con dos perforaciones, c) con tres perforaciones y d) con entre 4 y 8 perforaciones.

CUADRO 43: INCREMENTO EN EL DAÑO POR INSECTOS (SUMA DE JERARQUIAS) EN MALZ ALMACENADO DURANTE SEIS MESES EN EL GRANERO SUBTERRANEO Y DE MANERA TRADICIONAL.

TRATAMIENTO	INCREMENTO DE DAÑO POR INSECTOS (TOTAL)
EUSI	4.71
EUCM	4.07
EUCC	2.00
EMSI	6.12
EMCM	4.75
TESTIGO	73.40

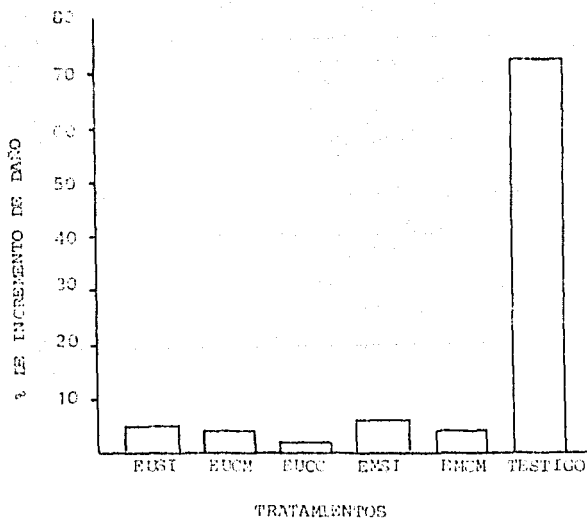


Figura 24: Incremento del daño por insectos (suma de jerarquías).

CUADRO 44: INCREMENTO EN EL DAÑO TOTAL EN MAÍZ ALMACENADO DURANTE SEIS MESES EN EL GRANERO SUBTERRÁNEO Y DE MANERA TRADICIONAL.

TRATAMIENTO	INCREMENTO EN EL DAÑO (TODOS LOS FACTORES)
EUSI	7.69
EUCM	5.92
EUCC	5.54
EMSI	15.23
ENCM	11.30
TESTIGO	73.45

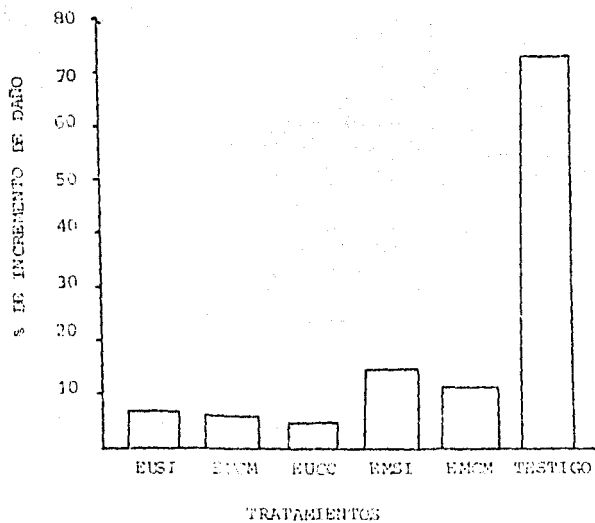


Figura 25: Incremento en el daño total en maíz almacenado en el granero subterráneo y de manera tradicional.

Cuando se hace una evaluación de pérdidas, el peso del grano y el tipo de daño que presenta es importante; sin embargo, es necesario conocer además el destino o utilidad que se le puede dar a este grano en base a su calidad; al respecto, el tratamiento del granero que perdió menor cantidad de granos útiles como alimento humano fue el de extracción única con malathión con 2.73%, en seguida el de extracción única sin insecticida con 3.12%, en contraste con el testigo que presentó 76.44% de granos que perdieron utilidad como alimento humano (cuadro 45 y figura 26).

En el trópico húmedo, la conservación de la calidad de las semillas es uno de los problemas más importantes, por lo cual es necesario buscar nuevas alternativas para conservar la viabilidad y en general la calidad de las semillas.

• Después de seis meses de almacenamiento, las semillas de maíz perdieron el 12.30% de su viabilidad en el granero bajo el tratamiento de extracción única con malathión, siguiéndole el de extracción única con cal, el cual presentó 12.60% de pérdida de la viabilidad; el tratamiento del granero que presentó mayor pérdida fue el de extracción múltiple sin insecticida con el 33.72%, siendo aún más bajo en comparación con el testigo que perdió el 99.52% de su viabilidad (cuadro 46 y figura 27).

En cuanto al peso, el tratamiento del granero que presentó menor merma fue el de extracción única con cal, siguiéndole el de extracción múltiple con malathión con 1.49%; el que mostró mayor pérdida fue el de extracción múltiple sin insecticida con 2.26%, contrastando con el testigo que perdió el 49.29% de peso, como se puede ver en el cuadro 47 y figura 28.

CUADRO 45: VARIACION PORCENTUAL DE LA UTILIDAD DEL MAIZ ALMACENADO EN EL GRANERO SUBTERRANEO Y DE MANERA TRADICIONAL.

