

D.L.
01
T(549)
C.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DE RESULTADOS DEL ALMACENAMIENTO DE
FRÍJOL NEGRO EN SILOS FAMILIARES,
EN LA CIUDAD DE GUATEMALA.



LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, AGOSTO DE 1983.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. Eduardo Meyer Maldonado

JUNTA DIRECTIVA

DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano:	Ing. Agr. César Castañeda
Vocal I:	Ing. Agr. Oscar Rene Leiva
Vocal II:	Ing. Agr. Gustavo Méndez G.
Vocal III:	Ing. Agr. Rolando Lara A.
Vocal IV:	Prof. Heber Arana
Vocal V:	Prof. Francisco Muñoz N.
Secretario:	Ing. Agr. Carlos Fernández

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

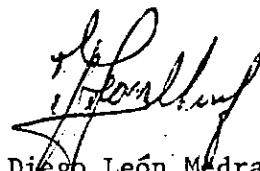
Decano:	Dr. Antonio A. Sandoval S.
Examinador:	Ing. Agr. Waldemar Nufio
Examinador:	Ing. Agr. Gustavo Herrera
Examinador:	Ing. Agr. Carlos Aguirre
Secretario:	Ing. Agr. Carlos R. Fernández P.

Guatemala, agosto de 1983

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador

En cumplimiento de las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, someto a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado: EVALUACION DE RESULTADOS DEL ALMACENAMIENTO DEL FRIJOL NEGRO EN SILOS FAMILIARES, EN LA CIUDAD DE GUATEMALA, como requisito a optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias - Agrícolas.

Deferentemente,



Diego León Medrano

d1m.



ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION
PROYECTO PARA LA EVALUACION Y REDUCCION DE PERDIDAS
POST-COSECHA GCPP/GUA/006/NET
MINISTERIO DE AGRICULTURA - DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS
GUATEMALA, C. A.

30 de agosto de 1983.

Ingeniero Agrónomo
César Castañeda,
Decano, Facultad de Agronomía,
S U D E S P A C H O.

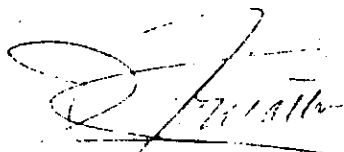
Señor Decano:

Atentamente le informamos que en cumplimiento con la designación que se nos hizo, hemos asesorado al señor Diego León Medrano, en su trabajo de Tesis "Evaluación de Resultados del Almacenamiento del Frijol Negro en Silos Familiares, en la ciudad de Guatemala".

Consideramos que el presente trabajo es un aporte de gran importancia en la búsqueda de soluciones para la protección y conservación de los granos básicos durante el almacenamiento, y particularmente en lo relacionado al almacenamiento de frijol.

Sin otro particular, nos suscribimos del Señor Decano,

Respetuosamente,


Ing. Agr. Roberto Matheu C.
Colegiado 464


Ing. César Rodríguez Osorno
Experto Consultor

nsv*.

ACTO QUE DEDICO

AL SEÑOR ŚRĪ KRĪṢṢNA

El Origen de Todas las Causas

A MIS PADRES

José León Batz

Feliciano Medrano de León

A MIS HERMANOS Y SOBRINOS

Juan, Elena, Catalina, Salvador,
Carlos, José, César, Miguel, David,
Oliverio

A LA FAMILIA

Medrano López

A MIS AMIGOS

TESIS QUE DEDICO

A SANTA CRUZ DEL QUICHE.

AL COLEGIO NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO, QUICHE.

AL INSTITUTO TECNICO DE AGRICULTURA.

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

AL MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y
ALIMENTACION.

MI SINCERO AGRADECIMIENTO

Al Personal de la Unidad de Post-Cosecha, DIGESA

especialmente

Al Ing. Agr. Roberto Matheu

Al Ing. César Rodríguez

Al Personal del Silo Central y de la Dirección de
Operaciones, del INSTITUTO NACIONAL DE COMERCIALIZA
CION AGRICOLA, INDECA, especialmente

Al P.A. Renan Montufar

Al P.A. Juan José Velázquez

Al Prof. Alfonzo Rivera

Al Prof. Antonio Tobias A.

CONTENIDO

	PAGINA
RESUMEN	-i-
I. <u>INTRODUCCION</u>	1
II. <u>DEFINICION DEL PROBLEMA</u>	2
III. <u>HIPOTESIS DE TRABAJO</u>	3
A. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	3
1. <u>Objetivo general</u>	3
2. <u>Objetivos específicos</u>	4
B. HIPOTESIS DE TRABAJO	4
IV. <u>REVISION DE LITERATURA</u>	5
A. GENERALIDADES DEL SILO FAMILIAR "TIPO GUATEMALA"	5
1. <u>Origen</u>	5
2. <u>Uso</u>	5
3. <u>Fabricación</u>	5
4. <u>Detalles de construcción</u>	6
4.1 <u>Material</u>	6
4.2 <u>Conformación</u>	6
4.3 <u>Uniones</u>	6
4.4 <u>Dimensiones y capacidades</u>	7
B. FACTORES QUE AFECTAN LA CONSERVACION Y EL DETERIORO DE LOS GRANOS Y SEMILLAS	8
1. <u>Temperatura del ambiente</u>	8
2. <u>Humedad relativa del ambiente</u>	9
3. <u>Efecto de la temperatura y la humedad relativa sobre la multiplicación de agentes biológicos</u>	10
4. <u>Humedad del grano</u>	11
5. <u>Humedad del grano y humedad relativa del ambiente</u>	11
6. <u>Humedad del grano-temperatura-humedad relativa</u>	13
7. <u>Migraciones de humedad dentro del ambiente</u>	14
8. <u>Insectos</u>	16
8.1 <u>Plagas de insectos en granos almacenados</u>	18

	PAGINA
8.2 <u>Métodos para detectar infestaciones de insectos</u>	18
9. <u>Hongos</u>	20
10. <u>Reacciones químicas</u>	22
C. POSIBLES FACTORES DETERMINANTES DEL ENDURECIMIENTO DEL FRIJOL NEGRO	23
V. <u>PROCEDIMIENTOS</u>	28
A. DETALLES OPERATIVOS	28
1. <u>Lugar</u>	28
2. <u>Materiales</u>	28
2.1 <u>Grano</u>	28
2.2 <u>Fumigantes</u>	28
2.3 <u>Silos Familiares</u>	28
2.4 <u>Equipo para llenado y vaciado</u>	28
2.5 <u>Equipo y materiales para análisis de calidad en el laboratorio</u>	29
2.6 <u>Equipo de medición de las condiciones climáticas internas y externas</u>	30
2.7 <u>Equipo para toma de muestras</u>	30
2.8 <u>Fomrmatos e instructivos</u>	30
B. METODOLOGIA	30
C. ANALISIS ESTADISTICO	31
VI. <u>RESULTADOS</u>	40
A. <u>GENERALIDADES</u>	40
1. <u>Variables estudiadas</u>	40
2. <u>Obtención y registro de información básica</u>	40
2.1 <u>Obtención de las muestras</u>	41
2.2 <u>Análisis de laboratorio</u>	41
2.3 <u>Control de las condiciones climáticas</u>	42
3. <u>Cálculo y registro de información intermedia</u>	42

	PAGINA
4. <u>Información final</u>	42
4.1 <u>Resumen de información intermedia</u>	42
4.2 <u>Resumen de diferencias observadas entre muestreos</u>	45
4.3 <u>Análisis de Varianza</u>	48
4.4 <u>Información final de las condiciones climáticas</u>	59
B. <u>PRESENTACION-DE RESULTADOS</u>	59
1. <u>Resumen de los resultados de los análisis de varianza</u>	59
2. <u>Resumen de los resultados de las comparaciones iniciales y finales con el testigo</u>	62
3. <u>Resumen por variables y muestreos</u>	64
C. <u>ANALISIS DE RESULTADOS</u>	64
1. <u>Tiempo de cocción</u>	64
2. <u>Pérdida de materia seca</u>	66
3. <u>Otras Variables</u>	69
3.1 <u>Humedad relativa y temperatura</u>	69
3.2 <u>Granos con hongo</u>	71
3.3 <u>Porcentaje de germinación</u>	72
3.4 <u>Tiempo de ebullición</u>	73
VII. <u>CONCLUSIONES</u>	74
VIII. <u>RECOMENDACIONES</u>	75
IX. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	78
X. <u>ANEXOS.</u>	

RESUMEN

EVALUACION DEL ALMACENAMIENTO DE FRIJOL NEGRO EN SILOS

FAMILIARES EN LA CIUDAD DE GUATEMALA.

El frijol, Phaseolus vulgaris L es una leguminosa de grano, y como tal es sujeto potencial de pérdidas ocasionadas por la presencia de roedores, ácaros y hongos, que afectan la calidad y la cantidad del grano almacenado.

El frijol además de verse afectado por la presencia de los agentes biológicos mencionados, también confronta el problema de su endurecimiento durante el almacenamiento.

Se han efectuado varios trabajos de investigación para establecer cuáles son las condiciones de almacenamiento que propician el deterioro del frijol; sin embargo, las soluciones propuestas no han resultado plenamente satisfactorias, y se ha mantenido vigente la necesidad de hallar una alternativa de solución acorde con las características económicas y sociales del medio en que el problema ocurre.

Por todo lo anterior, se efectuó el presente estudio, que consistió en comparar los resultados obtenidos del almacenamiento de frijol negro en silos familiares "Tipo Guatemala", con los obtenidos al almacenar el frijol negro en sacos dentro de bodegas abiertas, bajo los cuidados habituales del Instituto Nacional de Comercialización Agrícola.

En los silos familiares se almacenó frijol con 12%, 14%, y 16% de contenido de humedad, y se le aplicó una dosis de 0, 1, 2, ó 4 pastillas de fosforo de hidrógeno (PH_3) al inicio del almacenamiento para control de insectos.

En el frijol almacenado en silos familiares, el tiempo máximo para 100% de cocción, se incrementó 12 minutos en promedio; este incremento se concentro en el grano con más de 14% de humedad. El grano con 12% de humedad no experimentó incremento

En el frijol almacenado en sacos, el tiempo para el 100% de cocción se incrementó 50 minutos en promedio; esta diferencia resultó estadísticamente significativa en relación con la observada en silos familiares.

La germinación del frijol almacenado en silos, disminuyó en promedio 28.47%; esta pérdida resultó significativamente menor en el grano cuyo contenido de humedad era de 14% o menos; el 16% de contenido de hu

medad en el grano junto con la mayor aplicación de insecticida, interactuaron favoreciendo la pérdida de poder germinativo.

La germinación del frijol almacenado en bodega, disminuyó en promedio 65%, habiendo resultado significativamente mayor que la ocurrida en el grano ensilado. Al parecer existe un contenido óptimo de humedad entre 12 y 14%, alrededor del cual resulta posible minimizar el incremento en el tiempo de cocción y la pérdida de poder germinativo.

De los resultados obtenidos se concluye que:

- Dentro de las bodegas el frijol almacenado se endureció más rápidamente y en mayor medida, perdió más rápidamente su poder germinativo, y fue invadido más rápidamente por los hongos de almacenamiento.
- Dentro de los silos, el grano con contenido de humedad entre 12% y 14% se endureció menos y perdió menos poder germinativo que el grano ensilado con 16% de humedad.

Además, en el grano con 16% de humedad la dosis de 4 pastillas de fosforo de hidrógeno interactuó con la humedad del grano y propició mayor endurecimiento y mayor pérdida de poder germinativo.

De los tratamientos probados dentro de los silos en este estudio, el que permitió mejor conservación del grano fue el de 12% de humedad y 2 pastillas de fosforo de hidrógeno.

- Pareciera que en el almacenamiento en bodegas, las mismas condiciones que propician la pérdida de poder germinativo y la proliferación de hongos, de alguna manera ocasionan también el endurecimiento del grano. Pero no es posible concluir con certeza si la pérdida de poder germinativo es determinante del endurecimiento del grano, o viceversa, ni si éstos dos efectos son independientes entre si y/o son ocasionados por un tercer factor.

Por todo lo anterior, se concluye que el uso del silo familiar "Tipo Guatemal" constituye una forma factible para solucionar en buena parte el problema del deterioro y especialmente del endurecimiento del frijol negro durante el almacenamiento.

