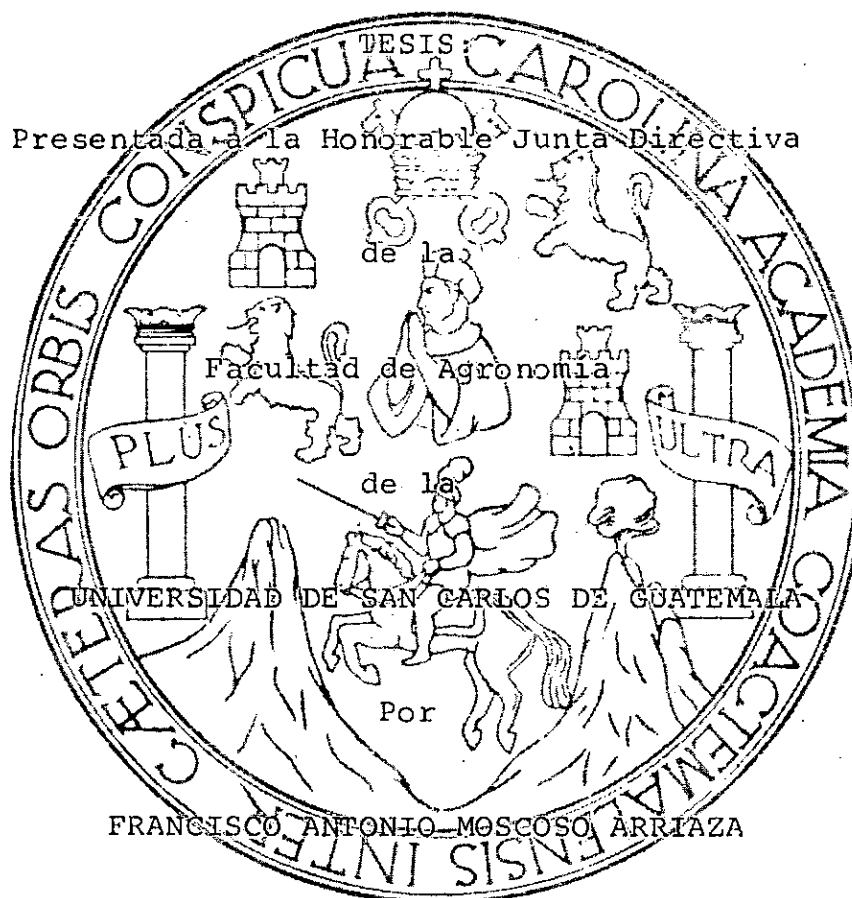


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DE UN TRATAMIENTO TERMICO HUMEDO PARA LA PREVENCION
Y/O MINIMIZACION DEL ENDURECIMIENTO DEL GRANO DE FRIJOL.
(Phaseolus vulgaris)



Al conferirle el Título de

INGENIERO AGRONOMO

En el Grado Académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, noviembre de 1986

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
01

T(871) UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
VOCAL I.	Ing. Agr. Gustavo Méndez
VOCAL II.	Ing. Agr. Jorge Sandoval
VOCAL III.	Ing. Agr. Mario Melgar
VOCAL IV.	Br. Luis Molina
VOCAL V.	Prof. Carlos E. Méndez M.
SECRETARIO	Ing. Agr. Luis Alberto Castañeda A.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Agr. César Castañeda
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Gustavo Méndez
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Manuel Martínez
SECRETARIO:	Ing. Agr. Rodolfo Albizúrez

INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA

OFICINA SANITARIA PANAMERICANA
Oficina Regional de la
ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD

IN-115-86/CAE

4 de noviembre de 1986

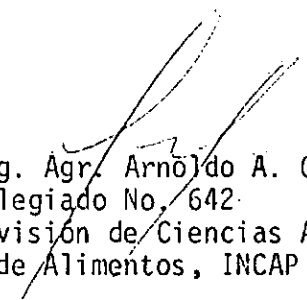
Ingeniero Agrónomo
César Castañeda
Decano Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos
Presente

Señor Decano:

Por medio de la presente, me permito notificarle que he asesorado el trabajo de tesis de grado del señor FRANCISCO ANTONIO MOSCOSO ARRIAZA, requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Dicho trabajo titulado "EVALUACION DE UN TRATAMIENTO TERMICO HUMEDO PARA LA PREVENCIÓN Y/O MINIMIZACIÓN DEL ENDURECIMIENTO DEL GRANO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*)", ha sido revisado y encontrado enteramente satisfactorio, y en mi opinión llena los requisitos para su aceptación.

Por lo anteriormente indicado, agradeceré se sirva revisar el trabajo a fin de dar su visto bueno para que el señor MOSCOSO ARRIAZA, pueda realizar su examen de tesis respectivo.

Agradeciendo de antemano su atención, lo saluda atentamente.


Ing. Agr. Arnaldo A. García Soto
Colegiado No. 642
División de Ciencias Agrícolas
y de Alimentos, INCAP

Guatemala

5 de noviembre de 1986

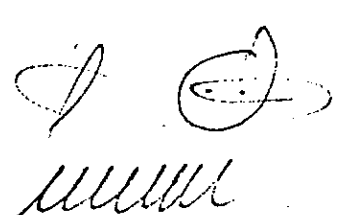
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad con lo establecido por los Estatutos que rigen la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de Tesis titulado:

"EVALUACION DE UN TRATAMIENTO TERMICO HUMEDO PARA LA PREVENCIÓN Y/O MINIMIZACION DEL ENDURECIMIENTO DEL GRANO DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris)".

Como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,



Francisco Antonio Moscoso Arriaza

ACTO QUE DEDICO

A:

Dios

Virgen María

A MIS PADRES:

Ada Odette Arriaza de Moscoso
José María Moscoso Duarte

A MI ESPOSA:

María de los Angeles Monterroso de Moscoso

A MI HIJO:

Javier Antonio Moscoso Monterroso

A MIS HERMANOS
Y CUÑADOS:

José María, Vilma, Ana Patricia, Cecilia
Odette, Sergio Roberto, Virginia del Rosario,
Juan Jacobo, Claudia, Raul Arturo (+) y
Francisco José.

A MIS SUEGROS

A MIS SOBRINOS EN GENERAL

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE PROMOCION

TESIS QUE DEDICO

A:

Guatemala

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Agronomía

Colegio Metodista Utatlán

Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá
(INCAP)

Instituto Nacional de Comercialización Agrícola
(INDECA)

AGRADECIMIENTO

- AL Ing. Agr. Arnoldo García Soto, por su valiosa amistad, asesoría y colaboración para las observaciones y orientaciones científicos al presente trabajo.
- AL Dr. Luiz G. Elías, por su gran interés mostrado para la realización de este estudio.
- AL P.A. Nehemías Arana B. por su ayuda y amistad.
- A La Señora Bertila de Rodas, por su colaboración desinteresada en la presentación del presente trabajo.
- A Los Compañeros Tutoriales y Técnicos de Laboratorio del INCAP.
- A Todas aquellas Personas, que de una u otra forma me ayudaron a la realización del presente estudio.

QUE EL SEÑOR LES CORRESPONDA CON BENDICIONES.

INDICE GENERAL

	PAGINA
RESUMEN	
I. INTRODUCCION	1
II. HIPOTESIS	3
III. OBJETIVOS	4
IV. REVISION BIBLIOGRAFICA	5
1. Importancia del Almacenamiento	5
1.a. Importancia del Almacenamiento del frijol	6
2. El problema del endurecimiento del frijol	9
3. Conocimientos actuales sobre el proceso del endurecimiento	10
4. Significado Alimenticio y Nutricional	15
5. Prevención del endurecimiento del frijol	15
V. MATERIALES Y METODOS	18
- Materiales	18
- Metodos	19
- Duración y Análisis	20
- Análisis Estadístico	21
- Diseño de Tratamiento	23
VI. RESULTADOS	24
A. Almacenamiento en cuarto frío	24

	PAGINA
B. Almacenamiento acelerado	29
C. Almacenamiento en bodega	37
D. Variedad Tamazulapa	44
E. Mezcla Comercial	49
VII. DISCUSION DE RESULTADOS	51
A. Almacenamiento cuarto frío	51
B. Almacenamiento Acelerado	54
C. Almacenamiento en Bodega	56
D. Variedad Tamazulapa	57
E. Mezcla Comercial	58
VIII. CONCLUSIONES	59
IX. RECOMENDACIONES	61
BIBLIOGRAFIA	62

RESUMEN

En Guatemala, una de las principales actividades agrícolas es el cultivo del frijol común (Phaseolus vulgaris), por ser uno de los alimentos que constituyen la dieta de familias rurales y urbanas en su mayoría.

Esta leguminosa de grano, presenta una serie de problemas post-producción, principalmente en su almacenamiento, lo que a través del tiempo, dificulta la capacidad de conservarse adecuadamente, no permitiendo consumirlo con características organolépticas adecuadas, afectando también la disponibilidad de nutrientes que este grano aporta en la dieta.

Entre las cualidades de un frijol exigido por nuestro consumidor, está el alcanzar el mayor porcentaje de granos cocidos en el menor tiempo posible y obtener un caldo espeso de color oscuro, características que son difíciles de alcanzar cuando el grano ha sido afectado por el endurecimiento.

El presente trabajo, pretendió evaluar un tratamiento térmico húmedo, que evitara o minimizara el endurecimiento del frijol, almacenándolo bajo tres condiciones diferentes.

Se trató además, de cualificar las pérdidas ocasionadas por el endurecimiento del grano de frijol almacenado.