TRATAMIENTO	VARIACION PORCENTUAL EN LA UTILIDAD*		
	ALIMENTO	ALIMENTO	DESECHOS
	HUMANO	ANIMAL	
EUSI	-3.12	1.02	2.10
EUCM	-2.73	0.43	2.30
EUCC	-3.92	3.98	0.84
EMSI	-13.73	5.39	8.34
EMCM	-8.03	2.02	6.01
\bar{X}	6.31	2.39	3.92
TESTIGO	-76.44	56.34	20.10

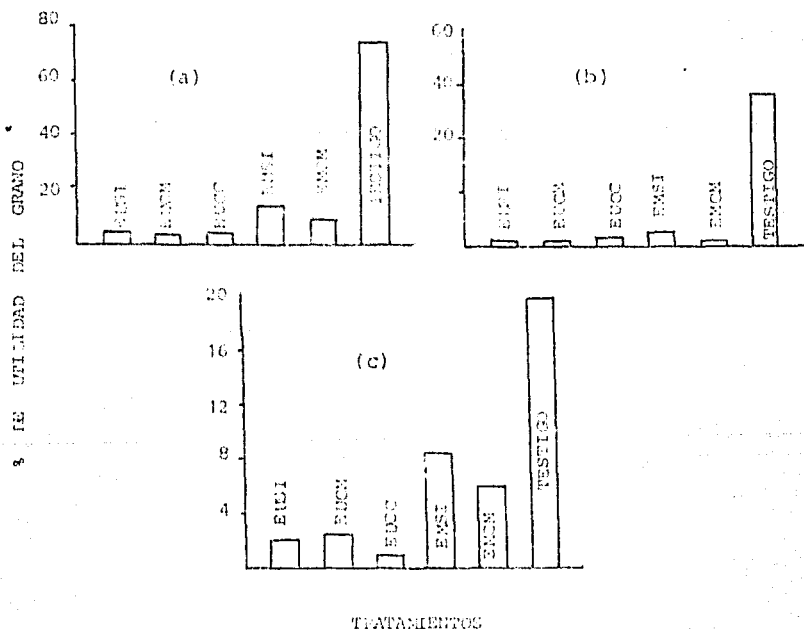


Figura 26: Variación porcentual de la utilidad del grano: a) como alimento humano, b) como alimento animal y c) sin utilidad.

CUADRO 46: PERDIDA DE VIABILIDAD EN MAIZ ALMACENADO DURANTE SEIS MESES EN EL GRANERO SUBTERRANEO Y DE MANERA TRADICIONAL. EJIDO JUAN JACOBO TORRES, VERACRUZ.

TRATAMIENTO	PORCENTAJE DE VIABILIDAD			
	INICIAL	FINAL	DIFERENCIA	PERDIDA
EUSI	87.0	63.0	24.0	27.60
EUCM	87.0	76.5	10.5	12.10
EUCC	87.0	76.0	11.0	12.60
EMSI	85.5	57.0	29.0	33.72
EMCM	90.0	63.0	27.0	30.00
TESTIGO	83.7	0.39	83.3	99.53

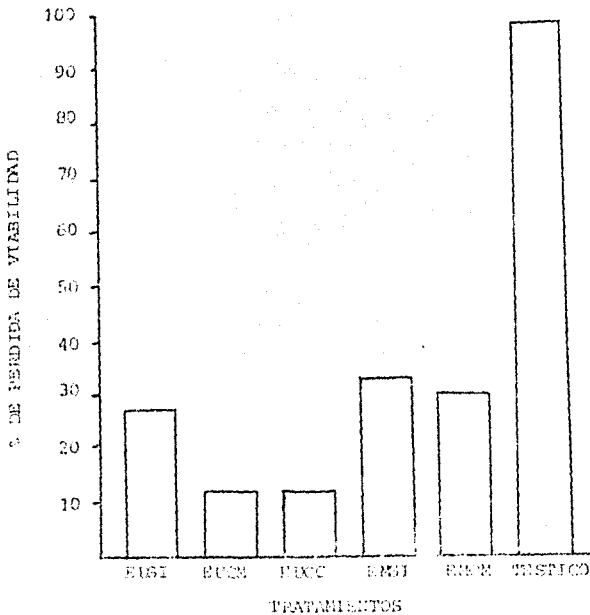


Figura 27: Pérdida de la viabilidad en maíz almacenado en el granero subterráneo y de manera tradicional.

CUADRO 47: PERDIDA DE PESO EN MAIZ ALMACENADO DURANTE SEIS MESES EN EL GRANERO SUBTERRANEO Y DE MANERA TRADICIONAL. EJIDO JUAN JACOBO TORRES, VERACRUZ.