I. INTRODUCCION

La satisfacción de las necesidades alimentarias de la población humana, es uno de los problemas de mayor importancia en los países subdesarrollados. Al analizar la cadena alimentaria mundial como un sistema de producción-comercialización-consumo, se concluye que los mayores esfuerzos han sido orientados hacia el incremento de la producción, y que sólo en menor grado se han atendido otros aspectos directamente relacionados con la comercialización, tales como el almacenamiento y la distribución.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), estima que las pérdidas que ocurren durante la cosecha y la post-cosecha de granos alimenticios representan el 5% del total cosechado a nivel mundial. La magnitud de estas pérdidas varía de un país a otro, y de año en año; se sabe, por ejemplo, que en la India, en algunos países de Africa y en otros de America, representan un 30% del total de la cosecha anual.

Durante el año de 1966, en el mundo se produjeron 3,000 millones de hectolitros de trigo; 172,000 millones de kilogramos de arroz en cáscara y 2.5 millones de hectolitros de maíz, de los cuales se perdieron 23,000 millones de kilogramos de trigo y arroz; la magnitud de esta pérdida, en la práctica equivale a una reducción de 40 kilogramos/año en la dieta de 500 millones de personas. En abril de 1981 se reportó una producción mundial de 773 millones de toneladas de cereales en los países en desarrollo, y se estima que se perdieron 77.3 millones de toneladas entre la recolección y el consumo. (4,27)

Todo lo anterior indica que las condiciones inadecuadas de almacenamiento y la carencia de tecnologías apropiadas para el manejo de las cosechas, disminuyen considerablemente la disponibilidad real de granos alimenticios para el consumo humano. El problema adquiere una mayor relevancia si se tiene en cuenta que otros factores, tales como el incremento de la población y las deficiencias nutricionales prevalentes en los países subdesarrollados, hacen que las necesidades alimentarias del mundo aumenten constantemente.

En cuanto a las pérdidas de granos alimenticios que ocurren durante el almacenamiento, se sabe que en América Latina y en otros países del mundo subdesarrollados, los sistemas utilizados para conservar los granos son inapropiados y/o deficientes, y que esto -como ya se dijo- repercute en los niveles nutricionales de la población de menores ingresos y en la economía en general de dichos países.

El frijol (Phaseolus vulgaris L.) es un alimento básico para una parte importante de la población latinoamericana, y constituye un caso típico de ocurrencia de cuantiosas pérdidas durante el almacenamiento. Sin menospreciar la magnitud de las pérdidas de frijol ocasionadas

por roedores, hongos e insectos, el endurecimiento del frijol durante el almacenamiento constituye un problema importante.

Durante los últimos años, los gobiernos de Centroamérica y Panamá, por intermedio de sus Ministerios de Agricultura, han resaltado el hecho de que una gran parte del frijol almacenado se pierde debido al endurecimiento del grano; y han estimado que las pérdidas de frijol por este concepto, en esta área geográfica, ascendieron a 12 millones de dólares durante el año 1977. (12)

Por todo lo anterior, el presente trabajo se orienta hacia la búsqueda de un método de almacenamiento que permita minimizar las pérdidas de frijol que ocurren durante esta etapa, principalmente en lo relacionado con pérdidas causadas por el endurecimiento del grano.

El presente estudio se efectuó dentro del ámbito del Proyecto GCPP/GUA/006/NET "Programa para la Evaluación y Reducción de Pérdidas Post Cosecha", financiado conjuntamente por el gobierno de Guatemala y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO); este proyecto inició sus actividades el 25 de febrero de 1981, tuvo una duración de 22 meses y constituyó la primera fase del programa de mediano y largo plazo que desarrollará el Sector Público Agropecuario y de Alimentación, para atender en el futuro, permanente y sistemáticamente, todo lo relacionado con la problemática de las pérdidas post-cosecha de productos agrícolas alimenticios en el país.

II. DEFINICION DEL PROBLEMA

El frijol, Phaseolus vulgaris L. es una leguminosa de grano, y como tal es sujeto potencial de pérdidas ocasionadas por la presencia de roedores, pájaros, ácaros y hongos, que afectan la calidad y la cantidad del grano almacenado.

El frijol, además de verse afectado por la presencia de los agentes biológicos mencionados, también confronta el problema de su endurecimiento durante el almacenamiento. Dicho endurecimiento consiste en que -por razones no totalmente establecidas- pareciera que durante el almacenamiento el grano pierde progresivamente capacidad de absorción de agua, y que por esta razón se incrementa el tiempo total de cocción requerido por el grano para alcanzar la consistencia óptima deseada por el consumidor. (Más concretamente, es común observar que el grano de frijol recién cosechado alcanza su consistencia óptima a los 45 minutos de cocción, mientras que el grano que ha permanecido almacenado durante un período de 3 meses o más, requiere dos o más horas de cocción para alcanzar tal consistencia).

El endurecimiento descrito, conlleva en ocasiones al rechazo del producto por parte del consumidor; incrementa el consumo energético requerido para la cocción del grano; y algunos investigadores opinan que además es causa de disminución en la capacidad nutritiva del grano.

Adicionalmente, es preciso hacer notar que el problema del endurecimiento del frijol almacenado, ha limitado la adopción de medidas más amplias para incluir a este producto dentro de los programas nacionales de seguridad alimentaria, pues los organismos estatales responsables de la regulación del abastecimiento de productos alimenticios básicos consideran que -con la tecnología disponible- las pérdidas derivadas del endurecimiento del grano necesariamente son cuantiosas, por lo que se resisten a conformar y/o mantener reservas acordes con las necesidades de la población.

Se han efectuado varios trabajos de investigación para establecer cuáles son las condiciones de almacenamiento que propician el deterioro del frijol; sin embargo, las soluciones propuestas hasta el momento no han resultado plenamente satisfactorias, y se mantiene vigente la necesidad de hallar una alternativa de solución acorde con las características económicas y sociales del medio en que el problema ocurre.

Aparentemente, en Guatemala, a nivel rural, los agricultores y los pequeños comerciantes almacenan frijol negro por un período aproximado de 6-8 meses, en pequeños silos familiares, sin que las características físicas del grano se deterioren apreciablemente, -y lo que es más importante- sin que aparentemente se endurezca y se incremente el tiempo de cocción del grano de manera notoria, como sí sucede en el almacenamiento en gran escala.

Por todo lo anterior, se considera que el estudio de las condiciones bajo las cuales se almacena el frijol en el medio rural guatemalteco, y el análisis de los resultados obtenidos de dicho almacenamiento, constituyen un camino viable en la búsqueda de una solución al problema del endurecimiento del frijol. Dentro de este contexto ha sido concebida y realizada la investigación que sirve de base al presente trabajo.

III. HIPOTESIS DE TRABAJO

A. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1. Objetivo general

El objetivo general del estudio fue, evaluar los resultados del almacenamiento del frijol negro en silos familiares, dentro del siguiente contexto:

- Variables instrumentales: (1) el porcentaje de contenido de humedad del grano al inicio del almacenamiento; (2) la dosis de phostoxin aplicada al inicio del almacenamiento; y, (3) la duración del almacenamiento (tiempo).
- Variables objetivo (de respuesta): (1) el peso de materia seca; (2) el tiempo de cocción; (3) el peso volumétrico; (4) el porcentaje de germinación; (5) el porcentaje de contenido de humedad; (6) porcentaje de contenido de impurezas; (7) porcentaje de daño oculto ocasionado por insectos; (8) porcentaje de daño visible ocasionado por insectos, por hongos y por otras causas; y, (9) el porcentaje de contenido de grano partido y quebrado.

2. Objetivos específicos

En concordancia con el objetivo general, para este estudio se definieron los siguientes objetivos específicos:

- i. Determinar la evolución de la variable "tiempo de cocción del frijol" durante el almacenamiento en silos familiares;
- ii. determinar la evolución de la variable "peso de materia seca" durante el almacenamiento de frijol negro en silos familiares;
- iii. determinar la evolución de la variable "pérdida de materia seca debida al daño ocasionado por insectos, - por hongos y por otras causas" durante el almacenamiento de frijol negro en silos familiares; y,
- iv. comparar los resultados obtenidos en las pruebas del almacenamiento de frijol negro en silos familiares, - con los resultados observados del almacenamiento de frijol negro realizado por el INDECA en sus bodegas del silo central en Ciudad de Guatemala.

B. HIPOTESIS DE TRABAJO

Consecuentemente con lo planteado en la definición del problema y con los objetivos definidos, la hipótesis de trabajo del presente estudio fueron las siguientes:

- i. "La calidad, el peso de materia seca y el tiempo de cocción del frijol negro, almacenado en silos familiares, no varían significativamente en función de la humedad del grano, y/o de la dosis de phostoxin aplicada al inicio del almacenamiento y/o de la duración del almacenamiento"; y,
- ii. "existen diferencias significativas entre los resultados del almacenamiento de frijol negro en silos familiares, y los resultados del almacenamiento de frijol negro en sacos dentro de bodegas abiertas".

IV. REVISION DE LITERATURA

A. EL SILO FAMILIAR "TIPO GUATEMALA"

1. Origen

No existen datos respecto al origen y la difusión de esta forma de almacenamiento en Guatemala. Sin embargo, se acepta que se introdujo a mediados de la década 1940-50, y que hasta el momento no se han realizado esfuerzos sistemáticos para su difusión en el país.

2. Uso

El uso de estos silos se halla ampliamente difundido entre los agricultores de la costa sur y del oriente de Guatemala; en ellos se almacena principalmente el grano que es retenido para el consumo humano en finca, y con alguna frecuencia también el grano destinado a consumo animal y semilla.

El silo familiar también es utilizado por los comerciantes minoristas de la costa sur y del oriente, para almacenar los granos que manejan.

En otras regiones, como el altiplano noroccidental y central, las Verapaces y el Petén, el silo familiar no se usa habitualmente, pero las autoridades del Sector Público Agropecuario se encuentran interesadas en su difusión.

3. Fabricación

Los silos familiares son fabricados por artesanos, en pequeños talleres de hojalatería, localizados en las cabeceras municipales o en las aldeas de las regiones agrícolas mencionadas.

4. Detalles de Construcción

4.1 Material

Los silos son construídos en lámina galvanizada, generalmente de calibre 26; el 3-5% de los silos observados, están construídos en láminas de calibre 22 ó 24, y se estableció que tales unidades fueron fabricadas así por pedido especial.

4.2 Conformación

El cuerpo principal del silo es cilíndrico, para almacenamiento vertical; el fondo es plano y el techo es un cono recto truncado en el vértice. La boca de carga es cilíndrica, y está acoplada verticalmente al techo cónico, en el vértice truncado; la boca de descarga es cilíndrica, y está acoplada horizontalmente al cuerpo del cilindro principal, al nivel de fondo; ambas bocas tienen tapaderas cilíndricas removibles. (ver figura 1) .

4.3 Uniones

Las láminas del cilindro principal están unidas entre sí en toda su longitud, mediante el traslape remachado de sus extremos doblados; en el 20% de los casos, o menos, estas uniones además están reforzadas con soldadura de níquel, corrida en toda la longitud; y en el 30-40% de los casos, estas uniones están reforzadas tan sólo con puntos equidistantes de soldadura.

Las uniones de la lámina del fondo y del techo cónico con las láminas del cilindro principal, son logradas mediante soldadura de níquel, corrida en todo el perímetro; en el 20% de los casos, o menos, estas uniones se fabrican mediante el traslape remachado de los extremos doblados de dichas láminas en todo el perímetro.

En el 40-50% de los casos, se acostumbra a colocar además dos tiras metálicas tensas, equidistantes, de alambre o de lámina plan, alrededor del cuerpo cilíndrico principal, para reforzamiento perimetral del silo.

Las uniones de las bocas se logran mediante traslape y soldadura de níquel corrida en todo el perímetro. Las tapaderas de las bocas también son construídas en láminas del mismo calibre, y con un diámetro ligeramente superior al de las bocas, de tal manera que deslicen a presión sobre ellas; en las tapaderas las uniones se logran mediante traslape y remachado de los extremos de la lámina.

4.4 Dimensiones y capacidades

El diseño, las dimensiones y las capacidades de los silos familiares utilizados en Guatemala, varían de una región a otra del país y aún dentro de una misma región, dependiendo del artesano fabricante y algunas veces del usuario que solicita diseños especiales.

Si embargo, pueden diferenciarse claramente dos tipos de diseños bien definidos: (1) el tipo "oriente", de 0.87 mts. de diámetro; y, (2) el tipo "costa sur", de 1.16 mts. de diámetro.