Para alcanzar estos objetivos, se utilizó frijol negro, variedad Tamazulapa y una mezcla comercial, ambas de la re-

gión Oriente del país: Se le aplicó un tratamiento térmico húmedo que consistió en formar cuatro (4), lotes de humedad de 12,18,24 y 30%, en cada variedad, a los que se les palicó vapor húmedo durante 0,10,15 y 20 minutos, para luego ser almacenados a una humedad de grano de 12%.

El almacenamiento se llevo acabo ; a) en cuarto frío a 4°centigrados, b) en cuarto caliente, a 37°centigrados, (al macenamiento acelerado), dichos cuartos se encuentran localizados en las instalaciones del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá -INCAP-, c) en bodegas del Instituto de Comercialización Agrícola -INDECA- por tiempos de seis meses, seis semanas y seis meses respectivamente.

Para evaluar la efectividad del tratamiento se determinó el tiempo de cocción, a través de la prueba de dureza, en el aparato denominado DURINCAP, así como tambien se cuantifico el por centaje de sólidos presentes en el caldo de frijol cocido.

Dentro de los principales resultados obtenidos se encontró que la variedad Tamazulpa, es más sensible a los cambios de temperatura y humedad, que la mezcla comercial, coma las que abundan en nuestro mercados.

En el almacenamiento bajo condiciones controladas de cuar

to frío, el grano en general, no presento un incremento significativo en el endurecimiento del frijol, Almacenamiento acelerado, presento los mayores incrementos en tiempo de cocción. Encontrándose además que el tratamiento térmico húmedo no presentó características claras que indiquen un control efectivo en la pérdida por endurecimiento del grano de esta leguminosa.

INTRODUCCION

El estudio de los sistemas de almacenamiento de granos básicos en Guatemala se ha incrementado en los últimos años, debido a la necesidad de mantener por más tiempo la cantidad y la calidad de dichos productos.

El almacenamiento del frijol por el pequeño agricultor, afronta pérdidas ocasionadas por insectos, hongos, roedores, pérdida de humedad, etc., afectando de esta manera la calidad y cantidad de su producto. Por estudios realizados, al considerarse individualmente, estas pérdidas son pequeñas debido al tiempo de almacenamiento y a la cantidad de grano, ya que la mayor parte de este producto es utilizado para el consumo de la familia del agricultor, siendo el resto llevado a los mercados locales o centros de acopio. Sin embargo, al considerar las pérdidas por el número total de agricultores éstas son de gran importancia.

En bodegas donde se almacena esta leguminosa a mayor escala se presentan las mismas pérdidas que bajo las condiciones de almacenamiento del agricultor. Una de las pérdidas que ha sido señalada como muy significativa es el "Endurecimiento del grano de frijol", no encontrándose a la fecha cifras cuantitativas confiables que puedan reflejar la magnitud de este problema.

En bodegas de Guatemala, también es conocido este problema, pero no existen reportes al respecto debido a que se carece de investigaciones que a través de un manejo adecuado de las condiciones de almacenamiento del grano de frijol.

Como un aporte a la solución del problema, este trabajo pretende establecer un tratamiento térmico húmedo que prevenga o reduzca las pérdidas ocasionadas por el endurecimiento del grano durante el almacenamiento.

II. HIPOTESIS

La aplicación de un Tratamiento Térmico Húmedo minimiza las pérdidas por endurecimiento del grano de frijol (Phaseolus vulgaris) bajo condiciones de almacenamiento de bodega, almacenamiento acelerado y cuarto frío.

III. OBJETIVOS

Objetivo General:

Contribuir en la solución de un problema que afecta la comercialización y la disponibilidad del frijol debido a las pérdidas de calidad ocurridas en el almacenamiento.

Objetivos Específicos:

- Determinar un tratamiento que pueda controlar y/o minimizar las pérdidas ocasionadas por el endurecimiento en el almacenamiento del grano de frijol.
- Cualificar las pérdidas ocasionadas por el endurecimiento del frijol al almacenarlo bajo condiciones de bodega, almacenamiento acelerado y cuarto frío.

IV. REVISION BIBLIOGRAFICA

1.- IMPORTANCIA DEL ALMACENAMIENTO

Los granos y sus productos, constituyen una fuente importante de nutrimentos para el hombre y para otros organismos, y su disponibilidad en un momento dado significa la satisfacción esencial para el que pueda aprovecharlo primero.

La balanza económica gobernada por la ley de la oferta y la demanda sugiere la conveniencia de tener existencia de granos en almacenamiento para evitar las variaciones de los precios y así asegurar el mercado al agricultor y al consumidor, así como un abastecimiento uniforme.

La conservación de granos alimenticios ha sido, es y será motivo de preocupación del hombre así como de los gobiernos, por su significado en la dieta humana, y la necesidad de tenerlos cuando éste desaparece de los mercados. Además el consumo inmediato de la producción total de las cosechas es físicamente imposible, por lo que el hombre a recurrido al almacenamiento y así poder consumirlo de acuerdo a sus necesidades nutricionales (17).

La necesidad de mejores sistemas de almacenamiento en países sudamericanos los ha llevado a organizar programas de capacitación agropecuaria a nivel nacional y

específicamente en el almacenamiento de granos (20).

En Guatemala, el Grupo Internacional para el desarrollo agrícola realizó una evaluación preliminar de pérdidas de granos en post-cosecha, estableciendo pérdidas en 1977 del 21 por ciento de la producción de maíz y del 24 por ciento de la producción del frijol. Por lo anterior el gobierno de Guatemala en colaboración de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en 1978 pone en marcha un proyecto de asistencia técnica, lo que sirviera de base para un programa permanente sobre la problemática de las pérdidas post-cosecha en el país. De esa cuenta, en 1980 se pone en marcha el programa para la evaluación y reducción de pérdidas post-cosecha. (19)

En el anterior programa se tomó en cuenta la etapa del almacenamiento a nivel rural en silos familiares, con lo que se logró demostrar que grano seco, limpio y tratado con insecticidas conserva su calidad, olvidándose en algún momento de las pérdidas que ocurren en bodegas que almacenan grandes cantidades de grano.

1.a. IMPORTANCIA DEL ALMACENAMIENTO DEL FRIJOL

La demanda internacional del consumo de frijol se encuentra estancada con una tendencia a disminuir

en los países desarrollados y aumentar en algunos países en vías de desarrollo.

Demostrandolo así el principal exportador mundial que es E.E.U.U., país con el cual es difícil competir por su excelente conocimiento de la situación coyuntural de los mercados. En América Latina el país que ha tenido el mayor incremento de las exportaciones ha sido Argentina, por estadísticas que lo demuestran hasta 1980, año en el que exportó 78.6 millones de dólares. Descendiendo posteriormente a 57.3 millones de dólares en 1984, y aun con esa significativa baja encabeza a los países exportadores de granos.

En lo referente a la producción, ésta se encuentra liberada por el Brasil, mientras que los mejores rendimientos se registran en Chile y Argentina. (16) En Centro América, Guatemala se ha caracterizado por su auto abastecimiento (16), por su incremento en la producción, demostrada por el mayor rendimiento reportado en la cosecha 1981/82 con 1.1 toneladas métricas por hectárea; así como su producción en 1983/84 de 108.3 mil toneladas métricas, en una superficie de cultivo de 115.2 mil hectáreas. (18)

Por la extensión, producción y rendimientos que ha tenido Guatemala en los últimos 15 años (19), ha sugerido la necesidad del almacenamiento de esta leguminosa a gran escala.

En nuestro país, como otros que son productores, la importancia de un almacenamiento adecuado y las restricciones debido a pequeñas empresas con insuficiencia de capital son fundamentos que obligan a negociar este producto inmediatamente. (1). Descargando de esta manera toda la responsabilidad de la conservación del grano de frijol en grandes almacenes entre ellos al Instituto Nacional de Comercialización Agrícola.

Estudios realizados por González de Mejía (7), han determinado que el tiempo de almacenamiento del frijol induce a aumentar significativamente la dureza y el tiempo de cocción del grano, siendo estos fenómenos de distinta naturaleza, el primero relacionado con la cáscara y el segundo a factores bioquímicos del endosperma, así también, la relación negativa entre la dureza del grano y el coeficiente de absorción de agua.

Entre los estudios más recientes acerca de la im

portancia del almacenamiento adecuado del frijol se encuentra una evaluación de silos familiares en la ciudad de Guatemala, en el cual uno de sus resultados, indica que el grano debe ingresar al almacenamiento con un contenido de humedad entre el 12% y 14%. (11)

Por lo anterior podemos determinar, lo importante del almacenamiento del frijol que se ve íntimamente relacionado con su conservación, la que a su vez se encuentra vinculada con la temperatura y humedad en el almacén. (7, 8, 17)

2.- EL PROBLEMA DEL ENDURECIMIENTO DEL FRIJOL

El frijol, además de verse afectado por agentes bióticos y abióticos, también afronta el problema del endurecimiento, el que ha llevado a ocasionar importantes pérdidas físicas y de calidad durante el almacenamiento. El endurecimiento que el grano sufre al ser almacenado por un período prolongado ha provocado una pérdida estimada entre el 10 al 20% de la producción mundial, según investigaciones realizadas por el National Academy of Sciences de E.E.U.U. (20)

El endurecimiento del frijol deteriora la calidad organoléptica y el tiempo de cocción se aumenta, por lo que

su consumo se reduce. Como resultado de que el frijol requiera un tiempo prolongado de cocción, se ejercen efectos detrimentales en su aceptabilidad, lo que es probablemente efecto de un almacenamiento deficiente o quizás de factores inherentes a la genética o manejo agronómico. (3, 4)

3.- CONOCIMIENTOS ACTUALES SOBRE EL PROCESO DEL ENDURECIMIENTO.

