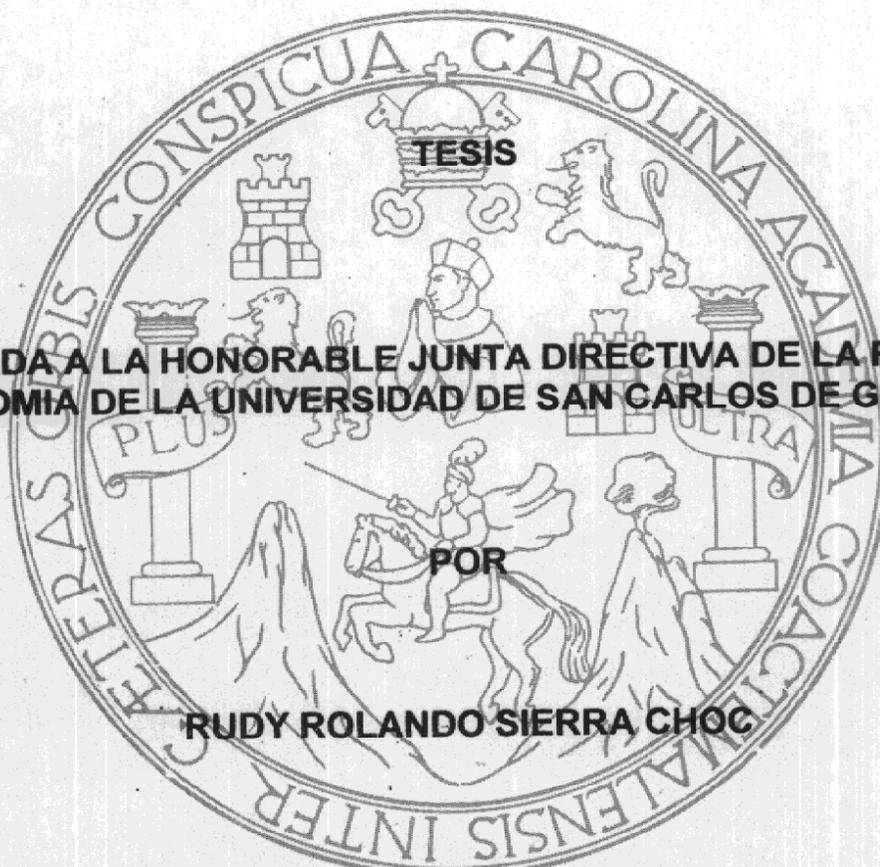


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS**

**EVALUACION DE LA CASETA SECADORA COMO ALTERNATIVA
PARA EL SECADO DE MAIZ (*Zea mays* L.) EN LA ALDEA CHIYO,
SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ.**



**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

RUDY ROLANDO SIERRA CHOC

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO

Guatemala, marzo del 2000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

ING. AGR. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

| | |
|----------------------|---|
| DECANO | Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera |
| VOCAL PRIMERO | Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello |
| VOCAL SEGUNDO | Ing. Agr. Willian Roberto Escobar López |
| VOCAL TERCERO | Ing. Agr. Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa |
| VOCAL CUARTO | Profesor Jacobo Bolvito Ramos |
| VOCAL QUINTO | Bachiller José Domingo Mendoza Cipriano |
| SECRETARIO | Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada |

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|-------------------|---|
| DECANO | Ing. Agr. César Augusto Castañeda Salguero |
| EXAMINADOR | Ing. Agr. Domingo Amador Pérez |
| EXAMINADOR | Ing. Agr. Marco Antonio Nájera Caal |
| EXAMINADOR | Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle |
| SECRETARIO | Ing. Agr. Rodolfo Alvizurez Palma |

Guatemala, marzo del 2000

Señores
Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Distinguidos señores:

De la manera más cordial y de acuerdo a las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

**EVALUACION DE LA CASETA SECADORA COMO ALTERNATIVA
PARA EL SECADO DE MAIZ (Zea mays L.) EN LA ALDEA CHIYO,
SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ.**

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado.

Esperando vuestra aprobación, me suscribo de ustedes, con mis más altas muestras de consideración y estima.

Atentamente.



Rudy Rolando Sierra Choc

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Padre Nuestro Misericordioso.

MIS PADRES: Manuel de Jesus Sierra
Elvira Choc de Sierra

MIS HERMANOS: Flor América (Q.E.P.D.), Miguel Angel, Carlos René,
María del Carmen, Pedro Rafael, Reinaldo Teodoro,
María Aurelia, Vilma Esperanza, Rosmery.

LAS FAMILIAS: Sierra Quintana, Bac Sierra, Sierra Cucul, Sierra
Rodriguez, Mó Sierra, Paaú Mérida, Sierra Pineda,
Guillermo Sierra, Mayén Sierra.

MIS SOBRINOS: Rudy Rolando, Alan, Rocío, Elvira María, Herberth,
Ingrid, Neiger, Pablo, Ervin, Vinicio, Flora, Sonia,
Manuel de Jesús, Gustavo, Luis Otoniel, Ilse, Lisbeth,
Osmar, Osmín, Sulma, Milton, Nancy, Alberto, Dany,
Luisa.

TESIS QUE DEDICO

A DIOS

MI PATRIA GUATEMALA

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

LA FACULTAD DE AGRONOMIA

INSTITUTO NORMAL MIXTO DEL NORTE "ERP", COBAN, A.V.

ESCUELA NACIONAL URBANA ADOLFO FERRIERI, SAN PEDRO CARCHA, A.V.

A MI PUEBLO, SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ

MIS ASESORES

PERSONAL DEL PROGRAMA REGIONAL POSTCOSECHA DE LA AGENCIA SUIZA PARA LA COOPERACION AL DESARROLLO-PRP/ COSUDE.

PRODUCTORES DE GRANOS BASICOS

TODAS LAS PERSONAS QUE CONTRIBUYERON PARA SU REALIZACION

AGRADECIMIENTOS

A:

MIS ASESORES:

Ing. Agr. Victor Hugo Méndez Estrada
Ing. Agr. Francisco Vasquez Vasquez

Ing. Agr. HECTOR SAGASTUME MENA

PERSONAL DEL PROGRAMA REGIONAL POSTCOSECHA DE LA AGENCIA
SUIZA PARA LA COOPERACION AL DESARROLLO-PRP/COSUDE

KURT SCHNEIDER, MAX STREIT, HANS SIEBER

PERSONAL DOCENTE DEL CENTRO DE ESTADISTICA Y CALCULO DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA

JUAN JOSE, ANDREA, VICTORIA, MARCELA, PATTY, DEL LABORATORIO
DE COMPUTACION DE LA ASOCIACION DE ESTUDIANTES DE AGRONOMIA

CONTENIDO

| | |
|---|-----|
| INDICE GENERAL..... | i |
| INDICE DE CUADROS..... | iv |
| INDICE DE FIGURAS..... | vii |
| RESUMEN..... | ix |
| | |
| 1. INTRODUCCION..... | 1 |
| 2. DEFINICION DEL PROBLEMA..... | 3 |
| 3. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION..... | 5 |
| 4. MARCO TEORICO..... | 6 |
| 4.1 Marco Conceptual..... | 6 |
| 4.1.1 Secado de granos..... | 6 |
| 4.1.2 ¿Cuándo secar?..... | 6 |
| 4.1.3 Métodos de secado..... | 7 |
| 4.1.4 ¿Cómo ocurre el secado?..... | 7 |
| 4.1.4.1 En el campo..... | 7 |
| 4.1.4.2 Después de la cosecha..... | 8 |
| 4.1.5 Temperaturas seguras de secado..... | 8 |
| 4.1.6 Factores que afectan el almacenamiento de los granos..... | 9 |
| 4.1.6.1 Factores físicos..... | 9 |
| 4.1.6.2 Factores biológicos..... | 10 |
| 4.1.6.3 Factores químicos..... | 10 |
| 4.1.6.4 Factores de ingeniería..... | 11 |
| 4.1.6.5 Factores socioeconómicos..... | 11 |
| 4.1.7 Grano, humedad y aire..... | 11 |
| 4.1.7.1 ¿Qué es la humedad en los granos?..... | 11 |
| 4.1.7.2 La humedad del aire..... | 12 |
| 4.1.7.3 ¿Cómo interactúa el aire y la humedad del grano?..... | 12 |
| 4.1.8 Tipos de humedad del grano..... | 13 |
| 4.1.9 Medición de humedad..... | 13 |
| 4.1.9.1 Métodos directos..... | 13 |
| 4.1.9.2 Métodos indirectos..... | 14 |
| 4.1.10 Acción de los factores ambientales sobre el crecimiento y reproducción de los hongos..... | 14 |
| 4.1.10.1 Temperatura..... | 15 |
| 4.1.10.2 Concentración de hidrogeno..... | 15 |
| 4.1.10.3 Oxígeno y anhídrido carbónico..... | 16 |
| 4.1.10.4 Luz..... | 16 |
| 4.1.11 La caseta secadora..... | 17 |
| 4.1.11.1 Descripción..... | 17 |
| 4.1.11.2 Dimensiones..... | 17 |
| 4.1.11.3 Selección del material..... | 18 |
| 4.1.11.4 Manejo..... | 18 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 4.1.11.5 | Ventajas..... | 19 |
| 4.1.11.6 | Desventajas..... | 19 |
| 4.1.11.7 | Costo..... | 19 |
| 4.1.12 | Secado tradicional de la cosecha de maíz en la aldea Chiyó, del municipio de San Pedro Carchá, Alta Verapaz..... | 20 |
| 4.1.13 | Las aflatoxinas..... | 21 |
| 4.1.14 | Investigaciones realizadas sobre el funcionamiento de la caseta secadora..... | 23 |
| 4.2 | Marco de referencia..... | 24 |
| 4.2.1 | Area experimental..... | 24 |
| 4.2.1.1 | Localización y características..... | 24 |
| 4.2.1.2 | Ubicación y acceso..... | 24 |
| 4.2.1.3 | Clima..... | 24 |
| 4.2.1.4 | Precipitación..... | 25 |
| 4.2.1.5 | Temperatura..... | 25 |
| 4.2.1.6 | Humedad relativa..... | 26 |
| 4.2.1.7 | Ecología..... | 27 |
| 4.2.1.8 | Suelo..... | 27 |
| 4.2.1.9 | Aspectos socioeconómicos..... | 28 |
| 4.2.1.9.1 | Tenencia y concentración de la tierra..... | 28 |
| 4.2.1.9.2 | Población..... | 28 |
| 4.2.1.9.3 | Actividades productivas..... | 28 |
| 4.2.1.9.4 | Condiciones de vivienda..... | 28 |
| 4.2.1.9.5 | Educación..... | 29 |
| 5. | OBJETIVOS..... | 30 |
| 5.1. | General..... | 30 |
| 5.2. | Específicos..... | 30 |
| 6. | HIPOTESIS..... | 31 |
| 7. | METODOLOGIA..... | 32 |
| 7.1. | Material experimental..... | 32 |
| 7.2. | Tratamientos y unidades experimentales en la caseta secadora y tabanco..... | 33 |
| 7.2.1 | Tratamientos y unidades experimentales en la caseta secadora..... | 33 |
| 7.2.2 | Tratamientos y unidades experimentales en el tabanco..... | 33 |
| 7.3. | Diseño experimental..... | 34 |
| 7.4. | Modelo estadístico..... | 34 |
| 7.5. | Descripción de los tratamientos..... | 35 |
| 7.6. | Primera época de cosecha de maíz..... | 35 |
| 7.7. | Segunda época de cosecha de maíz..... | 36 |
| 7.8. | Manejo del maíz en las estructuras de secado..... | 36 |
| 7.8.1 | En la caseta secadora..... | 36 |
| 7.8.2 | En el tabanco..... | 37 |
| 7.9. | Manejo de las estructuras de secado..... | 37 |
| 7.10 | Muestras para determinar el porcentaje de humedad y la temperatura del grano en las estructuras de secado..... | 37 |

| | | |
|--------|---|----|
| 7.10.1 | Muestreos para determinar el porcentaje de humedad y temperatura del grano en la caseta secadora..... | 37 |
| 7.10.2 | Muestreos para determinar el porcentaje de humedad y temperatura del grano en el tabanco..... | 38 |
| 7.11 | Registros de humedad relativa, temperatura y precipitación pluvial..... | 39 |
| 7.12 | Muestreos para determinar porcentaje de daño y pérdida del grano en las estructuras de secado..... | 39 |
| 7.12.1 | Muestreos para determinar el porcentaje de daño y pérdida del grano en la caseta secadora..... | 39 |
| 7.12.2 | Muestreos para determinar el porcentaje de daño y pérdida del grano en el tabanco..... | 39 |
| 7.13 | Muestreos para determinar presencia de aflatoxinas..... | 41 |
| 7.14 | Variables respuesta evaluadas..... | 41 |
| 7.14.1 | Porcentaje de humedad del grano..... | 41 |
| 7.14.2 | Porcentaje de daño y pérdida del grano..... | 42 |
| 7.14.3 | Presencia de aflatoxinas..... | 42 |
| 7.14.4 | Rentabilidad..... | 42 |
| 7.15 | Análisis estadístico..... | 43 |
| 7.15.1 | Transformación de datos..... | 43 |
| 7.15.2 | Análisis de varianza..... | 43 |
| 8. | RESULTADOS Y DISCUSION..... | 45 |
| 8.1. | Humedad del grano..... | 46 |
| 8.2. | Daño del grano..... | 56 |
| 8.3. | Pérdida del grano..... | 61 |
| 8.4. | Presencia de aflatoxinas..... | 65 |
| 8.5. | Análisis de rentabilidad..... | 66 |
| 9. | CONCLUSIONES..... | 69 |
| 10. | RECOMENDACIONES..... | 71 |
| 11. | LITERATURA CONSULTADA..... | 72 |
| 12. | ANEXOS..... | 76 |

INDICE DE CUADROS

| | | |
|------------|---|----|
| Cuadro 1. | Descripción de los tratamientos en el diseño experimental..... | 35 |
| Cuadro 2. | Lecturas promedio de la humedad del grano de maíz durante el período de secado en caseta y tabanco, aldea Chiyó, San Pedro Carchá, A.V., 1995..... | 46 |
| Cuadro 3. | Análisis de varianza de la humedad del grano al final del secado | 49 |
| Cuadro 4. | Análisis de varianza para la regresión logarítmica entre la humedad del grano (%) y el período de secado (días) para la caseta secadora en la primera época de cosecha..... | 52 |
| Cuadro 5. | Análisis de varianza para la regresión logarítmica entre la humedad del grano (%) y el período de secado (días) para la caseta secadora en la segunda época de cosecha..... | 53 |
| Cuadro 6. | Análisis de varianza para la regresión lineal simple entre la humedad del grano (%) y el período de secado (días) para el tabanco en la primera época de cosecha..... | 54 |
| Cuadro 7. | Análisis de varianza para la regresión lineal simple entre la humedad del grano (%) y el período de secado (días) para el tabanco en la segunda época de cosecha..... | 55 |
| Cuadro 8. | Promedios de los valores observados del daño del grano por tratamiento al inicio y final del secado..... | 56 |
| Cuadro 9. | Análisis de varianza para el daño del grano al final del secado. Datos transformados por: $Y = \log(DG + 1)$ | 59 |
| Cuadro 10. | Promedios de los valores observados de la pérdida del grano por tratamiento al inicio y final del secado..... | 61 |
| Cuadro 11. | Análisis de varianza para la pérdida del grano al final del secado. Datos transformados por: $Y = \sqrt{x + 1}$ | 63 |
| Cuadro 12. | Resultados del análisis químico para detectar aflatoxinas en muestras de maíz de la aldea Chiyó, San Pedro Carchá, A.V., 1995..... | 65 |
| Cuadro 13. | Costo estimado de producción de 0.70 hectáreas del cultivo de maíz, aldea Chiyó, San Pedro Carchá, A.V., 1995. -Cultivo manual-. En quetzales..... | 66 |
| Cuadro 14. | Análisis de la rentabilidad del secado de maíz en la caseta y tabanco, aldea Chiyó, San Pedro Carchá, A.V., 1995-1999..... | 67 |

| | |
|---|----|
| Cuadro 15A. Humedad relativa media, temperatura media y precipitación pluvial acumulada en la región de la aldea Chiyó, San Pedro Carchá, A.V., 1995..... | 77 |
| Cuadro 16A. Lecturas de la humedad del grano de maíz durante el período de secado en caseta y tabanco, aldea Chiyó, San Pedro Carchá, A.V., 1995..... | 78 |
| Cuadro 17A. Análisis de varianza de la humedad del grano a los siete días de secado..... | 79 |
| Cuadro 18A. Análisis de varianza de la humedad del grano a los 14 días de secado..... | 79 |
| Cuadro 19A. Análisis de varianza de la humedad del grano a los 21 días de secado..... | 79 |
| Cuadro 20A. Análisis de varianza de la humedad del grano a los 28 días de secado..... | 79 |
| Cuadro 21A. Análisis de varianza de la humedad del grano a los 35 días de secado..... | 79 |
| Cuadro 22A. Análisis de varianza de la humedad del grano a los 42 días de secado..... | 80 |
| Cuadro 23A. Medias de la humedad del grano y la desviación estandar durante 49 días de secado en la caseta y en el tabanco..... | 81 |
| Cuadro 24A. Porcentajes de daño y pérdida del grano de maíz al inicio y final del secado en caseta y tabanco, aldea Chiyó, San Pedro Carchá, A.V., 1995..... | 83 |
| Cuadro 25A. Causas y porcentajes promedio del daño del grano al inicio y final del secado en caseta y tabanco, aldea Chiyó, San Pedro Carchá, A.V., 1995..... | 84 |
| Cuadro 26A. Medias de daño del grano y la desviación estandar al final del secado en la caseta y en el tabanco..... | 85 |
| Cuadro 27A. Medias de la pérdida del grano y la desviación estándar al final del secado en la caseta y en el tabanco..... | 85 |
| Cuadro 28A. Comparación de la rentabilidad de cuatro tratamientos para el secado de maíz. Año 1995..... | 86 |
| Cuadro 29A. Comparación de la rentabilidad de cuatro tratamientos para el secado de maíz. Año 1996..... | 86 |
| Cuadro 30A. Comparación de la rentabilidad de cuatro tratamientos para el secado de maíz. Año 1997..... | 87 |
| Cuadro 31A. Comparación de la rentabilidad de cuatro tratamientos para el secado de maíz. Año 1998..... | 87 |
| Cuadro 32A. Comparación de la rentabilidad de cuatro tratamientos para el secado de maíz. Año 1999..... | 88 |

| | |
|--|-----------|
| Cuadro 33A. Boleta de identificación de muestras..... | 88 |
| Cuadro 34A. Boleta para análisis de muestras de maíz..... | 89 |

INDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------|---|----|
| Figura 1. | Precipitación media mensual para la región de la aldea Chiyó, San Pedro Carchá, Alta Verapaz, 1980-1989..... | 25 |
| Figura 2. | Temperatura media mensual para la región de la aldea Chiyó, San Pedro Carchá, Alta Verapaz, 1980-1989..... | 26 |
| Figura 3. | Humedad relativa media mensual para la región de la aldea Chiyó, San Pedro Carchá, Alta Verapaz, 1980-1989..... | 27 |
| Figura 4. | Distribución aleatoria de los tratamientos en el campo..... | 32 |
| Figura 5. | Distribución aleatoria de las repeticiones por tratamiento en la caseta secadora..... | 33 |
| Figura 6. | Distribución aleatoria de las repeticiones por tratamiento en el tabanco..... | 33 |
| Figura 7. | Humedad relativa, temperatura y precipitación pluvial durante el período de secado en la región de la aldea Chiyó, San Pedro Carchá, A.V., 1995.... | 45 |
| Figura 8. | Curvas de humedad del grano de maíz secado en caseta y tabanco, aldea Chiyó, San Pedro Carchá, A.V., 1995..... | 48 |
| Figura 9. | Efecto de la interacción época de cosecha X estructura sobre la humedad del grano a los 49 días de secado..... | 50 |
| Figura 10. | Modelo de regresión logarítmica de la humedad del grano respecto al período de secado para la caseta en la primera época de cosecha..... | 52 |
| Figura 11. | Modelo de regresión logarítmica de la humedad del grano respecto al período de secado para la caseta en la segunda época de cosecha..... | 53 |
| Figura 12. | Modelo de regresión lineal de la humedad del grano respecto al período de secado para el tabanco en la primera época cosecha..... | 54 |
| Figura 13. | Modelo de regresión lineal de la humedad del grano respecto al período de secado para el tabanco en la segunda época de cosecha..... | 55 |
| Figura 14. | Daño del grano al inicio y final del secado en los cuatro tratamientos evaluados..... | 58 |
| Figura 15. | Efecto de la interacción época de cosecha X estructura sobre el daño del grano al final del secado..... | 60 |
| Figura 16. | Pérdida del grano al inicio y final del secado en los cuatro tratamientos evaluados..... | 62 |

| | | |
|--------------------|--|-----------|
| Figura 17. | Efecto de la estructura sobre la pérdida del grano al final del secado..... | 64 |
| Figura 18A. | Pasos para la construcción de la caseta secadora..... | 90 |
| Figura 19A. | Ubicación geográfica del área de estudio..... | 93 |
| Figura 20A. | Plantas de maíz a la cosecha, la caseta secadora, el tabanuco y muestras del grano de maíz..... | 94 |
| Figura 21A. | Partes principales del SAMAP-O-TEST..... | 95 |

EVALUACION DE LA CASETA SECADORA COMO ALTERNATIVA PARA EL SECADO DE MAIZ (Zea mays L.) EN LA ALDEA CHIYO, SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ.

EVALUATION OF THE BOOTH DRYER AS AN ALTERNATIVE FOR MAIZE (Zea mays L.) DRYING AT CHIYO VILLAGE, SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ.

RESUMEN

En Guatemala el maíz (Zea mays L.) es el principal grano básico de la dieta alimenticia de la población y para su secado, los pequeños productores de granos básicos, dependen generalmente de la combinación de la radiación solar y el movimiento natural del aire, es decir, un secado natural; exponiéndolo a un alto riesgo de daño y pérdida que puede ser ocasionado por insectos, hongos, roedores, pájaros, robo, factores físicos y otros.

En Guatemala, la información con respecto a métodos de secado y cantidades de daño y pérdida del grano de maíz en la etapa postcosecha son muy generales. No se ha tomado en cuenta las diferentes regiones ecológicas del país, en tal sentido, se procedió a evaluar la eficiencia de la caseta como alternativa para el secado de maíz a partir de dos épocas de cosecha en comparación con el secado tradicional del agricultor utilizando el tabanco. Este estudio se realizó en la aldea Chiyó del municipio de San Pedro Carchá del departamento de Alta Verapaz, del 14 de octubre al 9 de diciembre de 1995. El objetivo del estudio es evaluar la eficiencia de la caseta secadora para el secamiento de maíz, para posteriormente analizar la posibilidad de recomendar su uso, ya que el pequeño productor necesita alternativas viables que le eviten hasta donde sea posible las pérdidas del producto cosechado.

En la presente investigación, se evaluaron las variables porcentaje de humedad del grano, porcentajes de daño y pérdida del grano, presencia de aflatoxinas y la rentabilidad de los

Después del análisis económico para cinco años consecutivos de secado de maíz, la caseta no es rentable en el primer año comparada con el tabanco pero, para los cuatro años siguientes es más rentable.

Al realizar el análisis general de los resultados se determinó que la caseta es estadísticamente mejor para secar el maíz hasta los 21 días de secado, ya que a partir de dicho período, la humedad del grano tiende a equilibrarse con la humedad del ambiente y se recomienda cosechar en la primera época y continuar su secado por otros métodos para llevarlo a humedad del 14%, humedad recomendable para su posterior almacenamiento.

1. INTRODUCCION

En entrevistas a pequeños productores de granos básicos y visitas realizadas en la aldea Chiyó de San Pedro Carchá del departamento de Alta Verapaz, se estableció que el secado de maíz es realizado en el tabanco, en donde se observó la alta presencia de hongos e insectos, causando altos porcentajes de daño y pérdida, debidas, entre otras causas, al secado y la protección de la cosecha.

La Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el Programa Postcosecha de la Agencia Suiza para la Cooperación al Desarrollo y el Proyecto Postcosecha del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, vienen realizando una serie de investigaciones sobre la evaluación de la caseta secadora en distintas regiones del país y con base en este convenio de cooperación, se procedió a realizar la evaluación de la caseta como alternativa para el secado de maíz bajo las condiciones de la región de la aldea Chiyó del municipio de San Pedro Carchá, del departamento de Alta Verapaz, como producto de recomendaciones emanadas de similares evaluaciones de la caseta, realizadas en las regiones de los departamentos de Chimaltenango y Chiquimula.

En el presente documento de tesis se define el problema de secado de maíz en la región y la justificación de la presente investigación; se definen conceptos teóricos sobre la problemática de la postcosecha; factores que afectan el secado y almacenamiento de los granos, principalmente los factores físicos y biológicos; la descripción, ventajas y desventajas de la caseta secadora; descripción del área experimental y aspectos socioeconómicos de la población.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficiencia de la caseta secadora para el secado de maíz en dos épocas de cosecha. Las principales variables respuesta evaluadas fueron porcentaje de humedad del grano, porcentaje de daño y pérdida del grano, presencia de aflatoxinas y la rentabilidad.

Se realizó un análisis de varianza y pruebas de contrastes ortogonales para las variables porcentaje de humedad y porcentaje de daño y pérdida del grano; para la presencia de aflatoxinas se hizo un análisis de los resultados reportados por el ICAITI y se hizo un análisis de rentabilidad para el secado de maíz en la caseta, comparada con el secado en el tabanco para un periodo de cinco años.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

Es muy difícil determinar la magnitud del daño y la pérdida de granos básicos por cada causa y no existen estudios fiables al respecto. Se sabe que las condiciones ambientales con temperaturas de más de 20 grados centígrados y más de 70% de humedad relativa del aire favorecen el crecimiento de insectos y hongos. Se sabe también que el deterioro de los granos infestados aumentan rápidamente a partir del tercer mes de almacenamiento y es un indicador claro de la capacidad de reproducción que caracteriza a los insectos y microorganismos en condiciones óptimas.

A nivel de finca del pequeño agricultor se han estimado pérdidas de campo del 9% y pérdidas promedio de almacenamiento entre 1.70% y 8.50%; de ahí que la pérdida es un hecho innegable y su prevención es tan importante como la producción misma.

De una muestra de granos tomada en la aldea Chiyó y analizada en el laboratorio de semillas del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, se determinó un 93% de daño y 41.71% de pérdida del grano, ocasionado principalmente por insectos y hongos después de nueve meses de permanencia en el tabanco.

Castañón y Sierra (1), en el monitoreo de granos de maíz almacenados en graneros o silos metálicos, determinaron que de el total de muestras analizadas en el departamento del Quiché, el 47% de las mismas presentaron humedades de grano superiores al 15%; en Sololá el 28%.

Sierra (43), en el monitoreo de granos de maíz almacenados en graneros o silos metálicos, determinó que de el total de muestras analizadas en el departamento de Guatemala el 14.06% de las mismas presentaron humedades superiores al 15%, en Jutiapa el 29.09%, en Jalapa el 25.49% y en Chimaltenango el 8.57%. Y del total de silos muestreados por

departamento, también se observó la presencia de insectos vivos en el 25%, 12.73%, 3.92% y en el 17.74% de los mismos respectivamente.

Lo anterior evidencia la gravedad del problema mencionado y por otro lado no se han estimado las pérdidas sistemáticas en las diferentes zonas ecológicas del país.

Se resume la problemática postcosecha como una falta de información sobre las pérdidas debido al secado de maíz en las condiciones del sistema tradicional del agricultor y, por otro lado, en Guatemala existe escasa información e investigación relacionada con la problemática postcosecha en el cultivo de maíz.

3. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

En Guatemala los pequeños productores de maíz tienen limitantes para secar el maíz, generalmente, a la combinación de la radiación solar y al movimiento natural del aire, es decir, un secado natural (6). El secado tradicional de maíz, conocido como dobla, despunte o dejar la planta en pie en el campo, refleja un abandono de la producción, exponiéndola a un alto riesgo de daño y pérdida, que puede ser ocasionado por insectos, hongos, roedores, pájaros, robo, factores físicos y otros. Actualmente las pérdidas postcosecha a nivel nacional se estiman en un 15% tanto de maíz como de otros granos básicos.

En Guatemala, con respecto a información de métodos de secado y cantidades de daño y pérdida del grano de maíz en la etapa postcosecha, son muy generales, no se toma en cuenta las diferentes regiones ecológicas del país y en tal sentido, se procedió a evaluar la eficiencia de la caseta como alternativa para el secado de maíz a partir de dos épocas de cosecha, en comparación con el secado tradicional del agricultor utilizando el tabanco, en la aldea Chiyó del municipio de San Pedro Carchá del departamento del Alta Verapaz.

La caseta secadora, como componente tecnológico, necesita ser evaluada en condiciones de campo en las distintas zonas ecológicas del país y de esta manera generar información relacionada sobre la misma, para que en un futuro inmediato se pueda analizar la posibilidad de recomendar su uso, ya que el pequeño productor necesita alternativas rentables que le eviten pérdidas pero con tecnología que esté a su alcance.

El presente trabajo forma parte de una serie de investigaciones sobre la evaluación de la caseta secadora en distintas regiones del país, desarrollado por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el Proyecto Postcosecha del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA- y el Programa Regional Postcosecha de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación -PRP/COSUDE-.

4. MARCO TEORICO

4.1 Marco conceptual

4.1.1 Secado de granos

El secado es una operación muy importante en la cadena de producción de alimentos, pues la disponibilidad de humedad es, sin duda, la circunstancia más importante para que sea determinado si el grano podrá deteriorarse durante el almacenaje. (6)

El secado es utilizado para inhibir la germinación de las semillas y reducir el contenido de humedad hasta un nivel que inhiba el crecimiento de hongos y las reacciones de deterioro.

El método tradicional de producción de granos básicos por los pequeños productores lleva a la pérdida antes y durante el almacenamiento. Una de las más importantes fuentes de pérdida es la falta de secado adecuado, pues la mayoría de los agricultores deja su cosecha secar en el campo y dejándola expuesta a la intemperie y al daño por insectos y hongos. A pesar de las pérdidas, los pequeños productores continúan empleando este método por su bajo costo y también debido al desconocimiento de otras técnicas. (6)

4.1.2 ¿Cuándo secar?

Los granos tienen su máximo contenido de materia seca al llegar a la maduración, por lo que es conveniente cosecharlos en ese momento para así obtener el máximo rendimiento de la producción. Sin embargo, por varias razones, el alto contenido de humedad de los granos limita su cosecha y hay que mantenerlos en el campo hasta que el contenido de humedad permita su cosecha o hasta que alcance un contenido de humedad apropiado para su almacenamiento. (6)

La cosecha de granos húmedos, tan pronto como sea posible, seguida del secado, es deseable por razones como: mayor almacenaje de materia seca, menores pérdidas debido al

ataque de depredadores, mayor porcentaje de vigor y germinación, menor contaminación e infestación del producto en el campo. (6)

4.1.3 Métodos de secado

El método de secado es el más importante dentro de los componentes del sistema de manejo de granos.

En los países en desarrollo, los métodos disponibles para que los agricultores sequen los productos agrícolas están limitados, generalmente, a la combinación de la radiación solar y del movimiento natural del aire ambiente, es decir, un secado natural. Otros métodos de secado son, en cierto modo, complejos y necesitan experiencia y esfuerzo del agricultor, éstos corresponden, al secado artificial. (6)

4.1.4 ¿Cómo ocurre el secado?

4.1.4.1 En el campo

Es aquél en que el movimiento del aire de secado se debe a la acción de los vientos, y la energía para evaporar la humedad proviene de la capacidad de secado del aire y de la incidencia directa de la energía solar.

Al permanecer el grano en el campo, el aire seco toma la humedad del grano. El proceso de secado es más rápido si el aire no contiene mucha humedad y si hay viento. El aire caliente, al pasar por el grano, lo seca con más rapidez que el aire frío; esto se explica, principalmente, por tres razones:

- A. El aire caliente puede retener más agua que el aire frío; por eso, entre más caliente esté el aire al pasar por el grano, mayor será la cantidad de agua que tome de éste.

- B. El agua se evapora más rápido cuando está caliente, así, al pasar el aire caliente por el grano, el agua que hay en la superficie de este se evapora con mayor rapidez.
- C. El aire caliente hace que la temperatura del grano aumente y que el agua que hay en su interior salga rápidamente. El aire toma el agua que sale a la superficie del grano en forma de vapor. (20)

4.1.4.2 Después de la cosecha

Los puntos antes mencionados también se aplican al secado del grano después de haberlo cosechado. El aire pasa por todo el grano tomando agua que hay entre las semillas y en la superficie de éstas; pero el agua que está en el interior de las semillas primero tiene que salir a la superficie y posteriormente es tomada por el aire. Sólo el aire seco, al pasar por el grano, reemplaza al aire húmedo y toma más agua del grano. Este es el principio en el que se basan algunos métodos de secado haciendo pasar aire seco o caliente por el grano para acelerar el secado.

Es casi imposible secar el grano por completo. La semilla retiene el 10% de la humedad y es difícil secarla por completo. El grano puede almacenarse a salvo con esta cantidad de agua. En muchos casos, eliminar esta última cantidad de agua puede dañar el grano. (20)

4.1.5 Temperaturas seguras de secado

Cualquiera que sea el método que se use para secar el grano, se debe tener cuidado de que la temperatura no sea demasiado alta, ya que causa el daño físico de las semillas. Esto hace que decrezca el rendimiento de la molienda y la calidad proteica del grano; por ejemplo, el maíz que se utiliza para producir aceite, producirá menos aceite. El grano que se utilice para producir harinas puede secarse a temperaturas más altas que el grano que se utiliza para la

siembra, ya que las altas temperaturas matan al embrión de la semilla y ésta no germinará al ser sembrada. (20)

4.1.6 Factores que afectan el almacenamiento de los granos

La etapa postproducción en los granos básicos se divide en dos períodos, período de campo donde se produce un secado inicial del grano (precosecha) y el período de almacén en el que se efectúa el secado final de los granos y el acondicionamiento para su almacén (postcosecha). La postcosecha incluye las actividades de cosecha, transporte, destuce, selección, desgrane y secado.

En estos dos períodos (precosecha y postcosecha), los granos se ven afectados por la acción de muchos factores que producen un deterioro continuo en la calidad física, nutricional y comercial de los granos básicos hasta causar la pérdida total de los mismos. El manejo que se le da al grano pretende mantener la calidad del producto contrarrestando sus acciones deteriorativas. (4)

4.1.6.1 Factores físicos

La humedad, la temperatura, el contenido de oxígeno y el estado cualitativo del grano son los factores físicos que determinan la calidad del grano almacenado. Estos son requerimientos básicos para el metabolismo y respiración de los insectos, hongos y bacterias que interactúan con el grano. Si afectamos uno de éstos se afectará la presencia y desarrollo de los otros. Es de suma importancia que los granos al ser almacenados, se encuentren secos (baja humedad) y frescos (baja temperatura), para mantener su calidad especialmente en largos períodos de almacenamiento. (4)

4.1.6.2 Factores biológicos

Son los organismos vivos que atacan directamente a los granos causándoles una reducción en su peso (pérdida física) pudiendo atacar en el campo y almacén, se dividen en:

- A. **Macrobiológicos:** insectos, roedores, pájaros, rumiantes, el hombre y otros mamíferos.
- B. **Microbiológicos:** bacterias y hongos. (4)

4.1.6.3 Factores químicos

Los factores químicos que afectan al grano pueden ser intrínsecos en la composición química del producto o pueden provenir del exterior mediante la aplicación de químicos para el control de plagas. Los granos en su composición están formados por carbohidratos (almidones, azúcares y grasas), proteínas, vitaminas y minerales, con funciones específicas de nutrición y resistencia al ataque de plagas.

Los carbohidratos se encargan de dar energía al embrión para mantenerlo vivo en el almacenamiento y ayudarlo en la germinación. Si las condiciones de almacenamiento (humedad y temperatura) se elevan y se mantienen así por largos períodos de tiempo, comienzan a ocurrir una serie de reacciones bioquímicas que deterioran los carbohidratos. En etapas muy avanzadas las proteínas también llegan a deteriorarse perdiendo la calidad nutricional de los granos y la posibilidad de germinación del embrión. Debemos buscar el insecticida más adecuado para el control de insectos y que a la vez sea seguro para el consumo humano. Cualquiera que sea el insecticida usado afectará la almacenabilidad del producto. (4)

4.1.6.4 Factores de ingeniería

En todas las operaciones de manejo de granos hasta ser consumidos, pueden ocurrir pérdidas. Estas operaciones incluyen: la cosecha, el desgrane, el secado y limpieza, el almacén y sus condiciones, la comercialización, el transporte y la administración.

Los requerimientos de ingeniería en cada operación varían de lugar a lugar y de cultivo en cultivo. Sin embargo, sea cual sea el caso, la ingeniería y estructuración de éstas, afectan la almacenabilidad del producto. (4)

4.1.6.5 Factores socioeconómicos

Los sistemas de postproducción se ven afectados por el nivel económico del productor y el ambiente que lo rodea. Así, en muchos lugares, el comportamiento del mercado no es controlado por el productor sino por las políticas gubernamentales y los especuladores de profesión. Esto crea inestabilidad en el mercado al establecer bajos precios de compra y altos precios de venta, haciendo que el pequeño productor reciba mínimas ganancias en su sistema de comercialización. Es importante apuntar que en economías dirigidas al comercio, el precio o incentivo ofrecido al productor juega un papel decisivo en el manejo o fin que le dará a la cosecha (si es que ha producido alguna) afectando, finalmente, la actitud de manejo y control de pérdidas de grano que tendrá el productor. (4)

4.1.7 Grano, humedad y aire

4.1.7.1 ¿Qué es la humedad en los granos?

La humedad en los granos es la cantidad de agua que contienen en su interior. El grano tiene cierta humedad en su interior, aunque no parezca estar húmedo a simple vista. Se puede saber si el grano está húmedo al quebrarlo con los dientes. El grano húmedo nunca está

duro porque el agua en su interior lo mantiene blando. La humedad del grano depende principalmente de las condiciones ambientales en que se recibe, por ejemplo, el grano cosechado en la estación lluviosa puede tener más humedad que el grano cosechado en condiciones secas. Cuando la humedad del grano disminuye durante el secado el grano se endurece. (20)

4.1.7.2 La humedad del aire

El aire también contiene humedad, ésta se encuentra en forma de vapor. Así como el grano retiene diferentes cantidades de agua, el aire también lo hace. El aire caliente puede retener más humedad que el aire frío.

En un día caluroso puede haber mucha humedad en el aire; al atardecer, la temperatura decrece y el aire (más frío) no puede retener toda la humedad que retenía durante el día, de tal manera que la humedad del aire decrece y se forma lo que se conoce como rocío sobre la superficie del suelo. Al estar el aire expuesto al sol durante el día, su temperatura aumenta y puede retener más humedad. El aire toma la humedad del suelo en forma de vapor. (20)

4.1.7.3 ¿Cómo interactúa el aire y la humedad del grano?

Los científicos dicen que el grano es higroscópico porque pierde o gana humedad del aire que lo rodea. Como todo lo que contiene humedad tiene presión, el aire y el grano también la tienen. El grano se seca bajo los rayos del sol porque el vapor de la humedad cambia de una presión mayor en el grano húmedo a una presión menor en el aire, hasta que el grano y el aire alcanzan una presión de vapor en equilibrio.

Esto se puede explicar de forma más simple diciendo que tanto el grano como el aire dan y reciben agua hasta llegar a un equilibrio. Al haber mayor humedad, se cederá más agua, esto es, si hay mayor cantidad de humedad en el grano que en el aire que lo rodea, la humedad del grano pasará al aire. (20)

4.1.8 Tipos de humedad del grano

El agua retenida en el grano puede dividirse en humedad libre y humedad ligada. Estas se pueden encontrar en varios estados como: humedad superficial, humedad capilar, humedad interna y humedad de constitución.

De las cuatro formas de humedad, son importantes las que interactúan con la humedad del ambiente como la humedad capilar y la superficial. La suma de estas dos, constituye el agua libre, la cual está disponible para los agentes deteriorativos del grano. Sin embargo, la humedad relativa intergranaria es más importante que el contenido de humedad del grano ya que afecta directamente el agua libre, importante para el desarrollo de microorganismos. La humedad relativa debe superar el nivel de 70% para ser perjudicial para la conservación del producto. (17)

4.1.9 Medición de humedad

El contenido de humedad es el factor de mayor importancia en el comportamiento del grano durante su almacenamiento. Su determinación deberá hacerse en todas las etapas desde la madurez fisiológica hasta la última que corresponde al almacenaje. Los granos están conformados, en su estructura más simple, por materia seca y agua. El contenido de agua de los granos se expresa en forma de porcentaje, existiendo numerosas técnicas y equipos para su determinación. (23)

4.1.9.1 Métodos directos

Basados en la remoción del agua de los tejidos de los granos y semillas mediante calor o por la pérdida de peso respecto al material original, peso, volumen y humedad condensada. (23)

4.1.9.2 Métodos indirectos

Se han denominado métodos prácticos orientados principalmente para su trabajo de rutina. La mayoría de los determinadores de humedad están basados en uno de los dos principios: la conductividad eléctrica y la constante dieléctrica. Los dos dependen principalmente del contenido de humedad y de la temperatura del grano, pero también son afectados por muchos otros factores no controlables, por lo tanto los métodos eléctricos no pueden ser precisos bajo todas las circunstancias y deben ser calibrados en contra de los métodos directos, mientras que por la constante dieléctrica son prácticos y rápidos, sin embargo, su costo es elevado y requiere de personal entrenado para darle servicio. Entre ellos están: el Motomco, Stenlite y otros. (23)

4.1.10 Acción de los factores ambientales sobre el crecimiento y reproducción de los hongos

Los factores ambientales ejercen notable influencia sobre la actividad biológica de los hongos y actúan, por lo tanto, no sólo sobre la germinación de las esporas, sino también sobre la fase vegetativa y reproductiva.

El conocimiento de la función desarrollada por los factores físicos resulta de extrema importancia, con la finalidad de buscar medidas para limitar su desarrollo, como en el caso de fitopatógenos o de micelios que crecen sobre los productos alimenticios.

El conocimiento de la influencia de las condiciones ambientales en las interacciones - ambiente, hospedante y patógeno - pretende individualizar estrategias de lucha para evitar el uso de productos químicos indiscriminadamente, reducir costos de producción y la inútil difusión en el ambiente de sustancias químicas. (28)

4.1.10.1 Temperatura

Las exigencias de temperatura para el crecimiento varían obviamente en las diversas especies de hongos, sin embargo, a temperaturas inferiores a cero grados centígrados casi todos los hongos sobreviven, pero no logran desarrollarse; al contrario, temperaturas superiores a cincuenta grados resultan letales para la mayor parte, pero los pocos organismos que sobreviven se encuentran en grado de crecer en tales condiciones. Los hongos pueden ser subdivididos en tres grupos: psicrófilos, mesófilos y termófilos, también existen formas de transición. (28)

Las diversas temperaturas entre las cuales ocurre la formación de las estructuras reproductivas es más limitada de aquella que admite el aumento y los valores relativos a la reproducción sexual son estrechos. Por lo tanto un hongo es menos exigente relativamente a la temperatura para el crecimiento pero no para la germinación y la formación de las estructuras reproductivas en general. (28)

4.1.10.2 Concentración de hidrógeno

Los hongos, siendo en general considerados organismos acidófilos, pueden crecer entre una gama relativamente amplia de valores de pH del substrato (variable según la especie, la cepa, la temperatura, etc.). El crecimiento es de norma completamente inhibido sólo en dirección de los valores extremos (pH 3 y pH 11). La concentración de hidrógeno influye en modo directo e indirecto en la actividad fisiológica de los hongos actuando sobre la actividad enzimática, alterando la solubilidad de los compuestos nutricionales y modificando las reacciones que ocurren sobre la superficie hifal, con consecuencias reflejadas sobre la absorción de los principales nutrientes. (28)

Los valores de pH y sus variaciones influyen la reproducción de los diferentes hongos en modo diferente. En algunos géneros, en efecto, la reproducción ocurre en el mismo ámbito que permite el crecimiento miceliar, en otros en un rango más estrecho. El crecimiento de

los hongos modifica normalmente el pH del sustrato, adaptándolo más favorablemente a la esporulación y por lo tanto puede ocurrir que esta resulte retardada cuando el pH inicial del sustrato está demasiado lejano de los valores que la favorecen. (28)

4.1.10.3 Oxígeno y anhídrido carbónico

Las exigencias de oxígeno para el crecimiento son mínimas. La aireación es una condición esencial para inducir la esporulación de los hongos. El oxígeno y el anhídrido carbónico son los dos gases relacionados en promover o disminuir la reproducción de hongos. En particular las exigencias de oxígeno son mayores en esta fase que durante el crecimiento. La inhibición de la esporulación en ambientes escasamente aireados es normalmente debida más a la acumulación de anhídrido carbónico que a la falta de oxígeno. (28)

4.1.10.4 Luz

El crecimiento vegetativo de los hongos es, en general, influenciado en modo particular por la luz, en efecto la velocidad de crecimiento de un hongo, sobre el mismo sustrato, es igual en la obscuridad o a la luz. En cualquier caso puede variar la pigmentación de la colonia. (28)

Algunos hongos esporulan bien en la obscuridad o en la luz o en condiciones alternas, sin embargo, en algunos casos la luz puede desarrollar un tipo particular de influencia también sobre hongos que esporulan libremente en la obscuridad. Muy normalmente, sin embargo, la luz ejerce sobre las estructuras reproductivas de los hongos una influencia notable, que se manifiesta principalmente con los siguientes tres efectos: la inducción, la inhibición y el tropismo. (28)

4.1.11 La caseta secadora

4.1.11.1 Descripción

La caseta secadora es una estructura de madera rolliza o aserrada, que se utiliza para secar mazorcas de maíz sin tusa al aire libre, aprovechando la ventilación natural. Una caseta consta de patas, piso, paredes y techo. Las patas tienen una altura no menor de un metro por arriba de la superficie del suelo. Las paredes y el piso se construyen con palos o reglas de madera, de tal modo que no haya paso para las mazorcas, pero que sí haya espacio suficiente para conseguir buena ventilación; el techo se construye de cualquier material apropiado, tales como lámina galvanizada, teja, zacate, etc.

La caseta permite al agricultor cosechar el maíz desde la madurez fisiológica. Se ingresa el maíz en mazorca sin tusa; al eliminar la tusa, las mazorcas se separan en malas y buenas; las buenas se ingresan a la caseta, por arriba de la misma, colocando capas de insecticida. Las mazorcas se colocan en forma suelta. Esta forma de almacenar permite que el aire pase por el grano y lo seque. (30)

La caseta se adapta a las diferentes condiciones climáticas de nuestro medio permitiendo asegurar y almacenar mazorcas con humedad a madurez fisiológica, un secamiento inicial rápido y constante, reduciendo a un mínimo el daño causado por los hongos de campo.

4.1.11.2 Dimensiones

Para asegurar una buena circulación del aire, las casetas secadoras deberán de tener un ancho de 0.70 metros, la altura de la pared la parte que contiene las mazorcas, varía de 1.50 a 2.00 metros y no debe exceder los 2.00 metros para proteger la estructura del viento y evitar posible volcamiento y el largo puede variar según la cantidad de mazorcas que se necesiten almacenar. (figura 18A)

La capacidad de servicio por cada metro de largo para una caseta de 1.70 metros de altura de pared y 0.70 metros de ancho es de nueve quintales recién cosechados, es decir, que si la caseta tiene 3 metros de largo, almacena el peso equivalente de 27 quintales de maíz en mazorca . (30)

4.1.11.3 Selección del material

Como la eficiencia de la caseta no es influenciada por el tipo de material usado para la construcción, los únicos puntos a considerar son disponibilidad y costo de material adecuado. El diseño puede variar desde la construcción sencilla con madera rústica y techo de zacate, hasta más costosa por ejemplo: con madera aserrada, malla de alambre para las paredes y lámina galvanizada para el techo. (30)

4.1.11.4 Manejo

Para un buen resultado de secamiento y protección del grano contra las plagas, el manejo o la utilización de la caseta necesariamente debe incluir los pasos siguientes:

- A. Limpiar la caseta y los alrededores de todos los residuos de la cosecha anterior.
- B. Quemar o enterrar los residuos.
- C. Revisar las patas enterradas y aplicar aceite quemado.
- D. Revisar la construcción (hoyos en el techo, reglas quebradas de las paredes o piso, etc.).
- E. Aplicar insecticida líquido sobre las paredes, techo y piso de la caseta. (30)

El Actellic es un insecticida organofosforado cuyo ingrediente activo es el pirimiphosmethil, su efecto es por contacto e inhalación y tiene poca toxicidad; su toxicidad aguda oral para ratas: $DL_{50} = 2050$ mg/kg. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda permitir residuos hasta 10 ppm y que se laven los cereales tratados antes de su uso. (48)

4.1.11.5 Ventajas

- A. La caseta es una secadora eficaz, fácil de manejar, con poco costo y de poco trabajo para construir con cualquier material apropiado y local.
- B. La caseta secadora es también un almacén que por tres o cuatro meses protege bien el grano contra hongos, insectos, ratas y pájaros cuando se siguen las recomendaciones del manejo mencionado antes y si las condiciones ambientales lo permiten.
- C. Disminuye las pérdidas en el campo por hongos, ratas, insectos, pájaros y robo.
- D. Se puede cosechar antes de que los granos estén secos y la parcela quedará libre para otra siembra. (30)

4.1.11.6 Desventajas

- A. No es fácil de cambiar la costumbre del productor y cosechar el maíz antes de que esté seco.
- B. El productor necesita cambiar la fecha o el horario de sus actividades con la cosecha adelantada.
- C. En comparación con el sistema tradicional de secado, será más trabajo para el productor, pero este trabajo estará compensado y bien pagado con la reducción de la pérdida del grano. (30)

4.1.11.7 Costo

- A. Salario diario = Q20.00.
- B. Un día de trabajo = 8 horas de trabajo efectivas.
- C. Capacidad caseta secadora = 29 qq.
- D. Vida útil = 5 años.

- E. Costo de materiales de construcción = Q230.00
- F. Costo de mano de obra = Q80.00
- G. Costo de pesticidas = Q15.00
- H. Costo total = Q325.00

4.1.12 Secado tradicional de la cosecha de maíz en la aldea Chiyó, del municipio de San Pedro Carchá, Alta Verapaz

En visitas efectuadas a la aldea Chiyó, ubicada a 16 kilómetros del municipio de San Pedro Carchá y a 236 kilómetros de la capital de Guatemala, se estableció que para su secado las mazorcas de maíz con tusa y sin selección previa, son colocadas en el tabanco (45), parte más alta de la casa entre 1.75 y 2.00 metros del nivel del suelo debajo del techo, inmediatamente después de haberse efectuado la cosecha o tapisca, ésta, se efectúa cuando el agricultor considera que el maíz está "camagua" (aquí ya no hay granos en estado lechoso y la humedad del grano facilita su desgrane) y se efectúa en un solo día, igual que la siembra. Por experiencia en el manejo del mismo, el agricultor considera que normalmente esta actividad se debe efectuar entre la segunda quincena del mes de octubre y la primera quincena de noviembre, tomando como fecha de siembra la primera o segunda quincena de mayo.

Ya colocadas las mazorcas con tusa en el tabanco, sin selección previa, inicia la etapa de secado, el cual consiste en aislar la cosecha de la precipitación pluvial, la alta humedad relativa del ambiente y aprovechar el calor generado por la leña que es utilizada para la cocción de los alimentos y que se realiza normalmente en tres períodos del día (desayuno, almuerzo y cena).

Según los agricultores, después de 30 días de permanencia en el tabanco el maíz ya está en condiciones de comercializarse. El mismo tabanco es utilizado para el almacenamiento final de la cosecha y no son seleccionadas las mazorcas cuando son sometidas al proceso de secado. Hay agricultores que logran mantener almacenada cierta cantidad de maíz por un período

de ocho a diez meses, es decir, que la mayor parte de la cosecha es destinada exclusivamente para el consumo familiar, pero expuesta al daño causado por insectos, hongos y roedores. La parte de la cosecha que comercializa es para disponer de recursos económicos para la compra de insumos agrícolas y algunos productos básicos de consumo familiar; muchas veces también se ve obligado a comercializar a precios bajos parte de su cosecha para evitar una mayor pérdida por los problemas de los insectos y hongos del almacenamiento¹.

4.1.13 Las aflatoxinas

Las aflatoxinas son metabolitos tóxicos producidos por los hongos Aspergillus flavus y Aspergillus parasiticus; las cepas de hongos están sujetas a la influencia de factores ambientales como la humedad y la temperatura. La contaminación micotóxica de los productos alimenticios puede variar según las condiciones geográficas, climáticas, métodos de producción y tipo de almacenamiento. (28)

Las aflatoxinas contaminan diversos alimentos como son los granos de cereales, arroz, maíz, frijol, soya, nueces, semillas de algodón, sorgo, etc.

La humedad del sustrato y la temperatura son los principales factores que regulan el crecimiento fungal y la formación de la micotoxina.

La humedad de 14% es el límite inferior necesario para el desarrollo del hongo. Las temperaturas mínima, óptima y máxima para la producción de aflatoxinas son de 12, 27 y 41 grados centígrados, respectivamente.

La humedad del sustrato y la temperatura son los principales factores que regulan el crecimiento fungal y la formación de la micotoxina.

1 SIERRA, R.R. 1995. Sistemas de secado de maíz. Guatemala. Programa Postcosecha (Comunicación personal)

La humedad del sustrato y la temperatura son los principales factores que regulan el crecimiento fungal y la formación de la micotoxina.

La humedad de 14% es el límite inferior necesario para el desarrollo del hongo. Las temperaturas mínima, óptima y máxima para la producción de aflatoxinas son de 12, 27 y 41 grados centígrados, respectivamente.

Las aflatoxinas conocidas en la actualidad son: B1, B2, G1 y G2, las que se distinguen por su color fluorescente al ser observadas bajo la luz ultra violeta de onda larga; la "B" corresponde a azul y "G" al verde. (26)

Mora (25), indica que uno de los problemas del muestreo es la distribución desigual de las aflatoxinas. En una mazorca son algunos de los granos los que se contaminan, eso provoca que haya una gran falta de uniformidad en la distribución de las aflatoxinas y se origine un problema grave de muestreo. Menciona también que hay una relación muy evidente entre el grano manejado en mazorca, que hace que el grano no se dañe y el desgranado, dando el primero unos resultados de contaminación mucho más bajos. Las muestras que se recolectaron estando en mazorca, no tenían aflatoxinas, mientras que cuando estaba desgranado, se registraban niveles de aflatoxinas mucho mayores.