TRATAMIENTO	PERDIDA DE PESO
EUSI	2.06
EUCM	1.96
EUCC	1.16
EMSI	2.26
EMCM	1.49
TESTIGO	49.29

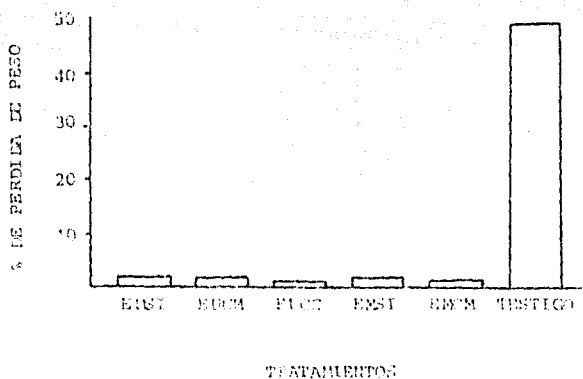


Figura 28: Pérdida de peso en maíz almacenado en el granero subterráneo y de manera tradicional.

6.4. RESUMEN TOTAL DE RESULTADOS

6.4.1. Resumen total de daños

CUADRO 48: INCREMENTO DEL DAÑO EN MAIZ ALMACENADO DURANTE SEIS MESES EN EL GRANERO SUBTERRANEO Y DE MANERA TRADICIONAL, EN EL EJIDO JUAN JACOBO TORRES, VERACRUZ (1987-88).

TRATAMIENTO	INCREMENTO PORCENTUAL DE DAÑO				
	MECANICO	CALENTAMIENTO	HONGOS	GERMINADOS PREMATURAMENTE	INSECTOS
EUSI	1.80	1.31	1.53	0.10	4.71
EUCM	1.43	1.47	2.25	0.30	4.07
EUCC	0.80	2.11	0.83	-0.20	2.00
EMSI	2.11	1.67	5.48	0.42	6.12
EMCM	1.58	0.47	5.20	-0.70	4.75
\bar{X} GS	1.54	1.41	3.06	0.16	4.33
TESTIGO	0.40	1.52	2.23*	-0.40	73.46

* Este año se presentó infección por hongos menor que en los otros años: 18.5 en 1985 y 16.62 durante 1986.

6.4.2. Resumen de los costos para la construcción del granero subterráneo.

CUADRO 49: COSTO DEL GRANERO BAJA TRES ALTERNATIVAS DE MANEJO:
a) PRECIOS DE ENERO DE 1987 EN LOS TUXTLAS, VERACRUZ.

CONCEPTO	OPCIONES DE CONSTRUCCIÓN		
	FUERA DE LA CASA	DENTRO DE LA CASA	DENTRO DE LA CASA Y AUTOCONSTRUCCION
OBRA DE MANO \$	8,000.00	\$ 6,000.00	-
MATERIAL	8,247.00	8,247.00	-
BOLSA	1,500.00	1,500.00	\$ 1,500.00
TECHO	1,000.00	-	-
TOTAL:	18,747.00	15,747.00	9,747.00

6.4.3. Balance económico con base en el peso

CUADRO 50: BALANCE ECONOMICO EN MAIZ ALMACENADO DURANTE SEIS MESES EN EL GRANERO SUBTERRANEO Y DE MANERA TRADICIONAL, EJIDO JUAN JACOBO TOPRES, VEPACRUZ (PROMEDIO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS).

	GRANERO SUBTERRANEO	TESTIGO (REAL)	TESTIGO* EQUIVALENTE
CANTIDAD DE GRANO	505.23	30.31	505.23
INVERSION (\$)	47,996.80	2,879.45	47,996.80
MERMA EN PESO (KG)	8.00	14.94	249.03
PRECIO \$/KG (INGRESO)	95.00	95.00	95.00
MERMA ECONOMICA (\$)	760.00	1,419.30	23,657.85
PRECIO \$/KG (EXTRACCION)	199.50	199.50	199.50
CANTIDAD DE GRANO EXTRAIDO	497.23	15.39	256.20
VALOR A LA EXTRACCION	99,197.38	1,462.05	51,111.90
BALANCE ECONOMICO (GANANCIA \$)	51,260.58	1,417.40	3,115.10

*

Para que los resultados sean comparables se hizo la conversión del peso del testigo igualándolo al peso del granero (505.23). Se calculó en función de la equivalencia porcentual de la merma en peso (14.94) y en éste dato se consideró lo que representaba en kilogramos utilizados en el granero (505.23). se encontró que era el 49.29%. la conversión a kilogramos y resultó 249.03 Kg.

VII. DISCUSION

7.1. FACTORES FISICOS

La oscilación de la temperatura es fundamental en la conservación de granos en sistemas herméticos, sobre todo para el efecto que presentó sobre el agua contenida en los espacios y poros del grano. Ésta al incrementar la temperatura puede ser liberada en forma de vapor, al bajar la temperatura hay condensación, provocando escurrimientos en las paredes del depósito e incrementando repentinamente la humedad de los granos que están en la periferia o donde se concentran los escurrimientos. El incremento repentino de la humedad propicia el desarrollo de microorganismos, entre ellos, las bacterias, las levaduras y los hongos de almacén los cuales son principalmente especies del género *Aspergillus* y *Penicillium*, ciertas especies de este último género pueden considerarse tanto hongos de campo como de almacén, ya que se han encontrado que invaden al maíz en las últimas etapas de su formación en el campo (Mislivec y Tuite, 1970).