Acerca de este proceso no existen datos concretos y confiables hasta la fecha, pero sí se han planteado una serie de hipótesis que revelan su posible origen. Bressani (2), indica que existen dos vías que dan origen a esa condición, la primera, que podría ser de las partes anatómicas de la semilla, la que posiblemente es de origen genético o adquirido por la planta, de acuerdo al medio en que se cultiva. La segunda vía del proceso del endurecimiento sería la inducida por el almacenamiento que produce cambios químicos y físicos en la micro estructura de la semilla.

Molina et al (11) ven la posibilidad de que parte de la proteína del grano forme complejos con compuestos de tipo fenólico durante el almacenaje.

El endurecimiento del frijol, puede llevar a una escasa aceptación y consumo, debido principalmente al prolongado tiempo para su cocción, alterando así la cantidad de combustible (leña) necesaria. Bressani (2), indica que el exceso de cocción que necesitan los granos endurecidos puede traducirse en un deterioro de la calidad proteínica del producto y la consecuente pérdida si no total, al menos de gran parte de su potencial como proteína suplementaria.

Por evidencias acumuladas en otros estudios de almacenamiento y del fenómeno de endurecimiento se puede determinar que son varios los factores que se ven involucrados y que cada uno en particular o asociado puede afectar en mayor o menor grado este proceso.

Entre los posibles factores que participan en el proceso del endurecimiento del Frijol se encuentran los aspectos físicos, químicos y bioquímicos de las dos partes anatómicas de la semilla (la testa y los cotiledones), no olvidando también que las condiciones ambientales de una bodega repercuten en la calidad del grano, entre estos factores podemos mencionar la temperatura, la humedad relativa, la humedad del grano, así como el tiempo de almacenamiento (4, 7).

Estudios realizados por Elías (4) indican que entre los posibles mecanismos que contribuyen a la dureza del frijol durante el almacenamiento están:

A. Complejos proteínicos con compuestos fenólicos.

A.1. Complejos proteínicos con el ácido fítico.

B. Cambios en las sustancias pécticas.

B.1. Estabilidad en la lámina media.

B.2. Retrogradación del almidón.

B.3. Gelatinización del almidón.

C. Oxidación y polimerización de los lípidos.

D. Reacciones de fitatos con pectatos insolubles de Ca y Mg para producir pectatos solubles de Ca y Mg.

Además el mismo Autor ratifica que el proceso del endurecimiento durante el almacenamiento difiere en ciertos aspectos según la semilla sea recién cosechada o no, asimismo que la actividad enzimática es un factor determinante (4, 7),

González de Mejía (7) concluye que la atmósfera de aire contribuye al incremento en tiempo de cocción, así como que el calor de grano que es mayormente afectada es el de color rojo.

Bressani (2) indica que el tamaño de la semilla afecta características como la absorción de agua, el grueso y

apariciencia de la cáscara y el contenido protéico.

Mora (14) deduce que los factores que alteran el tiempo de cocción son: las características propias del grano como cultivar, las condiciones de producción, la temperatura y el contenido de humedad del grano, la duración del período de almacenamiento, así como también la localización geográfica del almacén.

Cloyer, citado por Moscoso (15) identificó y determinó que los problemas causantes de la pérdida de la propiedad de ablandamiento del frijol son:

- A. Cáscara dura o impermeabilidad de la cáscara de los frijoles al agua.
- B. Esclerema, que considera, como la impermeabilidad de los cotiledones al agua es efecto debido a cambios enzimáticos que ocurren durante el almacenamiento.

Los resultados obtenidos por Moscoso (15) indican que con humedad de grano y humedad relativa durante el almacenamiento, los frijoles pierden su propiedad de fácil cocimiento, debido a una disminución en a) el contenido de ácido fítico y b) las razones de cationes divalentes a monovalentes; resultando que los frijoles pierden la capacidad de fijación de cationes divalentes y su

Propiedad de intercambio iónico durante la fase de cocción.

Luse (10) establece que durante el almacenamiento ocurren cambios en el tiempo de cocción y de absorción de agua, los que se resumen en 3 etapas:

- I. Semilla fresca, el tiempo de cocción es casi el mismo y es independiente de la absorción de agua.
- II. Etapa intermedia, el tiempo de cocción aumenta y se correlaciona con la absorción de agua.
- III. Semilla testa dura, el tiempo de cocción llega al máximo y ya no tiene correlación con la absorción de agua.

La testa dura durante el almacenamiento sugiere que el incremento en tiempo de cocción puede deberse a el desarrollo de biopolimeros naturales, como pectina y fitina; o bien que la testa dura actúe como una barrera para reducir la absorción de agua por parte del almidón, en el cotiledón de la semilla.

León (9) nos indica que el almacenamiento en Silos familiares, a altas humedades (16 %) y dosis elevadas de fosfuro de hidrógeno (insecticida), inducen al endurecimiento del grano y a la pérdida del poder germinativo.

4.- SIGNIFICADO ALIMENTARIO Y NUTRICIONAL

El interés que ha despertado el estudio del frijol en sus distintos aspectos, en Guatemala es debido en gran parte a la demanda que tiene este grano a nivel rural o de la población de escasos recursos, siendo dicho grano el principal alimento después del maíz. De aquí radica la importancia alimenticia de esta leguminosa, la cual en Centro América en los últimos 15 años ha incrementado su área de cultivo, su producción y no así su rendimiento, el cual ha oscilado en un rango limitado. Datos parciales de la producción 84/85 de frijol nos indican que hubo un incremento del 10 % en la producción centroamericana y predominando ésta por parte de Honduras (17). El aporte de proteína a la dieta básica, es un factor muy importante, pero su contribución es significativa debida a la adicción de otros nutrientes como el hierro y la tiamina, así como también calcio y niacina aunque su aporte es en menor grado (2).

Además Bressani (2), reporta que el aporte protéico del frijol es superior al que puede aportar la yuca o el plátano debido a que su concentración de proteínas es alta.

5.- PREVENCIÓN DEL ENDURECIMIENTO DEL FRIJOL

Entre los aspectos tecnológicos investigados para el me-

jor aprovechamiento del frijol, el prevenir o minimizar el endurecimiento o tiempo de cocción y el biodeterioro del frijol durante el almacenamiento; son importantes; los estudios realizados se han basado en planteamientos de un tratamiento previo a su almacenaje, así como a la modificación del ambiente en donde se almacena este producto.

Las bajas temperaturas (4 grados C.) y/o las bajas humedades (10 % de humedad del grano), son alternativas seguras para mantener la calidad del grano, pero para el manejo de grandes cantidades de grano sería necesario tener o proveer de equipo de enfriamiento, elevando de este modo los costos.

Molina, et al (11 , 12), proponen varios tratamientos para la minimización del endurecimiento del grano del frijol a almacenar en grandes volúmenes, entre éstos están:

- a) Aplicación de calor antes del almacenamiento, tratamiento térmico a corto tiempo.
- b) Remojo en solución salina al 15 %.
- c) El uso de atmósferas modificadas con CO₂.
- d) Precocción del grano entero y seco recién cosechado.
- e) Aplicación de tratamiento termico seco con 18% de humedad (13).
- f) La utilización de cuartos calientes (5).

Estos estudios enfatizan que es necesario emprender nuevas investigaciones a fin de establecer el modo de acción de cada alternativa.

A nivel rural se propone:

- a) Almacenamiento de frijol seco dentro de bolsas plásticas cerradas de tal manera que minimice la cantidad de aire dentro de ellas;
- b) Almacenar el grano con su vaina; y
- c) Almacenar en silos familiares frijol limpio y seco con una dosis de fosfuro de hidrógeno (9).

Luse (10) indica que un tratamiento con aceite de maíz o de soya no reduce el tiempo de cocción debido a que probablemente no tenga ningún efecto positivo en la semilla de testa dura.

Por carecer actualmente de una solución para el problema del endurecimiento de frijol negro, almacenado en grandes cantidades y bajo condiciones que prevalecen en bodegas Gubernamentales se presenta el siguiente trabajo, el cual tiene como objetivo plantear un tratamiento que bajo las condiciones antes mencionadas, minimice o evite este problema.

V. MATERIALES Y METODOS

MATERIALES:

- a) Grano. Para la realización del presente estudio se utilizaron 30 Kg. de frijol negro comercial y 30 Kg. de frijol negro de la variedad Tamazulapa, ambas recién cosechadas y provenientes de la Región de Jutiapa.
- b) Condiciones de almacenamiento.
 - 1) Cuarto Frío. Se utilizó las facilidades de cuartos fríos de la división de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), dichas facilidades consistieron en un cuarto refrigerado y controlado a una temperatura de 5 grados centígrados.
 - 2) Almacenamiento Acelerado. Para la realización de esta etapa se utilizó un cuarto con temperatura controlada, dicho cuarto se estandarizó a una temperatura de 35 grados centígrados durante el estudio. El almacenamiento acelerado consiste en colocar el material bajo estudio en bolsas de polietileno para mantener las condiciones de humedad constantes, a una temperatura mayor de las condiciones ambientales nor

males. Bajo estas condiciones de almacenamiento el material en estudio debido a las condiciones de alta temperatura y alta humedad, acelera sus procesos metabólicos simulando el efecto de un almacenamiento por un período prolongado.

- 3) Almacenamiento en Bodega. Para esta etapa se utilizó la bodega 08 de Santa Elisa, que pertenece al Instituto Nacional de Comercialización Agrícola (INDECA), dicha bodega se encuentra localizada en la Zona 12 de la Ciudad de Guatemala, en esta bodega se encontraba almacenado bajo condiciones normales aproximadamente 40000 quintales de frijol.