Gutiérrez (14), menciona que la producción de aflatoxinas depende de una serie de factores, dentro de los cuales se encuentran los siguientes: el hongo productor, el sustrato, el contenido de humedad, la temperatura, la microflora asociada, el oxígeno en la atmósfera de almacenamiento y el período de almacenamiento. La sequía, la presencia de insectos y la temperatura ambiental son los factores más importantes en el proceso de contaminación del maíz con aflatoxinas en el campo y encontró que las aflatoxinas no se distribuyen uniformemente en el maíz, es decir, que se localizan en forma errática.

4.1.14 Investigaciones realizadas sobre el funcionamiento de la caseta secadora

Gómez (8) concluye que los tratamientos evaluados en la caseta de secado resultan en promedio con una mayor eficiencia en su índice de secado por día (0.49%) en comparación con el sistema de despunte o tradicional (0.35%). Con respecto a los porcentajes de daño y pérdida de grano, en la caseta de secado fueron de 4.43% y 3.18% y en el testigo de 14.85% y 16.69% respectivamente.

Lemus (19) concluye que cosechando a madurez fisiológica se obtuvo 0.94% de índice de secado, 1.92% de daño y 0.97% de pérdida de grano y cosechando 14 días después 0.64% de índice de secado, 2.62% de daño y 1.29% de pérdida, mientras que en el sistema tradicional o testigo, el índice de secado fue de 0.40%, el daño de 9.64% y la pérdida de 4.68% al final del secado.

Quemé (40) concluye que el resultado de la caseta de secado es positivo en cuanto a su propósito, ya que el maíz se almacenó con un 24% de humedad de grano y 50 días después descendió al 15% sin sufrir daño.

Villacorta (49) en la evaluación de la caseta secadora en cuatro departamentos de El Salvador, concluye que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre la caseta de secado y el sistema tradicional (dobla) con respecto al daño de las mazorcas. En cuanto a la pérdida de grano si hubo diferencias significativas, éstas a favor de la caseta. La caseta de secado fue mejor que el sistema tradicional (dobla), en dos departamentos, en un departamento no hubo diferencia significativa y en el cuarto departamento no se obtuvieron resultados por problemas de manejo.

4.2 Marco de referencia

4.2.1 Area experimental

4.2.1.1 Localización y características

La aldea Chiyó se encuentra localizada en el municipio de San Pedro Carchá, del departamento de Alta Verapaz, en las coordenadas 15° 30' 30" latitud Norte y 90° 15' 42" longitud Oeste; a una altitud de 1,350 metros sobre el nivel del mar y una extensión estimada de 17.37 kilómetros cuadrados. Colinda al Norte con las aldeas de Caquitón y Chicoj; al Este con las aldeas de Muyhá y Chitafia; al Oeste con las aldeas de Tontem y Sesimaj y al Sur con el río Cahabón. (figura 19A)

4.2.1.2 Ubicación y acceso

La aldea Chiyó está ubicada a 236 kilómetros de la Ciudad Capital, con carretera asfaltada -Ciudad Capital, Cobán y San Pedro Carchá-. La distancia de San Pedro Carchá a la aldea Chiyó es de 16 kilómetros, con carretera de terracería, en dirección hacia el municipio de Lanquín. (29)

4.2.1.3 Clima

La aldea posee un clima templado, sin estación fría bien definida, muy húmedo, sin estación seca bien definida. (29)

4.2.1.4 Precipitación

Como puede observarse (figura 1), la intensidad máxima de lluvia para la región, se presenta entre los meses de junio y octubre y las intensidades mínimas se presentan entre los meses de enero y abril. (12)

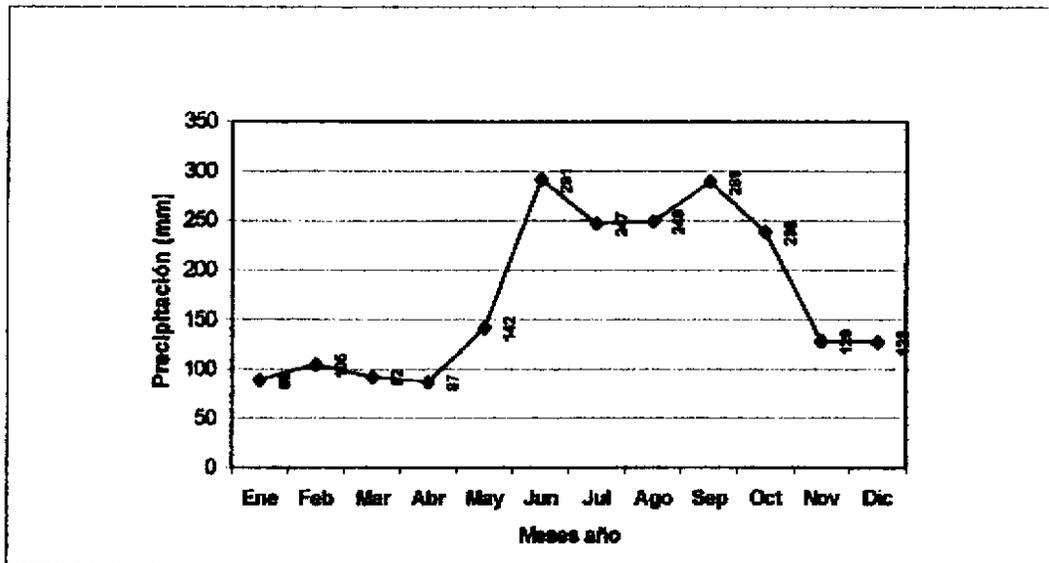


Figura 1. Precipitación media mensual para la región de la aldea Chiyó, San Pedro Carchá, Alta Verapaz, 1980-1989.

4.2.1.5 Temperatura

Como puede observarse (figura 2), entre los meses de abril y septiembre, se presenta un promedio de temperatura de 19 grados centígrados y entre los meses de noviembre y marzo se presenta un promedio de 18 grados centígrados. (12)

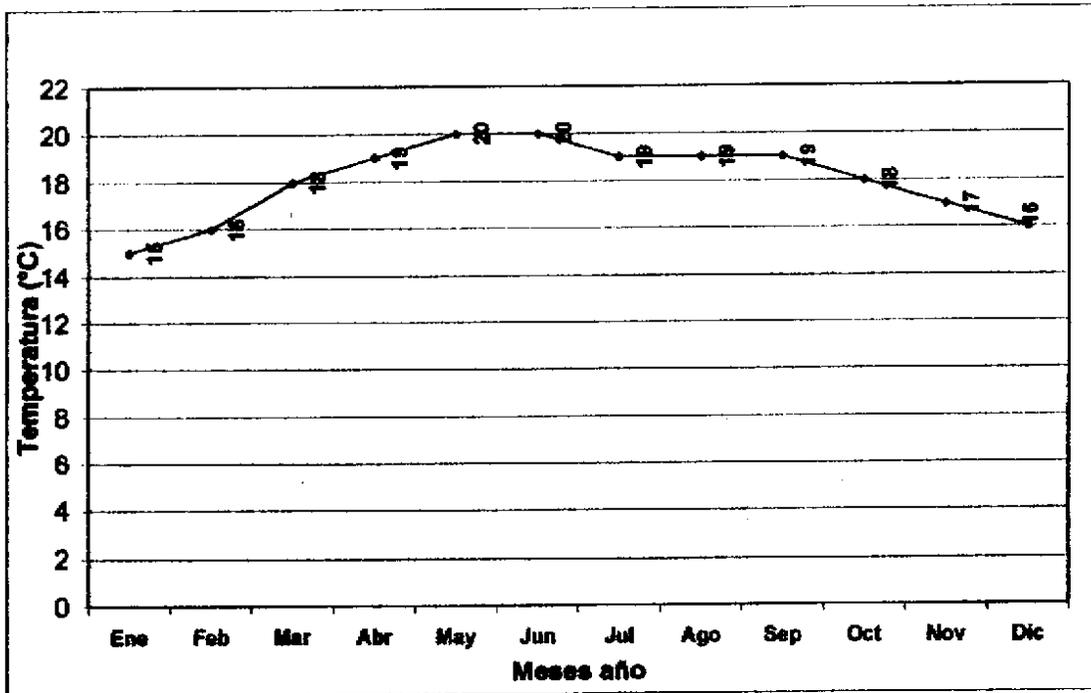


Figura 2. Temperatura media mensual para la región de la aldea Chiyó, San Pedro Carchá, Alta Verapaz, 1980-1989.

4.2.1.6 Humedad relativa

Como puede observarse (figura 3) la humedad relativa media anual para la región es de 88.66%; pasando de una humedad relativa del 83% en el mes de abril a un 96% en el mes de diciembre. (12)

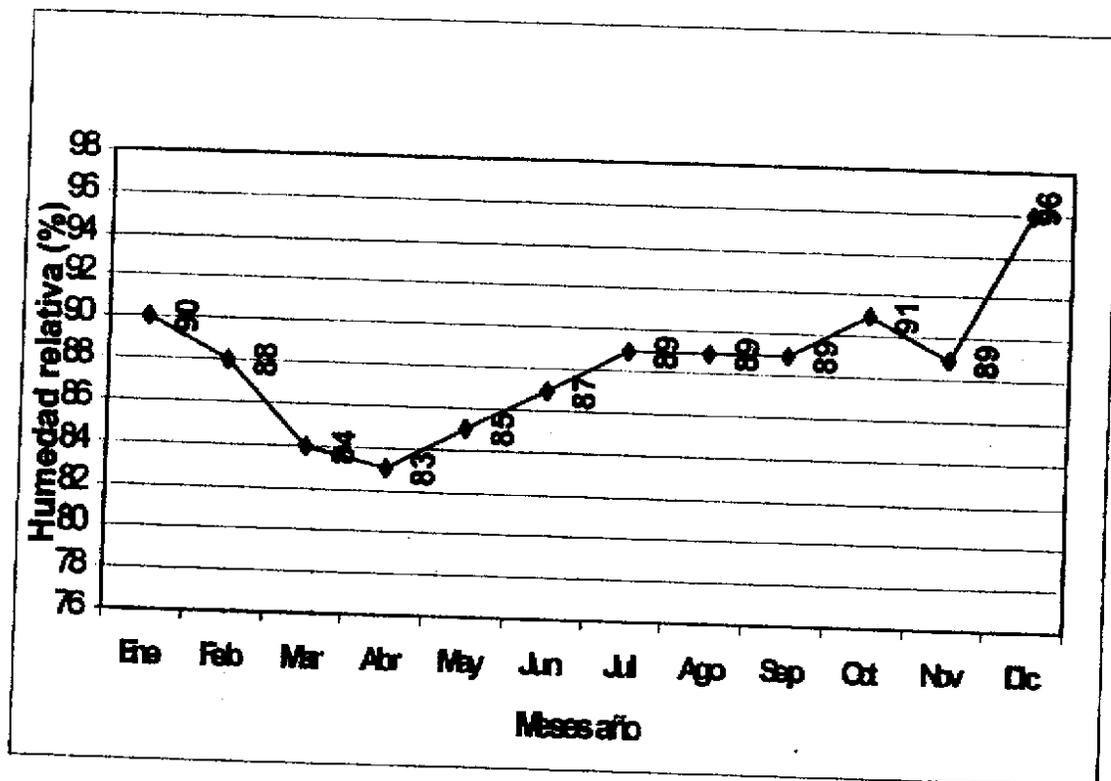


Figura 3. Humedad relativa media mensual para la región de la aldea Chiyó, San Pedro Carchá, Alta Verapaz, 1980-1989.

4.2.1.7 Ecología

Según la Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala elaborada por Holdridge, al área de Chiyó, le corresponde la zona ecológica Bosque Muy Húmedo, Subtropical Frío. (29)

4.2.1.8 Suelo

Los suelos de la Aldea Chiyó son poco profundos, sobre caliza; perteneciendo a la serie Tamahú (tm); con un suelo superficial de color café muy oscuro. (29)

4.2.1.9 Aspectos socioeconómicos

4.2.1.9.1 Tenencia y concentración de la tierra

La Aldea Chiyó tiene una extensión de 28 caballerías, 32 manzanas y 7,226 varas cuadradas y la mayoría de sus habitantes son propietarios de cinco cuerdas (25 x 25 varas) hasta ocho manzanas. (29)

4.2.1.9.2 Población

El total de habitantes de la Aldea Chiyó es de aproximadamente 7,000 personas y se estima alrededor de 1,183 familias, la mayoría de descendencia maya, pertenecientes a la etnia Q'eqchi'. (29)

4.2.1.9.3 Actividades productivas

Su principal actividad productiva lo constituye, básicamente, la agricultura de subsistencia. Las limitantes que se tienen para llevar a cabo las actividades agrícolas lo constituye la topografía del terreno, la alta pedregosidad y la erosión, consecuencia de ello son los bajos rendimientos. (29)

4.2.1.9.4 Condiciones de vivienda

La población posee condiciones mínimas de vivienda; algunos tienen una casa habitacional y cocina por aparte y otros poseen un solo ambiente para toda la familia, incluyendo la cocina. Para la construcción de la vivienda los principales materiales utilizados son: techos de lámina o paja, paredes de madera y piso de tierra. (29)

4.2.1.9.5 Educación

Se cuenta con una escuela rural mixta que imparte los grados de castellanización y primaria completa, con un sistema de enseñanza Q'eqchi' – Castellano. (29)

5. OBJETIVOS

5.1 General

Evaluar la eficiencia de la caseta secadora para el secado de maíz (Zea mays L.) en dos épocas de cosecha.

5.2 Específicos

- A. Determinar la fluctuación de la humedad del grano de maíz en la caseta secadora y en el tabanco en dos épocas de cosecha y durante siete semanas.
- B. Determinar el daño del grano de maíz secado en la caseta y en el tabanco al final del secado.
- C. Determinar la pérdida del grano de maíz secado en la caseta y en el tabanco al final del secado.
- D. Determinar un modelo matemático que prediga el comportamiento de la humedad del grano de maíz a lo largo del período de secado.
- E. Determinar la presencia de aflatoxinas al final del secado del grano de maíz, tanto en la caseta como en el tabanco.
- F. Hacer un análisis económico de los tratamientos evaluados.

6. HIPOTESIS

- A. La humedad del grano de maíz fluctúa igual tanto en la caseta secadora como en el tabanco, sin importar la época de cosecha ni el período de secado.
- B. El daño del grano de maíz es igual en la caseta secadora y el tabanco al final del período de secado.
- C. La pérdida del grano de maíz es igual en la caseta secadora y en el tabanco al final del período de secado.
- D. El modelo matemático que predice el comportamiento de la humedad del grano de maíz a lo largo del período de secado es igual en la caseta secadora y en el tabanco.
- E. La presencia de aflatoxinas al final del período de secado es igual en la caseta secadora y en el tabanco.
- F. La rentabilidad para el secado del grano de maíz es igual en la caseta secadora y en el tabanco.

7. METODOLOGIA

7.1 Material experimental

El área de siembra del cultivo de maíz se determinó tomando en cuenta el volumen de cada uno de los compartimientos en la caseta secadora y en el tabanco, el número de repeticiones por tratamiento y el rendimiento estimado del cultivo. Se determinó un área de cultivo de maíz de 7000 metros cuadrados, con un área por parcela de 440 metros cuadrados por cada unidad experimental para totalizar 16 unidades experimentales. Se evaluaron cuatro tratamientos en cuatro repeticiones por tratamiento, de donde se cosecharon las mazorcas utilizadas como material experimental, y en donde: A1B1R1, A1B1R2, A1B1R3, A1B1R4; A1B2R1, A1B2R2, A1B2R3, A1B2R4; A2B1R1, A2B1R2, A2B1R3, A2B1R4; A2B2R1, A2B2R2, A2B2R3, A2B2R4, corresponden a las repeticiones de los tratamientos primera época de cosecha secada en la caseta (T1), primera época de cosecha secada en el tabanco (T2), segunda época de cosecha secada en la caseta (T3) y segunda época de cosecha secada en el tabanco (T4) respectivamente. (figura 4)

Figura 4. Distribución aleatoria de los tratamientos en el campo.

| | | | | |
|----------|--------|--------|--------|---------|
| 100 mts. | | | | |
| A1B1R3 | A2B2R3 | A1B1R4 | A2B2R2 | 70 mts. |
| A2B2R1 | A1B1R1 | A1B2R1 | A2B1R4 | |
| A1B1R2 | A2B1R3 | A2B1R1 | A1B2R3 | |
| A1B2R2 | A2B2R4 | A1B2R4 | A2B1R2 | |

7.2 Tratamientos y unidades experimentales en la caseta secadora y en el tabanco

7.2.1 Tratamientos y unidades experimentales en la caseta secadora

De los tratamientos establecidos en las unidades experimentales o sea en cada compartimiento en la caseta secadora (figura 20A); cuatro repeticiones correspondieron al primer tratamiento (T1): primera época de cosecha secada en la caseta (A1B1R1, A1B1R2, A1B1R3, A1B1R4) y cuatro repeticiones correspondieron al tercer tratamiento (T3): segunda época de cosecha secada en la caseta (A2B1R1, A2B1R2, A2B1R3, A2B1R4). (figura 5)

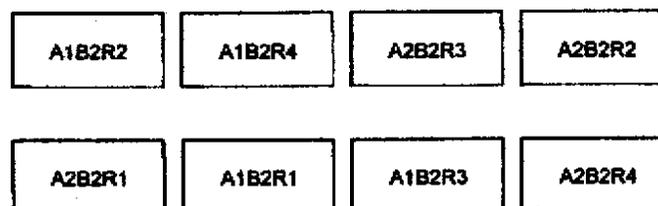
Figura 5. Distribución aleatoria de las repeticiones por tratamiento en la caseta secadora.



7.2.2 Tratamientos y unidades experimentales en el tabanco

Mientras que de los tratamientos establecidos en las unidades experimentales o sea en cada compartimiento en el tabanco (figura 20A); cuatro repeticiones correspondieron al segundo tratamiento (T2): primera época de cosecha secada en el tabanco (A1B2R1, A1B2R2, A1B2R3, A1B2R4) y cuatro repeticiones corresponden al cuarto tratamiento (T4): segunda época de cosecha secada en el tabanco (A2B2R1, A2B2R2, A2B2R3, A2B2R4). (figura 6)

Figura 6. Distribución aleatoria de las repeticiones por tratamiento en el tabanco.



7.3 Diseño experimental

Para la realización del experimento en la caseta secadora y en el tabanco, se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo combinatorio 2 x 2 de los tratamientos, con cuatro repeticiones por tratamiento; para totalizar 16 unidades experimentales, designándose la época de cosecha con A y a la estructura de secado, con B.

7.4 Modelo estadístico: diseño completamente al azar con arreglo combinatorio 2X2

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}$$

de donde,

Y_{ij} = Variable respuesta.

i = 1,2,...a

j = 1,2,...b

μ = Media general.

A_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor época.

B_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor estructura.

$(AB)_{ij}$ = Interacción del i-ésimo nivel del factor época de cosecha con el j-ésimo nivel del factor estructura.

E_{ijk} = Error experimental.

7.5 Descripción de los tratamientos

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos en el diseño experimental.

| TRATAMIENTOS | EPOCA DE COSECHA | ESTRUCTURA | DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS |
|--------------|------------------|------------|---|
| T1 | Primera | Caseta | Primera época de cosecha secada en la caseta. (T1 = A1B1) |
| T2 | Primera | Tabanco | Primera época de cosecha secada en el tabanco. (T2 = A1B2) |
| T3 | Segunda | Caseta | Segunda época de cosecha secada en la caseta. (T3 = A2B1) |
| T4 | Segunda | Tabanco | Segunda época de cosecha secada en el tabanco. (T4 = A2B2) |

Referencias:

- T1 = A1B1 = 1ª. época de cosecha secada en la caseta.
 T2 = A1B2 = 1ª. época de cosecha secada en el tabanco.
 T3 = A2B1 = 2ª. época de cosecha secada en la caseta.
 T4 = A2B2 = 2ª. época de cosecha secada en el tabanco.

7.6 Primera época de cosecha de maíz

En la primera época de cosecha, las mazorcas se cosecharon con humedad del grano a madurez fisiológica o sea, cuando se observaron las características siguientes en la plantación:

- A. Cambio de color del follaje y las partes reproductivas de la planta (amarillo a café). La mayoría de las hojas estaban secas.
- B. El pelo (pistilos) de las mazorcas presenta un color negro con apariencia marchita.
- C. La flor estaminada denominada panícula presenta apariencia seca y destruida.
- D. Cuando los granos al pellizcarlos ya no tienen leche.
- E. La consistencia del grano es dura.
- F. Facilidad con que se desprenden los granos de la mazorca y presentan un punto negro donde están unidos con el olate.

G. Cuando el ciclo vegetativo está completo, es decir, considerando la fecha de siembra.

Además, para conocer la fluctuación de la humedad del grano de las mazorcas en el campo antes de realizar la primera cosecha, se efectuaron dos lecturas de humedad del grano a intervalos de siete días; éstas, también contribuyeron a darnos la pauta para realizar la primera cosecha y considerar como humedad del grano a madurez fisiológica entre 30% y 35%. La primera época de cosecha se realizó el 14 de octubre de 1995. (figura 20A)

7.7 Segunda época de cosecha de maíz

En la segunda época las mazorcas se cortaron en la época en la que tradicionalmente acostumbran a cosechar los agricultores de la región. Ellos consideran la fecha de siembra para calcular la fecha de cosecha y también realizan previamente a nivel de campo algunos muestreos al tacto de la humedad del grano en mazorca antes de determinar la fecha de cosecha. En nuestro caso, el agricultor colaborador consideró realizar la cosecha el 21 de octubre de 1995.

7.8 Manejo del maíz en las estructuras de secado

7.8.1 En la caseta secadora

La parte de la cosecha destinada para su secado en la caseta se colocó en sacos y se trasladó hacia la misma, construida cercana a la casa del agricultor colaborador. Estando las mazorcas al pie de la caseta, se procedió a eliminar la tusa, luego se seleccionaron las mazorcas en buen estado.

Se procedió al llenado de los compartimientos (figura 20A), ingresando las mazorcas sin tusa por la parte de arriba de la misma. Por cada 250 mazorcas se aplicó una onza del insecticida Actellic en polvo al 2%. Se aplicó por capas, es decir, colocando primero sobre el piso o cama de la caseta una ligera capa de insecticida, después la primera capa de mazorcas, luego otra de

insecticida y así sucesivamente hasta ingresar en su totalidad las mazorcas que corresponden a cada unidad experimental.

El insecticida se espolvoreó o distribuyó uniformemente sobre la superficie de todas las mazorcas, de modo que las protegiera totalmente, utilizando un bote plástico con pequeños agujeros en el fondo del mismo y además permitir al polvo filtrarse fácilmente entre las mazorcas.

7.8.2 En el tabanuco

Mientras que la otra parte de la cosecha destinada al tabanuco, se trasladó del campo para colocarla directamente dentro del mismo, sin realizar las actividades de eliminar la tusa, la selección y la aplicación de químicos, ya que los pequeños productores no las realizan. (figura 20A)

7.9 Manejo de las estructuras de secado

Toda la estructura de la caseta, fue asperjada previamente con pirimiphosmethil líquido al 50%, usando 50 cc por galón de agua, con el objeto de prevenir la infestación de insectos que pudiera ocurrir en la madera; se eliminaron las malezas y objetos a su alrededor para evitar el ingreso de roedores a su interior. En el tabanuco, no se hizo ningún tratamiento químico ni control de roedores, porque los agricultores no las realizan.

7.10 Muestreos para determinar el porcentaje de humedad y la temperatura del grano en las estructuras de secado

7.10.1 Muestreos para determinar el porcentaje de humedad y temperatura del grano en la caseta secadora

Se tomaron ocho lecturas de humedad del grano al inicio del secado, una lectura por cada repetición o unidad experimental; ocho lecturas a los siete días de secado, ocho lecturas a

los 14 días y así sucesivamente hasta completar los 49 días de secado. Las lecturas de humedad y temperatura del grano se realizaron en tres estratos de cada unidad experimental; en el tercio superior, al centro y en el tercio inferior. Se tomaron al azar dos mazorcas por estrato, totalizando seis mazorcas por muestra, las que se desgranaron inmediatamente a mano para obtener una muestra aproximada de 300 gramos, la cual se depositó en el SAMAP-O-TEST, instrumento que nos determinó la humedad del grano y al mismo tiempo se utilizó un termómetro para determinar la temperatura; la temperatura se utilizó para realizar una corrección por temperatura a la humedad del grano. El SAMAP-O-TEST (figura 21A), está regulado para funcionar a una temperatura ambiente de +20 grados centígrados. Está comprobado que en función de la temperatura la humedad varía en un uno por ciento por cada 10 grados centígrados hacia abajo o hacia arriba de los 20 grados indicados anteriormente. Las temperaturas por encima de 20 grados centígrados, hacen que el aparato indique más que el valor base. Las temperaturas por debajo de 20 grados centígrados hacen que el aparato indique menos que el valor base. Esta toma de datos se realizó de las 9:00 a las 18:00 horas.

7.10.2 Muestreos para determinar el porcentaje de humedad y temperatura del grano en el tabanuco

Se tomaron ocho lecturas de la humedad del grano al inicio del secado, una por cada unidad experimental; ocho lecturas a los siete días de secado, ocho lecturas a los 14 días y así sucesivamente hasta completar los 49 días de secado. Las lecturas de humedad y temperatura del grano se determinaron en tres estratos de cada unidad experimental; en el tercio superior, al centro y en el tercio inferior. Se tomaron al azar dos mazorcas por estrato, a las que se les eliminó la tusa en el interior del tabanuco y luego se desgranaron a mano para obtener una muestra aproximada de 300 gramos, la cual se depositó en el SAMAP-O-TEST, instrumento que nos determinó la humedad del grano.

7.11 Registros de humedad relativa, temperatura y precipitación pluvial

Para las lecturas de humedad relativa, temperatura y precipitación pluvial, se tomaron los registros disponibles en el Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), de la estación meteorológica más cercana al lugar en donde se realizó el experimento.

7.12 Muestreos para determinar el porcentaje de daño y pérdida del grano en las estructuras de secado

7.12.1 Muestreos para determinar el porcentaje de daño y pérdida del grano en la caseta secadora

Después de haberse realizado las lecturas de humedad del grano a las muestras de un kilogramo de peso, extraídas en cada unidad experimental en la caseta secadora al inicio y final del secado, se procedió a colocarlas en bolsas de papel kraft para su traslado, debidamente identificadas (cuadro 33A), para su análisis en el laboratorio de semillas del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

7.12.2 Muestreos para determinar el porcentaje de daño y pérdida de grano en el tabanco

Después de haberse realizado las lecturas de humedad del grano a las muestras de un kilogramo de peso, extraídas en cada unidad experimental en el tabanco al inicio y final del secado, se procedió a colocarlas en bolsas de papel kraft para su traslado, debidamente identificadas (cuadro 33A), para su análisis en el laboratorio de semillas del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

Para su análisis en el laboratorio las muestras de maíz extraídas tanto de la caseta como del tabanco, se sometieron a la siguiente secuencia: análisis preliminar, infestación visible,

contenido de impurezas y de material extraño (matex), contenido de humedad, peso hectolítrico y determinación del porcentaje de daño y pérdida de grano a través del método de conteo y peso.

El equipo y material necesario para la aplicación de este método es el siguiente: un divisor de muestras (homogenizador); una muestra de maíz de aproximadamente 240 a 250 gramos de promedio; balanza analítica de tres brazos; tablero de 1,000 perforaciones; una regla de bordes redondeados y un formulario para el registro de datos (cuadro 34A).

La muestra se esparció sobre el tablero de 1,000 perforaciones, utilizando la regla de bordes redondeados de tal manera que cada agujero del tablero retenga un grano y el sobrante es removido del tablero. Se determinó el número de granos retenidos en las perforaciones del tablero, registrando dicho número en el formulario y sobre este total de granos se efectuaron los análisis propuestos.