En el presente experimento se encontró que los niveles más altos de temperatura (cuadro 10) se registraron durante los meses de abril y mayo. La relación entre la temperatura ambiente tanto en el granero como en el testigo, y la del grano fue variable; sin embargo, se puede asegurar que siempre fue mayor la temperatura ambiental respecto a la del grano, detectándose diferencias de uno a seis grados.

En relación a la humedad (cuadro 9), los graneros con extracción múltiple mostraron un incremento mayor que los tratamientos de extracción única. Hay que considerar que el grano es un cuerpo higroscópico y la humedad relativa en la localidad es generalmente alta, lo cual provoca que el grano al estar en contacto con el ambiente externo, asimile humedad hasta llegar

al equilibrio con éste. En los graneros de extracción múltiple, presentaron un incremento hasta del 4.1%, mientras que los de extracción única incrementaron entre 1 y 2%.

Debido al carácter subterráneo del granero, la oscilación de la temperatura a lo largo del día es muy leve, lo cual disminuye la posibilidad de migración repentina de humedad de unos granos a otros.

7.2. DETERIORO MORFOFISIOLOGICO

7.2.1. Daño mecánico

Ramírez (1982) mencionó que el manejo deficiente de los granos y semillas, acarrea como consecuencia el deterioro de los mismos; el daño mecánico de los granos durante el manejo se puede dar por la pérdida repentina de humedad en combinación con el golpe de los granos entre sí o contra una superficie sólida.

El incremento de daño mecánico en los diferentes tratamientos fue relativamente bajo; en el maíz almacenado en el granero subterráneo osciló de 0.80 en grano almacenado con cal a 2.11% en el tratamiento de extracción múltiple sin insecticida, siendo nulo el incremento en el testigo (cuadro 39).

7.2.2. Daño por calentamiento

El llamado calentamiento "espontáneo" de los granos almacenados, se debe al proceso respiratorio por los organismos vivientes. El bajo calor específico de los granos impide que los calentamientos, que se originan casi siempre en las zonas más húmedas de la masa, se disipen fácilmente a través del volumen del grano y por ésto, la temperatura de los granos en una zona reducida se incrementa. Este aumento de la temperatura acelera más

aún la velocidad de respiración de los granos en esas regiones y es así como continúa ascendiendo la temperatura. Por otro lado, como el alto contenido de humedad de los granos favorece el desarrollo de poblaciones de insectos y microorganismos cuando éstos están presentes, su respiración contribuye a incrementar más la temperatura del volúmen de grano considerado, produciéndose entonces una sucesiva elevación en la temperatura, originando el fenómeno que se denomina "calentamiento espontáneo" por la rapidez con que se desarrolla. Cuando se almacenan granos o semillas secos, o cuyos contenidos de humedad son los adecuados y, además se encuentran limpios y sin infestación de insectos o microorganismos; la respiración de dichas semillas es relativamente baja, de tal manera que el fenómeno de calentamiento espontáneo no tiene lugar bajo estas condiciones de almacenamiento (Ramírez, 1982).

Como se mencionó, el grano almacenado en el granero presentó una baja oscilación de la humedad y temperatura, lo cual evitó el fenómeno de "calentamiento espontáneo", siendo el incremento en el grano de 1.31 a 2.11% (cuadro 39) y en el testigo de 1.52%. Cabe señalar, que el porcentaje mencionado es alto ya que se incluyeron los granos que presentaron el mínimo oscurecimiento, exagerando el rigor de la evaluación ya que, la temperatura necesaria para que se presente este fenómeno son muy superiores a las registradas a lo largo del experimento.

7.2.3. Daño por hongos

Debida a la naturaleza heterótrofa, los hongos de almacén requieren de sustancias orgánicas de origen vegetal o animal. Por lo tanto, tienen un tipo de vida saprofítica o parasítica. A estos hongos que invaden semillas agrícolas en el almacén, los puede considerarse parásitos facultativos. En este caso,

los hongos requieren semillas que invadir y un ambiente adecuado; esto último, en cuanto a humedad, la temperatura y una atmósfera con oxígeno. Otro factor muy importante en el deterioro de los granos y semillas por hongos de almacén, es el periodo de almacenamiento, ya que a mayor periodo de almacenamiento, bajo condiciones que permitan el desarrollo de hongos, corresponde a mayor pérdida de viabilidad o calidad de las semillas y los granos. Por lo tanto, al igual que otros organismos heterótrofos, los hongos requieren para su desarrollo: alimento, agua, temperatura adecuada, oxígeno y tiempo para desarrollarse.

De los factores antes mencionados, la humedad juega el papel más importante en el éxito o fracaso del almacenamiento comercial de semillas y granos, ya que a humedades superiores al 13.5% en cereales y 12.0% en oleaginosas, se iniciará el daño por estos hongos, dependiendo de su magnitud del contenido de humedad, de la temperatura, de la condición de los granos y semillas y del periodo de almacenamiento (Moreno, 1983).