- c) Facilidades de Laboratorio. Para la realización de los análisis correspondientes se contó con las facilidades de Laboratorio de la división de Ciencias Agrícolas del INCAP.

METODOS:

Tanto el frijol Tamazulapa como la mezcla comercial de frijol se le aplicó el siguiente tratamiento térmico húmedo.

Se formaron 4 lotes de 7200 gramos, los que fueron llevados a humedad del grano de 12, 18, 24 y 30% cada uno, colocando cada lote en una cámara de alta humedad para que el grano

absorviera humedad hasta el punto deseado, seguidamente cada lote se dividió en cuatro sublotes. Los sublotes de cada lote fueron sometidos a un tratamiento térmico que consistió en la aplicación de vapor de agua (98°C) sin presión por 0, 10, 15, y 20 minutos respectivamente, seguidamente todos los sublotes tratados se llevaron a una humedad de 12%, los que posteriormente fueron divididos en unidades de diferente peso cada uno.

2 unidades de 600 gramos de cada tratamiento se almacenaron en bolsas de fibra vegetal en bodegas de Santa Elisa INDECA, para su evaluación bajo condiciones de bodega.

2 unidades de 100 gramos de cada tratamiento se utilizaron como control y fueron almacenadas en cuarto frío a una temperatura de 5°C.

2 unidades de 200 gramos de cada tratamiento fueron sometidas a almacenamiento acelerado (35°C).

DURACION Y ANALISIS

El tiempo de almacenamiento que se evaluó para las unidades instaladas en bodegas del INDECA y cuarto frío fue de 6 meses, con muestreos para control cada mes.

Las muestras sometidas a almacenamiento acelerado, permanecieron bajo las condiciones mencionadas anteriormente por 6

semanas con muestreo para control al inicio, a las 3 semanas y al final del almacenamiento realizándose las siguientes determinaciones a las muestras de cada tratamiento.

- Contenido de humedad total (21)

Colocando una muestra de frijol de peso conocido en un horno con vacío durante 16 horas, para luego conocer nuevamente su peso, por diferencia se determina la humedad de la muestra en porcentaje.

- Tiempo de cocción (21)

La metodología utilizada fue a través del DURINCAP, que consiste en colocar a cocción una muestra de grano en agua destilada hirviendo, tomándose muestras de frijol cada 10 minutos, midiendo su dureza por medio del DURINCAP, el que mide la dureza del grano de acuerdo a la fuerza requerida para su penetración por una aguja, dando el resultado en gramos-fuerza.

- Sólidos en caldo (21)

Una porción del caldo de cocción del frijol se sometió a secamiento y se cuantificó la cantidad de sólidos presentes después de la evaporización del agua.

ANALISIS ESTADISTICO

El diseño experimental que se utilizó para el análisis fue un tetrafactorial de $2 \times 4 \times 4 \times 3$ completo al azar con el modelo estadístico siguiente:

$$Y_{ijklm} = \mu + A_i + B_j + C_k + D_l + AB_{ij} + AC_{ik} + AD_{il} + BC_{jk} + BD_{jl} + CD_{kl} + ABC_{ijk} + ABD_{ijl} + BCD_{jkl} + ACD_{ikl} + ABCD_{ijkl} + \xi_{ijklm}.$$

A = Variedad (2 variedades de grano)

B = Humedad del grano al tratamiento térmico
(4 humedades del grano)

C = Tiempo de tratamiento (4 tiempos de tratamiento térmico)

D = Condiciones de almacenamiento. (3 condiciones de almacenamiento)

Para el análisis de resultados se realizó:

- Análisis de varianza general y por condición de almacenamiento.
- Pruebas de comparación múltiple de medias - Tukey al 5 %.
- Análisis de varianza combinado de las 3 lecturas de cada condición de almacenamiento.

DISEÑO DE TRATAMIENTOS

FACTOR		NIVELES			
		1	2	3	4
A	Variedad	Tamazulapa	Mezcla Comercial		
B	Húmedad del grano al tra- tamiento tér- mico. %	12	18	24	30
C	Tiempo de tratamiento térmico.min.	0	10	15	20
D	Condiciones de almacena- miento.	Bodega	Cuarto frío	Almace- namiento Acelerado	

=====

VI. RESULTADOS

A. ALMACENAMIENTO EN CUARTO FRIO

Los resultados de la variable tiempo de cocción en minutos por variedad para el inicio y final de estudio bajo condiciones de cuarto frío se presentan en el cuadro 1, donde se observa que el tiempo de cocción no sufrió cambio alguno durante el estudio tanto para la variedad Tamazulapa como para la mezcla comercial, sin embargo, el tiempo de cocción de los materiales es diferente, siendo mayor en la variedad Tamazulapa. Se presenta en el Cuadro 2, los resultados del tiempo de cocción para cada humedad de tratamiento, a los 6 meses de almacenamiento en cuarto frío donde se muestra que de 12 a 18% se incrementa el tiempo de cocción de 80 a 87 minutos, mientras que de 18 a 24% de humedad de tratamiento del grano el tiempo de cocción disminuye a 76 minutos, no así de 24 a 30 por ciento de humedad donde el tiempo de cocción se incrementa levemente de 76 a 78 minutos. Además puede observarse el comportamiento de cada variedad, las cuales presentan un incremento en el tiempo de cocción a medida que se aumenta la humedad de tratamiento de 12 a 18 por ciento y una tendencia a disminuir el tiempo de cocción a partir del 18 por ciento de humedad de tratamiento, excepto en

la mezcla comercial donde con 30 % de humedad de tratamiento el tiempo de cocción tiende a incrementarse.

De acuerdo al análisis de varianza general para la variable tiempo de cocción puede observarse en el cuadro 3 que únicamente se encuentran diferencias significativas entre variedades, humedad de tratamiento y para la interacción humedad de tratamiento y tiempo de tratamiento, no existiendo significancia entre tiempos de tratamiento al efectuar el análisis de varianza a cada lectura (0 y 6 meses de almacenamiento)

Entre los resultados más importantes del almacenamiento en el cuarto frío, encontramos los datos promedio de la variable sólidos en caldo por variedad los que se presentan en el cuadro 4, observándose un incremento de 2.12 a 2.30 por ciento de sólidos en caldo en la variedad Tamaulapa del inicio al final del almacenamiento, no así para la mezcla comercial que presenta una tendencia de decremento de 2.81 a 2.64 por ciento de sólidos en caldo, del inicio al final del estudio.

De acuerdo al análisis de varianza general para sólidos en caldo, cuadro 5, se observa que solo presenta significancia estadística al ($P < 0.05$), la variedad.

CUADRO No. 1

RESULTADOS PROMEDIO DE TIEMPO DE COCCION POR VARIEDAD
DE FRIJOL ALMACENADO EN CUARTO FRIO (Minutos)

Variedad	<u>Meses de Almacenamiento</u>	
	0	6
Tamazulapa	87	87
Mezcla comercial	73	73

=====

CUADRO No. 2

RESULTADOS PROMEDIO DE TIEMPO DE COCCION POR HUMEDAD
DE TRATAMIENTO DE FRIJOL ALMACENADO EN CUARTO FRIO
(EN MINUTOS)

Meses de almacenamiento	Humedad de tratamiento (%)			
	12%	18%	24%	30%
0	81	87	76	76
6	80	87	76	78
Tamazulapa *	89	93	84	82
Mezcla comercial **	72	81	68	72

=====

* Tiempo de cocción inicial = 87 Minutos.

** Tiempo de cocción inicial = 73 Minutos.

CUADRO No. 3

ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS DE TIEMPO
DE COCCION DEL ALMACENAMIENTO EN CUARTO FRIO

FUENTE DE VARIACION	CUADRADO MEDIO	SIGNIFICANCIA
Variedad	6188	*
Humedad de tratamiento	822	*
Tiempo de tratamiento	68	N.S.
Var-Ht	71	N.S.
Var-Tt	25	N.S.
Ht-Tt	86	*
Var-Ht-Tt	63	N.S.
* = Significancia al 0.05 Ht = Humedad de tratamien<u>to</u> N.S. = No significativo to Var = Variedad Tt = Tiempo de tratamiento		

CUADRO No. 4

RESULTADOS PROMEDIO DE SOLIDOS EN CALDO POR VARIEDAD
DEL FRIJOL ALMACENADO EN CUARTO FRIO

Variedad	Meses de almacenamiento	
	0	6
Tamazulapa	2.12 %	2.30 %
Mezcla comercial	2.81 %	2.64 %

CUADRO No. 5

ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS DE SOLIDOS
EN CALDO DE FRIJOL ALMACENADO EN CUARTO FRIO

Fuente de Variación	Cuadrado Medio	Significancia
V a r.	8.30	*
H t.	0.40	N.S.
T t.	0.55	N.S.
Var - Ht	0.28	N.S.
Var - Tt	0.02	N.S.
Ht - Tt	0.11	N.S.
Var Ht - Tt	0.41	N.S.
Var = Variedad * = Significativo al 0.05		
Ht = Humedad de tratamiento N.S. = No significativo		
Tt = Tiempo de tratamiento		

B. ALMACENAMIENTO ACELERADO

Los resultados promedio de la variable tiempo de cocción en minutos, por variedad a las cero, tres y seis semanas bajo almacenamiento acelerado, se presenta en el cuadro 6, donde se observa que la variedad Tamazulapa, tuvo el mayor incremento en tiempo de cocción, 77 minutos, de 87 a 164 minutos, mientras que la mezcla comercial se incrementó 41 minutos, de 73 a 114 minutos.