Del tipo "oriente" se fabrican unidades con capacidad hasta para 40-45 qq (aprox. 2 toneladas) de maíz limpio y seco (75) Kg/Hlt. de peso volumétrico promedio); y del tipo "costa sur" se fabrican con capacidad hasta para 60-65 qq (aproximadamente 3 toneladas) de grano en tales condiciones.

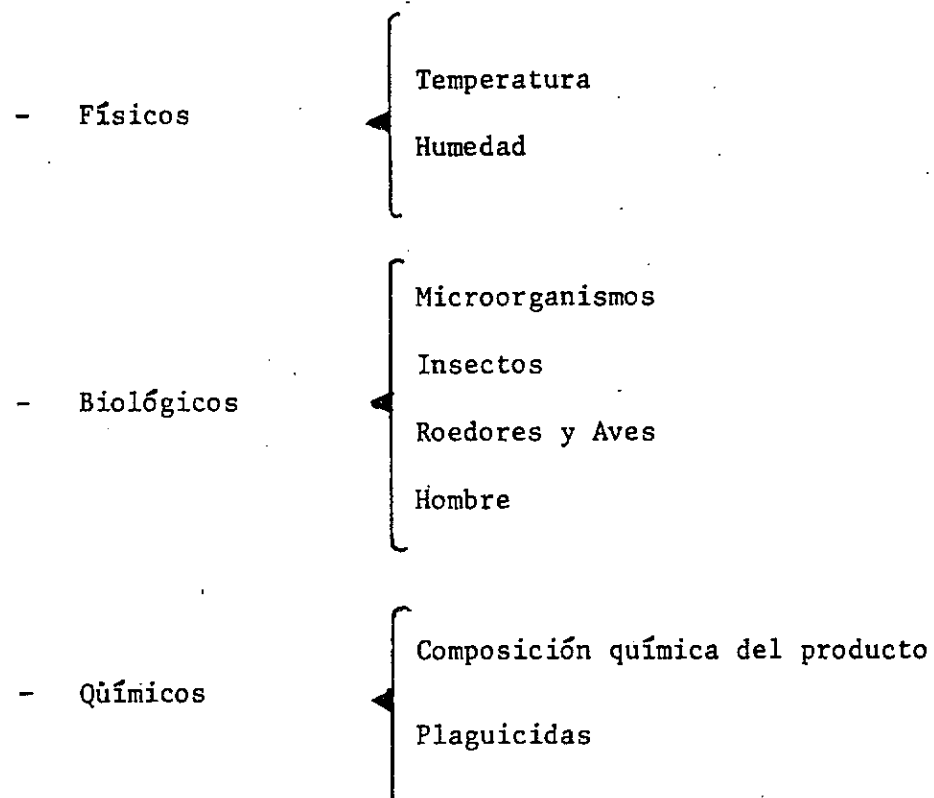
El diámetro del silo resulta de fabricar el cilindro con lámina de 12 pies de longitud (tipo "costa sur"), o de 9 pies (tipo "oriente"), y la altura total del silo (cilindro + cono superior), fluctúa entre 1.20 y 3.60 mts. en el tipo "costa sur", y entre 2.10 y 4.00 mts. en el tipo "oriente", en función de la capacidad de almacenamiento deseada.

En ambos casos, el silo más comúnmente utilizado (90% o más de los casos), es el de 20-22 quintales de capacidad (aprox. 1 tonelada métrica de maíz, o de frijol, limpio y seco), con las siguientes dimensiones:

	Tipo "Oriente"	Tipo "Costa sur"
Diámetro (mts)	0.87	1.16
Altura cilindro (mts)	2.05	1.14
Altura cono (mts)	0.26	0.34
Altura total (mts)	2.31	1.48
Volumen total (mts ³)	1.28	1.35

B. FACTORES QUE AFECTAN LA CONSERVACION Y EL DETERIORO DE LOS GRANOS Y SEMILLAS

En el siguiente cuadro sinóptico se presentan los principales factores que pueden causar el deterioro de los productos agropecuarios alimenticios después de la cosecha:



A continuación se analizan con cierto detalle algunos de dichos factores:

1. Temperatura del Ambiente

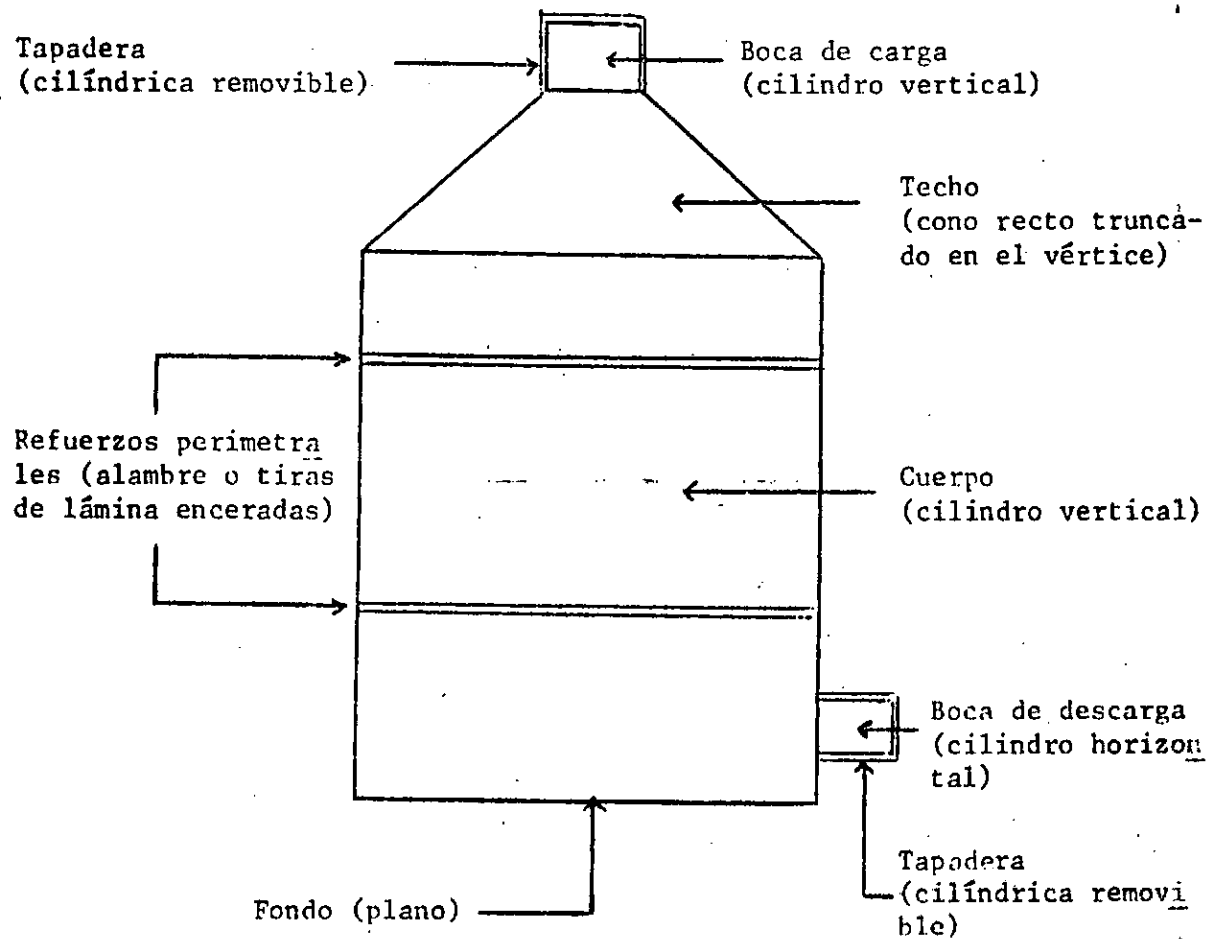
Las condiciones de temperatura ambiente en las zonas tropicales y subtropicales fluctúan dentro de los siguientes rangos: en las zonas secas tórridas, máximas de 38-43°C. a la sombra, y mínimas de 30-35°C.; y en las zonas cálidas húmedas, máximas de 21-35°C, a la -sombra, y mínimas de 16-20°C.

Estas condiciones de temperatura son importantes dentro del almacenamiento por las siguientes razones:

- Dentro del rango 21-43°C. se aceleran los procesos

- Figura 1 -

SILO FAMILIAR-CONFORMACION



biológicos de todos los organismos (las reacciones químicas en general se aceleran con el aumento de la temperatura); consecuentemente, la temperatura ambiente es un factor determinante del desarrollo de hongos, insectos y demás agentes biológicos, y de la aceleración de los procesos bioquímicos dentro del grano.

- Los cambios bruscos en la temperatura, ocasionan la condensación del vapor de agua del aire sobre el grano almacenado, lo cual aumenta la humedad del grano y propicia su deterioro. (7,27).

2. Humedad relativa del ambiente

La cantidad máxima de vapor de agua que puede contener un volumen fijo de aire, depende de la temperatura del aire ambiente en ese momento; la cantidad máxima de vapor de agua que el aire puede contener (denominada humedad absoluta de saturación) aumenta en función de la temperatura. Cuando el aire contiene esa cantidad máxima de vapor de agua, se dice que está saturado.

La humedad relativa es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua presente en el aire y la cantidad máxima de vapor de agua que contendría ese aire a la misma temperatura si estuviera completamente saturado. (13,16).

En consecuencia, la temperatura guarda estrecha relación con la humedad relativa: ésta disminuye en la medida que aumenta la temperatura. En el Cuadro No.1 puede observarse la reducción de la humedad relativa en función del incremento de la temperatura del aire.

Cuadro No. 1

Temp. del aire °C	Incremento de la temperatura °C.											
	0	6	11	17	22	28	33	39	45	50	55	61
	% Humedad Relativa											
43	95	72	55	42	33	26	21					
38	95	71	53	40	31	24	19	15				
32	95	70	52	40	30	23	18	14	12			
27	95	70	50	38	29	22	17	13	10	8		
21	95	69	49	36	27	21	16	12	9	7	6	
15	95	67	49	36	26	19	14	11	9	7	5	4
10	95	66	47	32	24	18	13	10	8	6	4	4
4	95	64	45	31	22	16	12	9	7	5	4	4

Fuente: HALL, D.W. Manejo y Almacenamiento de granos alimenticios en Areas Tropicales y Sub-tropicales. FAO, 1971.

3. Efecto de la temperatura y de la humedad relativa sobre la multiplicación de agentes biológicos

La temperatura y la humedad relativa del ambiente, son determinantes del desarrollo de todos los organismos.

Los rangos de temperatura y de humedad relativa ambiente, dentro de los cuales ocurre la multiplicación de los - agentes biológicos, se detallan en el Cuadro No. 2.

Cuadro No. 2

Agente Biológico	% Humedad Relativa	Temperatura
Hongos	60-100	-8-80
Bacterias	91-100	-8-80
Acaros	60-98	0-30
Insectos	74-95	13-42
Germinación	95-100	16-42

Fuente: HALL, D.W. Manejo y Almacenamiento de granos alimenticios en Areas Tropicales y sub-tropicales, FAO, 1971.

4. Humedad del grano

La masa del grano es una mezcla de materia seca y agua. El agua contenida por el grano se presenta de dos formas: el agua de composición, que es el existente en el interior de las células vegetales y que se considera parte constitutiva del grano; el agua libre, que es el agua que se encuentra sobre la superficie de las células, pero que no forma parte constitutiva de ellas.

Para fines cuantitativos, el contenido de humedad del grano se expresa como la relación porcentual -existente entre el peso del agua libre contenida por el grano y el peso total de grano:

$$H\% = \frac{\text{Peso del agua libre}}{\text{Peso total del grano}} \times 100$$

La humedad del grano es el factor de mayor importancia durante el almacenamiento, pues es determinante de la humedad relativa resultante finalmente dentro del recinto de almacenamiento, y la humedad relativa -por su parte- conjuntamente con la temperatura, es determinante del desarrollo de la actividad biológica tanto del grano como de los agentes externos.

El contenido de humedad del grano puede ser determinado mediante métodos directos o métodos indirectos. Los métodos directos consisten en extraer el total del agua libre contenida por el grano, y determinar el peso de materia seca resultante o el peso de agua removida. Los métodos indirectos consisten en medir ciertas propiedades físicas del grano, tales como la resistencia que opone al paso de una corriente eléctrica o su constante dieléctrica, que varían en función del contenido de agua libre del grano (14,16)

5. Humedad del grano y humedad relativa del ambiente

Dentro del almacenamiento, la humedad del grano y la humedad relativa del aire que lo rodean, tienden a un punto de equilibrio mutuo de presiones, según se analiza a continuación.