Al retirar el tablero, se revisó visualmente cada uno de los granos, se dividió en dos categorías: en una categoría se agrupó el grano libre de daño y en otra categoría se agrupó el grano dañado, este a su vez se clasificó en dos categorías: en grano recuperable y en grano no recuperable; también el grano dañado a su vez se clasificó en diversos grupos de acuerdo con las causas de daño, así: insectos + hongos, germinación + hongos, roedores + hongos, otros + hongos, insectos, hongos, germinación, roedores y otros.

Dentro de cada categoría, se efectuó el conteo y pesado del grano y se registraron los resultados en el formulario.

Se establece una diferencia entre daño y pérdida, analizado desde el punto de vista de que un grano dañado es un grano que aún puede ser utilizado para la alimentación humana o animal aunque su calidad comercial no sea buena (por estar fraccionado o parcialmente deteriorado), por otro lado, un grano perdido es aquel que ya no puede ser utilizado para alimentación humana ni animal, por esto se hace esa separación.

Las cifras se sustituyeron en las siguientes fórmulas para estimar los porcentajes de daño y pérdida:

$$\% \text{ de daño} = \frac{nd (ps/ns) \times 100}{nd (ps/ns) + ps}$$

nd = número de granos dañados
ps = peso de granos sanos
ns = número de granos sanos

$$\% \text{ de pérdida} = \frac{nd (ps/ns) - pr \times 100}{nd (ps/ns) + ps}$$

nd = número de granos dañados
ps = peso de granos sanos
ns = número de granos sanos
pr = peso de granos recuperables

7.13 Muestreos para determinar presencia de aflatoxinas

Se tomó una muestra de granos de maíz con un peso de un kilogramo por cada unidad experimental al final del secado, totalizando 16 muestras; luego las muestras de las cuatro repeticiones por tratamiento se homogenizaron mediante el divisor de muestras, para obtener una sola muestra de un kilogramo por tratamiento y al final se obtuvieron cuatro muestras, las que se colocaron en bolsas de papel kraft debidamente identificadas y finalmente trasladadas al laboratorio del Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI), para su análisis por el método de Cromatografía en Capa Fina.

7.14 Variables respuesta evaluadas

7.14.1 Porcentaje de humedad del grano

Las lecturas para determinar las fluctuaciones del porcentaje de la humedad del grano en cada unidad experimental se realizaron al inicio del proceso del secado, luego a cada siete días, hasta alcanzar un periodo de secado de 49 días. Para determinar la humedad del grano en las muestras se utilizó el SAMAP-O-TEST, que es un aparato electrónico que mide la humedad de productos en grano. Los muestreos se realizaron al pie de la caseta y en el interior del tabanco,

estructuras que fueron utilizadas para el secado de grano en mazorca. Para disponer de muestras de grano de un kilogramo de peso, se extrajeron mazorcas del tercio superior, en el centro y del tercio inferior de cada unidad experimental.

7.14.2 Porcentaje de daño y pérdida del grano

Para evaluar el porcentaje de daño y pérdida del grano, se realizó un muestreo por cada unidad experimental al inicio del secado y un muestreo por cada unidad experimental al final del secado. Los muestreos se realizaron al pie de la caseta y en el interior del tabanuco y los análisis de las muestras se realizaron en el laboratorio de semillas del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Para disponer de muestras de grano de un kilogramo de peso, se extrajeron mazorcas del tercio superior, en el centro y del tercio inferior de cada unidad experimental.

7.14.3 Presencia de aflatoxinas

Para evaluar la presencia de aflatoxinas, se realizó un solo muestreo por cada unidad experimental al final del secado. Los muestreos se realizaron al pie de la caseta y en el interior del tabanuco. Las muestras extraídas por cada repetición por tratamiento, se homogenizaron para formar una sola muestra por tratamiento. Las cuatro muestras de grano resultantes de la homogenización se colocaron en bolsas de papel kraft debidamente identificadas para su análisis en el laboratorio del ICAITI.

7.14.4 Rentabilidad

Se realizó un análisis de rentabilidad para evaluar cada uno de los tratamientos. Fundamentalmente la evaluación consiste en la ponderación financiera, en valores actuales, de los ingresos de efectivo (beneficios) frente a los respectivos egresos de efectivo (costos), para un

período de cinco años (análisis del flujo de efectivo) y para lo cual se utilizaron las siguientes fórmulas:

| | | | | | |
|-----|---|--------------------------|-----|---|----------------------------|
| IN | = | Ingreso neto | IN | = | IB - CT |
| IB | = | Ingreso bruto | R | = | $\frac{IN}{CT} \times 100$ |
| CT | = | Costo total | RBC | = | $\frac{IB}{CT}$ |
| R | = | Rentabilidad | | | |
| RBC | = | Relación beneficio costo | | | |

7.15 Análisis estadístico

7.15.1 Transformación de datos

Para el análisis del porcentaje de daño del grano, se transformaron los datos por:

$$Y = \log(DG + 1)$$

donde: Y = Valor transformado del daño del grano

DG = Daño del grano en porcentaje

Para el porcentaje de pérdida del grano, se transformaron los datos por:

$$Y = \sqrt{x + 1}$$

donde: Y = Valor transformado de la pérdida del grano

X = Pérdida del grano en porcentaje

Para poderlos analizar estadísticamente, las transformaciones se hicieron mediante la utilización del programa Sistema de Análisis Estadístico (SAS), esto, debido a que los datos están basados en conteos y expresados como porcentajes de la muestra total.

7.15.2 Análisis de varianza

A la variable porcentaje de humedad del grano se le realizó análisis de varianza. Este análisis se hizo a los siete días de secado y los siguientes, a intervalos de siete días hasta completar los 49 días de secado. En el análisis de varianza al final del secado (a los 49 días) donde la interacción fue significativa, se realizaron pruebas de contrastes ortogonales.

Apoyándonos en el programa SAS, se realizó la prueba de normalidad de Shapiro y Wilk para corroborar los supuestos de que la muestra del porcentaje de humedad del grano proviene de una población de distribución normal, esto, para asegurar la validez del análisis de varianza.

También a la variable porcentaje de humedad del grano se le hizo análisis de regresión para así disponer de modelos matemáticos que predigan el comportamiento de la humedad a lo largo del período de secado.

A las variables porcentaje de daño y pérdida del grano al final del secado se les hizo análisis de varianza y en donde la interacción fue significativa, se realizaron pruebas de contrastes ortogonales.

Para la variable presencia de aflatoxina al final del secado, su análisis se hizo tomando en cuenta los resultados obtenidos y reportados por el laboratorio del ICAITI.

Para la variable rentabilidad, se hizo un análisis de la misma para cada uno de los tratamientos para un período de cinco años.

8. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados que se presentan a continuación, se obtuvieron en la investigación realizada en la aldea Chiyó del municipio de San Pedro Carchá del departamento de Alta Verapaz del 14 de octubre al 9 de diciembre de 1995 y en donde se evaluó la caseta secadora como alternativa para el secado de maíz en dos épocas de cosecha y teniendo como testigo al tabanuco.

Como primera providencia se reportan los datos climáticos de la zona donde se realizó el experimento, así los valores de la humedad relativa oscilan entre 80% y 92%, la temperatura entre 17° y 21° centígrados y la precipitación pluvial entre 30 mm. y 86 mm. (ver cuadro 15A y figura 7)

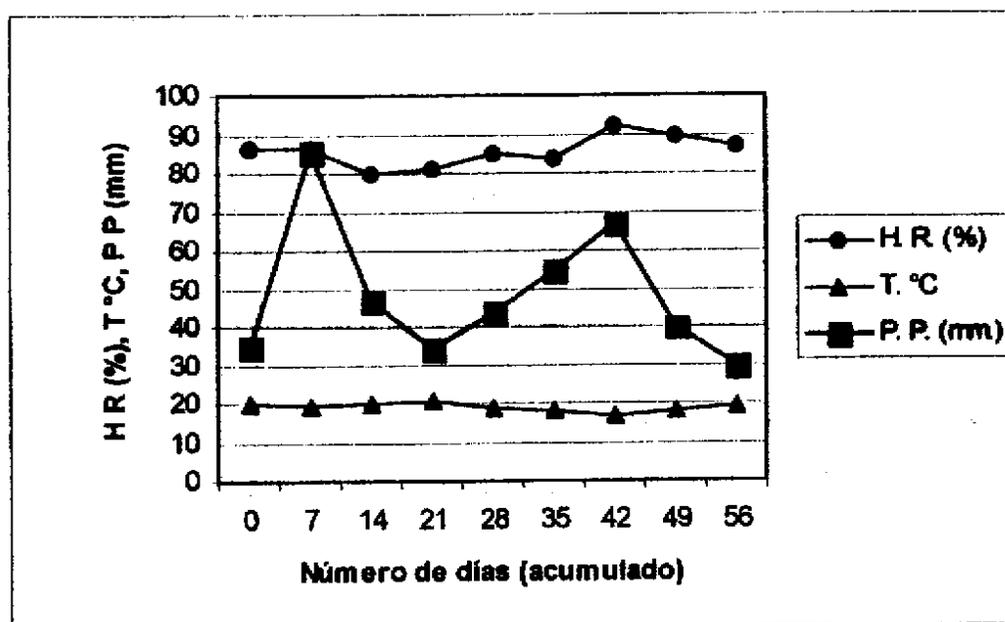


Figura 7. Humedad relativa, temperatura y precipitación pluvial durante el período de secado en la región de la aldea Chiyó, San Pedro Carchá, A.V., 1995.

8.1 Humedad del grano

El maíz cosechado a madurez fisiológica en la primera época y secado en la caseta (tratamiento 1), reportó un promedio de la humedad del grano al inicio (al ingresar a la caseta) de 30.10% y al final o sea a los 49 días de secado de 18.46%, registrándose una diferencia de 11.64%, equivalente a un índice de secado de 0.24% (pérdida de humedad de grano por día). El maíz cosechado a madurez fisiológica en la primera época y secado en el tabanco (tratamiento 2), reportó un promedio de la humedad del grano al inicio (al ingresar al tabanco) de 32.92% y al final de 21.36%, registrándose una diferencia de 11.57% y un índice de secado de 0.24%, lo que nos indica que en estos dos tratamientos se obtuvieron iguales índices de secado. (cuadro 2)

Cuadro 2. Lecturas promedio de la humedad del grano de maíz durante el período de secado en caseta y tabanco, aldea Chlyó, San Pedro Carchá, A.V., 1995.

| | | | | LECTURAS DE HUMEDAD DEL GRANO (%) | | | | | | | | |
|---------------|---------------|------------|-------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------------------|
| | | | | PERIODO DE SECADO (DIAS) | | | | | | | | |
| FECHA COSECHA | EPOCA COSECHA | ESTRUCTURA | TRATAMIENTO | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 | 49 | DIFERENCIA INICIO - FINAL DE HUMEDAD |
| 14/1095 | PRIMERA | CASETA | T1 | 30.10 | 26.34 | 23.70 | 19.86 | 18.89 | 20.92 | 18.89 | 18.46 | 11.64 |
| 14/1095 | PRIMERA | TABANCO | T2 | 32.92 | 27.15 | 30.83 | 28.21 | 24.74 | 22.94 | 20.19 | 21.36 | 11.57 |
| 21/1095 | SEGUNDA | CASETA | T3 | 30.01 | 22.91 | 30.14 | 18.86 | 20.90 | 19.78 | 18.04 | 17.08 | 12.93 |
| 21/1095 | SEGUNDA | TABANCO | T4 | 30.27 | 26.83 | 27.22 | 24.82 | 25.84 | 24.13 | 19.80 | 16.27 | 14.01 |

Referencias:

T1 = 1ª. época de cosecha secada en la caseta. T2 = 1ª. época de cosecha secada en el tabanco.

T3 = 2ª. época de cosecha secada en la caseta. T4 = 2ª. época de cosecha secada en el tabanco.

El maíz cosechado en la segunda época y secado en la caseta (tratamiento 3), reportó un promedio de la humedad del grano al inicio (al ingresar a la caseta) de 30.01% y al final o sea a los 49 días de secado de 17.08%, registrándose una diferencia de 12.93% y un índice de 0.26%. El maíz cosechado en la segunda época y secado en el tabanco (tratamiento 4), reportó un promedio de la humedad del grano al inicio de 30.27% y al final de 16.26%, registrándose una diferencia de 14.01%; este porcentaje relacionado con el número de días de secado nos da un índice de secado de 0.28%, lo que nos indica que en el tratamiento cuatro se obtuvo el mayor

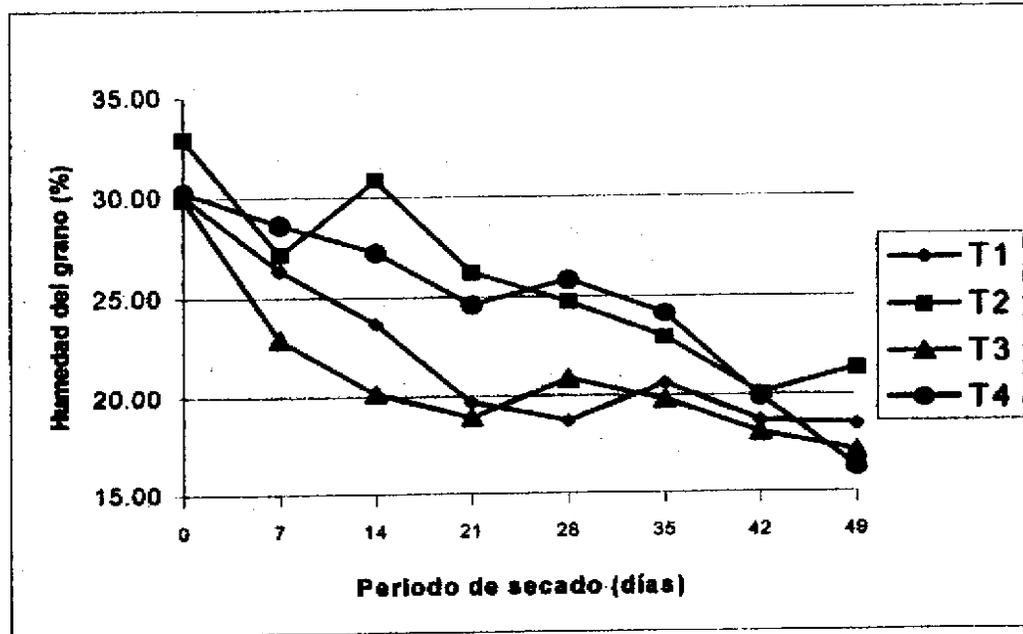
índice de secado por día. En el cuadro 16A., se puede apreciar el mejor forma los valores observados de las lecturas de humedad del grano durante el período de secado.

El índice de secado de 0.49% obtenido en la evaluación de la caseta secadora en el departamento de Chimaltenango (8) en comparación con el obtenido en este estudio, que en promedio fue de 0.25%, podemos decir que esta diferencia se dá por las condiciones climáticas favorables para un buen secado en la región de Chimaltenango y desfavorables en la región del departamento de Alta Verapaz (cuadro 15A). En el mismo sentido con el índice de secado de 0.79% obtenido en Chiquimula (19), en donde las condiciones climáticas son favorables para el secado. Podemos finalmente afirmar, que la caseta secadora resultó ser más eficiente en el secado de maíz que en los sistemas tradicionales de secado, siendo en la región de Alta verapaz donde se dá el menor índice después de 49 días de secado, aunque puede concluirse que para la región de Alta Verapaz en la caseta se obtiene en promedio el mejor índice (0.51%) a los 21 días de secado ya que a partir de dicho período los valores de humedad del grano tienden a equilibrarse con la humedad del medio ambiente (figura 8), por lo que a partir de este período de secado (21 días), lo que procede es desgranar el maíz y continuar su secado mediante otro método para llevarlo a humedad del 14%.

Para corroborar los supuestos de que la muestra del porcentaje de humedad del grano proviene de una población de distribución normal, se realizó la prueba de normalidad de Shapiro y Wilk apoyándonos por el Sistema de Análisis Estadístico (SAS), esto, para asegurar la validez del análisis de varianza y se determinó que no hay evidencia de no normalidad en la muestra: (W: Normal 0.9726 Pr<W 0.8481; 0.965 Pr<W 0.7266; 0.9295 Pr<W 0.2396; 0.9260 Pr<W 0.2111; 0.9264 Pr<W 0.2145; 0.9279 Pr<W 0.2033 y 0.9556 Pr<W 0.6143, para el análisis de varianza de la humedad a los 7, 14, 21, 28, 35, 42 y 49 días de secado), aceptándose la hipótesis: Ho: Y es una muestra aleatoria normal.

Es importante también mencionar que se hicieron análisis de varianza (17A, 18A, 19A, 20A, 21A y 22A) para cada una de las lecturas de humedad del grano realizadas a intervalos de siete días y en las mismas, en general, se observó una mayor eficiencia de la caseta hasta los 42 días de secado.

Para visualizar las diferencias en las fluctuaciones de la humedad del grano en cada una de las lecturas por tratamiento, se graficaron las medias de los valores observados de humedad con respecto al periodo de secado (figura 8) y en forma general puede decirse que en las primeras tres semanas de secado en la caseta se da una reducción inicial rápida y constante de la humedad del grano en comparación al tabanco en donde, la reducción es más lenta.



Referencias:
 T1= 1ª. época de cosecha secada en la caseta. T2=1ª. época de cosecha secada en el tabanco.
 T3= 2ª. época de cosecha secada en la caseta T4=2ª. época de cosecha secada en el tabanco.

Figura 8. Curvas de humedad del grano de maíz secado en caseta y tabanco, aldea Chiyó, San Pedro Carchá, A.V., 1995.

Para determinar si son significativas las diferencias de la humedad del grano al final del secado o sea a los 49 días de secado, se realizó el análisis de varianza (cuadro 3) y en donde se puede observar que las diferencias de los efectos de la época de cosecha y la interacción época de cosecha X estructura son altamente significativas, mientras que la diferencia del efecto de la estructura no es significativa.

Cuadro 3. Análisis de varianza de la humedad del grano al final del secado.

| Fuente de variación | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | Pr > F | R ² | C.V. | Media |
|-------------------------------|------|---------|---------|-------|------------|----------------|------|-------|
| Epoca | 1 | 41.8933 | 41.8933 | 32.70 | 0.0001** | 0.7959 | 6.19 | 18.29 |
| Estructura | 1 | 4.3180 | 4.3180 | 3.37 | 0.0913n.s. | | | |
| Epoca X estructura | 1 | 13.7456 | 13.7456 | 10.73 | 0.0066** | | | |
| Contrastes ortogonales | | | | | | | | |
| Cas. vs.Tab. 1ª. Ep. | 1 | 16.7331 | 16.7331 | 13.06 | 0.0038** | | | |
| Cas. vs.Tab. 2ª. Ep. | 1 | 1.3285 | 1.3285 | 1.04 | 0.3286n.s. | | | |
| Cas. 1ª. Ep. vs. Cas. 2ª. Ep. | 1 | 3.8226 | 3.8226 | 2.98 | 0.1097n.s. | | | |
| Cas. 1ª. Ep. vs. Tab. 2ª. Ep. | 1 | 9.6580 | 9.6580 | 7.54 | 0.0177 * | | | |
| Error | 12 | 16.3715 | 1.2810 | | | | | |
| Total corregido | 15 | 75.3263 | | | | | | |

Para determinar la significancia de las diferencias de los efectos de las épocas de cosecha y las estructuras de secado, se hicieron pruebas de contrastes ortogonales en donde se puede observar (cuadro 3), que es altamente significativa la diferencia de las medias del contraste caseta secadora versus tabanco en la primera época de cosecha, no significativas el contraste caseta secadora versus tabanco en la segunda época y el contraste caseta secadora primera época versus caseta secadora segunda época y significativa el contraste caseta secadora primera época de cosecha versus tabanco segunda época de cosecha. Como puede observarse (figura 9), en la primera época de cosecha, en la caseta secadora se da una mayor reducción de la humedad del grano (18.46%) en relación al tabanco (21.36%), lo que nos indica que la cosecha de maíz de la primera época es estadísticamente diferente y resulta mejor el secamiento en la caseta que en el tabanco; la cosecha de la segunda época es indiferente secarla en cualquiera de las estructuras ya que las diferencias de humedad del grano en la caseta (16.27%) y el tabanco (17.08%) estadísticamente no son significativas. Además, es indiferente cosechar en la primera o

en la segunda época cuando se seca en la caseta ya que las diferencias de humedad del grano al final (18.46% y 17.08%) estadísticamente no son significativas y la diferencia de humedad del grano cosechada en la segunda época y secada en el tabanco (16.27%) es estadísticamente significativa en relación a la humedad del grano de la primera época de cosecha y secada en la caseta (18.46%); por lo que puede decirse que el secado en el tabanco en la segunda época de cosecha es mejor mientras que estadísticamente es indiferente secar la cosecha de la segunda época en la caseta o en el tabanco. (ver cuadro 23A)

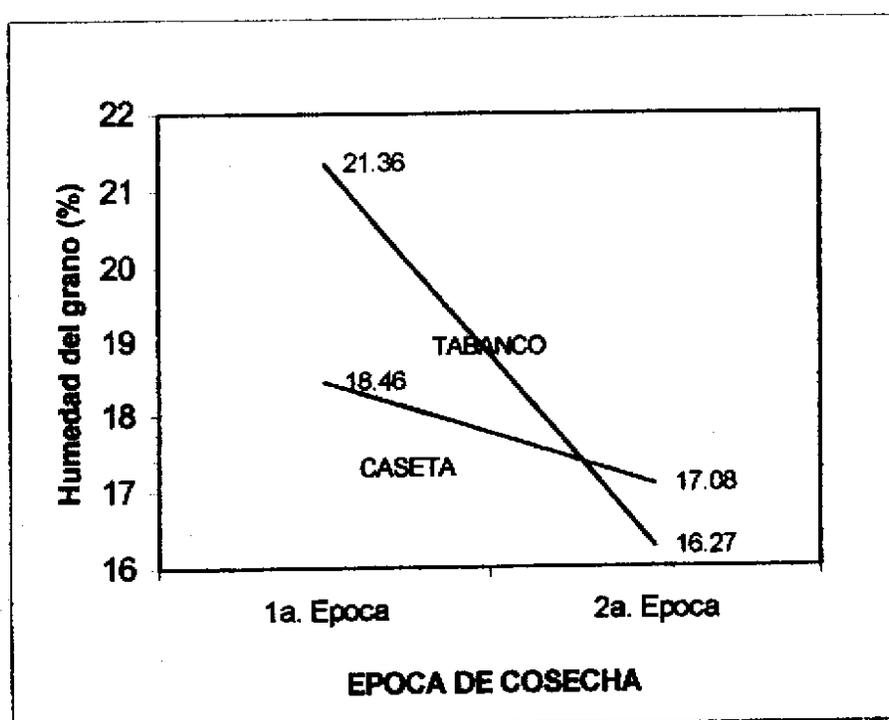


Figura 9. Efecto de la interacción época de cosecha X estructura sobre la humedad del grano a los 49 días de secado.

Con respecto a las condiciones ambientales del lugar donde se realizó el experimento (figura 7), es importante mencionar que la humedad relativa del ambiente tiende a incrementarse a partir de la mitad del período de secado, mientras que la temperatura tiende a disminuir y la

precipitación pluvial tiende a incrementarse, lo que se traduce en una menor reducción de la humedad del grano en la caseta y en donde se puede notar la tendencia a equilibrarse con respecto a la humedad relativa del ambiente. En el tabanco el efecto de las condiciones ambientales es mínimo por lo que es de esperarse que la humedad del grano dentro de la misma al final del secado sea menor. Al hacer el análisis de varianza (cuadro 3), se determinó que el mejor secado se dió en la caseta y en el tabanco en la segunda época de cosecha y se determinó que es indiferente cosechar en la primera o en la segunda época y secar en la caseta ya que no existió diferencia significativa entre las humedades del grano.

Para poder estimar un modelo matemático que exprese la relación entre el porcentaje de la humedad del grano y el período de secado (días) en cada uno de los tratamientos y para saber con qué precisión se puede predecir el valor de una variable si conocemos los valores de las variables asociadas, se procedió a realizar análisis de regresión y con ello se trató de identificar la curva de regresión de mejor ajuste razonable a los datos observados.

Después de realizar los análisis de varianza para evaluar los modelos de regresión lineal, inversa, cuadrática y logarítmica, se determinó que el modelo de regresión logarítmica es el que mejor se ajusta para los datos observados en la caseta secadora y el modelo de regresión lineal simple para los datos observados en el tabanco.

En el cuadro 4, el análisis de varianza para la regresión logarítmica entre la humedad del grano (%) y el período de secado (días) para la caseta secadora en la primera cosecha, nos indica que el modelo de regresión logarítmica es altamente significativo.

Cuadro 4. Análisis de varianza para la regresión logarítmica entre humedad del grano (%) y el período de secado (días) para la caseta secadora en la primera época de cosecha.

| Fuente de variación | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | Pr > F | R ² | C.V. | Media |
|---------------------|------|--------|--------|--------|----------|----------------|------|--------|
| Regresión | 1 | 0.8196 | 0.8196 | 118.75 | 0.0001** | 0.7980 | 2.70 | 3.0758 |
| Error | 30 | 0.2071 | 0.0007 | | | | | |
| Total corregido | 31 | 1.0267 | | | | | | |

| Parámetro | Estimado | T para Ho: Parámetro = 0 | Pr > T | Error estándar del estimado |
|-----------------------|----------|-----------------------------|----------|--------------------------------|
| Intercepto | 3.4503 | 92.28 | 0.0001** | ± 0.0374 |
| Logaritmo del período | - 0.1332 | - 10.90 | 0.0001** | ± 0.0122 |

Como puede observarse (figura 10), durante las primeras tres semanas de secado se da una reducción inicial rápida y constante de la humedad del grano en la caseta secadora. Sin embargo, la humedad tiende a bajar en las siguientes semanas pero con tendencia a estabilizarse en forma gradual, hasta llegar a un equilibrio con la humedad relativa del ambiente.

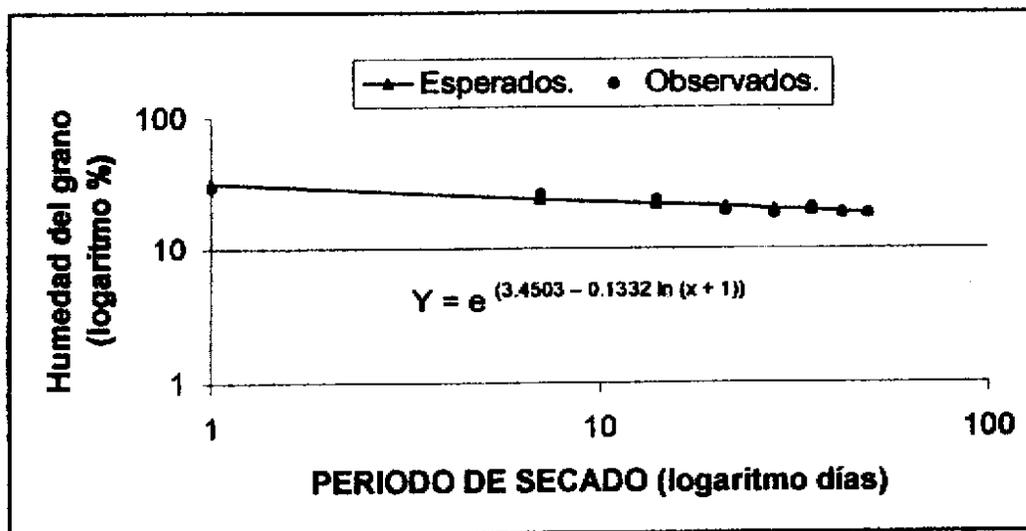


Figura 10. Modelo de regresión logarítmica de la humedad del grano respecto al período de secado para la caseta en la primera época de cosecha.