En el cuadro 7, se observa los resultados promedio del tiempo de cocción, determinados por la humedad de tratamiento, observándose que mientras aumenta la humedad de tratamiento el tiempo de cocción tiende a disminuir, magnificándose esta tendencia en la sexta semana de almacenamiento, así mismo se observa similar tendencia a disminuir el tiempo de cocción por variedad, principalmente en la mezcla comercial donde el menor tiempo de cocción (88 minutos), se obtuvo con 30 por ciento de humedad de tratamiento.

En el cuadro 8 se presentan los resultados promedio de tiempo de cocción por tiempo de tratamiento observándose la tendencia de que a mayor tiempo de tratamiento se incrementa el tiempo de cocción, en cada una de las sema-

nas de almacenamiento, lo mismo puede decirse respecto a variedad, también se observa que en ninguno de los tiempos de tratamiento se produjo una disminución en el tiempo de cocción durante las seis semanas de almacenamiento. En el cuadro 9, se presentan los resultados promedio de tiempo de cocción de la interacción variedad-humedad de tratamiento, - tiempo de tratamiento observándose que la variedad Mezcla Comercial a 18 por ciento de humedad de tratamiento y 10 minutos de tratamiento térmico presentó el menor incremento en tiempo de cocción (20 minutos); a las seis semanas de almacenamiento acelerado, sin embargo, el tiempo de cocción fue (110 minutos). En variedad Tamazulapa el menor tiempo de cocción a las seis semanas se manifestó con 12 % de humedad de tratamiento (140 minutos), teniendo también el menor incremento en tiempo de cocción.

En el análisis de varianza general para tiempo de cocción que se presenta en el cuadro 10, observamos que los factores que presentaron cambios estadísticos significativos, son variedad, humedad de tratamiento y tiempo de tratamiento e interacción variedad-humedad de tratamiento-tiempo de tratamiento.

Los sólidos en caldo presentaron ser una variable importante del almacenamiento acelerado, en el cuadro 11, se encuentran los resultados promedio por variedad, donde observamos que la mezcla comercial presenta un mayor contenido de sólidos en caldo que la variedad Tamazulapa únicamente a las cero semanas, para los otros muestreos fue la variedad Tamazulapa la que presentó más sólidos, así mismo la variedad Tamazulapa tiende a aumentar su contenido de sólidos en caldo durante el almacenamiento, no así la mezcla comercial.

En el cuadro 12, se presentan los resultados promedio de la variable sólidos en caldo, por humedad de tratamiento, donde se observa que el mayor porcentaje de sólidos en caldo lo presenta 30 % de humedad de tratamiento a las seis semanas de almacenamiento, mientras que para la variedad Tamazulapa a 12% de humedad de tratamiento y para la mezcla comercial en 30 % de humedad de tratamiento.

CUADRO No. 6

RESULTADO PROMEDIO DE TIEMPO DE COCCION EN MINUTOS POR
VARIEDAD DE FRIJOL ALMACENADO EN ALMACENAMIENTO ACELERADO

Variedad	<u>Semanas de Almacenamiento</u>		
	0	3	6
Tamazulapa	87	125	164
Mezcla Comercial	73	94	114

CUADRO No. 7

RESULTADO PROMEDIO DE TIEMPO DE COCCION EN MINUTOS POR HU-
MEDAD DE TRATAMIENTO DE FRIJOL ALMACENADO EN ALMACENAMIENTO
ACELERADO

Humedad de Tratamiento	<u>Semanas de Almacena- miento</u>		$\bar{X}$ Var. 1*	$\bar{X}$ Var. 2*
	0	- 6		
12 %	80 Min.	143 Min.	128 Min.	94 Min.
18 %	87 "	140 "	129 "	96 "
24 %	76 "	140 "	121 "	94 "
30 %	76 "	133 "	123 "	88 "

* Var 1 = Tamazulapa
Tiempo de cocción
inicial = 87 Min.

* Var 2 = Mezcla Comer-
cial
Tiempo de Coc-
ción
Inicial = 73 Min.

CUADRO No. 8

RESULTADOS PROMEDIO DE TIEMPO DE COCCION EN MINUTOS POR TIEM
PO DE TRATAMIENTO DE FRIJOL ALMACENADO EN ALMACENAMIENTO
ACELERADO

Tiempo de Tratamiento*	<u>Semanas de Almacenamiento</u>			$\bar{X}$	$\bar{X}$
	0	3	6	Var. 1 ^{oo}	Var. 2 ^{oo}
0	77	103	133	119 Min.	88 Min.
10	80	109	138	126 "	93 "
15	83	111	142	128 "	96 "
20	79	113	143	128 "	96 "

- * = Tiempo de tratamiento en minutos
oo = Var. 1 Tamazulapa
oo = Mezcla Comercial

CUADRO No. 9

RESULTADO PROMEDIO DE TIEMPO DE COCCION EN MINUTOS POR LA INTERACCION Var-Ht-Tt, DE FRIJOL ALMACENADO EN ALMACENAMIENTO ACELERADO

Variedad Tamazulapa		Semanas de Almacenamiento		
Humedad Tratamiento	Tiempo de Tratamiento	0	3	6
12 %	0'	75	115	150
	10'	90	135	173
	15'	90	110	155
	20'	80	115	140
18 %	0'	97	118	170
	10'	87	128	153
	15'	77	115	170
	20'	90	135	170
24 %	0'	92	143	170
	10'	97	125	160
	15'	87	115	168
	20'	77	130	165
30 %	0'	95	138	168
	10'	90	135	173
	15'	85	113	165
	20'	77	130	170
Var. Mezcla Comercial		Semanas de Almacenamiento		
Humedad Tratamiento	Tiempo de Tratamiento en minutos	0	3	6
12 %	0'	65	85	122
	10'	83	80	105
	15'	65	90	110
	20'	70	95	107
18 %	0'	67	90	125
	10'	90	90	110
	15'	62	105	120
	20'	67	95	90
24 %	0'	85	95	125
	10'	77	95	125
	15'	70	95	110
	20'	72	90	110
30 %	0'	67	87	117
	10'	80	100	120
	15'	70	102	125
	20'	70	102	107

CUADRO No. 10

ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS DE TIEMPO DE
COCCION DEL FRIJOL ALMACENADO EN ALMACENAMIENTO
ACELERADO

Fuente de Variación	Cuadrado Medio	Significancia
Var.	47817	*
Ht.	391	*
Tt.	592	*
Var-Ht.	109	N.S.
Var-Tt.	34	N.S.
Ht-Tt.	102	N.S.
Var-Ht-Tt.	255	*
* = Significativo al 0.05% Var = Variedad N.S. = No significativo Ht. = Humedad de Tratamiento Tt. = Tiempo de Tratamiento		

CUADRO No. 11

RESULTADO PROMEDIO DE SOLIDOS EN CALDO POR VARIEDAD
DE FRIJOL ALMACENADO EN ALMACENAMIENTO ACELERADO
(en porcentaje)

Variedad	<u>Semanas de Almacenamiento</u>		
	0	3	6
Tamazulapa	2.10	2.80	2.60
Mezcla Comercial	2.80	2.40	2.40

CUADRO No. 12

RESULTADOS DE SOLIDOS EN CALDO POR HUMEDAD DE TRATAMIENTO
DE FRIJOL ALMACENADO EN ALMACENAMIENTO ACELERADO
(en porcentaje)

Humedad de Tratamiento	<u>Semanas de Almacenamiento</u>				
	0	3	6	Var. 1*	Var. 2**
12 %	2.50	3.21	2.45	2.88	2.51
18 %	2.40	2.53	2.37	2.32	2.50
24 %	2.60	2.36	2.27	2.36	2.48
30 %	2.40	2.35	2.80	2.46	2.58

* = Tamazulapa

** = Mezcla Comercial

C. ALMACENAMIENTO EN BODEGA

Los resultados promedio de la variable tiempo de cocción en minutos por variedad del almacenamiento en bodega se encuentran en el cuadro 13, donde se observa que la variedad Tamazulapa presenta un incremento de 11 minutos, a trávés del tiempo de almacenamiento, de 87 a 98 minutos, mientras que la mezcla comercial solo presentó un incremento de un minuto en el tiempo de cocción siendo este de 73 a 74 minutos, con un comportamiento irregular durante el período de almacenamiento.

En el cuadro 14, se presentan los resultados promedio de la variable tiempo de cocción, por humedad de tratamiento, donde se observa que el menor tiempo de cocción a los 6 meses de almacenamiento se obtiene a 24 % de humedad de tratamiento sin embargo, el incremento entre los tiempos de cocción de los 0 a 6 meses es menor con 18 % de humedad de tratamiento.

Respecto a variedades se observa que en la mezcla comercial conforme se incrementa la humedad de tratamiento, el tiempo de cocción tiende a disminuir significativamente, no así para la variedad Tamazulapa donde la tendencia a disminuir es menor.

En el cuadro 15, se presentan los resultados promedio de tiempo de cocción, para la interacción variedad-humedad de tratamiento, observándose que la variedad Tamazulapa a 24 % de humedad de tratamiento presenta la mayor variación en el tiempo de cocción entre 0 y 6 meses de almacenamiento.

La mezcla comercial a 24 % de humedad de tratamiento presenta los menores tiempos de cocción a los seis meses de almacenamiento. Sin embargo, el menor incremento se manifestó con 18 % de humedad de tratamiento.

En el cuadro 16, se presenta el análisis de varianza general de los resultados de tiempo de cocción almacenado en bodega, observándose que presentaron significancia estadística los factores variedad, humedad de tratamiento y la interacción variedad-humedad de tratamiento.

Los resultados promedio de la variable sólidos en caldo por variedad se presentan en el cuadro 17 donde se observa que la variedad Tamazulapa presenta una tendencia de incremento en porcentaje de sólidos en caldo, mientras que la mezcla comercial presenta variaciones, pero su tendencia es de decremento.