El vapor de agua contenido en el grano ejerce presión sobre las paredes del mismo. El vapor de agua contenido en el aire ejerce presión dentro de la mezcla, y es

ta presión se transmite sobre cualquier cuerpo que entre en contacto con el aire húmedo. En consecuencia, al entrar el aire en contacto con el grano, el vapor de agua contenido en el grano tiende a salir hacia el aire que lo rodea, mientras que el vapor de agua contenido en el aire tiende a entrar al grano.

Cuando la presión del vapor de agua del aire que rodea a la masa de grano es superior que la presión ejercida por el vapor de agua contenido en el grano, el aire entrega agua al grano: consecuentemente, disminuye la presión de vapor de agua dentro del aire, el grano gana agua y aumenta la presión del vapor de agua dentro del grano. De esta manera llega un momento en que la presión de vapor de agua dentro del grano es igual a la presión de agua dentro del aire; en ese punto cesa la transferencia de vapor de agua, y se dice que el grano y el aire han llegado al punto de equilibrio de presiones de vapor de agua. Esto comúnmente se conoce como el equilibrio entre la humedad del grano y la humedad relativa del aire. (El mismo resultado se obtendría si al principio la presión de vapor de agua del grano fuera mayor que la presión de vapor de agua del aire: en tal caso sería el grano quien cedería humedad al aire, y -consecuentemente- disminuiría la presión de vapor de agua dentro del grano, el aire recibiría una mayor cantidad de vapor de agua y aumentaría la presión de vapor de agua en el aire; este proceso continuaría hasta llegar un momento en que la presión de vapor de agua del aire se igualara con la presión de vapor de agua del grano, con lo cual se llegaría nuevamente al punto de equilibrio de presiones).

Es importante recordar que: la presión de agua dentro del grano está determinada por la cantidad de vapor de agua contenida por el grano (contenido de humedad del grano) y por la temperatura del grano; la presión de vapor de agua dentro del aire está determinada por la masa de vapor de agua presente por unidad de volumen (humedad absoluta del aire) y por la temperatura del aire, conjuntamente, determinan el por ciento de humedad relativa del aire. (14,16,28)

En el siguiente cuadro se indican los contenidos de humedad de equilibrio de algunos granos, para diversas humedades relativas, cuando el grano y el aire se encuentran a 25°C de temperatura.

Cuadro No. 3

Grano	% Humedad relativa (25°C)						
	15	30	45	60	75	90	100
Arroz	5.6	7.9	9.8	11.8	14.0	17.6	----
Avena	5.7	8.0	9.6	11.8	13.8	18.5	24.1
Cebada	6.0	8.4	10.0	12.1	14.4	19.5	26.8
Maíz amarillo	6.4	8.4	10.5	12.9	14.8	19.1	23.8
Maíz blanco	6.6	8.4	10.4	12.9	14.7	18.9	24.6
Sorgo	6.4	8.6	10.5	12.0	15.2	18.8	21.9
Soya	---	6.2	7.4	9.7	13.2	----	----
Trigo	6.7	8.6	9.9	11.8	15.0	19.7	26.3
	% Humedad del grano						

Fuente: Boletín Técnico-Operativo No.5, Dirección de Operaciones INDECA.

6. Humedad del grano-temperatura-humedad relativa

Se sabe que humedades relativas superiores al 95% propician la germinación de las semillas; superiores al 90% propician el desarrollo de bacterias; superiores al 65% propician el desarrollo de insectos; y superiores al 60% propician el desarrollo de ácaros.

El grano es un ser vivo, y como tal respira. La respiración es un proceso que se efectúa a costa de la materia seca contenida por el grano y del oxígeno que lo rodea, y que se acelera por sí mismo en función de la temperatura y la humedad: Como resultado del proceso de respiración, la materia seca del grano se descompone en agua, calor y bióxido de carbono; el agua producida durante la respiración tiende a incrementar el contenido de agua del grano, lo que a su vez provoca aumento de la intensidad de la respiración; análogamente, el calor generado durante la respiración tiende a elevar la temperatura, y ésto a su vez intensifica el proceso respiratorio del mismo. En consecuencia,

puede afirmarse que el deterioro del grano durante el almacenamiento depende en gran medida de la intensidad de su respiración, la cual -a su vez- depende del contenido de humedad del grano y está relacionado con la humedad relativa y con la temperatura del aire que rodea al grano.

En general, para evitar el deterioro del grano, debe almacenarse "Seco" y "Fresco" y mantenerlo en esas condiciones dentro del almacenamiento. Para efectos del almacenamiento, un grano se considera "Seco" cuando su contenido de humedad permite conservarlo sin deterioro, a la temperatura existente; análogamente, se considera "Fresco" cuando su temperatura permite almacenarlo sin deterioro con el nivel de humedad existente. En la práctica se comprueba que cuando la temperatura de almacenamiento es alto, el grano debe almacenarse con contenidos más bajos de humedad; y que cuando se desea almacenar con contenidos altos de humedad, es necesario mantener más baja la temperatura de almacenamiento. (7,27)

La experiencia señala que cuando la humedad relativa es igual o superior al 65%, se desarrollan hongos del almacenamiento, que generan calor y pueden elevar la temperatura del grano hasta los 63°C, ocasionando el denominado "recalentamiento del grano húmedo"; con humedades relativas aún más bajas, pueden desarrollarse infestaciones de insectos, que también producen calor y que pueden elevar la temperatura del grano hasta 42-43°C, ocasionando el denominado "recalentamiento del grano seco". (16)

7. Migraciones de humedad dentro del almacenamiento

El grano tiene un coeficiente muy bajo de conductividad térmica. Por esta razón, los efectos de los diferenciales de temperatura se transmiten muy lentamente desde la periferia hasta el centro de la masa de grano, y se crean diferencias de temperatura entre diversas partes de una misma masa.

Al existir tales diferencias, se crean corrientes de aire por convección: cuando la temperatura del aire es superior a la de la masa de grano, el aire tiende a ascender, y en el camino equilibra su temperatura con la del grano; cuando la temperatura del aire es menor que la de la masa de grano, el aire tiende a descender, y en el camino equilibra su temperatura con la del grano. Estas variaciones en la temperatura del aire existente dentro del almacenamiento, pueden ocasionar la condensación del vapor de agua contenido en el aire, y -consecuentemente- el humedecimiento de la masa de grano almacenada; este proceso a grandes rasgos, se realiza así:

- Si el aire ambiente exterior está más caliente que el del espacio de almacenamiento, ocurre lo siguiente: se calienta la pared del recipiente de almacenamiento; como consecuencia, se calienta la masa de grano que se encuentra en las inmediaciones de la pared del recipiente; de esta manera, dentro del recipiente de almacenamiento existirá una masa más caliente en las inmediaciones de la pared, y una masa más fría en el centro del recipiente; a través de la masa de mayor temperatura, el aire tendrá la tendencia a ascender; en la masa de menor temperatura el aire tendrá la tendencia a descender, y en su recorrido puede llegar a alcanzar la temperatura de rocío, produciéndose de inmediato la condensación del vapor de agua presente en el aire, sobre el grano. En este caso puede comprobarse que se forman bolsas de grano húmedo en la masa del centro y del fondo del recipiente. (Ver gráfica No. 2)
- Cuando la temperatura exterior es inferior a la del ambiente de almacenamiento, ocurre lo siguiente: se enfría la pared del recipiente; como consecuencia, se enfría la masa de grano que se encuentra en las inmediaciones de la pared del recipiente; entonces existirán, dentro del espacio de almacenamiento, una masa de grano, con menor temperatura, localizada en las inmediaciones de las paredes, y otra con mayor temperatura, localizada en el centro del recipiente; nuevamente, a través de la masa más caliente el aire tenderá a ascender; y a través de la masa más fría el aire tenderá a descender, y durante el recorrido el aire puede llegar a enfriarse lo suficiente para condensar parte de su vapor de agua sobre la superficie del grano. Como resultado de ese proceso, en la práctica puede comprobarse la formación de bolsas de humedad en la parte inferior de la masa de grano inmediata a las paredes y en la parte superior de la columna central de la masa de grano almacenada. (Ver gráfica No. 1).

Por todo lo anterior, puede decirse que las diferencias de temperatura, existentes en un momento dado, entre el aire exterior y el aire del espacio de almacenamiento, pueden ocasionar condensaciones de vapor de agua del aire dentro del recinto de almacenamiento, y que ésto a su vez puede crear bolsas de grano húmedo, muy propensas a la pudrición y a la descomposición. En la medida que la humedad del producto al ingresar al almacén sea más baja, es menor el riesgo que se corre de que la temperatura del aire interior descienda por debajo de su punto de rocío (se denomina punto de rocío, a la temperatura a la cual se condensa el vapor de agua contenido en un aire dado; si la temperatura de una superficie es inferior al punto de rocío del aire circulante, al entrar el aire en contacto con dicha superficie condensará su vapor de agua). En la gráfica No. 3. se ilustra el mecanismo de descomposición del grano debido a gradientes de temperatura, desplazamiento de humedad y desarrollo localizado de hongos e insectos. (7,16, 27,28)

8. Insectos

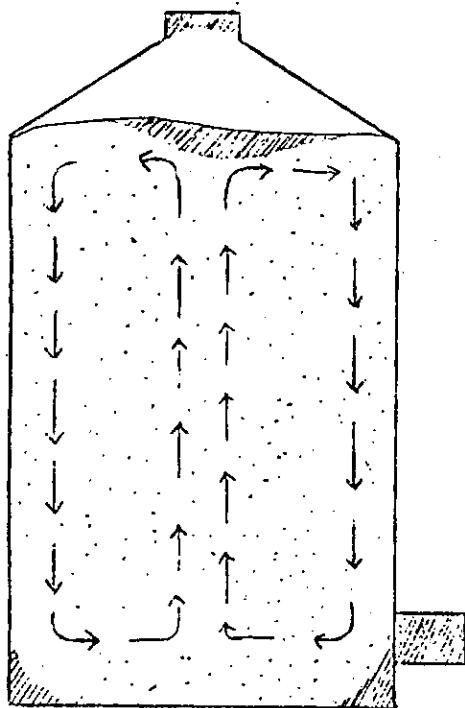
Los daños causados por los insectos en los granos almacenados, pueden clasificarse en directos e indirectos.

Se considera daño directo, a la perforación hecha por el insecto en el grano, que a la larga se traduce en una pérdida de peso. Sin embargo, los insectos además pueden inocular esporas de hongos en la masa interna del grano, dañar la apariencia del mismo, propiciar el calentamiento y el humedecimiento del producto, y todo ésto puede traducirse finalmente en el rechazo en el mercado y/o en pérdidas de peso de la materia alimenticia; todas estas clases de daño se denominan daño indirecto. (27)

En relación con los daños indirectos es oportuno señalar que se ha encontrado que algunos insectos de granos almacenados acarrean en sus intestinos bacterias potencialmente dañinas, tales como la Salmonella, el Streptococcus hemolítico y la Escherichia coli, y que también pueden portar virus, todos capaces de afectar la salud del hombre y de sus animales domésticos. (6)

El medio ambiente óptimo para la reproducción y el desarrollo de insectos, está dado por una temperatura del orden de 25-35°C y una humedad relativa superior al 70%. Cada especie de insecto requiere un conjunto característico de condiciones físicas para su desarrollo óptimo. En la medida que las condiciones de temperatura y humedad se alejan de los valores óptimos, la transformación del huevo en insecto adulto exige más tiempo, y la oviposición es menos numerosa. Con temperaturas inferiores a 10°C y humedades relativas por debajo del 40%, la reproducción sufre una merma apreciable; y la mayoría de las especies no sobreviven durante largo tiempo en ambientes con temperaturas superiores a 42°C.