Similarmente, en el análisis de varianza para la regresión logarítmica entre humedad del grano (%) y el período de secado (días) para la caseta secadora en la segunda cosecha, nos indica que el modelo de regresión logarítmica es altamente significativo. (cuadro 5)

Cuadro 5. Análisis de varianza para la regresión logarítmica entre humedad del grano (%) y el periodo de secado (días) para la caseta secadora en la segunda época de cosecha.

| Fuente de variación | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | Pr > F | R ² | C.V. | Media |
|---------------------|------|--------|--------|--------|----------|----------------|--------|--------|
| Regresión | 1 | 0.7713 | 0.7713 | 151.93 | 0.0001** | 0.8351 | 2.3524 | 3.0288 |
| Error | 30 | 0.1523 | 0.0051 | | | | | |
| Total corregido | 31 | 0.9236 | | | | | | |

| Parámetro | Estimado | T para Ho: Parámetro = 0 | Pr > T | Error estándar del estimado |
|-----------------------|----------|-----------------------------|----------|--------------------------------|
| Intercepto | 3.3923 | 105.79 | 0.0001** | ± 0.0321 |
| Logaritmo del período | -0.1292 | -12.33 | 0.0001** | ± 0.0105 |

Como puede observarse (figura 11) durante las primeras tres semanas de secado se da una reducción inicial rápida y constante de la humedad del grano en la caseta secadora. Sin embargo, la humedad promedio tiende a bajar en las siguientes semanas pero con tendencia a estabilizarse en forma gradual, hasta llegar a un equilibrio con la humedad relativa del ambiente.

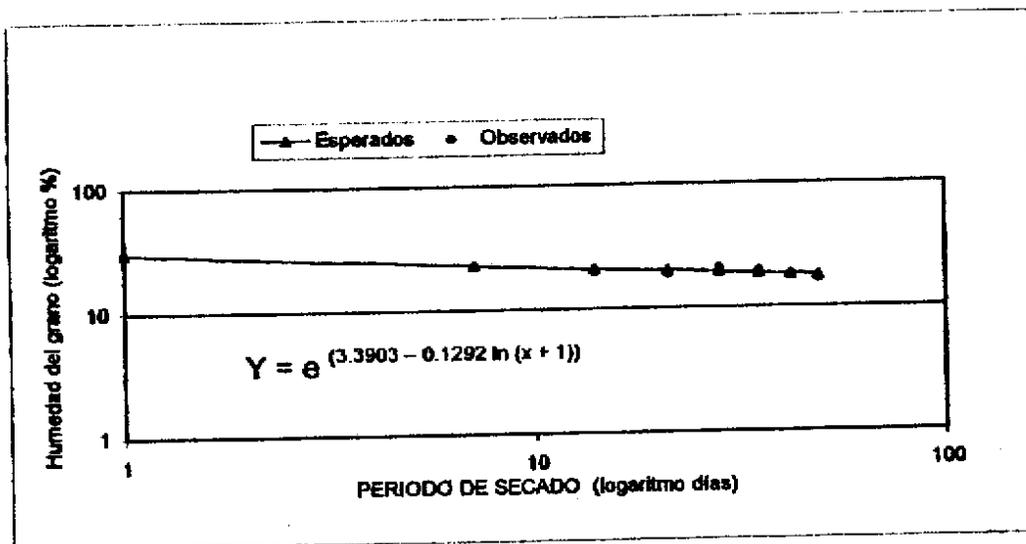


Figura 11. Modelo de regresión logarítmica de la humedad del grano respecto al periodo de secado para la caseta en la segunda época de cosecha.

En el cuadro 6, el análisis de varianza para la regresión lineal simple entre humedad del grano (%) y periodo de secado (días) para tabanuco en la primera cosecha nos indica que el modelo de regresión lineal es altamente significativo.

Cuadro 6. Análisis de varianza para regresión lineal simple entre humedad del grano (%) y el período de secado (días) para el tabanuco en la primera época de cosecha.

| Fuente de variación | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | Pr > F | R ² | C.V. | Media |
|---------------------|------|----------|----------|-------|----------|----------------|------|---------|
| Regresión | 1 | 476.2319 | 476.2319 | 73.75 | 0.0001** | 0.7108 | 9.86 | 25.7816 |
| Error | 30 | 193.7220 | 6.4574 | | | | | |
| Total corregido | 31 | 669.9538 | | | | | | |

| Parámetro | Estimado | T para Ho: Parámetro = 0 | Pr > T | Error estándar del estimado |
|------------|----------|-----------------------------|----------|--------------------------------|
| Intercepto | 31.6744 | 38.62 | 0.0001** | ± 0.8201 |
| Período | - 0.2405 | - 8.59 | 0.0001** | ± 0.0280 |

La reducción de la humedad del grano en el tabanuco durante la primera época se da en forma lineal negativa, es decir, que conforme se prolonga el período de secado también la humedad del grano continúa reduciéndose (figura 12).

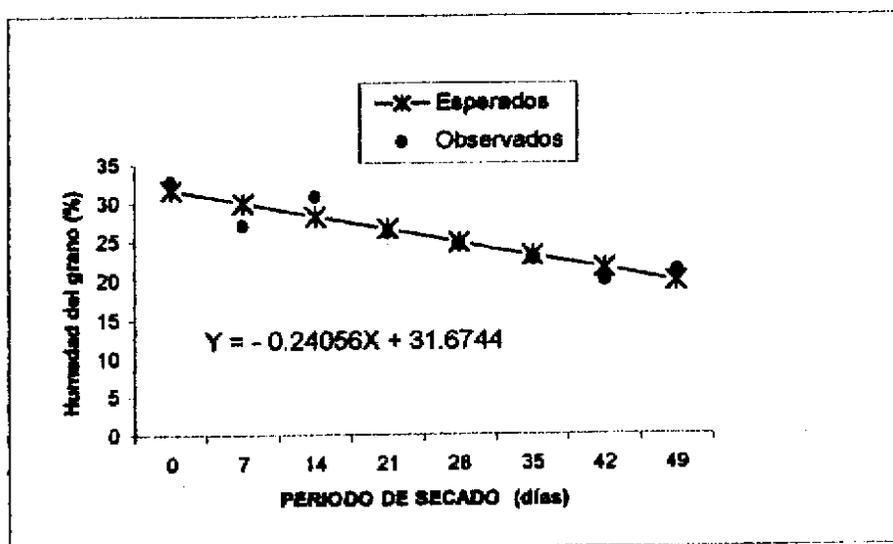


Figura 12. Modelo de regresión lineal de la humedad del grano respecto al período de secado para el tabanuco en la primera época de cosecha.

En el análisis de varianza para la regresión lineal simple entre la humedad del grano (%) y el período de secado (días) para tabanuco en la segunda cosecha nos indica que el modelo de regresión lineal es altamente significativo (cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis de varianza para regresión lineal simple entre humedad del grano (%) y el periodo de secado (días) para el tabanuco en la segunda época de cosecha.

| Fuente de variación | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | Pr > F | R ² | C.V. | Media |
|---------------------|------|----------|----------|--------|----------|----------------|------|---------|
| Regresión | 1 | 533.9301 | 533.9301 | 100.40 | 0.0001** | 0.7699 | 9.37 | 24.6094 |
| Error | 30 | 159.5367 | 5.3179 | | | | | |
| Total corregido | 31 | 693.4668 | | | | | | |

| Parámetro | Estimado | T para Ho: Parámetro = 0 | Pr > T | Error estándar del estimado |
|------------|----------|-----------------------------|----------|--------------------------------|
| Intercepto | 30.8490 | 41.45 | 0.0001** | ± 0.7443 |
| Periodo | -0.2547 | -10.02 | 0.0001** | ± 0.0254 |

Como puede observarse (figura 13), el comportamiento de la humedad del grano secado en el tabanuco en la segunda época, se da en forma lineal negativa, manteniendo similar comportamiento como en la primera época.

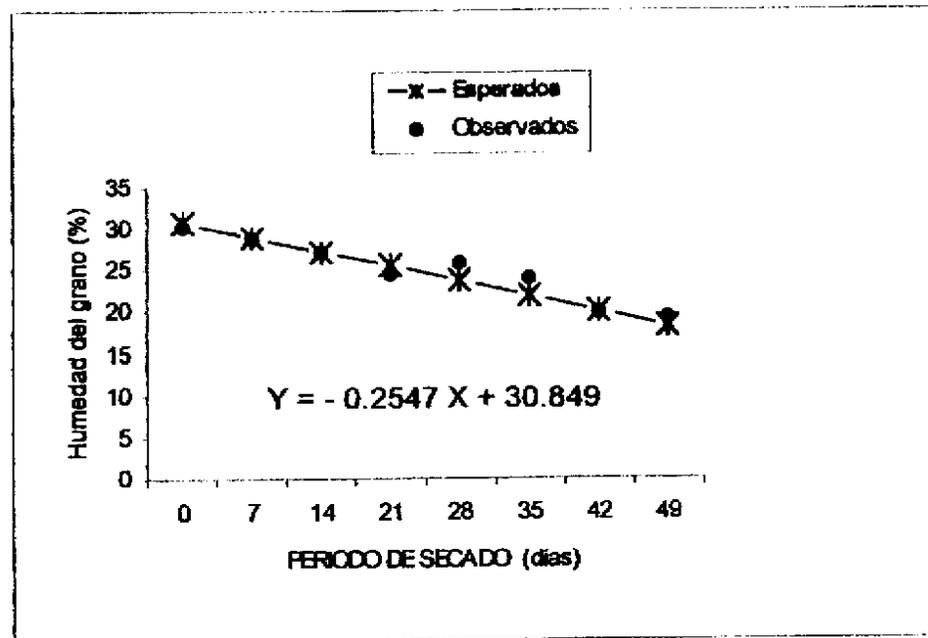


Figura 13. Modelo de regresión lineal de la humedad del grano respecto al periodo de secado para el tabanuco en la segunda época de cosecha.

8.2 Daño del grano

Los resultados del porcentaje de daño del grano fueron obtenidos después de realizar los muestreos al principio y al final del secado en cada uno de los cuatro tratamientos evaluados.

Como puede observarse (cuadro 8), los porcentajes de daño del grano al inicio de los tratamientos primera y segunda época de cosecha secada en la caseta 1.40% y 3.02% respectivamente, son menores a los observados en los tratamientos primera y segunda época de cosecha secada en el tabanco 3.10% y 8.12% respectivamente, esto, es debido a que la toma de muestras de grano para su análisis se realizó cuando las mazorcas ya se encontraban en el interior de la caseta y en donde previamente se hizo la selección de las mazorcas a fin de ingresar únicamente las que presentaron los menores daños de grano, mientras que las mazorcas ingresadas al tabanco no fueron seleccionadas. Esta misma relación también se observó al final del secado; por lo que se puede concluir que la caseta durante el período de secado evaluado demostró ser más eficiente, ya que el daño del grano al final del secado es menor.

Cuadro 8. Promedios de los valores observados del daño del grano por tratamiento al inicio y final del secado.

| Fecha de la cosecha | Epoca de cosecha | Estructura | Tratamiento | Daño del grano | |
|---------------------|------------------|------------|-------------|----------------|----------|
| | | | | Inicio(%) | Final(%) |
| 14/10/95 | Primera | Caseta | T1 | 1.40 | 2.18 |
| 14/10/95 | Primera | Tabanco | T2 | 3.10 | 12.05 |
| 21/10/95 | Segunda | Caseta | T3 | 3.02 | 7.80 |
| 21/10/95 | Segunda | Tabanco | T4 | 8.12 | 14.40 |

Referencias:

- T1 = 1ª. época de cosecha secada en la caseta.
- T2 = 1ª. época de cosecha secada en el tabanco.
- T3 = 2ª. época de cosecha secada en la caseta.
- T4 = 2ª. época de cosecha secada en el tabanco.

Como puede notarse (figura 14), en la cosecha de maíz de la primera época y secada en la caseta (tratamiento 1), el promedio del porcentaje de daño del grano al ingresar a la caseta

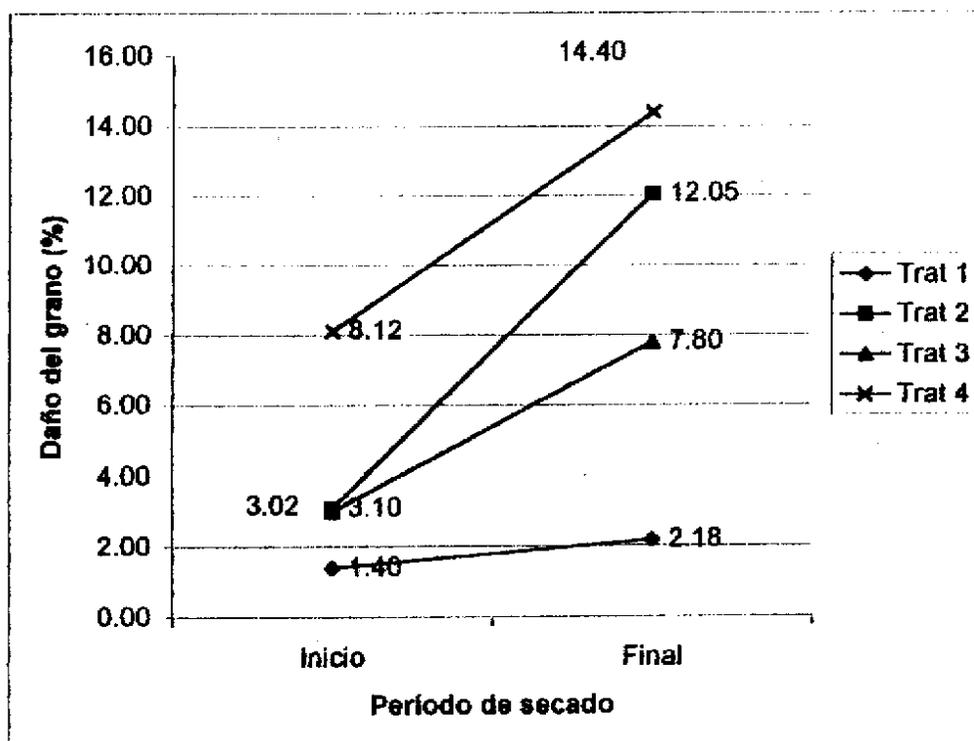
(inicio del secado) fue de 1.40% y al final presentó un promedio de 2.18%, incrementándose en 0.78%. Estos mismos valores para el secamiento en el tabanco (tratamiento 2) fueron de 3.10% y 12.05%, incrementándose en 8.95% el daño del grano entre el inicio y final del secado. (ver cuadro 24A)

En la cosecha de maíz de la segunda época y secada en la caseta (tratamiento 3), el promedio del porcentaje de daño del grano al ingresar a la caseta (inicio del secado) fue de 3.02% y al final del proceso presentó un promedio de 7.80%, incrementándose en 4.78% el daño del grano entre el inicio y final del secado. Estos mismos valores para el secado en el tabanco (tratamiento 4) fueron de 8.12% y 14.40%, incrementándose en 6.28% el daño del grano entre el inicio y final del secado y en donde claramente podemos observar que el daño del grano en la caseta es menor que en el tabanco. Para mayor información de los valores observados del daño del grano (ver cuadro 24A).

Entre los agentes causantes del daño del grano, se mencionan en orden de su importancia: hongos, insectos, otros más hongos, otros, insectos más hongos, germinación más hongos, germinación y roedores. (ver cuadro 25A)

Los insectos más frecuentemente observados en la caseta y el tabanco en su orden de importancia, se mencionan: Sitophilos sp., Sitotroga sp., Ephestia sp., Prostephanus truncatus y Tribolium sp.

Con respecto al color del grano, se observó cierta variación en el mismo cuando se secó en el tabanco, no así cuando se secó en la caseta; esta variación posiblemente fue debida a la acción del humo sobre la tusa y ésta, sobre el grano. (ver figura 20A)



Referencias:

T1 = 1ª. época de cosecha secada en la caseta. T2 = 1ª. época de cosecha secada en el tabanco.
 T3 = 2ª. época de cosecha secada en la caseta. T4 = 2ª. época de cosecha secada en el tabanco.

Figura 14. Daño del grano al inicio y final del secado en los cuatro tratamientos evaluados.

Para confirmar lo anteriormente dicho con respecto a la eficiencia de la caseta secadora para disminuir el daño del grano, se procedió a conocer mediante el análisis de varianza la significancia estadística de las diferencias entre las medias de los efectos de la época de cosecha y la estructura de secado sobre el porcentaje de daño del grano al final del secado.

En el análisis de varianza para la variable daño del grano al final del secado (cuadro 9), es decir, después de 49 días de secado, se puede observar que son significativas las diferencias de las medias de los efectos de la época y de la interacción época de cosecha X estructura mientras que las diferencias de las medias de los efectos de la estructura son altamente significativas.

Cuadro 9. Análisis de varianza para el daño del grano al final del secado. Datos transformados por: $Y = \log(DG + 1)$.

| Fuente de variación | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | Pr > F | R ² | C.V. | Media |
|---|------|--------|--------|-------|----------|----------------|-------|--------|
| Epoca | 1 | 0.2017 | 0.2017 | 5.27 | 0.0405* | 0.7000 | 21.59 | 0.9061 |
| Estructura | 1 | 0.6367 | 0.6367 | 16.63 | 0.0015** | | | |
| Epoca X estructura | 1 | 0.2283 | 0.2283 | 5.96 | 0.0311* | | | |
| Contrastes ortogonales | | | | | | | | |
| Cas. 1 ^a . vrs.Tab. 1 ^a . Ep. | 1 | 0.8137 | 0.8137 | 21.25 | 0.0006** | | | |
| Cas. 1 ^a . vrs.Cas. 2 ^a . Ep. | 1 | 0.4296 | 0.4296 | 11.22 | 0.0058** | | | |
| Error | 12 | 0.4595 | 0.0383 | | | | | |
| Total corregido | 15 | 1.5261 | | | | | | |

Para determinar la significancia de las diferencias de los efectos de las épocas de cosecha y las estructuras de secado sobre el daño del grano, se hicieron pruebas de contrastes ortogonales y en donde se puede observar (cuadro 9), que son altamente significativas las diferencias de las medias de los contrastes caseta secadora primera época de cosecha (T1) versus tabanco primera época de cosecha (T2) y caseta secadora primera época de cosecha (T1) versus tabanco segunda época de cosecha (T4); indicándonos, que en el tratamiento primera época de cosecha secada en la caseta el porcentaje de daño es significativamente menor (2.18%) con respecto al tratamiento primera época de cosecha secada en el tabanco (12.05%), es decir, el secado en la caseta en la primera época de cosecha (T1) es mejor que los otros tratamientos evaluados (T2,T3,T4). (cuadro 26A y figuras 15 y 20A)

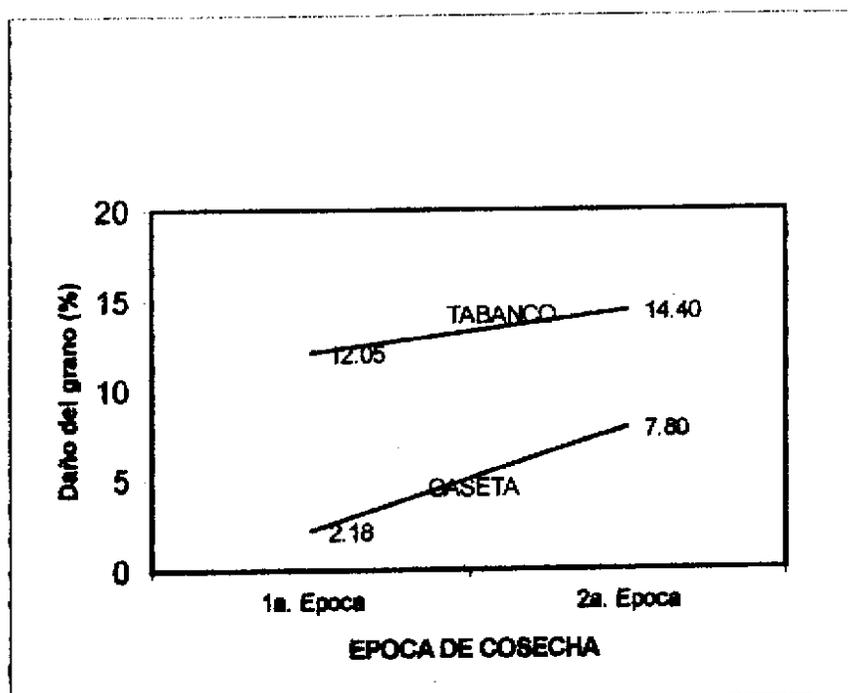


Figura 15. Efecto de la interacción época de cosecha X estructura sobre el daño del grano al final del secado.

Comparando los resultados de daño del grano en la caseta y el testigo obtenidos en la región de Alta Verapaz con los obtenidos en la región de Chimaltenango (8) y Chiquimula (19), podemos darnos cuenta que los mismos son similares ya que en Chimaltenango el daño en la caseta y en el testigo fue de 0.78% y 14.85%, en Chiquimula fue de 1.92% y 9.64% y en la región de Alta Verapaz fue de 2.18% en la primera época y de 7.80% en la segunda época de cosecha, mientras que en el tabanuco (testigo) fue de 12.05% en la primera época y de 14.40% en la segunda época de cosecha; por lo que se puede afirmar que la caseta es más eficiente ya que el daño del grano al final del secado es menor.

8.3 Pérdida del grano

Los datos del porcentaje de pérdida del grano del primer muestreo fueron obtenidos al momento de la cosecha, es decir, al inicio del secado; posteriormente se volvieron a realizar estos muestreos únicamente al final, es decir, después de 49 días del secado.

Como puede observarse (cuadro 10, cuadro 24A y figura 16), los porcentajes de pérdida de grano al inicio del secado de los tratamientos primera época de cosecha secada en la caseta (T1) y segunda época de cosecha secada en la caseta (T3), son menores (0.29% y 1.17%) a los observados al inicio del secado (1.42% y 2.83%) en los tratamientos primera época de cosecha secada en el tabanco (T2) y segunda época de cosecha secada en el tabanco (T4); estas diferencias son debidas a la selección de mazorcas previo al muestreo de granos en la caseta mientras que en el tabanco esta práctica no se realiza.

Cuadro 10. Promedios de los valores observados de la pérdida del grano por tratamiento al inicio y final del secado.

| Fecha de la cosecha | Epoca de cosecha | Estructura | Tratamiento | Pérdida del Grano (%) | |
|---------------------|------------------|------------|-------------|-----------------------|-------|
| | | | | Inicio | Final |
| 14/10/95 | Primera | Caseta | T1 | 0.29 | 0.92 |
| 14/10/95 | Primera | Tabanco | T2 | 1.42 | 2.63 |
| 21/10/95 | Segunda | Caseta | T3 | 1.17 | 1.60 |
| 21/10/95 | Segunda | Tabanco | T4 | 2.83 | 2.50 |

Referencias:

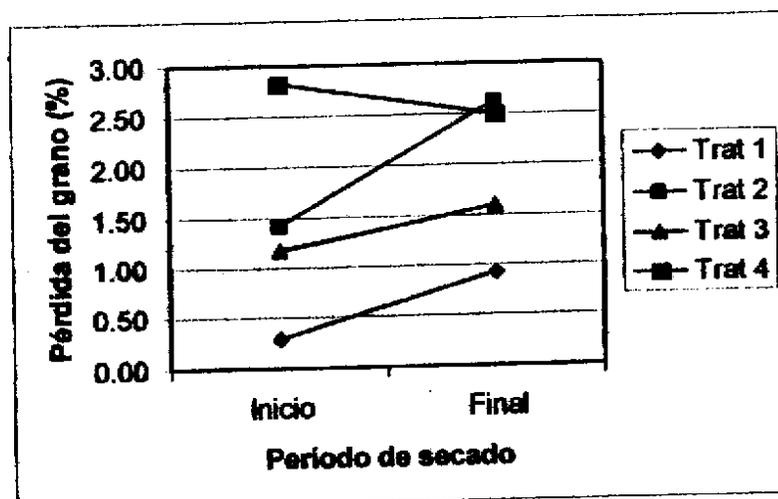
- T1 = 1ª. época de cosecha secada en la caseta.
- T2 = 1ª. época de cosecha secada en el tabanco.
- T3 = 2ª. época de cosecha secada en la caseta.
- T4 = 2ª. época de cosecha secada en el tabanco.

Como puede notarse (figura 16), en la primera cosecha de maíz secada en la caseta (tratamiento 1) el promedio del porcentaje de pérdida del grano al inicio fue de 0.29% y al final fue de 0.92%, incrementándose en 0.63% y en la segunda época de cosecha secada en la caseta

(tratamiento 3) al inicio fue de 1.17% y 1.60% al final reduciéndose en 0.33% entre el inicio y final del secado; estos fueron los valores mas bajos observados en todos los tratamientos evaluados.

En la primera época de cosecha de maíz secada en el tabanco (tratamiento 2), el porcentaje de la pérdida del grano al inicio del secado fue de 1.42% y al final de 2.83%, incrementándose en 1.41% y en la segunda época de cosecha secada en el tabanco (tratamiento 4) al inicio del secado fue de 2.83% y final de 2.50% reduciéndose en 0.33%. (ver cuadro 24A)

Después del análisis de estos valores de pérdida del grano, la caseta secadora resulta ser más eficiente ya que los porcentajes de pérdida son menores en relación a los que se observan en el tabanco.



Referencias:
 T1 = 1ª. época de cosecha secada en la caseta. T2=1ª. época de cosecha secada en el tabanco.
 T3 =2ª. época de cosecha secada en la caseta. T4=2ª. época de cosecha secada en el tabanco.

Figura 16. Pérdida del grano al inicio y al final del secado en los cuatro tratamientos evaluados.

Para confirmar la mayor eficiencia de la caseta secadora en cuanto a reducir el porcentaje de pérdida de grano, se procedió a conocer la significancia estadística de las diferencias entre las medias de los efectos de la época de cosecha y la estructura de secado sobre el porcentaje de pérdida del grano para un período de 49 días de secado mediante el

análisis de varianza para los datos del porcentaje de pérdida del grano al final del secado (cuadro 11).

En el análisis de varianza para la variable pérdida del grano al final del secado, es decir, después de 49 días de secado, se puede observar que el efecto de la estructura es significativo, lo que implica que el porcentaje de pérdida fue menor en la caseta que en el tabanco debido a su eficiencia (figura 17) y no es significativo el efecto de la época de cosecha y la interacción época de cosecha X estructura.