El incremento en el daño por hongos en el maíz almacenado en el granero fue alto, sobre todo en los tratamientos de extracción múltiple, con 5.48% en el tratamiento de extracción múltiple sin insecticida y 5.26% en extracción múltiple con malathión; al respecto es necesario recordar que en estos tratamientos se filtró agua accidentalmente, esta aclaración se ve justificada cuando se observan los resultados obtenidos en los tratamientos de extracción única con cal con 0.83 y 1.53 de incremento porcentual en el tratamiento extracción única sin insecticida, contra 2.33 observada en el testigo (cuadro 40).

7.2.4. Granos germinados prematuramente

Durante la época de lluvia en algunas mazorcas se cuela el agua y acumula entre los granos, la saturación es tal, que impide el desarrollo de hongos, pero permite que el embrión capte agua, lo cual propicia que la semilla germine prematuramente. Este fenómeno suele presentarse en los diferentes tipos de almacén, sobre todo en aquellos mal acondicionados, con techos agrietados y pisos cuya altura permite la entrada de agua.

Los resultados obtenidos en el experimento muestran un ligero incremento (cuadro 41), aún en los graneros que penetró agua, al parecer la baja concentración de oxígeno en el medio fue insuficiente para que se presentara dicho fenómeno.

7.2.5. Daño por insectos

Las causas de la infestación de los granos almacenados son muchas y variadas. Algunas veces, el principal origen de ella es el ataque en el campo, precisamente cuando las semillas están alcanzando su madurez fisiológica, antes de la cosecha, en particular en aquellas áreas ecológicas en las cuales los factores climáticos son favorables al desarrollo de los insectos que atacan a los granos y en donde se multiplican con rapidez, destruyendo a los granos, en sus diferentes estados de madurez fisiológica y causándole infestaciones antes de que sean cosechados, como el caso de *Sitophilus zeamais* Mots., que ataca el maíz y a otros muchos granos en las regiones con clima tropical o semi-tropical del mundo, o también, en el caso de la palomilla del maíz *Sitotroga cerealealis* (Olivier), la cual de igual forma que *S. zeamais* inicia la infestación desde el campo (Bamírez, 1982).

Desde el punto de vista en suma de totales; es decir sumando el incremento de daño por insectos (cuadro 48), en cada una de las jerarquías, el mejor tratamiento resultó el granero extrac-

ción única con cal con el 2% de incremento contra 73.40% de incremento en el testigo absoluto.

El reporte de suma de jerarquías, proporciona buena información; sin embargo, es insuficiente y puede confundir, dependiendo del criterio utilizado para efectuar el análisis; lo que para un observador, las galerías ocasionadas por larvas de los primeros estadios sea grano dañado, otro solo considere grano dañado cuando presente orificios producidos por la emergencia de insectos adultos. Por esta razón es necesario subdividir el daño y reportarlo en función de las jerarquías de daño; de tal manera que el lector cuente con más elementos para interpretar los datos.

En el experimento, el mejor tratamiento fue el granero extracción única con cal (cuadro 42), presentando incremento de daño por insectos de 0.82% con una perforación, 1.07% con dos perforaciones, 0.16% con tres perforaciones y 0.01% con entre 4 y 8 perforaciones, dando un total de 2.0% de incremento de daño por insectos; el testigo mostró 0.41% de incremento en granos con una perforación, 18.32% con dos perforaciones, 36.90% con tres perforaciones y 17.77% con entre 4 y 8 perforaciones, dando un total de 73.40%. Si consideramos que, los granos ubicados dentro de la jerarquía "una perforación" son aquellos que presentan marcas inconspicuas ocasionadas por insectos, este grano podrá ser utilizado para consumo humano; en el caso de los granos ubicados en las jerarquías "dos y tres perforaciones" sólo podrán ser utilizados para alimento animal, y entre 4 y 8 perforaciones se considerarán basura o desecho; en este sentido tendremos que, el tratamiento extracción única con cal, se desvió 1.17% de granos con utilidad solo para alimento animal y 0.01% de granos que perdieron su utilidad totalmente; en cuanto al testigo, se desvió el 55.26% de granos para alimento animal y el 17.77% de pérdida total, por la acción de insectos.

7.2.6. Variación porcentual de utilidad

Cuando se considera exclusivamente el porciento o cantidad de granos dañados, esta apreciación es muy relativa; como se sabe el productor trata de aprovechar al máximo su cosecha, de tal forma que, cuando su grano es deteriorado por la acción de insectos "se pica", este material mezclado con grano sano se lo proporciona a sus animales, lo cual no considera como pérdida. Por lo tanto, para efectuar la evaluación que se acerque a la realidad es necesario adicionar un factor a cada jerarquía de daño, por medio del cual se pueda derivar la cantidad de grano que conserva sus características físicas y sanitarias para ser utilizado como alimento humano; el grano que por el grado de daño solo sea utilizable como alimento para los animales domésticos y el grano que por la pérdida de sus cualidades, deberá ser considerado como desecho.

Desde el punto de vista conservación de utilidad como alimento humano (cuadro 45), el mejor tratamiento resultó ser el granero extracción única con malathión (EUCM), con 2.73% de pérdida, el testigo mostró el 76.44% de granos que perdieron sus cualidades para ser utilizados como alimento humano.