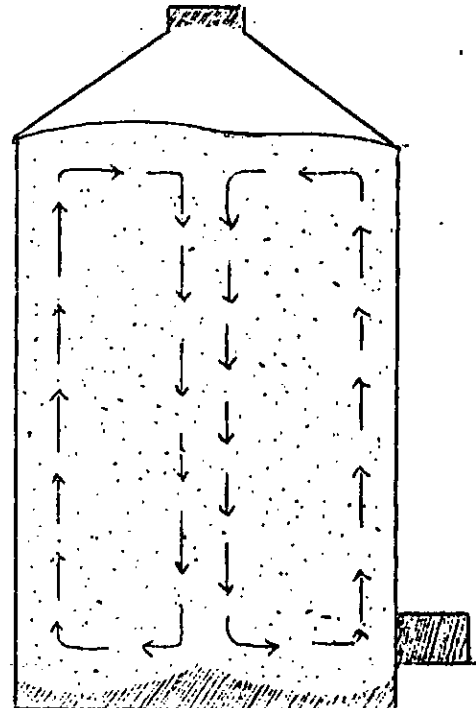
Gráfica No. 1



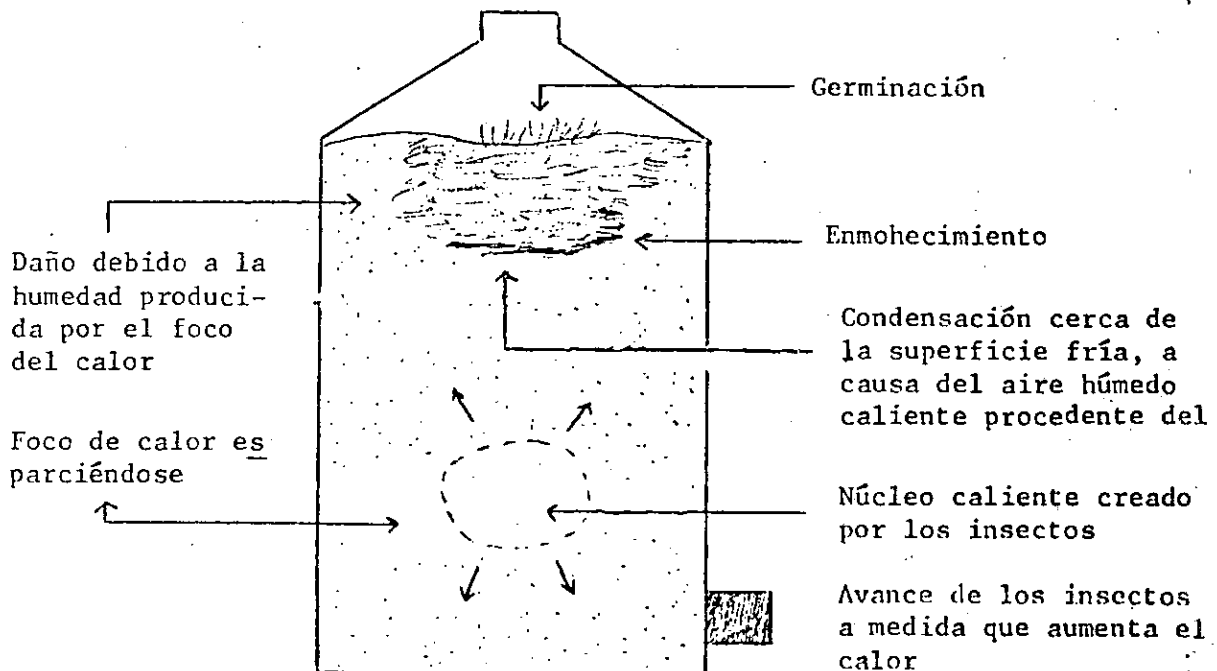
Aire frío afuera
Aire caliente adentro

■ humedad
□ grano

Gráfica No. 2



Aire caliente afuera
Aire frío adentro



Gráfica No. 3

8.1 Plagas de insectos en granos almacenados

Existen muchas especies de insectos que afectan los granos almacenados. Las más importantes se detallan en el Cuadro No. 4.

En nuestro medio, el insecto que más comúnmente afecta al frijol es el Acanthoscelides obtectus; su coloración es gris pardo, con pequeñas bandas negras transversales; el cuerpo es ovoidal, grueso, cubierto de pelos de 3.5 a 4.5 mm.s de longitud; cada fémur posterior posee una arista grande y dos pequeñas; los élitros no cubren totalmente el abdomen, y es capaz de volar.

Este insecto es un coleóptero de ciclo de vida completo, que vive de 4 a 6 semanas. La hembra deposita los huevecillos en perforaciones que realiza en las vainas verdes y en los granos de frijol almacenado. La larva es pequeña, de color blanco, peluda al nacer, y blanca y sin pelo largo después que muda; su forma es curvada, perfora vainas y granos, y permanece en el interior de las semillas; antes de transformarse en pupa, prepara el lugar por el cual debe emerger el adulto, haciendo para el efecto una ventana circular en la cutícula del frijol. La pupa se transforma cerca de la ventana circular que el adulto empuja al emerger, dejando un orificio abierto de salida. El adulto tiene vida corta y no se alimenta de frijol almacenado; sin embargo, constituye una plaga primaria, debido a que las larvas se desarrollan dentro del frijol, pudiendo existir varias de ellas en un sólo grano. (16,27)

8.2 Métodos para detectar infestaciones de insectos

Cuando los insectos se encuentran sobre el grano y pueden ser observados a simple vista, se dice que existe una infestación visible; en otros casos, sobre todo en las primeras etapas de la metamorfosis de algunas especies, cuando los insectos se encuentran dentro del grano y no pueden detectarse a simple vista, se dice que existe una infestación oculta.

Existe cierta tendencia a identificar solamente las infestaciones visibles, sin darle mayor importancia a las infestaciones ocultas; esto ha conllevado generalmente a sub-valorar las pérdidas que en realidad ocasionan los insectos, pues en muchas especies los daños más graves ocurren durante la etapa de infestación oculta.

Cuadro No. 4

PRODUCTOS INFESTADOS	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	ORDEN
maíz, sorgo, trigo, arroz, palay	Gorgojos	Sitophilus spp.	Curculionidae	Coleóptera
arroz, trigo, maíz, mandioca	Barrenillo de los granos	Rhyzopertha dominica	Bostrichidae	Coleóptera
maíz, trigo, harina, cacahuete, frutos secos, harinas para pienso, cacao	Gorgojo de la harina, tribolito, gorgojo de los productos almacenados	Tribolium spp.	Bostrichidae	Coleóptera
maíz, trigo, sorgo, arroz, semillas oleaginosas	Gorgojo Kapra	Trogoderma granarium	Tenebrionidae	Coleóptera
maíz, trigo, frutos secos	Gorgojo aserrado	Oryzaephilus spp.	Cucujidae	Coleóptera
frijoles	Gorgojos de las legumbres	Acanthoscelides obtectus	Bruchidae	Coleóptera
maíz, trigo, palay, sorgo	Palomilla del granero	Sitotroga cerealella	Gelechiidae	Lepidóptera
maíz, cacahuete, frutos secos	Palomilla india de los granos	Plodia interpunctella	Phycitidae	Lepidóptera

Fuente: HALL, D.W. "Manejo y Almacenamiento de granos alimenticios en áreas tropicales y sub-tropicales, FAO". 1971.

Por todo lo anterior, es necesario que para la detección de infestaciones de insectos se utilicen métodos que permitan identificar las infestaciones visibles y también las infestaciones ocultas. En la práctica, para la detección de infestaciones visibles basta con aplicar el método de cribado; y para la detección de infestaciones internas existen diversos métodos, tales como el de flotación, el de tinción, el de trituración y el uso de rayos X. (16,18,27)

9. Hongos

El daño causado por los hongos en los granos almacenados, se manifiesta en: reducción del poder germinativo de la semilla, ennegrecimiento total o parcial de los granos y semillas, calentamiento y hedor del producto almacenado, cambios bioquímicos en la materia constitutiva del producto almacenado, formación de toxinas dañinas para el hombre y los animales domésticos, y pérdida de peso de materia seca. (6)

Todos los productos alimenticios están expuestos a ser invadidos por hongos. Comúnmente en una determinada muestra de producto alimenticio, solamente algunas de las muchas especies de hongos se encuentran en gran número. La importancia de la inoculación original, la composición química del producto, y las condiciones de temperatura y humedad del almacenamiento, son los factores que determinan que una y otra especie predomine en un ambiente dado de almacenamiento.

En general, los hongos de los productos almacenados se desarrollan dentro de rangos amplios de temperatura y de humedad relativa. Sin embargo, temperaturas entre 20 y 40°C y humedades relativas superiores al 90%, son indispensables para el desarrollo de algunas especies, y propician el crecimiento más rápido de la mayoría de las restantes. (5,16)

En el Cuadro No. 5 y Gráfica No. 4, se indican los rangos de temperatura y de humedad relativa dentro de los cuales puede presentarse el desarrollo de diversas especies de hongos, y la temperatura y la humedad relativa óptimas para su proliferación.

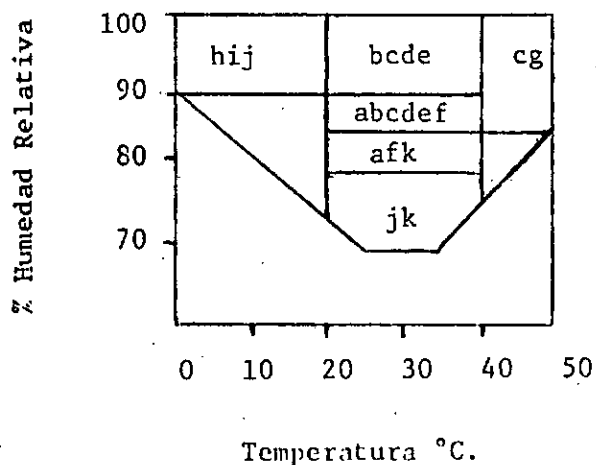
La presencia de hongos en el grano almacenado puede detectarse mediante métodos directos e indirectos. Los métodos directos se basan en el análisis de muestras en el microscopio: éste método no permite detectar la invasión en sus inicios, pero sí la invasión temprana, antes que el daño resultante ocasione una reducción apreciable en la calidad; cuando la invasión es visible al microscopio, seguramente el embrión ya estará débil o muerto, pero es probable que

Cuadro No. 5

	Rangos		Valores óptimos	
	Temp.	HR	Temp.	HR
	°C.		°C.	
<i>Aspergillus ruber.</i>	5-38	72...	24	93
<i>A. amstelodami....</i>	10-42	70...	30	94
<i>A. flavus</i>	12-45	80...	35	99
<i>A. fumigatus.....</i>	12-52	83...	40	99
<i>A. niger.....</i>	10-45	77...	35	99
<i>Penicillium spp...</i>	5-32	80...	24	99

Fuente: RENGIFO, GRABILL. "Manual de almacenamiento y Conservación de granos y semillas". 1981

Gráfica No. 4



Clave

- a. *Aspergillus candidus*
- b. *A. flavus*
- c. *A. fumigatus*
- d. *A. tamarii*
- e. *A. niger*
- f. *A. glaucus*
- g. *A. terreus*
- h. *Penicillium cyclopium*
- i. *P. martensii*
- j. *Cladosporium spp.*
- k. *Spondonema spp.*

Efecto de la temperatura y la humedad relativa sobre ciertas especies de Hongos.

Fuente: IDEM

aún no esté ennegrecido, pues la coloración café se presenta cuando la invasión ha progresado hasta el punto de ocasionar el deterioro total: cuando se observan peritecios sobre la superficie del embrión, se concluye que por lo menos durante varias semanas el grano ha estado almacenado a contenidos de humedad de 15.5% o superiores, pues sólo en esas condiciones los hongos pueden formar esas estructuras características. En semillas sin cavidades internas, tales como el frijol, el chícaro y la soya, los primeros estados de la invasión no son fácilmente detectables mediante inspección al microscopio, pero sí son detectables después de cultivar las semillas en un medio con agar.

Los métodos indirectos se basan en la medición de ciertos tipos de daños y/o de cambios ocasionados por la presencia de hongos en el grano almacenado. Los principales métodos indirectos para la detección de hongos en granos almacenados son: la determinación del valor acidez grasa (la presencia de hongos incrementa la acidez de las grasas en los granos almacenados); la medición de la concentración de bióxido de carbono en el recinto de almacenamiento (la presencia de hongos incrementa la respiración de los granos, y-consecuentemente- la cantidad de bióxido de carbono en ambiente de almacenamiento); la medición de la temperatura física del grano almacenado (la presencia de insectos y/o de hongos tiende a incrementar la temperatura física del producto almacenado); y la medición de cambios en el poder germinativo de las semillas almacenadas (la presencia de hongos reduce considerablemente el poder germinativo de los granos durante el almacenamiento; la reducción del poder germinativo es uno de los indicadores más sensibles del daño incipiente: tan sensitivo, que la germinación puede declinar apreciablemente antes de que se observe cualquier otro cambio en la calidad industrial del producto). (5,6)

10. Reacciones Químicas

Las reacciones químicas y los consecuentes cambios bioquímicos que tienen lugar en los alimentos almacenados, son complejos y se manifiestan en alteraciones en el color, el sabor y la textura de los granos almacenados.