Cuadro 11. Análisis de varianza para la pérdida del grano al final del secado. Datos transformados por: $Y = \sqrt{x+1}$.

| Fuente de variación | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | Pr > F | R ² | C.V. | Media |
|---------------------|------|--------|--------|------|------------|----------------|-------|--------|
| Epoca | 1 | 0.0396 | 0.0396 | 0.49 | 0.4958n.s. | 0.4258 | 16.90 | 1.6758 |
| Estructura | 1 | 0.6181 | 0.6181 | 7.71 | 0.0168* | | | |
| Epoca X estructura | 1 | 0.0561 | 0.0561 | 0.70 | 0.4192n.s. | | | |
| Error | 12 | 0.9625 | 0.0802 | | | | | |
| Total corregido | 15 | 1.6762 | | | | | | |

Como puede observarse (figura 17), el efecto de la estructura en el porcentaje de pérdida del grano después de 49 días de secado es de que en la caseta secadora el porcentaje de pérdida es menor (1.27%) en relación a la pérdida que se da en el tabanco (2.56%), es decir, que la caseta es estadísticamente mejor comparada con el tabanco. (cuadro 27A)

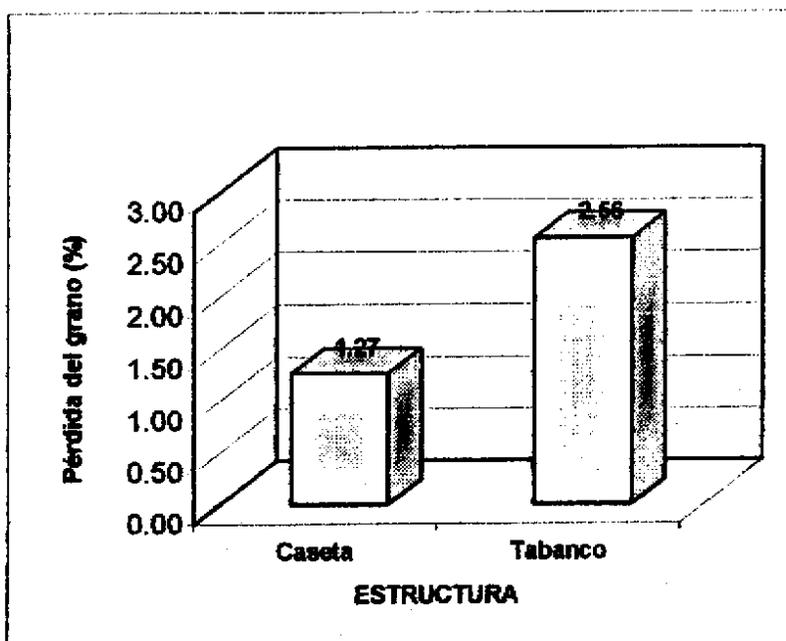


Figura 17. Efecto de la estructura sobre la pérdida del grano al final del secado.

Al no existir diferencia significativa para la época de cosecha, el análisis de varianza nos indica que con respecto a la pérdida del grano, es igual al cosechar en la primera o en la segunda época de cosecha.

Comparando los resultados de las pérdidas de este estudio (en la caseta secadora 1.27% y en testigo 2.56%), con los obtenidos en la región de Chimaltenango (8) de 0.24% en la caseta y 16.69% en el testigo; en la región de Chiquimula (19) de 0.97% en la caseta y 4.68% en el testigo, podemos comprobar, que la caseta resulta ser más eficiente en cuanto a la menor pérdida del grano en estos lugares evaluados.

8.4 Presencia de aflatoxinas

Los resultados obtenidos en el laboratorio del Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial-ICAITI-, con respecto al análisis de las muestras de granos de maíz de los cuatro tratamientos, para la detección de aflatoxinas por el método de Cromatografía en Capa Fina al final del secado, tanto en la caseta como en el tabanco, se aprecian en el cuadro 12.

Cuadro 12. Resultados del análisis químico para detectar aflatoxinas en muestras de maíz de la aldea Chiyó, San Pedro Carchá, A.V., 1995.

| Tratamiento | Estructura | Aflatoxinas | Presencia |
|-------------|------------|----------------|---------------|
| 1 | Caseta | B1, B2, G1, G2 | No detectadas |
| 2 | Tabanco | B1, B2, G1, G2 | No detectadas |
| 3 | Caseta | B1, B2, G1, G2 | No detectadas |
| 4 | Tabanco | B1, B2, G1, G2 | No detectadas |

NOTA: 1. 20 microgramos por kilogramo es la sensibilidad del método analítico para calificar la muestra como contaminada.
2. El límite de sensibilidad del método es de 0.05 microgramos/kg.

En ninguno de los cuatro tratamientos se determinó la presencia de aflatoxinas en las muestras de maíz, las cuales fueron extraídas al final del secado; la actividad de muestreo se realizó en este período porque generalmente la mayoría de pequeños productores inicia su comercialización y consumo después de haber secado el grano.

La no presencia de aflatoxinas en las muestras de granos de maíz extraídas de las mazorcas secadas en la caseta y en el tabanco posiblemente sea debida a la falta de uniformidad en su distribución en los granos en mazorca, mencionado por Mora (25) y Gutiérrez (14) producto de sus investigaciones sobre la presencia de aflatoxinas en granos de maíz tanto en el campo como en el almacén y otra causa podría ser que las condiciones climáticas no le sean favorables.

8.5 Análisis de rentabilidad

Considerando los resultados de las variables porcentaje de daño y porcentaje de pérdida de grano y el costo del cultivo para 0.70 hectáreas, se hizo un análisis económico para establecer la rentabilidad de cada uno de los tratamientos evaluados tanto en la caseta como en el tabanuco. Se consideró el costo de la caseta durante el primer año y se consideró el diez por ciento del costo de la misma para el segundo año y así sucesivamente hasta llegar al quinto año, mientras que para el tabanuco se consideró únicamente el costo de la misma durante el primer año.

En esta investigación se tienen cuatro tratamientos con cuatro repeticiones por tratamiento, para hacer un total de 16 unidades experimentales, las cuales totalizan 0.70 hectáreas de área total de siembra. (cuadro 13)

Cuadro 13. Costo estimado de producción de 0.70 hectáreas del cultivo de maíz, aldea Chiyó, San Pedro Carchá, A.V., 1995. -Cultivo manual -. En quetzales.

| Concepto | Unidad de medida | Cantidad | Precio unitario | Total |
|---|------------------|----------|-----------------|----------------|
| I Costo Directo | | | | 976.00 |
| 1. Renta de la tierra | | | | 160.00 |
| 2. Mano de obra | | | | 540.00 |
| a. Preparar tierra | jornal | 4 | 20.00 | 80.00 |
| b. Siembra | jornal | 4 | 20.00 | 80.00 |
| c. Limpias | jornal | 8 | 20.00 | 160.00 |
| d. Fertilización | jornal | 4 | 20.00 | 80.00 |
| e. Cosecha | jornal | 7 | 20.00 | 140.00 |
| 3. Insumos | | | | 276.00 |
| a. Semilla | libra | 60 | 0.60 | 36.00 |
| b. Fertilizante | quintal | 4 | 60.00 | 240.00 |
| II Costo Indirecto | | | | 9.76 |
| 1. Administración (1% s/cd) | | | | 9.76 |
| III Costo Total | | | | 985.76 |
| (para una producción de 24qq/mz.) | | | | 50.00 |
| IV Costo Unitario | | | | 1200.00 |
| V Ingreso venta producto (Q50.00/qq) | | | | 214.24 |
| VII Ingreso Neto | | | | 21.73 |
| VIII Rentabilidad (%) | | | | |

Después de estimar el costo de producción por 0.70 Has. del cultivo de maíz, entre los datos que se tomaron en cuenta para el análisis de rentabilidad para el período 1995-1999, fueron los porcentajes de pérdida del grano al final del secado de cada uno de los tratamientos: T1 = 0.92%; T2 = 2.63%; T3 = 1.60% y T4 = 2.50%; estos porcentajes de pérdida se refieren cuando el grano de maíz ya no es apto para consumo humano ni animal; esta pérdida se deduce de la producción total y no representa ningún ingreso al agricultor, mientras que los porcentajes de daño del grano de maíz al final del secado: T1 = 2.18%; T2 = 12.05%; T3 = 7.80% y T4 = 14.40%, se refieren al grano de maíz cuando aún es apto para la alimentación humana o animal aunque su calidad comercial no sea buena y se consideraron dentro de los ingresos del agricultor; esta pérdida se deduce de la producción total y se le dió un valor menor en relación al valor comercial del grano en buenas condiciones. En relación al costo del cultivo y los precios por quintal de maíz se consideró la inflación acumulada anual y los precios observados (julio - septiembre) en cada año analizado respectivamente. (cuadros 28A, 29A, 30A, 31A y 32A).

En el cuadro 14, se puede observar el resumen de los datos del análisis de rentabilidad de los cuatro tratamientos evaluados durante el período 1995-1999.

Cuadro 14. Análisis de rentabilidad del secado de maíz en caseta y tabanco, aldea Chiyó, San Pedro Carchá, A.V., 1995-1999.

| Tratamiento | Ingresos | Egresos | Utilidad | Rentabilidad | RBC | Año |
|-------------|----------|---------|----------|--------------|------|------|
| 1 | 1178.00 | 1310.78 | -134.78 | -10.28 | 0.90 | 1995 |
| 2 | 1096.25 | 1035.78 | 60.28 | 5.84 | 1.06 | 1995 |
| 3 | 1134.25 | 1310.78 | -176.51 | -13.47 | 0.87 | 1995 |
| 4 | 1086.75 | 1035.78 | 50.99 | 4.82 | 1.05 | 1995 |
| 1 | 2116.80 | 1127.28 | 989.52 | 87.78 | 1.88 | 1996 |
| 2 | 1973.25 | 1094.78 | 878.47 | 80.24 | 1.80 | 1996 |
| 3 | 2041.65 | 1127.28 | 914.37 | 81.11 | 1.81 | 1996 |
| 4 | 1956.15 | 1094.78 | 861.37 | 78.68 | 1.79 | 1996 |
| 1 | 1999.20 | 1228.88 | 770.32 | 62.66 | 1.63 | 1997 |
| 2 | 1863.63 | 1196.38 | 667.25 | 55.77 | 1.58 | 1997 |
| 3 | 1928.23 | 1228.88 | 699.35 | 56.91 | 1.57 | 1997 |
| 4 | 1847.48 | 1196.38 | 651.10 | 54.42 | 1.54 | 1997 |
| 1 | 1881.80 | 1308.78 | 574.84 | 44.00 | 1.44 | 1998 |
| 2 | 1754.00 | 1274.26 | 479.74 | 37.65 | 1.38 | 1998 |
| 3 | 1814.80 | 1308.78 | 506.04 | 38.68 | 1.39 | 1998 |
| 4 | 1738.80 | 1274.26 | 464.54 | 38.46 | 1.36 | 1998 |
| 1 | 1784.00 | 1370.47 | 393.53 | 28.72 | 1.29 | 1999 |
| 2 | 1644.38 | 1337.97 | 306.41 | 22.90 | 1.23 | 1999 |
| 3 | 1701.38 | 1370.47 | 330.91 | 24.15 | 1.24 | 1999 |
| 4 | 1630.13 | 1337.97 | 292.16 | 21.84 | 1.22 | 1999 |

Como puede observarse en el cuadro 14, para el año de 1995, la rentabilidad y la relación beneficio costo de los tratamientos secados en el tabanco (T2,T4) son superiores a los tratamientos secados en la caseta (T1,T3). El tratamiento primera época de cosecha secada en el tabanco (T2), es el que presenta el mayor valor de rentabilidad y relación beneficio costo mientras que el tratamiento segunda época de cosecha secada en la caseta (T3) presenta el menor valor, mientras que para los siguientes cuatro años, de 1996 a 1999, en los tratamientos primera época de cosecha secada en la caseta y segunda época de cosecha secada en la caseta (T1, T3), las rentabilidades y las relaciones de beneficio costo fueron superiores a los obtenidos en los tratamientos primera época de cosecha secada en el tabanco y segunda época de cosecha secada en el tabanco (T2, T4). Durante estos últimos cuatro años, en el tratamiento primera época de cosecha secada en la caseta (T1), se obtuvieron los mayores valores de rentabilidad y relación beneficio costo y los menores valores se obtuvieron en el tratamiento segunda época de cosecha secada en el tabanco (T4), evidenciándose entonces, la mayor eficiencia de la caseta secadora al final del secado en cuanto a su rentabilidad y su relación de beneficio costo en comparación al tabanco.

Para los cinco años analizados, en el segundo año (1996) el tratamiento primera época de cosecha secada en la caseta (T1) obtuvo la mayor rentabilidad y la mayor relación beneficio costo, mientras que en el primer año(1995), el tratamiento segunda época de cosecha secada en la caseta (T3) obtuvo el menor valor de rentabilidad y de relación beneficio costo.

Para una mayor información de la metodología empleada para el análisis de rentabilidad de los cuatro tratamientos evaluados, ver los cuadros 28A, 29A, 30A, 31A y 32A.

9. CONCLUSIONES

En las condiciones en que se llevó a cabo el experimento y conforme a los análisis relativos se llegó a las siguientes conclusiones:

- A. La caseta secadora alcanza su mayor eficiencia a los 21 días de secado, con 19.66% de humedad del grano en la primera época de cosecha y 18.86% en la segunda época de cosecha, ya que a partir de dicho período la humedad del grano tiende a equilibrarse con la humedad del medio ambiente, mientras que a los 49 días de secado la caseta secadora y el tabanco fueron igualmente eficientes para secar el grano, reduciendo la humedad hasta 17.08% y 16.27% respectivamente, cuando se cosechó en la segunda época y, cuando se cosechó en la primera época la caseta fue más eficiente ya que redujo la humedad del grano hasta 18.46% y el tabanco a 21.36%.
- B. La caseta secadora es más eficiente en cuanto a la reducción del daño y pérdida del grano, siendo el daño de 2.18% y 7.80% y la pérdida de 0.92% y 1.60% en la primera y segunda época de cosecha respectivamente, mientras que en el tabanco el daño fue de 12.05% y 14.40% y la pérdida de 2.63% y 2.50% en la primera y segunda época de cosecha respectivamente.
- C. Los modelos de regresión logarítmica: $Y = e^{(3.4503 - 0.1332 \ln(x+1))}$ y $Y = e^{(3.3803 - 0.1292 \ln(x+1))}$ son los que mejor predicen con respecto al período de secado el comportamiento de la humedad del grano en la primera y segunda época de cosecha secada en la caseta respectivamente, mientras que los modelos de regresión lineal simple: $Y = -0.24056X + 31.6744$ y $Y = -0.2547X + 30.849$ son los que mejor predicen con respecto al período de secado el comportamiento de la humedad del grano en la primera y segunda época de cosecha secada en el tabanco respectivamente.

- D. Después de un período de 49 días de secado, en el maíz secado tanto en la caseta como en el tabanco no se detectó la presencia de aflatoxinas.
- E. Para un período de cinco años, el secado de maíz en la caseta no es rentable en el primer año comparada con el secado en el tabanco pero, para los cuatro años siguientes es más rentable. La superioridad de la rentabilidad de la caseta se dá en la primera y en la segunda época de cosecha, siendo la primera época de cosecha la de mayor rentabilidad y por el costo de su construcción, no es rentable en el primer año.

10. RECOMENDACIONES

De acuerdo con este estudio se recomienda lo siguiente:

- A. Cosechar el maíz en la primera época de cosecha cuando éste alcanza su madurez fisiológica es decir, a los 157 días después de la siembra y secar en la caseta por un periodo de 21 días, debido a que reduce la humedad, el daño, la pérdida del grano y es rentable a partir del segundo año.
- B. Utilizar los modelos de regresión logarítmica y lineal simple para predecir el comportamiento de la humedad del grano durante el período de secado en la caseta y en el tabanco respectivamente.
- C. Para futuras investigaciones sobre el secado de granos, utilizar métodos directos para las lecturas a nivel de campo de la humedad relativa y temperatura del ambiente mediante el uso de equipo portátil y así poder hacer análisis estadísticos del efecto de los mismos sobre la humedad del grano.
- D. Para futuras investigaciones sobre la presencia de aflatoxinas en granos de maíz, realizar muestreos en el período de almacenamiento del grano utilizando métodos directos para las lecturas a nivel de campo, mediante el uso de equipo portátil.
- E. Elaborar un documento para consolidar los resultados de las evaluaciones de la caseta secadora ejecutadas en diferentes regiones del país, para que sea utilizado por instituciones que realizan actividades postcosecha en Centroamérica.

11. LITERATURA CONSULTADA

1. CASTAÑON, D. E.; SIERRA, R. 1996. Informe de monitoreo 1996; proyecto de transferencia de tecnología postcosecha en granos básicos. Guatemala, Postcosecha. 76 p.
2. CASTILLO, A.; OJEDA, M. 1994. Principios de estadística no paramétrica. México, Universidad Veracruzana. p. 71-79.
3. COCHRAN, W.; COX, G. 1983. Diseños experimentales. Trad. y adap. del inglés por Colegio de Postgraduados. 8 ed. México, Trillas. 661 p.
4. FACTORES QUE afectan el almacenamiento de los granos. 1995. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 3 p.
5. FAENA, G. 1990. Manual para evaluar trabajos de investigación documental. 5 ed. México, Editores Mexicanos Unidos. 124 p.
6. FAO (CHILE). 1993. Manual de manejo postcosecha de granos a nivel rural. Chile. p. 79-80.
7. GIL, G. 1989. Manual de secado y aireación para capacitación de técnicos en conservación de granos. México, s.n. 67 p.
8. GOMEZ LEONARDO, L. F. 1995. Evaluación preliminar del funcionamiento de la caseta de secado como alternativa para el manejo de postcosecha de maíz (*Zea mays* L.) en Zaragoza, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 67 p.
9. GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA. 1997. Informe anual. Guatemala. p. 58.
10. _____. 1999. Indicadores de corto plazo. Guatemala. p. 3.
11. _____. 1998. Tasas de variación del índice de precios al consumidor, ciudad capital, período 1995-1998. Boletín Estadístico. (Gua) enero-sep. 1998. p. 57.
12. _____. INSTITUTO DE SISMOLOGÍA, VULCANOLOGÍA, METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. Tarjetas de registros climáticos: años 1980-1989, 1995. Guatemala.
13. _____. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. 1999. Índice de precios al consumidor. Boletín Mensual No. M03 - M07. Guatemala. p. 15 - 17.

14. GUTIERREZ RUELAS, J. M. 1992. Requisitos fitosanitarios y la contaminación de micotoxinas en la comercialización de granos básicos. In Taller Internacional Sobre Prevención de Pérdidas Postcosecha en Latinoamérica. (1., 1992, Tegucigalpa, Honduras). Estudios sobre la postcosecha de granos básicos. Tegucigalpa, Honduras, Postcosecha. p. 85-89.
15. HINES, W.; MONTGOMERY, D. 1993. Probabilidad y estadística. Trad. Del inglés por Gabriel Nagore. 3 ed. México, CECSA. 834 p.
16. HIRT, L. 1994. Algunos aspectos físicos y de procesamiento del maíz en grano y mazorca, con o sin tusa, almacenados en dos tipos de estructuras, con o sin tratamiento químico. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad del Valle, Facultad de Ciencias y Humanidades. p. 1-2.
17. HUMEDAD Y su medida. 1995. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 6 p.
18. INSTITUTO CENTROAMERICANO DE INVESTIGACION Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL. 1985. Secado solar de granos; proyecto de leña y fuentes alternas de energía. Guatemala. 159 p.
19. LEMUS ZELADA, J. C. 1996. Evaluación del funcionamiento de la "caseta secadora" en la zona maicera del Valle de Dolores, Esquipulas, Chiquimula. Un estudio de caso. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 85 p.
20. LINDBLAND, C.; DRUBEN, L. 1979. Almacenamiento de granos. México, s.n. p. 40-41.
21. LITTLE, T.; HILLS, F. 1987. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. 7 ed. México, Trillas. 270 p.
22. LOMA, J. DE LA. 1966. Experimentación agrícola. 2 ed. México, Hispano Americana. p. 317 - 325.
23. MEDICION DE humedad. 1995. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 6 p.
24. MONTGOMERY, D. 1991. Diseño y análisis de experimentos. Trad. del inglés por Jaime Delgado Saldivar. México, Grupo Editorial Iberoamericano. 589 p.
25. MORA, M. 1992. Aflatoxinas en Costa Rica. In Taller Internacional sobre Prevención de pérdidas Postcosecha en Latinoamérica. (1., 1992, Tegucigalpa, Honduras). Estudio sobre la postcosecha de granos básicos. Tegucigalpa, Honduras, Postcosecha. p. 27-29.
26. PARDINAS, F. 1975. Metodología y técnicas de investigación en ciencias sociales, introducción elemental. 10 ed. México, Siglo Veintiuno. p. 106-115.
27. PADILLA, G. E. 1995. Micotoxinas y su efecto en la salud humana. Tegucigalpa, Honduras. Centro de Estudios de la Salud Humana. 6 p.

28. PETROLINI, B.; et al. 1991. Micología. 5 ed. Italia, ClesavCittá Studi. p. 106-115.
29. POP CAAL, J.A. 1991. Determinación de la capacidad de uso de los suelos, a nivel de semidetalle, de la aldea Chiyó, San Pedro Carchá, Alta Verapaz. Tesis Investigación EPSA. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 73 p.
30. PROGRAMA REGIONAL POSTCOSEHA. 1993. Caseta secadora; manejo y construcción. Tegucigalpa, Honduras, Postcosecha. 14 p.
31. _____. 1993. Factores físicos que afectan al grano almacenado; su importancia y efectos. Tegucigalpa, Honduras, Postcosecha. 15 p.
32. _____. 1993. Insectos. Tegucigalpa, Honduras, Postcosecha. 26 p.
33. _____. 1993. Micotoxinas; peligros ocultos en los alimentos. Tegucigalpa, Honduras, Postcosecha. 8 p.
34. _____. 1993. Microorganismos. Tegucigalpa, Honduras, Postcosecha. 13 p.
35. _____. 1993. Recomendaciones para el almacenamiento; problemas y manejo. Tegucigalpa, Honduras, Postcosecha. 13 p.
36. _____. 1993. Roedores. Tegucigalpa, Honduras, Postcosecha. 15 p.
37. _____. 1993. Secamiento de granos; su importancia y las prácticas comunes. Tegucigalpa, Honduras, Postcosecha. 8 p.
38. _____. 1993. Silo metálico; manejo de los granos almacenados. Tegucigalpa, Honduras, Postcosecha. 8 p.
39. _____. 1993. Situación postproducción de los granos básicos. Tegucigalpa, Honduras, Postcosecha. 14 p.
40. QUEME De Leon., J. L. et al. 1996. Evaluación de cinco estructuras de almacenamiento de maíz bajo las condiciones del departamento de Chimaltenango. In Taller Internacional de Investigación Postcosecha. (2., 1996, Zamorano, Honduras). Memoria. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana/COSUDE. p. 10-15.
41. REYES, C.P. 1981. Diseños experimentales aplicados. 2 ed. México, Trillas. p. 61-78, 179, 309.
42. REYES, L. 1981. Análisis de regresión y sus métodos de cómputo. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 149 p.

43. SIERRA CHOC, R.R. 1995. Sistemas de secado de maíz. (Fotografía) Guatemala. 5 fotos, color.
44. SIERRA CHOC, R.R. 1997. Informe de monitoreo enero - junio 1997; proyecto de transferencia de tecnología postcosecha en granos básicos. Guatemala, Postcosecha. 49 p.
45. SOPENA, R. 1981. Nuevo diccionario ilustrado sopena de la lengua española. España, Sopena. p. 339, 931.
46. STEEL, R.; TORRIE, J. H. 1989. Bioestadística: principios y procedimientos. Trad. del inglés por Ricardo Martínez B. 2 ed. México, McGraw-Hill. p. 231 - 275, 328 - 341, 442-457.
47. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS, ESCUELA DE AUDITORIA. 1996. Apuntes de matemáticas Financieras II. Guatemala. p. 126-130.
48. UNIVERSITA CATTOLICA S. CUORE; ITALIA. MINISTERO DEGLI AFFARI ESTERI. 1978. Corso sullo stoccaggio e la conservazione dei cereali. Italia. p. 109-112.
49. VILLACORTA, R. et al. 1996. Evaluación técnica y económica de la caseta secadora en relación al sistema tradicional de secado del maíz. In Taller Internacional de Investigación Postcosecha (2., 1996, Zamorano, Honduras). Memoria. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana/COSUDE. p. 10-15.
50. ZESEEL, J. 1986. La programación del SAMAP-O-TEST en historieta. Francia. s. n. 44 p.

10.00
Petrucci



12. ANEXOS

Cuadro 15A. Humedad relativa media, temperatura media y precipitación pluvial acumulada en la región de la aldea Chiyó, San Pedro Carchá, A.V., 1995.

| Fecha | No. Días (acumulado) | Humedad relativa promedio semanal (%) | Temperatura promedio semanal (°C) | Precipitación pluvial acumulada (mm) |
|--------------|---------------------------------|--|--|---|
| 14/10/95 | 0 | 86.14 | 20.07 | 35.00 |
| 21/10/95 | 7 | 86.57 | 19.06 | 86.00 |
| 28/10/95 | 14 | 79.86 | 19.86 | 47.00 |
| 04/11/95 | 21 | 81.57 | 20.92 | 34.00 |
| 11/11/95 | 28 | 85.29 | 19.00 | 44.00 |
| 18/11/95 | 35 | 84.14 | 18.21 | 55.00 |
| 25/11/95 | 42 | 92.00 | 16.78 | 67.00 |
| 02/12/95 | 49 | 89.43 | 18.22 | 40.00 |
| 09/12/95 | 56 | 87.29 | 19.29 | 30.00 |

Cuadro 16A. Lecturas de la humedad del grano de maíz durante el período de secado en caseta y tabanco, aldea Chiyó, San Pedro Carchá, A.V., 1995.

| FECHA COSECHA | EPOCA COSECHA | ESTRUCTURA | REPET. | LECTURAS DE HUMEDAD DEL GRANO (%) | | | | | | | | | INICIO-FINAL |
|-------------------------|---------------|------------|--------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| | | | | PERIODO DE SECADO (DIAS) | | | | | | | | | |
| | | | | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 | 49 | | |
| 14/10/95 | Primera | Caseta | 1 | 26.99 | 26.48 | 23.8 | 20.46 | 18.6 | 19.55 | 19.19 | 18.31 | 8.68 | |
| 14/10/95 | Primera | Caseta | 2 | 31.19 | 23.71 | 22.17 | 18.71 | 17.83 | 20.92 | 17.64 | 19.52 | 12.67 | |
| 14/10/95 | Primera | Caseta | 3 | 30.52 | 25.64 | 23.26 | 18.14 | 18.93 | 19.79 | 18.21 | 17.67 | 12.65 | |
| 14/10/95 | Primera | Caseta | 4 | 31.71 | 27.33 | 25.56 | 21.33 | 19.41 | 22.24 | 19.58 | 19.35 | 12.36 | |
| Media del tratamiento 1 | | | | 30.10 | 26.34 | 23.70 | 19.66 | 18.69 | 20.62 | 18.68 | 18.48 | 11.84 | |
| 14/10/95 | Primera | Tabanco | 1 | 28.07 | 25.22 | 32.74 | 27.51 | 24.49 | 24.10 | 20.11 | 21.33 | 7.74 | |
| 14/10/95 | Primera | Tabanco | 2 | 31.82 | 28.42 | 33.81 | 23.80 | 23.66 | 23.23 | 20.77 | 20.89 | 11.42 | |
| 14/10/95 | Primera | Tabanco | 3 | 32.40 | 26.79 | 27.81 | 24.41 | 26.91 | 21.99 | 18.69 | 22.51 | 9.99 | |
| 14/10/95 | Primera | Tabanco | 4 | 36.33 | 28.16 | 29.17 | 29.12 | 23.91 | 22.43 | 20.82 | 21.08 | 17.25 | |
| Media del tratamiento 2 | | | | 32.82 | 27.15 | 30.83 | 28.21 | 24.74 | 22.94 | 20.10 | 21.38 | 11.67 | |
| 21/10/95 | Segunda | Caseta | 1 | 32.39 | 24.79 | 18.95 | 18.79 | 20.31 | 19.44 | 18.53 | 16.72 | 15.67 | |
| 21/10/95 | Segunda | Caseta | 2 | 26.38 | 20.98 | 21.68 | 17.49 | 21.17 | 19.32 | 17.44 | 16.95 | 8.83 | |
| 21/10/95 | Segunda | Caseta | 3 | 29.07 | 22.49 | 20.91 | 18.73 | 20.72 | 20.56 | 19.45 | 17.38 | 11.88 | |
| 21/10/95 | Segunda | Caseta | 4 | 32.21 | 23.39 | 19.00 | 20.43 | 21.42 | 19.71 | 16.74 | 17.66 | 14.66 | |
| Media del tratamiento 3 | | | | 30.01 | 22.91 | 20.14 | 18.88 | 20.90 | 19.76 | 18.04 | 17.08 | 12.83 | |
| 21/10/95 | Segunda | Tabanco | 1 | 27.52 | 32.03 | 28.53 | 27.62 | 26.48 | 24.34 | 20.16 | 18.51 | 19.91 | |
| 21/10/95 | Segunda | Tabanco | 2 | 29.68 | 24.66 | 24.96 | 23.99 | 25.96 | 24.01 | 20.52 | 16.38 | 13.48 | |
| 21/10/95 | Segunda | Tabanco | 3 | 31.00 | 28.51 | 29.31 | 23.75 | 24.84 | 25.48 | 20.93 | 13.68 | 17.41 | |
| 21/10/95 | Segunda | Tabanco | 4 | 32.69 | 31.31 | 29.07 | 23.10 | 25.09 | 22.69 | 17.99 | 17.78 | 15.13 | |
| Media del tratamiento 4 | | | | 30.27 | 28.63 | 27.22 | 24.62 | 25.84 | 24.13 | 19.90 | 16.28 | 14.91 | |

Referencias:

- T1 = Primera época de cosecha secada en la caseta.
T2 = Primera época de cosecha secada en el tabanco.
T3 = Segunda época de cosecha secada en la caseta.
T4 = Segunda época de cosecha secada en el tabanco.