En el cuadro 18, se presenta el análisis de varianza general de sólidos en caldo donde se observa únicamente la significancia estadística de variedad y tiempo de tratamiento durante el almacenamiento en bodega.

CUADRO No. 13

RESULTADOS PROMEDIO DE TIEMPO DE COCCION POR VARIEDAD
DE FRIJOL ALMACENADO EN BODEGA (en minutos)

Variedad	<u>Meses de almacenamiento</u>						
	0	1	2	3	4	5	6
Tamazulapa	87	88	90	87	96	96	93
Mezcla Comercial	73	71	69	76	76	73	74

CUADRO No. 14

RESULTADOS PROMEDIO DE TIEMPO DE COCCION POR HUMEDAD
DE TRATAMIENTO DE FRIJOL ALMACENADO EN BODEGA
(En minutos)

Humedad de Tratamiento	<u>Meses de Almacenamiento</u>								Var.1	Var.2
	0	1	2	3	4	5	6			
12 %	81	83	75	85	86	88	87	92		95
18 %	87	81	79	83	85	86	89	95		74
24 %	76	78	78	84	82	82	80	89		71
30 %	76	76	86	75	90	82	89	91		73

Var. 1 = Variedad Tamazulapa, tiempo de cocción inicial 87 minutos

Var. 2 = Variedad Mezcla Comercial, tiempo de cocción inicial 73 mit.

CUADRO No. 15

RESULTADOS PROMEDIO DE TIEMPO DE COCCION POR LA INTERACCION
VAR - Ht DE FRIJOL ALMACENADO EN BODEGA (en minutos)

Interacción		Meses de Almacenamiento						
Var - Ht		0	1	2	3	4	5	6
Tamazulapa	- 12 %	90	97	81	89	94	98	94
"	18 %	91	91	91	91	96	100	102
"	24 %	85	84	91	88	89	95	93
"	30 %	81	82	93	81	102	89	103
Mezcla	12 %	71	69	68	81	77	77	79
"	18 %	83	71	68	75	74	71	75
"	24 %	67	72	66	79	74	68	68
"	30 %	70	71	74	69	77	73	76

Var = Variedad

Ht = Humedad de tratamiento

CUADRO No. 17

RESULTADOS PROMEDIO DE SOLIDOS EN CALDO POR VARIEDAD
DEL FRIJOL ALMACENADO EN BODEGA

Variedad	<u>Meses de Almacenamiento</u>					
	0	1	2	3	5	6
Tamazulapa *	2.1	3.8	2.3	2.3	2.0	2.5
Mezcla Comercial *	2.8	2.6	2.8	3.0	2.5	2.7

* Los resultados están en porcentaje

CUADRO No. 18

ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS DE SOLIDOS
EN CALDO DEL FRIJOL ALMACENADO EN BODEGA

FUENTE DE VARIACION	CUADRADO MEDIO	SIGNIFICANCIA
Var.	9.27	*
H t.	0.17	N.S.
T t.	2.03	*
Var - Ht	0.13	N.S.
Var - Tt	0.35	N.S.
Ht - Tt	0.43	N.S.
Var-Ht-Tt	0.14	N.S.

Var	=	Variedad	*	=	Significativo al 0.05
Ht	=	Humedad de tratamiento	S.N.	=	No significativo
Tt	=	Tiempo de tratamiento			

D. VARIEDAD TAMAZULAPA

Los resultados promedio de la variedad Tamazulapa para la variable tiempo de cocción por condición de almacenamiento, humedad de tratamiento y tiempo de tratamiento, se presentan en el cuadro 19, donde se observa que el menor tiempo de cocción lo indican: el cuarto frío con 87 minutos, 24 % de humedad de tratamiento con 113 minutos y cero minutos de tiempo de tratamiento con 112 minutos. En el cuadro 20, se presentan los resultados de tiempo de cocción ~~de~~ la variedad Tamazulapa por la interacción condición de almacenamiento-humedad de tratamiento, donde se observa que los menores tiempos de cocción se obtuvieron para el cuarto frío con 24 % de humedad de tratamiento, 82 minutos.

Para almacenamiento acelerado y 30 % de humedad de tratamiento, 161 minutos. Y en bodega con 24 % de humedad de tratamiento, 92 minutos.

En el cuadro 21, se presentan los resultados de tiempo de cocción ~~de~~ la variedad Tamazulapa, por la interacción condición de almacenamiento-tiempo de tratamiento, donde se observa que para todas las condiciones de almacenamiento (cuarto frío, almacenamiento y bodega), el menor tiem-

po de cocción lo presenta el tratamiento cero minutos de tiempo de tratamiento.

En el cuadro 22, se presentan los resultados promedio de tiempo de cocción de la variedad Tamazulapa por la interacción humedad de tratamiento-tiempo de tratamiento donde se observa que con las humedades de tratamiento de 12, 24 y 30 por ciento y cero minutos de tiempo de tratamiento se presentan los menores tiempos de cocción, no así para 18 por ciento de humedad de tratamiento donde con 10 minutos de tiempo de tratamiento presentó el menor tiempo de cocción, 117 minutos.

En el cuadro 23, se presenta el análisis de varianza para la variable tiempo de cocción de la variedad Tamazulapa encontrándose todas sus fuentes de variación son significativas.

En el cuadro 24, se presentan los resultados promedio de sólidos en caldo de la variedad Tamazulapa por condición de almacenamiento y observamos que el almacenamiento acelerado presenta el porcentaje mayor 2.60 por ciento de sólidos en caldo.

CUADRO No. 19

RESULTADO PROMEDIO DE LAS LECTURAS FINALES DE TIEMPO DE COCCION
PARA LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO, HUMEDAD DE TRATAMIENTO
Y TIEMPO DE TRATAMIENTO DE LA VARIEDAD TAMAZULAPA

Condición de Almacenamiento	T.C.*	Humedad de Tratamiento	T.C.*	Tiempo de Tratamiento	T.C.*
Cuarto Frío	87	12%	115	0'	112
Almacenamiento Acelerado	163	18%	120	10'	115
Bodega	98	24%	113	15'	117
		30%	115	20'	119

* = Tiempo de cocción en minutos.

Tiempo de cocción inicial de la variedad Tamazulapa = 87 minutos

CUADRO No. 20

RESULTADOS PROMEDIO DE TIEMPO DE COCCION PARA LA INTERACCION Con - Ht DE
LA VARIEDAD TAMAZULAPA

Con - Ht	T.C.*	Con - Ht	T.C.*	Con - Ht	T.C.*
C. Frío - 12%	85	Almac.A.- 12%	164	Bodega - 12%	94
" 18%	95	" 18%	164	" 18%	102
" 24%	82	" 24%	164	" 24%	92
" 30%	83	" 30%	161	" 30%	103

* = Tiempo de cocción en minutos

Con = Condición de Almacenaje

Almac. A. = Almacenamiento Acelerado

Ht = Humedad de tratamiento

Tiempo de cocción inicial de la variedad Tamazulapa = 87 minutos.

CUADRO No. 21

RESULTADOS PROMEDIO DE TIEMPO DE COCCION PARA LA INTERACCION Con - Tt
DE LA VARIEDAD TAMAZULAPA A 6 MESES DE ALMACENAMIENTO

Con - Tt	T.C.*	Con - Tt	T.C.*	Con - Tt	T.C.*
C. Frío- 0'	85	Almac. A.-0'	154	Bodega - 0'	97
" 10'	86	" 10'	165	" 10'	95
" 15'	87	" 15'	165	" 15'	98
" 20'	88	" 20'	168	" 20'	101

* = Tiempo de cocción en minutos

Almac. A. = Almacenamiento Acelerado

Con = Condición de almacenamiento

Tt = Tiempo de tratamiento

Tiempo de cocción inicial = 87 minutos

CUADRO No. 22

RESULTADOS PROMEDIO DE TIEMPO DE COCCION PARA LA INTERACCION Ht - Tt DE
LA VARIEDAD TAMAZULAPA A 6 MESES DE ALMACENAMIENTO

Ht - Tt	T.C.*	Ht - Tt	T.C.*	Ht - Tt	T.C.*	Ht - Tt	T.C.*
12% - 0'	107	18% - 0'	123	24% - 0'	112	30% - 0'	108
12% - 10'	116	18% - 10'	117	24% - 10'	113	30% - 10'	116
12% - 15'	118	18% - 15'	120	24% - 15'	114	30% - 15'	117
12% - 20'	121	18% - 20'	123	24% - 20'	113	30% - 20'	121

* = Tiempo de cocción en minutos

Ht = Humedad de tratamiento

Tt = Tiempo de tratamiento

Tiempo de cocción inicial = 87 minutos

CUADRO No. 23

ANDEVA DE LOS RESULTADOS DE TIEMPO DE COCCION DE LA VARIEDAD TAMAZULAPA DE LA ULTIMA LECTURA DE CADA CONDICION DE ALMACENAMIENTO

Fuente de Variación	Cuadrado Medio	Significancia
Condición de Almacenamiento	54,778	*
Ht.	238	*
Tt.	200	*
Con.- Ht.	143	*
Con.- Tt.	91	*
Ht. - Tt.	86	*
Con.- Ht.-Tt.	77	*
* = Significancia al 0.5% Con. = Condición de almacenamiento Ht. = Humedad de tratamiento Tt. = Tiempo de tratamiento		

CUADRO No. 24

RESULTADOS PROMEDIO DE LAS LECTURAS FINALES DE SOLIDOS EN CALDO PARA LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DE LA VARIEDAD TAMAZULAPA EN PORCENTAJE DESPUES DE SEIS MESES DE ALMACENAMIENTO

Condición de Almacenamiento	Sólidos en caldo *
Cuarto frío	2.30
Almacenamiento Acelerado	2.60
Bodega	2.14
* = En porcentaje	

E. MEZCLA COMERCIAL

Los resultados promedio de la variable tiempo de cocción de la mezcla comercial, por condición de almacenamiento y humedad de tratamiento se presentan en el cuadro 25, donde se observa que para cuarto frío y bodega no existe diferencia en el tiempo de cocción, con 73 y 74 minutos respectivamente, mientras que las humedades de tratamiento de 24 y 30 por ciento presentan el menor tiempo de cocción con 84 minutos.