Los cambios químicos posibles, constituyen un importante factor, determinante del tiempo máximo que puede almacenarse un grano sin mayores riesgos de deterioro. La evolución de estos cambios depende de la composición química de cada producto en particular, y es principalmente afectada por las condiciones de almacenamiento y por los factores físicos y biológicos analizados anteriormente dentro de este mismo capítulo.

Los principales tipos de cambios químicos que ocurren en el grano almacenado, se resumen en el cuadro No. 6.

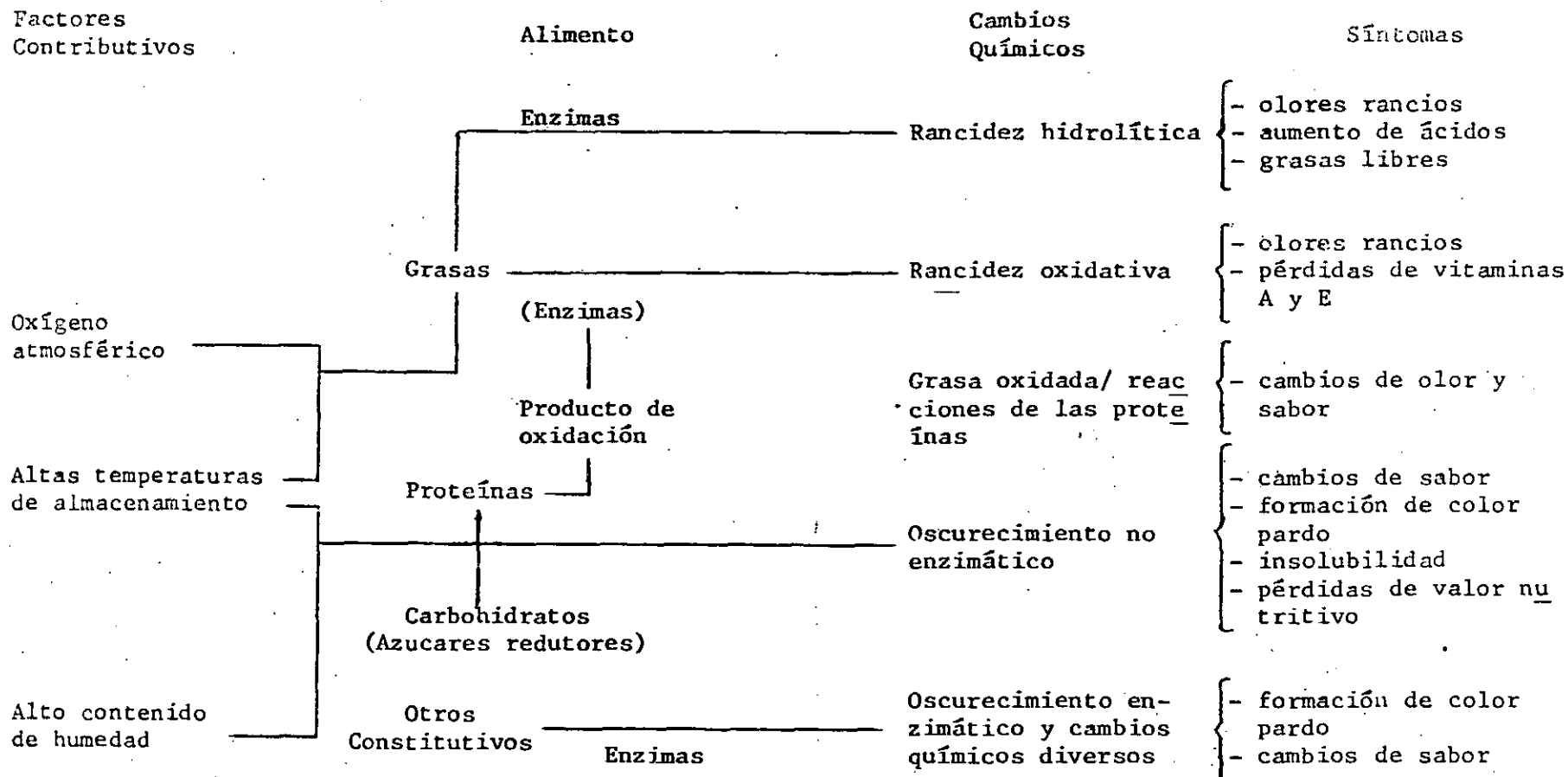
C. POSIBLES FACTORES DETERMINANTES DEL ENDURECIMIENTO DEL FRIJOL NEGRO

Según se mencionó en la definición del problema (Capítulo II), el frijol negro, además de verse afectado por la presencia de los agentes biológicos mencionados, también confronta el problema del endurecimiento durante el almacenamiento. Dicho endurecimiento consiste en que -por razones no totalmente establecidas- pareciera que durante el almacenamiento el grano pierde progresivamente capacidad de absorción de agua, y que por esta razón se incrementa el tiempo total de cocción requerido por el grano para alcanzar la consistencia óptima deseada por el consumidor. (Más concretamente, es común observar que el grano de frijol recién cosechado alcanza su consistencia óptima a los 45 minutos de cocción, mientras que el grano que ha permanecido almacenado durante un período de 3 meses o más, requiere dos o más horas de cocción para alcanzar tal consistencia).

El endurecimiento descrito, conlleva en ocasiones al rechazo del producto por parte del consumidor; incrementa el consumo energético requerido para la cocción del grano; y algunos investigadores opinan que además es causa de disminución en la capacidad nutritiva del grano.

En cuanto a las causas del endurecimiento, varios autores han indicado diversos factores que intervienen en el proceso; en términos generales han señalado que existen factores intrínsecos, tales como: Herencia (21), color de la testa (19), contenido de humedad de la semilla (10, 17, 29); anatomía de la testa (21, 29) y composición química de la testa (10, 17, 29); y factores extrínsecos, tales como: condiciones ambientales que prevalecen durante el desarrollo de las semillas (29), tiempo de almacenamiento (2, 24, 25) y condiciones ambientales durante el almacenamiento (2, 10, 19).

CUADRO No. 6



=24=

Fuente: Michael Jamieson y Peter Jobber "Manejo de los alimentos" Vol. 1. 1974.

Barley y Nast, citados por Esau (8), indican que en ciertas especies aparecen cristales incluidos dentro de la pared secundaria de las esclereidas, los cuales al estar presentes en gran cantidad determinan la dureza y consistencia de la cubierta de la semilla.

Kyle y Randall (21), afirman que la principal causa de la condición de dureza de la semilla de frijol es la diferencia en la absorción de agua por el hilum y rafe, y que esa situación aparece estar genéticamente controlada por un solo par de genes recesivos.

Algunos autores indican que la dureza del frijol está determinada por la estructura, fisiología y color de la testa, y que a su vez está determinada por la herencia.

Sin embargo, Cartter, citado por Smith y Nash (29), afirma que el desarrollo de dureza es principalmente el resultado de tiempo cálido y seco durante el período de maduración y por lo tanto depende más de un factor ambiental que genético.

Muller, citado por De Freitas (10), indica que un factor importante en la cocción del frijol es el contenido de alfa celulosa y de lignina en la testa. Esto concuerda con lo indicado por Linares y Mendoza (22), quienes encontraron una correlación positiva y significativa entre el tiempo de cocción y el porcentaje de cáscara, lo cuál sugiere que el frijol de mayor porcentaje de cáscara requiere mayor tiempo de cocción.

Mattson (23) indicó que la suavidad de los frijoles durante la cocción se logra a través de una reacción del fitato (presente como fitato Na/K en los cotiledones) con el pectato insoluble de Ca/Mg presente en la pared celular, especialmente con el de la cáscara, donde el pectato de Ca/Mg se convierte a pectato soluble de Na/K; Mattson concluyó que la acción recíproca de los contenidos de fitina, calcio, magnesio y pectina libre no esterificada, es un factor importante que gobierna el proceso de cocción.

Por otro lado, se ha encontrado que la oxidación de los taninos está involucrada con el proceso de endurecimiento; durante los últimos años se le ha prestado atención a los taninos (polifenoles) del frijol, debido a que se ha indicado que desde el punto de vista agronómico es útil, ya que ofrece resistencia al ataque bacteriológico durante su germinación; sin embargo, existe también cierta evidencia de que estas sustancias pueden reducir el valor nutritivo de las proteínas del frijol, ya que pueden reaccionar con ellas (González de Fernández, 11), haciéndolas biológicamente poco digeribles para el organismo animal.

Seguim, describió a los taninos como sustancias presentes en un número de extractos de vegetales, constituyendo parte de los polifenoles de aquellos. La mayoría de los taninos se encuentran en pocas familias de dicotiledones, tales como leguminosas (30); además se sabe que la enzima polifenol oxidasa (llamada también tirosinasa, polifenolasa, fenolasa, catecol oxidasa, catecolasa) ha sido implicada en muchos cambios metabólicos y reacciones en tejidos de frutos (Flurkey and Jen. 9).

Alcahe, Beatriz (1), encontró que el contenido de taninos, medidos en forma de catequina, disminuye, y que la actividad de la polifenol oxidasa aumenta, durante el período de almacenamiento. Estos cambios son favorecidos por un mayor contenido de humedad de la semilla y por una temperatura de almacenamiento, condiciones que también favorecen un aumento en la dureza y en el tiempo de cocción de muestras bajo estudio. En base a los resultados obtenidos, la autora, postula la posibilidad de que los polifenoles estén involucrados en el proceso de endurecimiento del frijol, a través de un mecanismo enzimático con la participación de la polifenoloxidasas; dicha acción enzimática se traduce en la polimerización de polifenoles presentes en la testa del frijol, afectando así de una manera adversa la capacidad de absorción de agua por parte de la semilla y contribuyendo a aumentar el tiempo requerido para suavizar la semilla durante la cocción.

Además, González de Mejía (12), al estudiar la actividad de la enzima de polifenol oxidasa en el grano de frijol, determinó que al aumentar la temperatura de almacenamiento disminuye el contenido de taninos del grano y que simultáneamente aumenta la actividad de la enzima. Esto sugiere que el menor contenido de taninos ha sido producido por una oxidación enzimática de los mismos, apoyando así la hipótesis de que el endurecimiento del grano puede ser debido en parte a una oxidación de polifenoles, como sucede en otros productos vegetales (15).

Burr (3) estudió el efecto producido por la temperatura, el contenido de humedad en el grano y el lapso de almacenamiento sobre el tiempo de cocción de una variedad de Phaseolus vulgaris, y observó que al incrementar la humedad, la temperatura y el período de almacenamiento, el tiempo de cocción aumenta considerablemente. Estos resultados también indican que con una humedad menor de 13% en la semilla, no se afecta el tiempo de cocción, independientemente de la temperatura y del período de almacenamiento.

Molina y col. (26) investigaron el efecto de un tratamiento térmico por corto tiempo al frijol -sin agregado de agua- previo

a su almacenaje. Estos autores informaron que si el grano de frijol se trata por dos minutos en retorta (121°C.), o por 10 minutos en atmósfera de vapor (98°C.), previo a su almacenaje bajo condiciones ambientales (25°C. y 70% de humedad relativa); su calidad culinaria o tiempo de cocción y su dureza después de cocido permanecen estadísticamente iguales a aquellos encontrados para las muestras control almacenadas bajo refrigeración a 4°C. Esta alternativa es ventajosa - respecto del almacenamiento o refrigerado y/o en atmósfera controlada, ya que representa un costo energético único previo al almacenaje.

Por su parte, De Freitas (10) observó que a medida que la temperatura del ambiente y la humedad de la semilla aumentan, el tiempo de cocción se incrementa, a pesar de que los frijoles se sometan a remojo previo por 18 horas. Observó asimismo que "hay un efecto notable de la humedad de la semilla, encontrándose que a volores altos se necesita un tiempo de cocción mayor, y que este se reduce a medida que disminuye la humedad",

Morris, citado por Hamad y Powers (17), reporta que el frijol con un contenido bajo de humedad (8-10%) requiere el menor tiempo de cocción y que con un contenido moderadamente alto de humedad (12-15%) requiere 5 a 10 veces más tiempo de cocción, después de un año de almacenamiento a 32.2°C.