Cuadro 17A. Análisis de varianza de la humedad del grano a los siete días de secado.

| Fuente de variación | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | Pr > F | R ² | C.V. | Media |
|---------------------|------|----------|---------|------|-------------|----------------|------|-------|
| Epoca | 1 | 3.7733 | 3.7733 | 0.69 | 0.4227n.s. | 0.5176 | 8.91 | 26.26 |
| Estructura | 1 | 42.6083 | 42.6083 | 7.78 | 0.0184* | | | |
| Epoca X estructura | 1 | 24.1327 | 24.1327 | 4.41 | 0.0576 n.s. | | | |
| Error | 12 | 65.7194 | 5.4766 | | | | | |
| Total corregido | 15 | 136.2336 | | | | | | |

Cuadro 18A. Análisis de varianza de la humedad del grano a los 14 días de secado

| Fuente de variación | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | Pr > F | R ² | C.V. | Media |
|---------------------|------|----------|----------|-------|------------|----------------|------|-------|
| Epoca | 1 | 51.5165 | 51.5165 | 12.77 | 0.0038** | 0.8397 | 7.89 | 25.47 |
| Estructura | 1 | 202.1373 | 202.1373 | 20.11 | 0.0001** | | | |
| Epoca X estructura | 1 | 0.0028 | 0.0028 | 0.00 | 0.9796n.s. | | | |
| Error | 12 | 48.4108 | 4.0342 | | | | | |
| Total corregido | 15 | 302.0675 | | | | | | |

Cuadro 19A. Análisis de varianza de la humedad del grano a los 21 días de secado

| Fuente de variación | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | Pr > F | R ² | C.V. | Media |
|---------------------|------|----------|----------|-------|------------|----------------|------|-------|
| Epoca | 1 | 5.7360 | 5.7360 | 1.61 | 0.2282n.s. | 0.7871 | 8.44 | 22.34 |
| Estructura | 1 | 151.4130 | 151.4130 | 42.58 | 0.0001** | | | |
| Epoca X estructura | 1 | 0.6320 | 0.6320 | 0.18 | 0.6808n.s. | | | |
| Error | 12 | 42.6757 | 3.5563 | | | | | |
| Total corregido | 15 | 200.4568 | | | | | | |

Cuadro 20A. Análisis de varianza de la humedad del grano a los 28 días de secado

| Fuente de variación | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | Pr > F | R ² | C.V. | Media |
|---------------------|------|----------|----------|--------|------------|----------------|------|-------|
| Epoca | 1 | 10.9727 | 10.9727 | 13.26 | 0.0034** | 0.9305 | 4.03 | 22.55 |
| Estructura | 1 | 120.7252 | 120.7252 | 145.88 | 0.0001** | | | |
| Epoca X estructura | 1 | 1.2377 | 1.2377 | 1.50 | 0.2448n.s. | | | |
| Error | 12 | 9.9305 | 0.8275 | | | | | |
| Total corregido | 15 | 142.8660 | | | | | | |

Cuadro 21A. Análisis de varianza de la humedad del grano a los 35 días de secado

| Fuente de variación | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | Pr > F | R ² | C.V. | Media |
|---------------------|------|---------|---------|-------|------------|----------------|------|-------|
| Epoca | 1 | 0.1056 | 0.1056 | 0.11 | 0.7511n.s. | 0.8030 | 4.58 | 21.88 |
| Estructura | 1 | 44.6892 | 44.6892 | 44.57 | 0.0001** | | | |
| Epoca X estructura | 1 | 4.2436 | 4.2436 | 4.23 | 0.0621n.s. | | | |
| Error | 12 | 12.0335 | 1.0028 | | | | | |
| Total corregido | 15 | 61.0719 | | | | | | |

Cuadro 22A. Análisis de varianza de la humedad del grano a los 42 días de secado

| Fuente de variación | G.L. | B.C. | C.M. | F.C. | Pr > F | R ² | C.V. | Media |
|---------------------|------|---------|--------|------|------------|----------------|------|-------|
| Epoca | 1 | 0.3164 | 0.6164 | 0.20 | 0.5976n.s. | 0.4260 | 5.39 | 19.24 |
| Estructura | 1 | 9.3178 | 9.3178 | 8.66 | 0.0123** | | | |
| Epoca X estructura | 1 | 0.0281 | 0.0281 | 0.03 | 0.8744n.s. | | | |
| Error | 12 | 12.9148 | 1.0762 | | | | | |
| Total corregido | 15 | 22.5770 | | | | | | |

Cuadro 23A. Medias de la humedad del grano y la desviación estándar durante 49 días de secado en la caseta y en el tabanco.

| Nivel de EPOCA | | SECADO7 | | SECADO14 | |
|---------------------|---|----------|---------|----------|---------|
| | N | Medias | D.E | Medias | D.E |
| EPOCA | 8 | 26.7436 | 1.7121 | 27.2650 | 4.3666 |
| EPOCA1 | 8 | 25.7725 | 3.9990 | 23.6763 | 4.0897 |
| EPOCA2 | | | | | |
| Nivel de EPOCA | | SECADO21 | | SECADO28 | |
| | N | Medias | D.E | Medias | D.E |
| EPOCA | 8 | 22.9350 | 3.9938 | 21.7175 | 3.4049 |
| EPOCA1 | 8 | 21.7375 | 3.4448 | 23.3738 | 2.6923 |
| EPOCA2 | | | | | |
| Nivel de EPOCA | | SECADO35 | | SECADO42 | |
| | N | Medias | D.E | Medias | D.E |
| EPOCA | 8 | 21.7813 | 1.5962 | 19.3763 | 1.16418 |
| EPOCA1 | 8 | 21.9438 | 2.4822 | 19.0950 | 1.3508 |
| EPOCA2 | | | | | |
| Nivel de EPOCA | | SECADO49 | | | |
| | N | Medias | D.E | | |
| EPOCA | 8 | 19.9088 | 1.7036 | | |
| EPOCA1 | 8 | 16.6725 | 1.36886 | | |
| EPOCA2 | | | | | |
| Nivel de ESTRUCTURA | | SECADO7 | | SECADO14 | |
| | N | Medias | D.E | Medias | D.E |
| CASETA | 8 | 24.6263 | 2.5039 | 21.9163 | 2.3011 |
| TABANCO | 8 | 27.8900 | 2.6656 | 29.0250 | 2.9967 |
| Nivel de ESTRUCTURA | | SECADO21 | | SECADO28 | |
| | N | Medias | D.E | Medias | D.E |
| CASETA | 8 | 19.2600 | 1.32488 | 19.7988 | 1.3004 |
| TABANCO | 8 | 25.4125 | 2.29155 | 25.2925 | 1.2132 |
| Nivel de ESTRUCTURA | | SECADO35 | | SECADO42 | |
| | N | Medias | D.E | Medias | D.E |
| CASETA | 8 | 20.1913 | 0.9994 | 18.4725 | 0.8506 |
| TABANCO | | 23.5338 | 1.1583 | 19.9988 | 1.0820 |
| Nivel de ESTRUCTURA | | SECADO49 | | | |
| | N | Medias | D.E | | |
| CASETA | 8 | 17.7713 | 0.9341 | | |
| TABANCO | 8 | 18.8100 | 3.0450 | | |
| Nivel de EPOCA | | SECADO7 | | | |
| | N | Medias | D.E | | |
| EPOCA1 CASETA | 4 | 26.3400 | 2.0597 | | |
| EPOCA1 TABANCO | 4 | 27.1475 | 1.4705 | | |
| EPOCA2 CASETA | 4 | 22.9125 | 1.5985 | | |
| EPOCA2 TABANCO | 4 | 28.6325 | 3.5981 | | |

| Nivel de | | Nivel de | | -----SECADO14----- | |
|----------|------------|----------|---------|--------------------|--|
| EPOCA | ESTRUCTURA | N | Medias | D.E | |
| EPOCA1 | CASETA | 4 | 23.6975 | 1.4147 | |
| EPOCA1 | TABANCO | 4 | 30.8325 | 2.9242 | |
| EPOCA2 | CASETA | 4 | 20.1350 | 1.3760 | |
| EPOCA2 | TABANCO | 4 | 27.2175 | 1.9213 | |

| Nivel de | | Nivel de | | -----SECADO21----- | |
|----------|------------|----------|---------|--------------------|--|
| EPOCA | ESTRUCTURA | N | Medias | D.E | |
| EPOCA1 | CASETA | 4 | 19.6600 | 1.4879 | |
| EPOCA1 | TABANCO | 4 | 26.2100 | 2.5302 | |
| EPOCA2 | CASETA | 4 | 18.8600 | 1.2060 | |
| EPOCA2 | TABANCO | 4 | 24.6150 | 2.0383 | |

| Nivel de | | Nivel de | | -----SECADO28----- | |
|----------|------------|----------|---------|--------------------|--|
| EPOCA | ESTRUCTURA | N | Medias | D.E | |
| EPOCA1 | CASETA | 4 | 18.6925 | 0.6642 | |
| EPOCA1 | TABANCO | 4 | 24.7425 | 1.4862 | |
| EPOCA2 | CASETA | 4 | 20.9050 | 0.4912 | |
| EPOCA2 | TABANCO | 4 | 25.8425 | 0.6472 | |

| Nivel de | | Nivel de | | -----SECADO35----- | |
|----------|------------|----------|---------|--------------------|--|
| EPOCA | ESTRUCTURA | N | Medias | D.E | |
| EPOCA1 | CASETA | 4 | 20.6250 | 1.2313 | |
| EPOCA1 | TABANCO | 4 | 22.9375 | 0.9296 | |
| EPOCA2 | CASETA | 4 | 19.7575 | 0.5593 | |
| EPOCA2 | TABANCO | 4 | 24.1300 | 1.1481 | |

| Nivel de | | Nivel de | | -----SECADO42----- | |
|----------|------------|----------|---------|--------------------|--|
| EPOCA | ESTRUCTURA | N | Medias | D.E | |
| EPOCA1 | CASETA | 4 | 18.6550 | 0.8888 | |
| EPOCA1 | TABANCO | 4 | 20.0975 | 0.9926 | |
| EPOCA2 | CASETA | 4 | 18.2900 | 0.8997 | |
| EPOCA2 | TABANCO | 4 | 19.9000 | 1.3116 | |

| Nivel de | | Nivel de | | -----SECADO49----- | |
|----------|------------|----------|---------|--------------------|--|
| EPOCA | ESTRUCTURA | N | Medias | D.E | |
| EPOCA1 | CASETA | 4 | 18.4625 | 0.8934 | |
| EPOCA1 | TABANCO | 4 | 21.3550 | 0.8448 | |
| EPOCA2 | CASETA | 4 | 17.0800 | 0.5301 | |
| EPOCA2 | TABANCO | 4 | 16.2650 | 1.9101 | |

D.E = Desviación estándar

Cuadro 24A. Porcentajes de daño y pérdida del grano de maíz al inicio y final del secado en caseta y tabanco, aldea Chiyó, San Pedro Carchá, A.V., 1995.

| FECHA COSECHA | EPOCA COSECHA | ESTRUCTURA | REPET. | DAÑO GRANO (%) | | PERDIDA GRANO (%) | |
|-------------------------|---------------|------------|--------|----------------|-------|-------------------|-------|
| | | | | Inicio | Final | Inicio | Final |
| 14/10/95 | Primera | Caseta | 1 | 1.30 | 3.00 | 0.10 | 0.75 |
| 14/10/95 | Primera | Caseta | 2 | 1.90 | 3.00 | 0.78 | 1.71 |
| 14/10/95 | Primera | Caseta | 3 | 2.40 | 0.60 | 0.26 | 0.19 |
| 14/10/95 | Primera | Caseta | 4 | 0.00 | 2.10 | 0.00 | 1.02 |
| Media del tratamiento 1 | | | | 1.40 | 2.18 | 0.29 | 0.92 |
| 14/10/95 | Primera | Tabanco | 1 | 1.80 | 12.05 | 0.17 | 4.44 |
| 14/10/95 | Primera | Tabanco | 2 | 2.60 | 9.70 | 1.21 | 1.48 |
| 14/10/95 | Primera | Tabanco | 3 | 3.10 | 12.79 | 1.42 | 1.87 |
| 14/10/95 | Primera | Tabanco | 4 | 4.90 | 13.67 | 2.88 | 2.71 |
| Media del tratamiento 2 | | | | 3.10 | 12.05 | 1.42 | 2.63 |
| 21/10/95 | Segunda | Caseta | 1 | 3.50 | 7.80 | 1.60 | 3.15 |
| 21/10/95 | Segunda | Caseta | 2 | 3.17 | 6.50 | 1.17 | 1.60 |
| 21/10/95 | Segunda | Caseta | 3 | 2.40 | 6.60 | 1.53 | 1.26 |
| 21/10/95 | Segunda | Caseta | 4 | 3.02 | 10.30 | 0.17 | 0.40 |
| Media del tratamiento 3 | | | | 3.02 | 7.80 | 1.17 | 1.60 |
| 21/10/95 | Segunda | Tabanco | 1 | 3.00 | 4.30 | 1.21 | 1.94 |
| 21/10/95 | Segunda | Tabanco | 2 | 6.12 | 6.10 | 2.83 | 2.30 |
| 21/10/95 | Segunda | Tabanco | 3 | 9.00 | 29.20 | 4.16 | 3.42 |
| 21/10/95 | Segunda | Tabanco | 4 | 12.37 | 16.00 | 3.11 | 2.50 |
| Media del tratamiento 4 | | | | 8.12 | 14.40 | 2.83 | 2.65 |

Referencias:

- T1 = Primera época de cosecha secada en la caseta.
T2 = Primera época de cosecha secada en el tabanco.
T3 = Segunda época de cosecha secada en la caseta.
T4 = Segunda época de cosecha secada en el tabanco.

Cuadro 25A. Causas y porcentajes promedio del daño del grano al inicio y final del secado en caseta y tabanco, aldea Chiyó, San Pedro Carchá, A.V., 1985.

| No. | Causas de daño | T1 | | T2 | | T3 | | T4 | | Prom. Trat. Caseta | | Prom. Trat. Tabanco | |
|-----|------------------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------------------|-------|---------------------|-------|
| | | Inicio | Final | Inicio | Final | Inicio | Final | Inicio | Final | Inicio | Final | Inicio | Final |
| 1 | Insectos+hongos | 25.48 | 10.27 | 11.83 | 13.39 | 24.57 | 2.53 | 11.56 | 6.11 | 25.03 | 6.40 | 11.69 | 9.75 |
| 2 | Germinac.+hongos | 2.41 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 3.82 | 0.18 | 0.25 | 0.75 | 3.12 | 0.09 | 0.13 | 0.47 |
| 3 | Roedores+hongos | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | Otros+hongos | 8.37 | 21.01 | 23.58 | 6.67 | 15.30 | 25.76 | 28.46 | 21.40 | 11.83 | 23.38 | 26.02 | 14.03 |
| 5 | Insectos | 21.64 | 42.09 | 0.00 | 28.60 | 18.64 | 3.68 | 6.44 | 8.85 | 20.14 | 22.88 | 3.22 | 18.73 |
| 6 | Hongos | 33.77 | 6.34 | 64.59 | 40.72 | 13.50 | 65.57 | 37.06 | 54.03 | 23.63 | 35.96 | 50.82 | 47.38 |
| 7 | Germinación | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.66 | 0.00 | 0.00 | 0.38 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.19 | 0.83 |
| 8 | Roedores | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.29 |
| 9 | Otros | 8.33 | 20.29 | 0.00 | 6.17 | 24.17 | 2.28 | 15.85 | 8.86 | 16.25 | 11.29 | 7.93 | 7.52 |

Referencias:

- T1 = Primera época de cosecha secada en la caseta.
 T2 = Primera época de cosecha secada en el tabanco.
 T3 = Segunda época de cosecha secada en la caseta.
 T4 = Segunda época de cosecha secada en el tabanco.

Cuadro 26A. Medias de daño del grano y la desviación estándar al final del secado en la caseta y en el tabanco.

| Nivel de EPOCA | | ----- DGS ----- | | |
|----------------|---|-----------------|--------|--|
| | N | Medias | D.E. | |
| Primera | 8 | 7.1138 | 5.4468 | |
| Segunda | 8 | 11.1000 | 8.1047 | |

| Nivel de ESTRUCTURA | | ----- DGS ----- | | |
|---------------------|---|-----------------|--------|--|
| | N | Medias | D.E. | |
| Caseta | 8 | 4.9875 | 3.3060 | |
| Tabanco | 8 | 13.2263 | 7.3971 | |

| Nivel de EPOCA | | Nivel de ESTRUCTURA | | ----- DGS ----- | |
|----------------|---------|---------------------|---------|-----------------|--|
| | | N | Medias | D.E. | |
| Primera | Caseta | 4 | 2.1750 | 1.1325 | |
| Primera | Tabanco | 4 | 12.0525 | 1.7024 | |

| Nivel de EPOCA | | Nivel de ESTRUCTURA | | ----- DGS ----- | |
|----------------|---------|---------------------|---------|-----------------|--|
| | | N | Medias | D.E. | |
| Segunda | Caseta | 4 | 7.8000 | 1.7682 | |
| Segunda | Tabanco | 4 | 14.4000 | 11.0045 | |

Referencias:

DGS = Daño del grano a la salida (al final del secado).

D.E. = Desviación Estándar.

Cuadro 27A. Medias de la pérdida del grano y la desviación estándar al final del secado en la caseta y en el tabanco.

| Nivel de EPOCA | | ----- PGS ----- | | |
|----------------|---|-----------------|--------|--|
| | N | Media | D.E. | |
| Primera | 8 | 1.7713 | 1.3207 | |
| Segunda | 8 | 2.0550 | 0.3207 | |

| Nivel de ESTRUCTURA | | ----- PGS ----- | | |
|---------------------|---|-----------------|--------|--|
| | N | Media | D.E. | |
| Caseta | 8 | 1.2650 | 0.9277 | |
| Tabanco | 8 | 2.5613 | 0.9817 | |

| Nivel de EPOCA | | Nivel de ESTRUCTURA | | ----- PGS ----- | |
|----------------|---------|---------------------|--------|-----------------|--|
| | | N | Media | D.E. | |
| Primera | Caseta | 4 | 0.9175 | 0.6314 | |
| Primera | Tabanco | 4 | 2.6250 | 1.3143 | |

| Nivel de EPOCA | | Nivel de ESTRUCTURA | | ----- PGS ----- | |
|----------------|---------|---------------------|--------|-----------------|--|
| | | N | Media | D.E. | |
| Segunda | Caseta | 4 | 1.6125 | 1.1348 | |
| Segunda | Tabanco | 4 | 2.4975 | 0.7143 | |

Referencias:

PGS = pérdida de grano a la salida (al final del secado).

D.E. = Desviación Estándar.

Cuadro 28A. Comparación de la rentabilidad de cuatro tratamientos para el secado de maíz. Año 1995.

| Tratamiento 1 | | | Tratamiento 2 | | | Tratamiento 3 | | | Tratamiento 4 | | |
|----------------------|-----------|---------|----------------------|-----------|---------|----------------------|-----------|---------|----------------------|-----------|---------|
| Producción 0.70 Ha. | 24.00 | |
| 2.18% de daño | -0.52 | | 12.05% de daño | -2.89 | | 7.80% de daño | -1.87 | | 14.40% del daño | -3.46 | |
| 0.92% de pérdida | -0.22 | | 2.63% de pérdida | -0.63 | | 1.60% de pérdida | -0.38 | | 2.50% de pérdida | -0.60 | |
| | 23.26 | | | 20.48 | | | 21.75 | | | 20.07 | |
| Ingresos | | | Ingresos | | | Ingresos | | | Ingresos | | |
| qq. | Precio/qq | Q. |
| 23.26 | 50.00 | 1163.00 | 20.48 | 50.00 | 1024.00 | 21.75 | 50.00 | 1087.50 | 20.07 | 50.00 | 1003.50 |
| 0.52 daño | 25.00 | 13.10 | 2.89 daño | 25.00 | 72.25 | 1.87 daño | 25.00 | 46.75 | 3.46 daño | 25.00 | 83.25 |
| | | 1176.00 | | | 1096.25 | | | 1134.25 | | | 1086.75 |
| Costo caseta | 325.00 | | Costo tabanco | 50.00 | | Costo caseta | 325.00 | | Costo tabanco | 50.00 | |
| Vida útil | 5 años | | Vida útil | 5 años | | Vida útil | 5 años | | Vida útil | 5 años | |
| Egresos | | | Egresos | | | Egresos | | | Egresos | | |
| Costo cultivo | 985.76 | | Costo cultivo | 985.76 | | Costo cultivo | 985.76 | | Costo cultivo | 985.76 | |
| Costo caseta | 325.00 | | Costo tabanco | 50.00 | | Costo Caseta | 325.00 | | Costo tabanco | 50.00 | |
| | | 1310.76 | | | 1035.76 | | | 1310.76 | | | 1035.76 |
| Rentabilidad | | | Rentabilidad | | | Rentabilidad | | | Rentabilidad | | |
| Ingresos | 1176.00 | | Ingresos | 1096.25 | | Ingresos | 1134.25 | | Ingresos | 1086.75 | |
| Egresos | 1310.76 | | Egresos | 1035.76 | | Egresos | 1310.76 | | Egresos | 1035.76 | |
| Utilidad | -134.76 | | Utilidad | 60.49 | | Utilidad | -176.51 | | Utilidad | 50.99 | |
| Rentabilidad | -10.28 | | Rentabilidad | 5.84 | | Rentabilidad | -13.47 | | Rentabilidad | 4.92 | |
| Rel. Beneficio/costo | 0.90 | | Rel. Beneficio costo | 1.06 | | Rel. Beneficio costo | 0.87 | | Rel. Beneficio costo | 1.05 | |

Cuadro 29A. Comparación de la rentabilidad de cuatro tratamientos para el secado de maíz. Año 1996.

| Tratamiento 1 | | | Tratamiento 2 | | | Tratamiento 3 | | | Tratamiento 4 | | |
|----------------------|-----------|---------|----------------------|-----------|---------|----------------------|-----------|---------|----------------------|-----------|---------|
| Producción 0.70 Ha. | 24.00 | |
| 2.18% de daño | -0.52 | | 12.05% de daño | -2.89 | | 7.80% de daño | -1.87 | | 14.40% del daño | -3.46 | |
| 0.92% de pérdida | -0.22 | | 2.63% de pérdida | -0.63 | | 1.60% de pérdida | -0.38 | | 2.50% de pérdida | -0.60 | |
| | 23.26 | | | 20.48 | | | 21.75 | | | 20.07 | |
| Ingresos | | | Ingresos | | | Ingresos | | | Ingresos | | |
| qq. | Precio/qq | Q. |
| 23.26 | 90.00 | 2093.40 | 20.48 | 90.00 | 1843.20 | 21.75 | 90.00 | 1957.50 | 20.07 | 90.00 | 1806.30 |
| 0.52 daño | 45.00 | 23.40 | 3.46 daño | 45.00 | 130.05 | 1.87 daño | 45.00 | 84.15 | 3.46 daño | 45.00 | 149.85 |
| | | 2116.80 | | | 1973.25 | | | 2041.65 | | | 1956.15 |
| Costo caseta | 32.50 | | Costo tabanco | 00.00 | | Costo caseta | 32.50 | | Costo tabanco | 00.00 | |
| Vida útil | 5 años | | Vida útil | 5 años | | Vida útil | 5 años | | Vida útil | 5 años | |
| Egresos | | | Egresos | | | Egresos | | | Egresos | | |
| Costo cultivo | 1094.78 | | Costo cultivo | 1094.78 | | Costo cultivo | 1094.78 | | Costo cultivo | 1094.78 | |
| Costo caseta | 32.50 | | Costo tabanco | 00.00 | | Costo Caseta | 32.50 | | Costo tabanco | 00.00 | |
| | | 1127.28 | | | 1094.78 | | | 1127.28 | | | 1094.78 |
| Rentabilidad | | | Rentabilidad | | | Rentabilidad | | | Rentabilidad | | |
| Ingresos | 2116.80 | | Ingresos | 1973.25 | | Ingresos | 2041.65 | | Ingresos | 1956.15 | |
| Egresos | 1127.28 | | Egresos | 1094.78 | | Egresos | 1127.28 | | Egresos | 1094.78 | |
| Utilidad | 989.52 | | Utilidad | 878.47 | | Utilidad | 914.37 | | Utilidad | 861.37 | |
| Rentabilidad | 87.78 | | Rentabilidad | 80.24 | | Rentabilidad | 81.11 | | Rentabilidad | 78.68 | |
| Rel. Beneficio/costo | 1.88 | | Rel. Beneficio costo | 1.80 | | Rel. Beneficio costo | 1.81 | | Rel. Beneficio costo | 1.79 | |

Referencias:

T1 = Primera época de cosecha secada en la caseta.
T3 = Segunda época de cosecha secada en la caseta.