En el cuadro 26, se presenta el análisis de varianza de los resultados promedio de tiempo de cocción de la mezcla comercial, donde se observa que solamente condición de almacenamiento, humedad de tratamiento y la interacción condición de almacenamiento-humedad de tratamiento presentan significancia estadística ($P < 0.05$).

En el cuadro 27, se encuentran los resultados promedio de sólidos en caldo de la mezcla comercial por condición de almacenamiento y humedad de tratamiento, observándose que bodega y 30 por ciento de humedad de tratamiento, presentan el más alto porcentaje de sólidos en caldo.

CUADRO No.25

RESULTADOS PROMEDIO DE LAS LECTURAS FINALES DE TIEMPO DE COCCION PARA LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO HUMEDAD DE TRATAMIENTO DE LA MEZCLA COMERCIAL

Condición de almacenamiento	Tiempo cocción*	Humedad de tratamiento	Tiempo cocción*
Cuarto frío	73	12 %	92
Almac. acelerado	114	18 %	90
Bodega	74	24 %	84
		30 %	84

* = en minutos

Tiempo de cocción inicial, mezcla comercial = 73 minutos

CUADRO No.26

ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS DE TIEMPO DE COCCION DE LA VARIEDAD MEZCLA COMERCIAL DE LA ULTIMA LECTURA DE CADA CONDICION DE ALMACENAMIENTO

Fuente de Variación	Cuadrado Medio	Significancia
Con.	17476.	*
Ht.	344.	*
Tt.	84.	N.S.
Con.- Ht.	247.	*
Con.- Tt.	44.	N.S.
Ht. - Tt.	55.	N.S.
Con.- Ht.-Tt.	66.	N.S.

* = Significancia al 0.05

N.S. = No significativo

Con. = Condición de almacenamiento

Ht. = Humedad de tratamiento

Tt. = Tiempo de tratamiento

CUADRO No.27

RESULTADOS PROMEDIO DE LAS LECTURAS FINALES DE SOLIDOS EN CALDO PARA LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO Y LA HUMEDAD DE TRATAMIENTO DE LA MEZCLA COMERCIAL

Condición de Almacenamiento	Solidos Caldo *	Humedad de Tratamiento	Solidos Caldo *
Cuarto frío	2.64	12 %	2.31
Almace. Acelerado	2.35	18 %	2.74
Bodega	2.71	24 %	2.46
		30 %	2.76

* = En porcentaje

VII. DISCUSION DE RESULTADOS

El objetivo inmediato del presente trabajo es la evaluación de un tratamiento térmico húmedo que prevenga o reduzca el incremento en tiempo de cocción del frijol almacenado bajo diferentes condiciones de almacenamiento, así, para poder evaluar la eficiencia del tratamiento bajo condiciones de almacenamiento que sean representativas de los más importantes sistemas de almacenamiento se efectuó la presente evaluación, los resultados obtenidos en cada condición se discuten a continuación:

A. ALMACENAMIENTO EN CUARTO FRIO

De acuerdo a los resultados obtenidos puede decirse que cuarto frío es la condición mas favorable para el almacenamiento de grano de frijol, ya que el tiempo de cocción de estos no sufrió alteraciones, durante todo el tiempo de almacenamiento, esto es resultado de la baja temperatura, que como es conocido reduce el metabolismo de los seres vivientes, el grano de frijol como ser vivo que es, presenta la misma tendencia, sin embargo, es posible observar que la variabilidad genética de los materiales bajo estudio, se manifiesta principalmente por la diferencia en tiempo de cocción de cada uno.

Al considerar los resultados de acuerdo a la humedad de tratamiento se puede decir que la humedad de tratamiento del grano previo al tratamiento térmico desempeña un papel muy importante en lo relativo al proceso de incremento del tiempo de cocción. El efecto en tiempo de cocción de los materiales debido a la humedad del grano durante el tratamiento, se considera como factor positivo, no del tratamiento térmico en si, sino de que todo el proceso, donde se involucra una modificación de la humedad del grano. Ahora bien, de acuerdo al análisis de varianza respectivo se puede observar que los tiempos de tratamiento térmico no muestran diferencia estadística significativa, mientras que la variable humedad del grano durante el tratamiento termico si muestra diferencia estadística significativa entre humedades, lo anterior conjuntamente con la significancia en la interacción humedad de tratamiento-tiempo de tratamiento térmico puede sugerir que el solo hecho de modificar la humedad del grano conjuntamente con el tratamiento térmico se tiene un efecto favorable para la disminución del tiempo de cocción en frijoles sometidos a este proceso.

Al considerar por si sola la modificación de la humedad del grano puede verse que llevando esta humedad a nivel de 24 % de humedad pueden obtenerse los menores tiempos

de cocción. Se considera que esto puede ser debido a que mayor humedad presente en el grano la transferencia de calor dentro del mismo será mas eficiente y al mismo tiempo su efecto sobre los sistemas enzimáticos que provocan el incremento del tiempo de cocción será mayor. Indudablemente que bajo las condiciones de almacenamiento que actualmente se discuten puede decirse que los procesos de endurecimiento serán menores, no logrando magnificar el efecto del proceso que se esta evaluando.

En el caso de las variedades es posible observar similar tendencia a lo anterior, pero siempre manteniendo las diferencias entre materiales.

El otro parámetro utilizado para evaluar el efecto del tratamiento térmico húmedo es el contenido de sólidos en el caldo de cocción, después de seis meses de almacenamiento bajo condiciones de cuarto frío el contenido de solidos actua en forma diferente según la muestra que se considere; la significancia estadística únicamente entre variedad manifiesta nuevamente, como en el tiempo de cocción del grano, que un factor genético se encuentra involucrado en esta característica, sin embargo, la tendencia a incrementar el contenido de sólidos en la varie

dad Tamazulapa, puede ser considerada debido a su mayor tiempo de cocción, ya que el contenido de sólidos del caldo se encuentra muy relacionado al tiempo de cocción del grano.

B. ALMACENAMIENTO ACELERADO

Al almacenar un material bajo condiciones de almacenamiento acelerado se espera que en un corto tiempo se refleje el efecto de un almacenamiento durante un período mas prolongado; los resultados obtenidos al evaluar el efecto del tratamiento térmico húmedo sobre el tiempo de cocción en muestras almacenadas bajo condicio de almacenamiento acelerado nos muestran que bajo estas condiciones el tiempo de cocción se incrementa notablemente, principalmente porque en condiciones de alta temperatura y alta humedad se aceleran los procesos metabólicos de los seres vivos, en este caso el grano de frijol también manifiesta dichos efectos; sin embargo, tambien bajo estas condiciones se manifiesta la diferencia en tiempo de cocción entre materiales, tanto en su tasa de incremento como en su valor absoluto.

Respecto a humedad de tratamiento diremos que a mayor - contenido de humedad del grano al tratamiento, el tiem-

po de cocción por variedad si se manifiesta una leve tendencia a disminuir según aumente el contenido de humedad del grano al tratamiento, siendo menor el incremento en tiempo de cocción para la variedad mezcla comercial, lo cual se considera puede ser debido a que como ésta no es una variedad definida sino una mezcla, esta atenuaría el efecto de las condiciones de almacenamiento por su mayor variabilidad.

Al considerar el tiempo de tratamiento térmico, se muestra en los resultados a las seis semanas de almacenamiento, una tendencia a elevar el tiempo de cocción, según aumenta el tiempo de tratamiento térmico; al considerar los materiales por variedad, la diferencia entre variedades se manifiesta, tanto en tiempo de cocción a las seis semanas de almacenamiento como en su tasa de incremento, el factor genético puede decirse que está desempeñando un papel muy importante. Al ser significativa la interacción Variedad- Humedad de Tratamiento- Tiempo de Tratamiento térmico se observa que el menor tiempo de cocción se obtiene con la variedad Mezcla Comercial, 18% de humedad del grano y cero minutos de tiempo de tratamiento térmico. Esto puede sugerir que únicamente con el acondicionamiento de la humedad del grano, sin trata-

miento térmico puede lograrse una reducción en el tiempo de cocción.-

Los sólidos del caldo bajo esta condición de almacenamiento presentan una diferencia entre variedades, esto puede deberse a que por la variedad Tamazulapa su tiempo de cocción es mayor.-

Respecto al efecto de la humedad de tratamiento sobre el contenido de sólidos puede decirse que después de seis semanas de almacenamiento la tendencia es a disminuir la concentración de sólidos, conforme aumenta la humedad del grano, excepto en la humedad de 30% (por ciento), donde el contenido se incrementa; al considerar los resultados por variedad se presenta similar tendencia, excepto para la variedad Tamazulapa, que aún en 30% (por ciento) de humedad de tratamiento continúa siendo menor que 12% (por ciento),

C. ALMACENAMIENTO EN BODEGA

Bajo estas condiciones, el tiempo de cocción de los materiales sometidos a tratamiento térmico, también presentan un aumento en tiempo de cocción sin embargo, sus valores son más pequeños, al compararlos con los del almacenamiento acelerado las diferencias por variedad se ma

nifiestan también en los materiales bajo estudio. El efecto de la humedad de tratamiento sobre el tiempo de cocción de materiales, sometidos a almacenamiento en bodega durante seis meses presentan una tendencia a incrementarse conforme se aumenta la humedad de tratamiento, sin embargo, el menor incremento en tiempo de cocción, se obtiene con 18% (por ciento) de humedad. Considerando el efecto de humedad de tratamiento, también se muestra la diferencia entre los materiales evaluados y su diferente comportamiento puede verse que el incremento en tiempo de cocción bajo estas condiciones de almacenamiento, se muestra bastante diferente a las dos anteriores condiciones, siendo en este caso su comportamiento intermedio entre cuarto frío y almacenamiento acelerado, lo anterior también sugiere que el desarrollo del incremento en tiempo de cocción se verifica de diferente manera y que según las condiciones de almacenamiento así se manifestará; respecto al efecto de tratamiento térmico, la no significancia estadística entre tiempos de tratamientos, indica que el efecto de este tratamiento no es tan eficiente como se hubiéra deseado.