En cuanto al porciento de granos que perdieron sus cualidades como alimento humano pero que pueden ser utilizados como alimento animal, el mejor tratamiento fue el (EUCM) con un incremento del 0.43%, el testigo presentó un incremento porcentual de 56.34 entre el ingreso y extracción.

El tratamiento que tuvo el menor incremento de material para desecho fue el de extracción única con cal con 0.84% de incremento en el ingreso y la extracción; el testigo aumentó en un 20.10%.

7.2.7. Pérdida de viabilidad

Después de la maduración y la cosecha se necesita almacenar las semillas. Los criterios de un almacenamiento favorable dependen del propósito posterior de utilización de la semilla. Por ejemplo, la semilla para siembra debe de ser capaz de germinar cerca del 100% y producir plántulas vigorosas en el campo, mientras que la semilla para procesamiento solamente necesita no estar químicamente deteriorada y encontrarse libre de contaminantes. Cualquiera que sea la semilla y cualquiera que sean las condiciones de almacenamiento, se observa, comúnmente que la viabilidad de una muestra de semillas, medida como porcentaje de germinación bajo condiciones estándar, permanece razonablemente estática por un tiempo y después comienza a declinar hasta que ninguna de las semillas germina. Se han hecho muchos experimentos sobre longevidad de las semillas y se ha descubierto una gran cantidad de variación en éstos, pero hay un acuerdo general de que los factores críticos son: temperatura, contenido de humedad de la semilla y disponibilidad de oxígeno (Duffus y Slaughtor, 1985).

Además de los factores físicos, es evidente que los factores químicos y bióticos, tienen una importante influencia sobre la longevidad de las semillas.

En relación a la viabilidad (cuadro 46) el mejor tratamiento resultó ser el granero extracción única con malathión, el cual perdió el 12.10% de viabilidad después de estar almacenado durante seis meses; el testigo perdió el 99.53% de viabilidad. Consideramos que el alto porcentaje de viabilidad conservada en el maíz almacenado en el granero se debió principalmente a la estabilidad de la temperatura baja del suelo.

7.2.8. Pérdida de peso

Aún cuando en los últimos años se ha incrementado considerablemente la producción de granos básicos, la utilización íntegra no ha sido posible debido a la interacción de factores tanto climáticos como socioeconómicos que favorecen el desarrollo y propagación de ácaros, hongos, roedores, aves e insectos que merman la calidad y cantidad de estos productos (Gutiérrez y Jiménez, 1988).

En relación con el peso (cuadro 47), el tratamiento con mayor pérdida fue el granero extracción única con cal, con 1.16% de pérdida. El tratamiento más dañado fue el testigo con 49.3% de pérdida de peso. Este parámetro es muy importante desde el punto de vista del productor, ya que a final de cuenta lo que vende son kilogramos de producto, y a mayor peso, mayores ganancias; pero desde el punto de vista técnico, es muy importante considerar la calidad del grano. Es común, y prácticamente una regla que el grano más húmedo sea más susceptible o esté más infectado por hongos y otros patógenos. En este sentido es conveniente comparar las variaciones que se presentan en cuanto a la utilidad del grano; es decir, cuanto grano dejó de presentar las características para ser utilizado como alimento humano, cuanto de este grano pasó a ser útil sólo como alimento animal (pérdida parcial o merma de calidad), y cuanto grano perdió totalmente su valor (desecho). En relación a la cantidad de grano denominado pérdida parcial, se considera adecuado asignarle un valor con el fin de poder sumarlo con la categoría de desecho, lo cual nos daría la pérdida total. Al hacer esta operación podremos tener un dato muy cercano a la realidad sobre pérdida económica; mezclando factores como merma de peso, deterioro morfológico y descrito de calidad.

El valor que se consideró prudente asignarle es del 35% de pérdida, ya que al darle este grano a los animales de alguna manera recupera parte del valor de dicho grano (aún cuando sea a largo plazo).

VIII. CONCLUSIONES

- 1.- Es posible conservar maíz en el granero subterráneo durante seis meses, manteniendo su calidad alimentaria y biológica.
- 2.- Cuando se comparan los resultados obtenidos en el Granero Subterráneo con el testigo, la diferencia es muy marcada; sin embargo, entre los tratamientos del granero varían según el factor analizado; en cuanto al daño por hongos el mejor tratamiento fue FUCG con un incremento del 0.83%, seguido por EUSI con el 1.53% y el 2.25% en EUCM, aunque en este caso el testigo mostró solo el 2.33%. En cuanto al daño por insectos, el mejor tratamiento fue EUCG con el 2.0% de incremento, aunque muy de cerca EUCF con el 4.07% y FUSI con el 4.71%, en contraste con el testigo que presentó el 73.40% de incremento. Respecto a la viabilidad el mejor tratamiento fue EUCF con el 12.10% de pérdida seguido por EUCG, con el 12.60% de pérdida; el testigo perdió el 99.52%. El tratamiento que perdió menos peso fue EUCG con 1.16%, seguido por EUCM con el 1.49%, el testigo perdió el 49.29% de su peso. Considerando la calidad, el mejor tratamiento resultó ser EUCM que perdió el 2.73% de utilidad como alimento humano, seguido por EUCG con el 3.92% de pérdida, muy cerca EUSI con el 3.12% en contraste con el testigo que perdió el 76.44% de utilidad como alimento humano.