T2 = Primera época de cosecha secada en el tabanco.
T4 = Segunda época de cosecha secada en el tabanco

Cuadro 30A. Comparación de la rentabilidad de cuatro tratamientos para el secado de maíz. Año 1997.

| Tratamiento 1 | | | Tratamiento 2 | | | Tratamiento 3 | | | Tratamiento 4 | | |
|----------------------|---------|--|----------------------|---------|--|----------------------|---------|--|----------------------|---------|--|
| Producción 0.70 Ha. | 24.00 | |
| 2.18% de daño | -0.52 | | 12.05% de daño | -2.89 | | 7.80% de daño | -1.87 | | 14.40% del daño | -3.46 | |
| 0.92% de pérdida | -0.22 | | 2.63% de pérdida | -0.63 | | 1.60% de pérdida | -0.38 | | 2.50% de pérdida | -0.60 | |
| | 23.26 | | | 20.48 | | | 21.75 | | | 20.07 | |
| Ingresos | | | Ingresos | | | Ingresos | | | Ingresos | | |
| qq. Precio/qq | Q. | | qq. Precio/qq | Q. | | qq. Precio/qq | Q. | | qq. Precio/qq | Q. | |
| 23.26 85.00 | 1977.10 | | 20.48 85.00 | 1740.80 | | 21.75 85.00 | 1848.75 | | 20.07 85.00 | 1705.95 | |
| 0.52 daño 42.50 | 22.10 | | 2.89 daño 42.50 | 122.83 | | 1.87 daño 42.50 | 79.48 | | 3.33 daño 42.50 | 141.53 | |
| | 1999.20 | | | 1863.63 | | | 1928.23 | | | 1847.48 | |
| Costo caseta | 32.50 | | Costo tabanco | 00.00 | | Costo caseta | 32.50 | | Costo tabanco | 50.00 | |
| Vida útil | 5 años | | Vida útil | 5 años | | Vida útil | 5 años | | Vida útil | 5 años | |
| Egresos | | | Egresos | | | Egresos | | | Egresos | | |
| Costo cultivo | 1196.38 | | Costo cultivo | 1196.38 | | Costo cultivo | 1196.38 | | Costo cultivo | 1196.38 | |
| Costo caseta | 32.50 | | Costo tabanco | 00.00 | | Costo Caseta | 32.50 | | Costo tabanco | 00.00 | |
| | 1228.88 | | | 1196.38 | | | 1228.88 | | | 1196.38 | |
| Rentabilidad | | | Rentabilidad | | | Rentabilidad | | | Rentabilidad | | |
| Ingresos | 1999.20 | | Ingresos | 1863.63 | | Ingresos | 1928.23 | | Ingresos | 1847.48 | |
| Egresos | 1228.88 | | Egresos | 1196.38 | | Egresos | 1228.88 | | Egresos | 1196.38 | |
| Utilidad | 770.32 | | Utilidad | 667.25 | | Utilidad | 699.35 | | Utilidad | 651.10 | |
| Rentabilidad | 62.68 | | Rentabilidad | 55.77 | | Rentabilidad | 56.91 | | Rentabilidad | 54.42 | |
| Rel. Beneficio/costo | 1.63 | | Rel. Beneficio costo | 1.56 | | Rel. Beneficio costo | 1.57 | | Rel. Beneficio costo | 1.54 | |

Cuadro 31A. Comparación de la rentabilidad de cuatro tratamientos para el secado de maíz. Año 1998.

| Tratamiento 1 | | | Tratamiento 2 | | | Tratamiento 3 | | | Tratamiento 4 | | |
|----------------------|---------|--|----------------------|---------|--|----------------------|---------|--|----------------------|---------|--|
| Producción 0.70 Ha. | 24.00 | |
| 2.18% de daño | -0.52 | | 12.05% de daño | -2.89 | | 7.80% de daño | -1.87 | | 14.40% del daño | -3.46 | |
| 0.92% de pérdida | -0.22 | | 2.63% de pérdida | -0.63 | | 1.60% de pérdida | -0.38 | | 2.50% de pérdida | -0.60 | |
| | 23.26 | | | 20.48 | | | 21.75 | | | 20.07 | |
| Ingresos | | | Ingresos | | | Ingresos | | | Ingresos | | |
| qq. Precio/qq | Q. | | qq. Precio/qq | Q. | | qq. Precio/qq | Q. | | qq. Precio/qq | Q. | |
| 23.26 80.00 | 1860.80 | | 20.48 80.00 | 1638.40 | | 21.75 80.00 | 1740.00 | | 20.07 80.00 | 1605.60 | |
| 0.52 daño 40.00 | 20.80 | | 3.89 daño 40.00 | 115.60 | | 1.87 daño 40.00 | 74.80 | | 3.33 daño 40.00 | 133.20 | |
| | 1881.60 | | | 1754.00 | | | 1814.80 | | | 1738.80 | |
| Costo caseta | 32.50 | | Costo tabanco | 00.00 | | Costo caseta | 32.50 | | Costo tabanco | 00.00 | |
| Vida útil | 5 años | | Vida útil | 5 años | | Vida útil | 5 años | | Vida útil | 5 años | |
| Egresos | | | Egresos | | | Egresos | | | Egresos | | |
| Costo cultivo | 1274.26 | | Costo cultivo | 1274.26 | | Costo cultivo | 1274.26 | | Costo cultivo | 1274.26 | |
| Costo caseta | 32.50 | | Costo tabanco | 00.00 | | Costo Caseta | 32.50 | | Costo tabanco | 00.00 | |
| | 1306.76 | | | 1274.26 | | | 1306.76 | | | 1274.26 | |
| Rentabilidad | | | Rentabilidad | | | Rentabilidad | | | Rentabilidad | | |
| Ingresos | 1881.60 | | Ingresos | 1754.00 | | Ingresos | 1814.80 | | Ingresos | 1738.80 | |
| Egresos | 1306.76 | | Egresos | 1274.26 | | Egresos | 1306.76 | | Egresos | 1274.26 | |
| Utilidad | 574.84 | | Utilidad | 479.74 | | Utilidad | 508.04 | | Utilidad | 464.54 | |
| Rentabilidad | 44.00 | | Rentabilidad | 37.65 | | Rentabilidad | 38.88 | | Rentabilidad | 36.46 | |
| Rel. Beneficio/costo | 1.44 | | Rel. Beneficio costo | 1.38 | | Rel. Beneficio costo | 1.39 | | Rel. Beneficio costo | 1.36 | |

Referencias:

T1 = Primera época de cosecha secada en la caseta.
T3 = Segunda época de cosecha secada en la caseta.

T2 = Primera época de cosecha secada en el tabanco.
T4 = Segunda época de cosecha secada en el tabanco.

Cuadro 32A. Comparación de la rentabilidad de cuatro tratamientos para el secado de maíz. Año 1999.

| Tratamiento 1 | | Tratamiento 2 | | Tratamiento 3 | | Tratamiento 4 | |
|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|
| Producción 0.70 Ha. | 24.00 |
| 2.18% de daño | -0.52 | 12.05% de daño | -2.89 | 7.80% de daño | -1.87 | 14.40% de daño | -3.46 |
| 0.92% de pérdida | -0.22 | 2.63% de pérdida | -0.63 | 1.60% de pérdida | -0.38 | 2.50% de pérdida | -0.60 |
| | 23.26 | | 20.48 | | 21.75 | | 20.07 |
| Ingresos | | Ingresos | | Ingresos | | Ingresos | |
| qq. Precio/qq | Q. |
| 23.26 75.00 | 1744.50 | 20.48 75.00 | 1536.00 | 21.75 75.00 | 1631.25 | 20.07 75.00 | 1505.25 |
| 0.52 daño 37.50 | 19.50 | 3.89 daño 37.50 | 108.38 | 1.87 daño 37.50 | 70.13 | 3.33 daño 37.50 | 124.88 |
| | 1764.00 | | 1644.38 | | 1701.38 | | 1630.13 |
| Costo caseta | 32.50 | Costo tabanco | 00.00 | Costo caseta | 32.50 | Costo tabanco | 00.00 |
| Vida útil | 5 años |
| Egresos | | Egresos | | Egresos | | Egresos | |
| Costo cultivo | 1337.97 |
| Costo caseta | 32.50 | Costo tabanco | 00.00 | Costo Caseta | 32.50 | Costo tabanco | 00.00 |
| | 1370.47 | | 1337.97 | | 1370.47 | | 1337.97 |
| Rentabilidad | | Rentabilidad | | Rentabilidad | | Rentabilidad | |
| Ingresos | 1764.00 | Ingresos | 1644.38 | Ingresos | 1701.38 | Ingresos | 1630.13 |
| Egresos | 1370.47 | Egresos | 1337.97 | Egresos | 1370.47 | Egresos | 1337.97 |
| Utilidad | 393.53 | Utilidad | 306.41 | Utilidad | 330.91 | Utilidad | 292.16 |
| Rentabilidad | 28.72 | Rentabilidad | 22.90 | Rentabilidad | 24.15 | Rentabilidad | 21.84 |
| Rel. Beneficio/costo | 1.29 | Rel. Beneficio costo | 1.23 | Rel. Beneficio costo | 1.24 | Rel. Beneficio costo | 1.22 |

Referencias:

T1 = Primera época de cosecha secada en la caseta.
T3 = Segunda época de cosecha secada en la caseta.

T2 = Primera época de cosecha secada en el tabanco.
T4 = Segunda época de cosecha secada en el tabanco.

Cuadro 33A. Boleta de identificación de muestras.

Nombre del agricultor: _____ No.: _____

Aldea: _____ Municipio: _____

Estructura: _____ Fecha almac.: _____ Peso total: _____ qq.

No. muestra: _____ Fecha de muestra: _____

Varietal de maíz: _____

_____ Criollo/color: _____ Amarillo: _____ Blanco: _____ Negro: _____ Otro: _____

_____ Humedad: _____ Peso: _____ # de mazorcas. Tem. _____ grados C.

Nombre muestreador: _____

Precio venta maíz qq.: _____ Q.

Tratamiento: _____ Repetición: _____

Cuadro 34A. Boleta para análisis de muestras de maíz.

ANÁLISIS DE MUESTRA
(maíz)

Laboratorista: _____ Fecha Análisis: _____

| | | | |
|--|--|---------------|-------------------|
| Nombre Agr.: _____ | | No. _____ | |
| Estructura: _____ | | Lugar: _____ | |
| Fecha muestreo: _____ | Peso _____ gr _____ ^g sec _____ | Humedad _____ | Muestra No. _____ |
| Variedad _____ Criollo _____ V.M. _____ Amarillo _____ Blanco _____ Negro _____ Otro _____ | | | |
| Nombre del muestreador: _____ | | | |

| | |
|---------------------------------------|---|
| GLD: _____ Normal _____ Anormal _____ | APARIENCIA _____ Normal _____ Anormal _____ |
| Temperatura _____ | Peso M. _____ gr. OBSERVACIONES _____ |

| ESPECIE DE INSECTOS | VIVOS | | MUERTOS | | PUPAS | OBSERVACIONES |
|---------------------|---------|--------|---------|--------|-------|---------------|
| | Adultos | Larvas | Adultos | Larvas | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

| Humedad muestra (250gr) | Peso Muestra (900gr) | Humedad maíz bueno (nd) (250gr) | Peso Muestra maíz bueno (nd) (250gr) | IMPUREZAS | | Peso (gr) | % |
|-------------------------|----------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-----------|---------|-----------|---|
| | | | | Porción | 1000gr. | | |
| 1. | | | | | | | |
| 2. | | | | | | | |
| 3. | | | | | | | |
| Corr. | | | | | | | |
| 4. | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|---|-----------------------------|--|--|---|--|--|--|
| 1 | Peso 1000 granos | | | 2 | Peso 1 grano (g) (nd) | | |
| 2 | Granos sanos (nd) | | | 3 | Peso 1 grano (nd) (nd) | | |
| 3 | Peso granos sanos (nd) | | | 4 | Peso granos (g) (nd) | | |
| 4 | granos dañados (d) | | | 5 | Peso granos (nd) (3) | | |
| 5 | Peso granos dañados (d) | | | 6 | Peso total (nd) | | |
| 6 | granos recuperables | | | 7 | % dato | | |
| 7 | Peso granos recuperables | | | | (C - T) x 100 | | |
| 8 | granos no recuperables | | | 8 | % pérdida $\frac{C - T}{C} \times 100$ | | |
| 9 | Peso granos no recuperables | | | | | | |

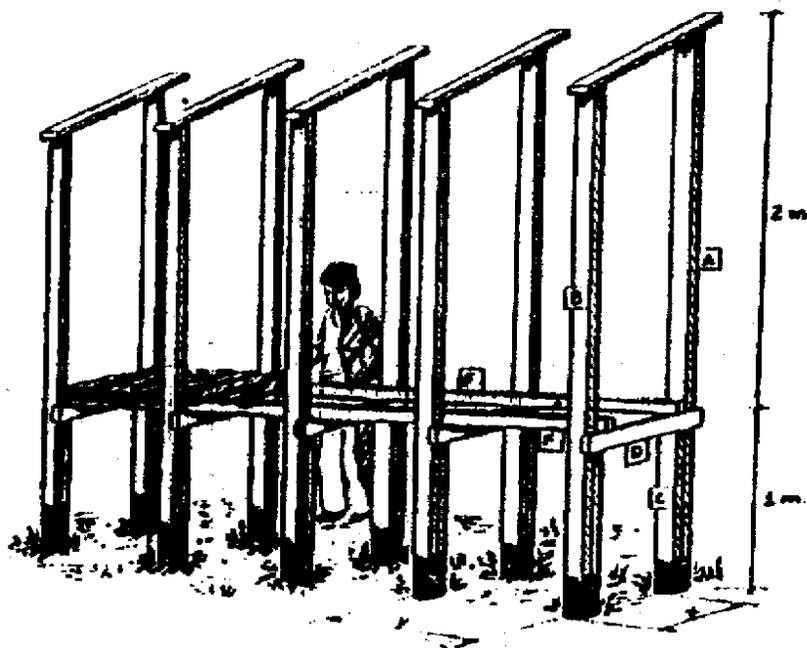
| CAUSAS DE DAÑO | Número | Número % | Peso gr | % dato | % muestra |
|----------------------|--------|----------|---------|--------|-----------|
| Trampas + hongos | n | | | | |
| Germinación + hongos | 1 | | | | |
| Roedores + hongos | 2 | | | | |
| Otros + hongos | 4 | | | | |
| Insectos | 1 | | | | |
| Hongos | n | | | | |
| Germinación | n | | | | |
| Roedores | n | | | | |
| Otro | n | | | | |
| TOTAL | n | 100 % | | 100% | Total |

Figura 18A. Pasos para la construcción de la caseta secadora.

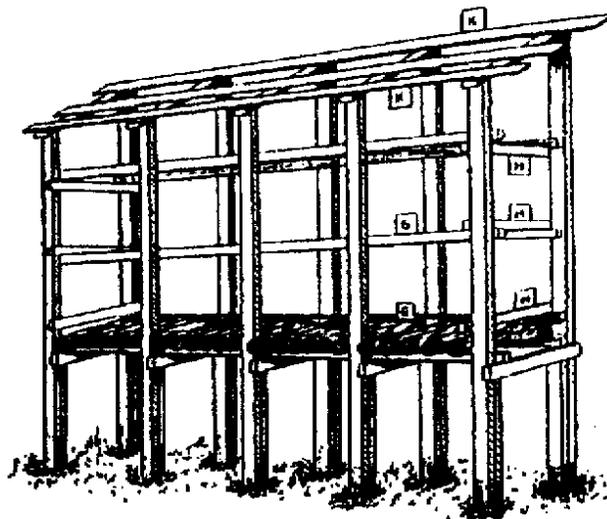
A continuación se presenta una guía para la construcción de una caseta secadora de maíz de 4 metros de largo, 70 centímetros de ancho y 1.70 metros de alto.



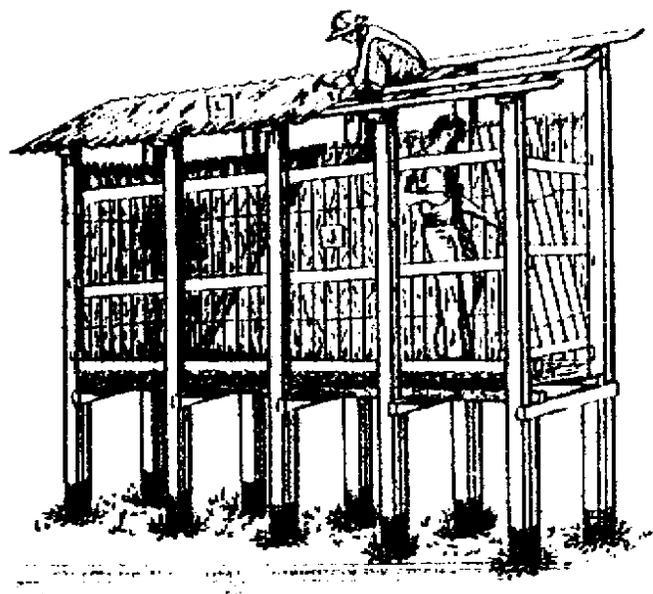
1. Los marcos se arman pegando las piezas, A, B, C, D y E utilizando clavos de 1-2 pulgadas.
2. Para evitar que se deteriore la parte enterrada de las patas, deben ser pintadas con aceite quemado de motor, creosota o cuprinol.



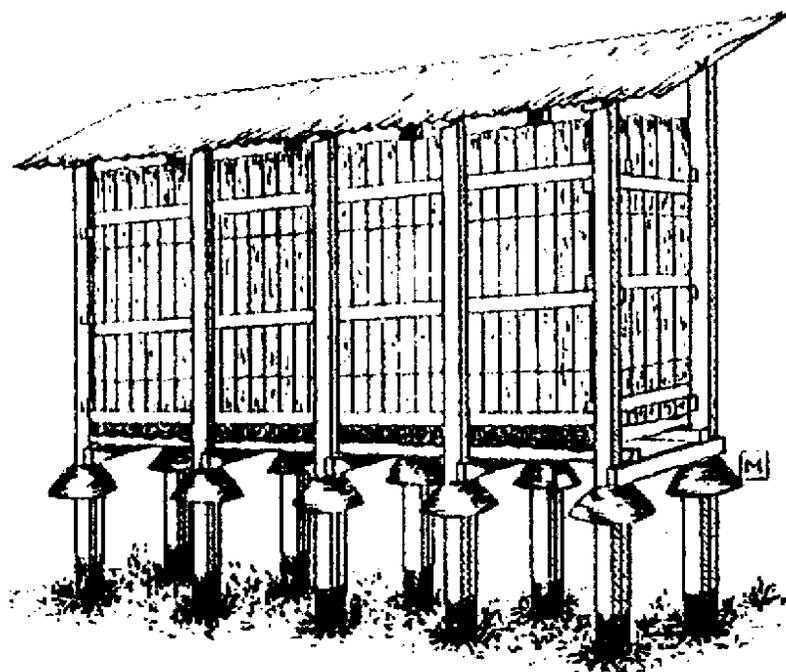
3. Los huecos para enterrar los postes de las patas deben tener 50 centímetros de profundidad. El ancho entre larguero es de 80 centímetros y el largo entre marcos de 1 metro. (ver x y Y en el diagrama superior). Después de apisonar debidamente los largueros, se clavan los travesaños del piso F. Las reglas que forman el piso I van colocadas sobre los travesaños.



4. Los travesaños G y H, se clavan debidamente por dentro de los marcos que forman la pared. Los marcos K que sostienen el techo van clavados sobre las piezas E.

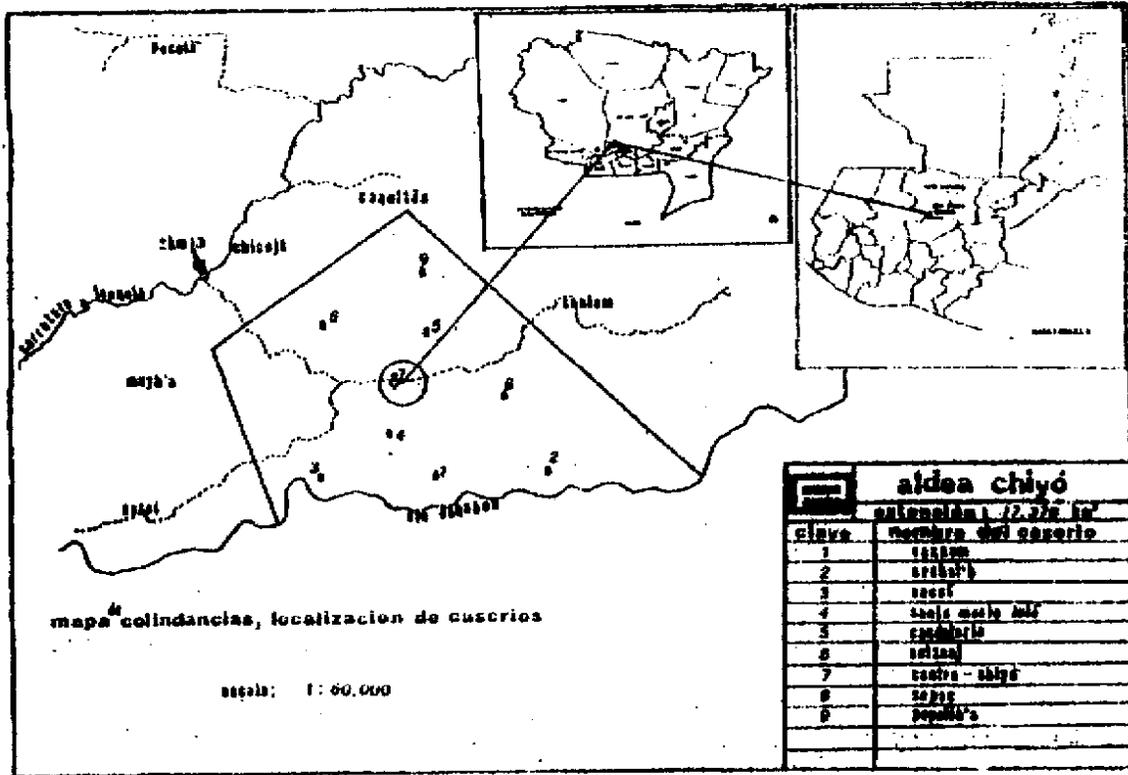


5. El techo L va clavado o amarrado (según el material) a los marcos K. La pared J va clavada o amarrada a los travesaños del soporte G y H.



6. Las protecciones antiratas M son colocadas a 1 metro de altura para evitar que los roedores salten al interior de la caseta.

Figura 19A. Ubicación geográfica del área de estudio.

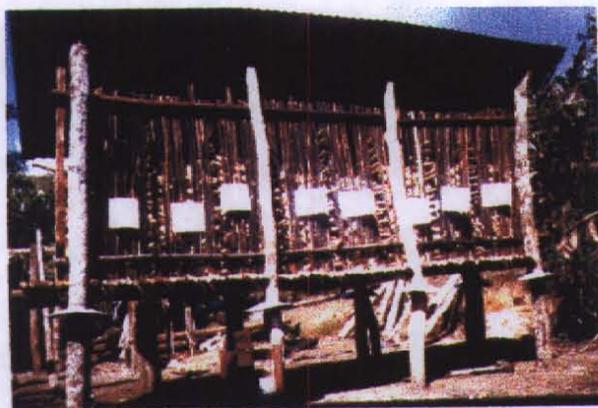


Fuente: POP CAAL, J.A. 1995, Tesis Investigación EPSA. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía.

Figura 20A. Plantas de maíz a la cosecha, la caseta secadora, el tabanco y muestras del grano de maíz.



A. Plantas de maíz a la cosecha.



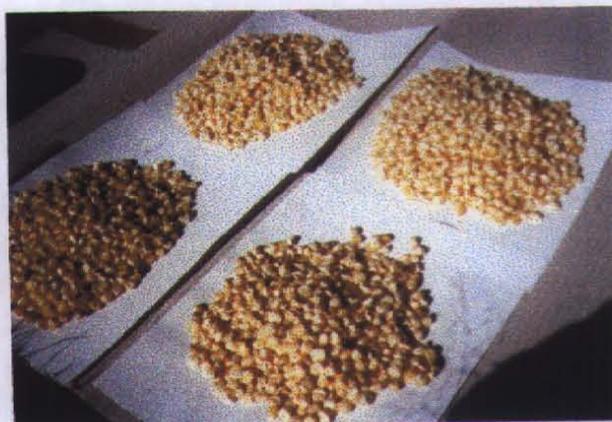
B. La caseta secadora.



C. Parte superior interna de la caseta secadora.



D. Parte interna del tabanco.



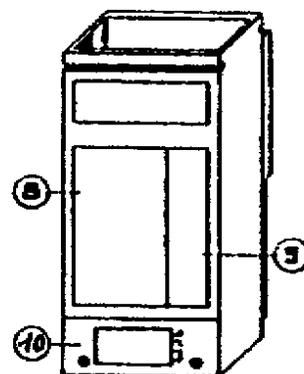
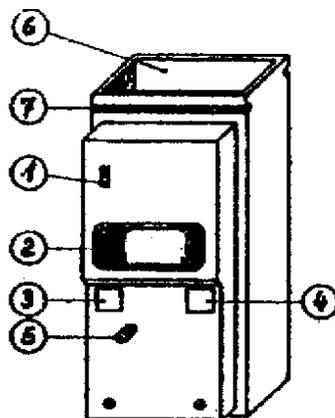
E. Muestras del grano de maíz.

Figura 21A. Partes principales del SAMAP - O - TEST

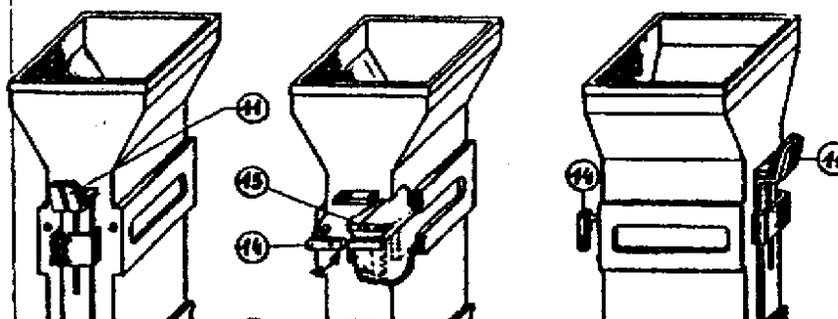
1. Un aparato de medición
2. Un trasvasador de compuertas
3. Una tapa del trasvasador
4. Un vaso de rellenado
5. Una Pila
6. Instrucciones de utilización
7. Un pliego de papel de limpieza
8. Cuatro etiquetas autoadhesivas para señalar las gamas programables

Nomenclatura

- El aparato está formado por dos elementos:
 - a) Un aparato de medición 112
 - b) Un trasvasador
- Estos dos elementos comprenden las siguientes piezas:
 - a) **COMPROBADOR**
 - 1) Interruptor ON/ma (Marcha) - OFF/Ar (Paro)
 - 2) Visualizador de cristales líquidos
 - 3) Botón Rojo
 - 4) Botón Gris
 - 5) Mando de reglaje de las frecuencias
 - 6) Receptáculo para medición, capacidad 200 cm³. (aprox. 170 g. de trigo)
 - 7) Ranura para el acoplamiento del trasvasador
 - 8) Repertorio de los números de los productos en memorias fijas
 - 9) Termómetro de cristales líquidos.
 - 10) Tapa de compartimento de la pila
 - b) **TRASVASADOR**
 - 11) Resorte para la apertura de las compuertas
 - 12) Palanca de bloqueo del trasvasador sobre el SAMAP - O - TEST
 - 13) Tapa del trasvasador
 - 14) Palancas de rearme de las compuertas
 - 15) Puertas para retención del producto dentro del trasvasador
 - 16) Guías de fijación sobre las ranuras número 7 del comprobador



TRASVASADOR





FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

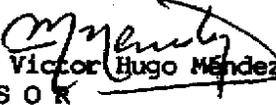
LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE LA CASETA SECADORA COMO ALTERNATIVA PARA EL SECADO DE MAIZ (Zea mays L.) EN LA ALDEA CHIYO, SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: RUDY ROLANDO SIERRA CHOC

CARNET No: 50325

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno Juárez
Ing. Agr. Eddi A. Vanegas Chacón
Ing. Agr. Edgar Martínez Tambito
Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. M.Sc.  Victor Hugo Méndez Estrada
A S E S O R

Ing. Agr. M.Sc.  Francisco Vázquez V.
A S E S O R

ALVARO GUSTAVO HERNANDEZ DAVILA
ING. AGRONOMO
COLEGIADO # 602

Ing. Agr. M.Sc.  Alvaro G. Hernández Dávila
DIRECTOR DEL IIA.



IMPRIMASE

Ing. Agr.  Walter Estuardo García Cerna
DECANO EN FUNCIONES



cc:Control Académico
Archivo
AH/ptr.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.
TEL/FAX (502) 476-9794

e-mail: husac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>