D. VARIEDAD TAMAZULAPA

Para esta variedad, los menores incrementos en tiempo

de cocción se observaron bajo las condiciones de almacenamiento en cuarto frío, a una humedad de 24% (por ciento), bajo condiciones de almacenamiento acelerado con 30% (por ciento) de humedad, y para almacenamiento bajo condiciones de bodega a 24% (por ciento) de humedad de grano, esto parece indicar, que altos niveles de humedad de grano durante el tratamiento térmico, tienen un efecto similar en todas las condiciones de almacenamiento estudiadas. al observar que con 0, minutos de tratamiento térmico se obtienen los menores incrementos en tiempo de cocción puede decirse que no existe un efecto favorable del tratamiento térmico sobre el tiempo de cocción, ni en el contenido del sólido del caldo.

E. MEZCLA COMERCIAL

Este material presentó un comportamiento bastante diferente a la variedad Tamazulapa, principalmente en lo que se refiere a su incremento en tiempo de cocción, su comportamiento bajo condiciones de cuarto frío y bodega nos indica la variabilidad que se tiene dentro de esta variedad le brinda una mejor capacidad de atenuar el efecto de las condiciones de almacenamiento para la inducción a la dureza del grano.

VIII. CONCLUSIONES

- A) De acuerdo a los resultados obtenidos, el tratamiento térmico húmedo no reduce las pérdidas por endurecimiento de grano de frijol bajo las condiciones del presente estudio.
- B) El acondicionamiento de la humedad a 24 %, previo al tratamiento térmico del grano, mostro un efecto tendiente a disminuir el tiempo de cocción, donde los resultados de 24 % de humedad en cuarto frío y bodega el tiempo de cocción presento sus menores incrementos de 0 y 4 minutos - respectivamente.
- C) El comportamiento de los materiales Tamazulapa y Mezcla comercial fueron diferente, tanto para el tiempo de cocción como para los solidos en caldo, manifestando esto la presencia de un factor genético que afecta el comportamiento de los materiales.
- D) La condición de almacenamiento cuarto frío fue la que provocó las menores pérdidas por endurecimiento del grano de frijol, cuando no existio un incremento en el tiempo de cocción; almacenamiento acelerado presento los valores más altos en pérdida, con un incremento en tiempo de cocción de 77 minutos y la condición de bodega valores intermedios de 11 minutos en el tiempo de cocción.

- E) El comportamiento de la mezcla comercial indica que la variabilidad existente dentro de ésta le brinda una mejor capacidad de atenuar el efecto de las condiciones de almacenamiento, considerandose que esta puede ser debido a la presencia de materiales criollos dentro de la mezcla que podrian tener la caracteristica de competir dentro de este comportamiento.

IX. RECOMENDACIONES

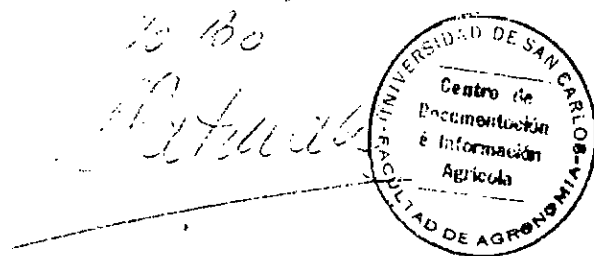
- A) Iniciar estudios que involucren el tratamiento de acomodamiento de la humedad a 24 y 30 % del grano para determinar si esta practica puede ser efectiva, en cuanto a la reducción del incremento del tiempo de cocción.
- B) Efectuar estudios con diferentes variedades a las utilizadas en este trabajo para lograr determinar el rol del factor genético en el desarrollo del incremento en tiempo de cocción, así mismo trabajar con Mezclas controladas para establecer un mejor control del efecto de las mezclas y conocer la importancia de los materiales criollos con respecto a los mejorados.
- C) Continuar con trabajos similares al presente para determinar realmente el efecto del tratamiento térmico húmedo sobre el incremento del tiempo de cocción del grano de frijol, considerando humedad del grano durante el almacenamiento, así como manejar un menor número de variables para que el trabajo sea menos complejo.
- D) Prolongar el tiempo de estudio bajo las condiciones de almacenamiento en bodega para que bajo condiciones de almacenamiento acelerado sea equivalente.
- E) Efectuar en los posteriores trabajos el análisis económico del uso del tratamiento térmico húmedo.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- CASTILLO DE AREVALO, Y. Problema en el almacenamiento del frijol en Centro América y el Caribe. Archivos Latinoamericano de Nutrición 32(2):275-290. 1982.
- 2.- BRESSANI, R. Simposio sobre el problema de endurecimiento de frijol (Phaseolus vulgaris). Archivos Latinoamericanos de Nutrición 32(2):215-216. 1981
- 3.- ----- . El significado alimentario y nutricional del endurecimiento del frijol. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 32(2):258-274. 1982.
- 4.- ELIAS, L.G. Conocimientos actuales sobre el proceso de endurecimiento de frijol. Archivos Latinoamericano de Nutrición 32(2):233-257. 1982.
- 5.- ----- . Estudios sobre el mecanismo de endurecimiento del frijol; informe anual 1983. Guatemala, INCAP, 1984. pp. 38-42.
- 6.- GOMEZ-BRENES, R.A. et al. Desarrollo, construcción y evaluación de un aparato para medir la dureza del frijol; informe anual 1983. Guatemala, INCAP, 1984. pp 57-59.
- 7.- GONZALES DE MEJIA, E. Efecto de diferentes condiciones de almacenamiento sobre el desarrollo de la dureza del frijol. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 32(2):258-274. 1982.
- 8.- KANSAS STATE UNIVERSITY. Curso intensivo de almacenamiento y mercadeo de granos. Kansas, 1984. v.1.
- 9.- LEON, D. Evaluación de resultados del almacenamiento de frijol negro en silos familiares, en la Ciudad de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1983. pp. 64-66.
- 10.- LUSE, A.R. El problema del endurecimiento del frijol. Archivos Latinoamericano de Nutrición 32(2):407-411. 1982.

- 11.- MOLINA, M.R. et al. Prevención del endurecimiento del frijol y aprovechamiento del grano endurecido. Archivos Latinoamericano de Nutrición 32(2):368-400. 1982.
- 12.- ----- et al. Heat treatment: a process to control the development of the hard-to-cook phenomenon in black beans (Phaseolus vulgaris). Journal Food Science 41:661-666. 1976.
- 13.- MONTENEGRO, J. et al. Evaluación a nivel piloto de alternativas para prevenir el desarrollo de dureza del frijol negro (Phaseolus vulgaris); informe anual. 1983. Guatemala, INCAP, 1984. pp. 42-45.
- 14.- MORA, M.A. El endurecimiento de frijol. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 32(2):326-341. 1982.
- 15.- MOSCOSO, W. Efecto del endurecimiento a temperatura y humedad alta sobre algunas características físicas y químicas del frijol. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 32(2):342-368. 1982.
- 16.- ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. El caso del frejol en América Latina y el Caribe. In Curso Internacional de investigación sobre producción de frejol. Chile, 1985. pp. 1-13.
- 17.- RAMIREZ, G.M. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. 7 ed. México, CECOSA, 1980. pp. 13, 28-30, 54, 56, 63-65, 171-173.
- 18.- SECRETARIA DE INTEGRACION ECONOMICA DE CENTRO AMERICA. Area de siembra, producción total y rendimiento de frijol en Centro América. Series Estadísticos Seleccionados de Centro América. (Guatemala) 19:52 1984.
- 19.- SEMINARIO TALLER SOBRE PERDIDAS POST-COSECHA DE PRODUCTOS AGRICOLAS ALIMENTICIOS, la., Jutiapa, 1984. Memoria. Guatemala, s.e., 1985. pp 24-15.

- 20.- TECNOLOGIA PARA el almacenamiento de porotos; post-co-secha. Santiago Chile, s.e., 1984. 12 p.
- 21.- WASHINGTON STATE UNIVERSITY. Departament of food science and human nutrition standar methodos evaluating quality of dry edible beans. Washington, 1984. pp. 81-84



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

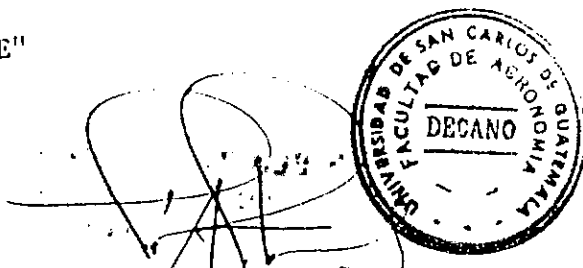
Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia.....
Asunto.....
.....

"IMPRIMASE"



ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.
D E C A N O