Hughes y Sandsted (19) estudiaron el efecto de la temperatura, la humedad relativa y la luz sobre el color de la semilla de frijol, durante un año de almacenamiento. A una humedad relativa de 80% y 24°C, observaron una coloración más oscura, que estuvo relacionada con la pérdida total de la germinación y con la duplicación del tiempo requerido para una cocción adecuada. En los frijoles almacenados a una temperatura de 1°C y una humedad relativa de 30%, observaron que no hubo cambios significativos en su color original, ni en su porcentaje de germinación, ni en el tiempo requerido para su cocción adecuada.

En resumen, puede decirse que la temperatura y -más que toda- la humedad del grano, son dos factores importantes que condicionan el tiempo de cocción, teniendo una influencia secundaria la humedad relativa, ya que dentro del recinto de almacenamiento la humedad relativa resultante es en gran medida una consecuencia de la humedad del grano.

Finalmente, González de Mejía (12) al estudiar el efecto de diferentes condiciones de almacenamiento sobre la dureza del frijol, encontró que el deterioro de la calidad del frijol almacenado, a través del tiempo, es más rápido en condiciones ambientales naturales que en atmósferas con mayores concentraciones de bióxido de carbono; lo que hace pensar que el bióxido de carbono mantiene o disminuye la dureza. Estas observaciones de tiempo de cocción y dureza del grano en diferentes condiciones atmosféricas de almacenamiento, constituyen el primer informe existente sobre este fenómeno para Phaseolus vulgaris. Los

cambios sugieren que posiblemente el endurecimiento del grano está relacionado a un proceso oxidativo; de acuerdo a ésto, sería entonces posible recomendar condiciones de almacenamiento menos costosas, como la obtención de condiciones anaeróbicas más prácticas, tales como el almacenamiento bajo tierra, o relativamente hermético, como el que se propone en el presente estudio.

V. PROCEDIMIENTOS

A. DETALLES OPERATIVOS

1. Lugar

El experimento se efectuó en las instalaciones del silo central del Instituto de Comercialización Agrícola, INDECA, en la Avenida del Ferrocarril 17-13, Zona 12 en Ciudad de Guatemala.

2. Materiales

2.1 Grano

- 260 quintales de frijol negro, con 12% de humedad;
- 260 quintales de frijol negro, con 14% de humedad; y,
- 260 quintales de frijol negro, con 16% de humedad.

2.2 Fumigantes

- 63 tabletas de Fosfuro de Hidrógeno (PH₃).

2.3 Silos familiares

- 39 silos cilíndricos metálicos, construídos en lámina calibre 24, de las siguientes dimensiones aproximadas; 2.00 metros de alto, y 0.87 metros de diámetro.

2.4 Equipo para llenado y vaciado

- 2 cubetas plásticas, con capacidad aproximada para 10 litros cada una;
- 2 embudos de metal especialmente construídos para el llenado; y,
- 1 balanza de plataforma con capacidad para 100 kgrs. y aproximación de 10-20 gramos.

2.5 Equipo y material para análisis de calidad en el laboratorio

- 1 divisor Boerner;
- 1 determinador de humedad Dole 400;
- 1 balanza para determinación del peso volumétrico;
- 1 balanza de triple brazo, con capacidad para 1000 gramos y aproximación de 0.01 gramos;
- 1 balanza de precisión, con capacidad para 10 gramos, y aproximación a 0.001 gramos;
- 2 juegos de cribas para frijol, con sus correspondientes bandejas de fondo;
- 2 juegos de bandejas de metal, para manejo de muestras en laboratorio;
- 1 estufa eléctrica con dos hornillas, para las pruebas de cocción;
- 1 aspirador Bates;
- 2 secadoras de muestras para laboratorio;
- 4 ollas de cocina, de 2 litros de capacidad cada una;
- 1 germinador;
- 1 autoclave;
- 1 microscopio binocular;
- solución de fuccina ácida, para pruebas de infestaciones ocultas;
- solución de cloruro de mercurio, para desinfección en el laboratorio;
- 50 cajas de petrí, para pruebas de hongos;
- balones de cristal de diferentes capacidades;
- beakers de diferentes capacidades;
- pipetas aforadas;
- 2 mecheros de alcohol;
- solución de formalina, para desinfección en el laboratorio;
- servilletas de papel absorbente, para pruebas de germinación;
- medio de cultivo DPA (dextrosa-papa-agar) para pruebas de hongos.

2.6 Equipo de medición de las condiciones climáticas externas e internas

- Higrómetro, para determinación de la humedad relativa exterior a los silos;
- sicrómetro, para determinación de condiciones externas;
- termocuplas, para determinación de la temperatura y de la humedad relativa dentro de los silos (con sus correspondientes extensiones, conexiones y dial de lecturas).

2.7 Equipo para toma de muestras

- Caladores de 1.20 metros de longitud, de compartimientos separados;
- tomamuestras tipo torpedo, con sus correspondientes extensiones y manijas.

2.8 Formatos e instructivos

- Para el registro del peso de grano que ingresa al almacenamiento y que posteriormente egresa del mismo; Forma (C)-04 (04).
- Para el registro de los resultados de laboratorio; Forma (L)-04(01) Forma (L)-04(02).
- Para la gratificación de las lecturas del Higrotermógrafo (diseñadas y provistas por los fabricantes del equipo).
- Para el registro de las condiciones climáticas externas (temperatura y humedad relativa ambientes).
- Para el registro de las condiciones dentro del silo (temperatura y humedad relativa interna).
- Para el resumen, la clasificación y la elaboración final de la información total.

B. METODOLOGIA

El comportamiento del grano dentro del almacenamiento, fue evaluado a partir de: (1) el peso de materia seca inicial y la calidad inicial del grano, (2) la evolución de la calidad del grano durante el período de almacenamiento, y (3) el peso final de materia seca y la calidad final del grano.

Para efectos de las pruebas programadas, la calidad del frijol fue medida en términos de:

- 1) tiempo de cocción;
- 2) porcentaje de contenido de humedad del grano;
- 3) porcentaje de contenido de impurezas del grano;
- 4) peso volumétrico del grano
- 5) porcentaje de germinación del grano;
- 6) porcentaje de pérdida de materia seca ocasionada por infestación oculta;
- 7) porcentaje de pérdida de materia seca ocasionada por insectos, por hongos y por otras causas.

La calidad del grano al entrar al almacenamiento fue determinada mediante el análisis de una muestra obtenida al azar en la medida que el grano ingresaba al silo.

La calidad del grano durante el almacenamiento, fue establecida a partir del análisis de muestras, obtenidas periódicamente durante el tiempo que permaneció el grano almacenado dentro de los silos; estas muestras fueron obtenidas mediante el uso de sondas de profundidad.

La calidad final del grano, fue determinada mediante análisis de laboratorio efectuados sobre muestras, que fueron obtenidas en la medida que el grano fue descargado al momento de finalizar el período de experimentación.

En el cuadro No. 6 se presenta el calendario definido, y utilizado, para la ejecución de los muestreos mencionados.

Los formularios que fueron utilizados para la obtención y el registro de la información, y los instructivos establecidos para cada caso, se presentan en la sección de anexos.

C. ANALISIS ESTADISTICO

Según se mencionó, para la investigación se consideraron 3 variables instrumentales:

- 1) porcentaje de contenido de humedad del grano al ingresar al silo;
- 2) dosis de fosforo de hidrógeno (PH_3), phostoxin en pastillas, aplicada al grano al momento de terminar el proceso de cargue de cada silo; y,
- 3) tiempo de almacenamiento (periodicidad de los muestreos).

Y 3 variables de respuesta (variables-objetivo):

- 1) tiempo de cocción del frijol;
- 2) calidad del grano, medida en términos de los factores de calidad mencionadas; y,
- 3) peso de materia seca del grano.

De esta manera, la evolución del peso de materia seca y de la calidad del frijol negro almacenado, fue evaluada: para 3 diferentes contenidos de humedad del grano, para 4 dosis dife-

rentes de phostoxin aplicado al grano al inicio del almacenamiento, y durante 8 meses de tiempo efectivo de almacenamiento.

En consecuencia, resultaron 12 combinaciones "contenido de humedad del grano-dosis de phostoxin aplicada"; cada una de estas 12 combinaciones fue considerada como un tratamiento diferente, y fue evaluada por separado; cada tratamiento fue evaluado en 3 repeticiones. En el Cuadro No. 1, se presenta el resumen de los tratamientos evaluados.

En la práctica, se utilizaron 36 silos para el estudio en cuestión (4 dosis x 3 contenidos de humedad x 3 repeticiones). Los silos fueron localizados dentro de una bodega, y distribuidos en 3 hileras diferentes que corresponden a las 3 repeticiones. Dentro de cada hilera, cada uno de los diferentes tratamientos fue localizado mediante distribución al azar. La distribución de los tratamientos, con sus tres repeticiones, se ilustra en el Cuadro No.2.

Para una mejor comprensión del diseño experimental y de la distribución de los diferentes tratamientos, se presentan además los cuadros No.3 y No.4.

Obsérvese que, adicionalmente, se utilizaron los silos No.37, 38, y 39, cargados con frijol de -12%, 16% y 14% de contenido de humedad, respectivamente, en los cuales no se aplicó phostoxin (dosis 0 de phostoxin); estos silos se utilizaron exclusivamente como testigos, para registrar diariamente la evolución de la temperatura y de la humedad relativa internas, para lo cual tuvieron instaladas termocuplas de profundidad en los niveles inferior, medio y superior; de esta manera fue posible obtener esta información, sin necesidad de introducir elementos distorsionantes en el experimento, dentro de los silos que se encontraban directamente bajo estudio; por tanto, los silos No.37, 38 y 39, no se consideraron como tratamientos, y en tal virtud fueron colocados en los extremos de cada bloque (hilera o repetición), tal como se indica en el Cuadro No. 2.

En conclusión, estadísticamente puede decirse que se utilizó un diseño de bloques al azar en arreglo factorial de 3×4 : con 12 tratamientos diferentes en cada bloque o repetición, y con 3 bloques que correspondieron a las diferentes repeticiones. Para el correspondiente análisis de varianza, en el Cuadro No. 5, se presenta el tratamiento estadístico propuesto.

Durante el mismo período en que se realizó este experimento, el INDECA mantuvo frijol negro almacenado, en sacos, dentro

de sus bodegas en el silo central de Ciudad de Guatemala.

El grano almacenado por el INDECA en tales condiciones, fue considerado testigo general del experimento.

Para el efecto, periódicamente se obtuvieron y analizaron también muestras del grano almacenado por el INDECA en sus bodegas, y finalmente estos resultados fueron comparados - con los obtenidos del almacenamiento del frijol en los silos familiares.

CUADRO N^o. 1
TRATAMIENTOS A EVALUAR

Dósis % Humedad	$D_1 = 0$ tabletas	$D_2 = 1$ tableta	$D_3 = 2$ tabletas	$D_4 = 4$ tabletas
$H_1 = 12\%$	Tratamiento 1 $H_1 ; D_1$	Tratamiento 2 $H_1 ; D_2$	Tratamiento 3 $H_1 ; D_3$	Tratamiento 4 $H_1 ; D_4$
$H_2 = 14\%$	Tratamiento 5 $H_2 ; D_1$	Tratamiento 6 $H_2 ; D_2$	Tratamiento 7 $H_2 ; D_3$	Tratamiento 8 $H_2 ; D_4$
$H_3 = 16\%$	Tratamiento 9 $H_3 ; D_1$	Tratamiento 10 $H_3 ; D_2$	Tratamiento 11 $H_3 ; D_3$	Tratamiento 12 $H_3 ; D_4$

CUADRO No. 2

NUMERACION DE SILOS Y DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS

I Repetición

Silo No.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	37
7	1	12	11	9	4	2	8	3	10	6	5	--

Tratamiento No.

II Repetición

Silo No.

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	38
5	3	1	10	6	7	9	12	11	4	2	8	--

Tratamiento No.

III Repetición

Silo No.

25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	39
2	6	10	8	9	12	7	1	5	3	11	4	--

Tratamiento No.