Como se puede notar, en todos los factores resultaron mejor los tratamientos de extracción única que extracción múltiple, lo cual indica que el hermetismo favorece la conservación del grano tanto para alimento como para semilla.

- 3.- El tratamiento granero subterráneo extracción múltiple, se podrá recomendar exclusivamente bajo techo, donde se excluya la posibilidad de entrada de agua en grandes cantidades.

- 4.- Almacenando maíz por medio del granero subterráneo durante seis meses se logró una ganancia de \$ 32,452.58 pesos, incluyendo el costo de material y construcción; en contraste con el tradicional el cual generó sólo \$ 3,115.10 pesos, sin considerar material ni trabajo invertido.

IX. LITERATURA CONSULTADA

- Alexopoulos, C.J. 1976. Introducción a la micología. Editorial Universitaria de Buenos Aires, Argentina. 579 pp.
- Arias, P.S. 1987. Monografía del maíz. Estudios monográficos de la ENEP Aragón. UNAM, México. 100 pp.
- Ariza, F.E. y Rodríguez, P.P. 1989. Validación del silo metálico en la montaña de Guerrero. Memoria del I Simposio Nacional sobre problemas entomológicos de granos almacenados. México. 127-141.
- Attia, R. 1948. Typical methods of handling and storing grain in Egypt. In preservation of grain in storage. FAO. Agric. Stud. No. 2: 105-109.
- Bailey, S.W. 1955. Airtight storage of grain; its effect on insects pest. I. Calandra granaria L. (Coleoptera:Curculionidae). Aus. J. Agric. Res. 6: 33-51.
- Bailey, C.H. & Gurjar, A.M. 1918. Respiration in stored wheat. J. Agric. Res. 12: 665-713.
- Dhatnagar, A.P. 1969. Performance study on grain storage bins. J. Agric. Engin.
- Bland, G.R. 1947. How to know the insects. The picture key nature series. Iowa, USA. 409 pp.
- Birch, C.C. 1946. The heating of wheat stored in bulk in Australia. J. Aus. Inst. Agric. Sci. 12(1-2): 27-31.
- Boon Long, S.; Smith, R.B.L. and Loo, V.C. 1969. Hermetic silo for the storage of cereals. C. Agric. Pays. Chaud, 4, Technol. 75: 207-214.
- Borror, D.J.; De Long, D.M. and Triplehorn, C.A. 1976. In introduction to the study of insects. Holt. Rinehart and Winston, USA.
- Bottomley, R.A.; Christensen, C.H. and Gaddes, V.P. 1957. Grain storage studies. IV. The influence of various temperatures, humidities and oxygen concentrations on mold growth and biochemical changes in stored yellow corn. Cereal Chem. 27: 271-296.

- Boxal, R.A. 1979. The prevention of from level food grain storage losses in India: a social costs benefit analysis. Bull. Trop. Stor. Prods. Inf., Slou. United Kingdom. No. 37: 1-10.
- Burmeister, H.R. et al. 1966. Microbiology of ensiled high-moisture corn. Appl. Microbiol. 14: 31-34.
- Campos, M. de. 1988. Relación entre micotoxinas y alimentación en países en desarrollo. Postcosecha Asoc. Lat. de Postcosecha de granos. 5(8): 28-33.
- Cosude (sin fecha). Bolsas plásticas. Proyecto de postcosecha, cooperación Suiza al desarrollo. Tegucigalpa, Honduras.
- Cought, M.C. 1974. Temperature and its measurement in grains silos. Bull. Trop. Stor. Prods. Centre, Slough, United Kingdom. No. 27: 19-30.
- Dams, J.M. 1977. A review of the literature concerning losses in stored cereals and pulses published since 1964. Tropical Science. 19(1): 1-28.
- Déll'Orto, T.B. y Arias, V.C. 1985. Insectos que dañan granos y productos almacenados; Serie: Tecnología de Postcosecha. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Chile. 142 pp.
- Duffus, C. y Slaughter, C. 1985. Las semillas y sus usos. Ed. AGT. México. Pág. 79.
- García, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). México, D.F. Offset, UNAM.
- Gómez, P.A. 1980. Ecología de la vegetación del estado de Veracruz. CUCSA, México. 91 pp.
- Guevara, C.J. 1988. Agricultura mexicana y su desarrollo regional. Impresión Universitaria, Chapingo, México.
- Gossau, R.H.R. and Filbin, D.A. 1972. Loss of wheat cirth from feeding of lesser grain losses. J. Pan. Internat. Soc. 45 (2):
- Gutiérrez, D.L.S. y Sorient, P.A. 1967. Manual para la construcción y acondicionamiento del granero subterráneo E.L.J.T. (a nivel experimental). Oficinas Centrales. SARR-INIFAP.

- Gutiérrez, D.L.J. y Jiménez, S.M.R. 1989. Distribución de las plagas de los productos almacenados en algunas localidades de la República Mexicana. Memorias del I Simposio sobre problemas entomológicos de granos almacenados, Morelos, México. 56-90.
-
- _____ 1988. La evaluación de pérdidas causadas por insectos en granos almacenados y su problemática en México. Memoria, Congreso Nacional de Entomología. S.M.R. pág. 336.
-
- _____, Guemes, G.M.J. y Contreras, M.M. 1989. Simposio sobre problemas entomológicos de granos almacenados. Memoria del simposio. Congreso Nacional de Entomología, Oaxtepec, Morelos, México. 174 pp.
- Hernández, X.F. 1985. Xolocotzia; obra de Efraim Hernández Xolocotzi, (Graneros de raíz en México). Revista de geografía agrícola, Chapinco, México.
- Hinton, H.E. and Corbet, A.S. 1972. Common insect pest of stored food products. A guide to their identification. British Museum Economic Series. No. 15. London, 62 pp.
- Hyde, H.B. and Bauman, C.C. 1960. A study of grain storage in fossae in Malta. Trans. Sci. 2(3): 115-129.
- Jamieson, E. y Selber, R. 1975. Manejo de los alimentos: ecología del almacenamiento (Tomos I y II). Pax-México. México, D.F.
- Krishnamurty, S.S. and Majumder, S.K. 1978. A comparative of some storage bins for rural grain stored. J. Ind. Acad. Wood. Sci. 9(1): 1-10.
- Lindgren, D.L. 1935. The respiration of insects in relation to the heating and the fumigation of grain. Tech. Bull. Min. Agric. Exp. Stn. No. 109: 32 pp.
- Mc Daniel, B. 1979. How to know the mites on things. The picture key nature. Series Iowa, USA. 213-260.
- Mc Farlane, J.A. 1970. Insects control by airtight storage in small containers. Prop. Stored. Prod. Inf. No. 19: 10-14.
- Milner, M. and Geddes, W.G. 1945. Grain storage studies II. The

- effect of aeration, temperature and time on the respiration of soybeans containing excessive moisture. Cereals Chem. 22: 484-501.
- Moreno, M.E. 1983. Combate de los hongos en granos almacenados. Memorias del Coloquio Internacional sobre conservación de Semillas y Granos Almacenados. Instituto de Biología, UNAM. 412-440.
- 1967. El papel de los hongos de almacén en la conservación de los granos y semillas. Postcosecha. Asociación Latinoamericana de Postcosecha de granos. 4(7): 20-24.
- Oxley, T.A. and Wickenden, C. 1963. The effect of restricted air supply on some insects which infest grain. Ann. Appl. Biol. 51: 313-324.
- Ozburn, G.W. et al. 1960. Hermetic storage of Guinea corn. W. Afr. Stored. Prod. Res. Unit. Tech. Resp. No. 11: 45-47.
- Peterson, A. et al. 1956. Grain storage studies. XXII. Influence of oxygen growth and grain deterioration. Cereal Chem. 33: 53-66.
- Pradhan, S. and Mookherjee. 1969. The pusa bin for storage of grain. Indian Council of Agricultural Research. New Delhi. Tech. Bull. (Agric). No. 21: 11 pp.
- Prokhorova, A.F. and Kretovich, V.I. 1949. The relation between grain respiration and temperature. Dokl. Nark S.S.S.R. 69: 401-403.
- Famírez, G.M. 1982. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. CROSA; México. 293 pp.
- Roberts, E.H. 1961. The viability of rice seed, in relation to temperature, moisture content and gaseous Environment. Ann. Bot. (Lond). 25: 381-396.
- Torment, P.A.; Uribe, G.S. y Camacho, C.R. (sin fecha). El granero familiar subterráneo: "Finca Juan Jacobo Torres". Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. SARH, México. Documento de circulación interna. 116 pp.

- Turrent, F.A.; Camacho, C.P. y Uribe, G.S. 1985. Desarrollo de un prototipo de explotación agropecuaria-forestal para el trópico húmedo de México. Inst. Nal. Inv. Agric. SARH. México, D.F. Documento de circulación interna.
- _____ y Gutiérrez, D.L.J. 1988. Evaluación del granero familiar subterráneo, Ejido Juan Jacobo Torres como almacén de maíz y frijol en el centro y sur de la República. Informe Técnico Final (CONACYT). SARH-INIPAP; México. 106 pp.
- _____ 1989. Evaluación del granero familiar subterráneo, Ejido Juan Jacobo Torres como almacén de maíz y frijol en el centro y sur de la República. Informe financiero final (CONACYT). SARH-INIFAP. México.
- USDA. 1979. Stored grain insects. Agriculture Handbook. No. 500. Washington, USA. 57 pp.
- Villanueva, D.J. 1961. La práctica de doblado de maíz en el trópico. Tesis de Ingeniero Agrónomo, sin publicar. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 20-46.
- Wilkin, D.R. and Green, A.A. 1979. Polythene sacks for control of insects in bagger grain. J. Stor. Prod. Res. 6: 97-101.
- Suber, M.S. 1986. Aflatoxinas in maize. CIMMYT, UNAP and USAID. El Batán, México.