CUADRO No. 3

DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE SILOS POR TRATAMIENTO

Dósis de Phosto xin. % de Humedad	Cero Tabletas	Una Tableta	Dos Tabletas	Cuatro Tabletas
12 %	Trat. No. 1 Silos 2-15 32-(37)	Trat. No. 2 Silos 7-23 25	Trat. No. 3 Silos 9-14 34	Trat. No. 4 Silos 6-22 36
14 %	Trat. No. 5 Silos 12-13 33-(39)	Trat. No. 6 Silos 11-17 26	Trat. No. 7 Silos 1-18 31	Trat. No. 8 Silos 8-24 28
16%	Trat. No. 9 Silos 5-19 29-(38)	Trat. No. 10 Silos 10-16 27	Trat. No. 11 Silos 4-21 35	Trat. No. 12 Silos 3-20 30

NOTA: En los tratamientos Nos. 1, 5 y 9, las cifras entre paréntesis hacen referencia al silo que -en cada caso- se utilizará exclusivamente para medir la temperatura y la humedad relativa dentro del silo cargado y herméticamente sellado.

CUADRO No. 4

RESUMEN OPERACIONAL

Repeticiones Tratamiento			Repetición I		Repetición II		Repetición III	
No.	% H	Dosis	No. Silo	Código	No. Silo	Código	No. Silo	Código
1	12	0	2	1.1.1	15	1.1.2	32	1.1.3
2	12	1	7	1.2.1	23	1.2.2	25	1.2.3
3	12	2	9	1.3.1	14	1.3.2	34	1.3.3
4	12	4	6	1.4.1	22	1.4.8	36	1.4.3
5	14	0	12	2.1.1	13	2.1.2	33	2.1.3
6	14	1	11	2.2.1	17	2.2.2	26	2.2.3
7	14	2	1	2.3.1	18	2.3.2	31	2.3.3
8	14	4	8	2.4.1	24	2.4.2	28	2.4.3
9	16	0	5	3.1.1	19	3.1.2	29	3.1.3
10	16	1	10	3.2.1	16	3.2.2	27	3.2.2
11	16	2	4	3.3.1	21	3.3.2	35	3.3.3
12	16	4	3	3.4.1	20	3.4.2	30	3.4.3

- 1/ El Silo No. 37 corresponde también al tratamiento No.1, pero se usará exclusivamente para medir la temperatura y la Humedad Relativa dentro del silo cargado y herméticamente sellado.
- 2/ El Silo No. 39 corresponde también al tratamiento No.5, pero se usará exclusivamente para medir la temperatura y la Humedad Relativa dentro del silo cargado y herméticamente sellado.
- 3/ El Silo No. 38 corresponde también al tratamiento No.9, pero se usará exclusivamente para medir la temperatura y la Humedad Relativa dentro del silo cargado y herméticamente sellado.

NOTA: Del código, el primer número indica el Contenido de Humedad, el segundo el No. de Dosis, y el tercer número indica la Repetición; de tal forma que el código 3.3.3 indica: Contenido de Humedad 16% (H3), Dosis de 2 pastillas de phostoxin (D3), y III Repetición.

CUADRO No. 5.

ANALISIS DE VARIANZA PROPUESTO

Arreglo factorial de 3×4 en
Diseño de bloques al azar, con
3 repeticiones.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad
Bloques	2
Tratamientos	11
Humedad	2
Dosis	3
Interacción H * D	6
Error	22
TOTAL	35

CUADRO No. 6

CALENDARIO DE CARGA, MUESTREOS PERIODICOS Y DESCARGA DE SILOS

Tratamiento		Orden y Fechas para el Muestreo			
No.	No. silos	cargue, abril	No.1 junio-julio	No.2 agost-sept.	descargue, diciem.
9	5-19	2	21	31	7
9-2	29-7	2 y 5	22	1	7 y 8
2	23-25	4	23	2	8
6	11-17	3	24	3	8
6-1	26-2	3 y 4	25	6	8 y 9
1	15-32	5 y 4	28	7	9
7	1-18	3	29	8	9
7-12	31-3	3 y 2	1	9	9 y 14
12	20-30	2	2	10	14 y 15
11	4-21	2 y 3	5	13	14
11-8	35-8	2 y 3	6	16	14 y 16
8	24-28	4 y 3	7	20	14 y 16
5	12-13	4	8	21	14
5-4	33-6	3 y 5	9	22	14 y 16
4	22-36	4	12	23	14 y 16
10	10-16	3 y 2	13	24	16
10-3	27-9	2 y 5	14	27	16 y 17
3	14-34	4	15	28	16 y 17
	37-38-39				

VI. RESULTADOS

A. GENERALIDADES

1. Variables estudiadas

De acuerdo a los objetivos e hipótesis formulados, las principales variables estudiadas fueron:

- (1) Tiempo de cocción; y
- (2) Pérdida de peso de Materia Seca.

Adicionalmente, para evaluar el comportamiento de estas variables principales, se tuvieron bajo observación sistemática los siguientes factores de calidad:

- Impurezas;
- Materias extrañas;
- Contenido de Humedad;
- Peso volumétrico en base húmeda;
- Peso volumétrico en base seca;
- # insectos vivos en 1000 granos;
- Número y peso de granos dañados;
- Infestación oculta;
- Presencia interna de hongos; y,
- % de germinación normal

2. Obtención y registro de información básica

2.1 Obtención de las muestras

Para estudiar el comportamiento de cada variable, en el frijol almacenado a granel en silos familiares y en el frijol ensacado, almacenado en bodegas, que se utilizó como testigo, se efectuaron cuatro y tres muestreos, respectivamente, durante los 8 meses de almacenamiento efectivo.

En los silos familiares, los muestreos se efectuaron de la siguiente forma:

- Muestreo inicial, al momento de ingresar el grano al almacenamiento.
- Primer muestreo intermedio, al cabo de 77-101 días de almacenamiento.

- Segundo muestreo intermedio, al cabo de 146-175 días de almacenamiento.
- Muestreo final, al egresar el grano del almacenamiento, al cabo de 242-254 días de almacenamiento.

Las muestras al ingresar el grano al almacenamiento y al egresar del mismo, se obtuvieron sistemáticamente mientras el grano era trasladado. Las muestras intermedias fueron extraídas mediante sondas de profundidad, introducidas por las bocas de los silos.

De esto se concluye que las muestras No. 1 y No. 4-cargue y descargue, respectivamente- son más representativas; y, por tal razón, para fines de la investigación realizada, fueron consideradas como determinantes del comportamiento de cada variable.

En cuanto al frijol almacenado en sacos, se tuvieron bajo observación 9 estibas en bodega, y en tales estibas se efectuaron los siguientes muestreos:

- Muestreo inicial, que coincidió con el muestreo inicial en los silos;
- Muestreo intermedio, al cabo de 105 días de almacenamiento; y,
- Muestreo final, que coincidió con el muestreo final en los silos.

2.2 Análisis de laboratorio

Cada una de las muestras obtenidas de cada muestreo, tanto de los silos familiares como de las estibas, fue pesada y enviada inmediatamente al laboratorio, para ser sometida a los siguientes análisis:

- Reconocimiento preliminar;
- Infestación visible;
- Contenido de impurezas y materias extrañas;
- Contenido de Humedad;
- Peso volumétrico;
- Prueba de conteo y peso sobre 1000 granos;
- Infestación oculta;
- Presencia de Hongos;

- Análisis de germinación; y,
- Prueba de cocción

Las normas generales y los procedimientos establecidos para la ejecución de estos análisis, se detallan en el anexo C; y el formato utilizado para registrar la información básica resultante, se presenta en el anexo K.

2.3 Control de las condiciones climáticas

Durante los 8 meses de almacenamiento bajo estudio, se mantuvo registro permanente de la temperatura y de la humedad relativa, tanto en los silos como en el ambiente exterior que rodeaba a los silos y estibas bajo estudio.

En el anexo G, se presentan el instructivo y el formato para registrar la temperatura y la humedad relativa en los silos; y en el Anexo H, se presentan el instructivo y el formato para el registro de la información referente a las condiciones climáticas externas.

3. Cálculo y registro de información intermedia

A partir de la información básica obtenida de cada muestra en el laboratorio, se calculó el valor resultante de cada variable al momento de cada muestreo. Para el efecto se aplicaron los procedimientos aritméticos que se detallan en el anexo L de este documento; y los resultados así obtenidos se registraron en el mismo formato de laboratorio (Anexo K).

4. Información Final

4.1 Resumen de información intermedia

La información intermedia obtenida para cada variable, fue procesada en computador (Lenguaje Basic), resumiendo y ordenando los datos, de las siguientes formas:

i. Resumen por silo (unidad experimental)

Para cada una de las unidades experimentales, se elaboró el "RESUMEN No. 1", similar al que se presenta como ejemplo en el cuadro No. 7 (páginas 43 y 44.), correspondiente al silo No. 7.

En este resumen, en la primera columna del lado izquier

CUADRO No. 7

RESUMEN No. 1.-INFORMACION TOTAL POR SILO

PRODUCTO: FRIJOL

SILO # 7

NUMERO TOTAL DE MUESTREOS = 4

MUESTREOS D A T O S	CARGUE M 1	M 2	M 3	DESCARGA M 4
FECHA	5.04	22.06	1.09	7.12
IMPUR.(%)				
-Excrem.	0.00	0.00	0.00	0.00
-Polvo	0.05	0.01	0.04	0.05
-Otras	0.77	1.44	1.40	1.23
-Subtotal	0.83	1.46	1.44	1.28
-Matex	0.02	0.11	0.07	0.06
-Total	0.85	1.57	1.51	1.34
HUMED.(%)				
-Humedad 1	13.04	13.14	13.43	12.72
-Humedad 2	13.04	12.79	13.49	12.72
-Humedad 3	13.04	12.96	13.25	12.64
-Promedio	13.04	12.96	13.39	12.69
PESO HECT.				
-Peso 1	74.70	75.55	75.20	75.80
-Peso 2	74.15	75.40	75.15	75.50
-Peso 3	74.40	75.30	75.40	75.60
-Promedio	74.42	75.42	75.25	75.63
CONTEO/PESO				
-P.An.(#G)	1280	1235	1150	1077
-P.An.(gr)	232.20	223.35	204.50	195.30
-Ins.(#G)	26	16	14	20
-Ins.%#G	2.03	1.30	1.22	1.86
-Ins.(gr)	4.30	2.60	2.20	3.10
-Ins.%(gr)	1.85	1.16	1.03	1.59
-Ins.%Per.	0.21	0.15	0.15	0.30
-Hon.(#G)	57	46	35	50
-Hon.%#G	4.45	3.72	3.04	4.64
-Hon.(gr)	7.20	5.40	4.70	6.50
-Hon.%(gr)	3.10	2.42	2.30	3.33
-Hon.%Per.	1.40	1.34	0.77	1.37
-Otr.(#G)	0	0	0	0
-Otr.%#G	0.00	0.00	0.00	0.00
-Otr.(gr)	0.00	0.00	0.00	0.00
-Otr.%(gr)	0.00	0.00	0.00	0.00
-Otr.%Per.	0.00	0.00	0.00-	0.00-
-D.T.(#G)	83	62	49	70
-D.T.%#G	6.48	5.02	4.26	6.50
-D.T.(gr)	11.50	8.00	6.90	9.60
-D.T.%(gr)	4.95	3.58	3.37	4.92
-D.T.%Per.	1.61	1.43	0.92	1.67
INFEST.V.				
-Sithoph.	0.00	0.00	0.00	0.00
-Acanthos.	0.00	0.00	0.00	0.00
-Tribolium	0.00	0.00	0.00	0.00
-Sitotroga	0.00	0.00	0.00	0.00
-Acaros	0.00	0.00	0.00	0.00

CONTINUACION CUADRO No. 7

PRODUCTO: FRIJOL

SILLO # 7

NÚMERO TOTAL DE MUESTREOS = 4

MUESTREOS O A T O S	CARGUE			DESCARGA
INFEST.OO.	M 1	M 2	M 3	M 4.
- % Perd.	2.16	0.20	0.09	0.00
GERMIN.(%)				
-Normal	56.50	11.00	47.50	4.50
-Anormal	10.00	3.50	9.50	3.00
-Muertos	33.50	85.50	43.00	92.50
HONGOS %G				
-Penicil.	0.00	8.00	4.00	0.00
-Fusarium	0.00	0.00	0.00	0.00
-Aspergil.	36.00	8.00	0.00	4.00
-Rhizopus	0.00	0.00	0.00	4.00
COCCION				
-Agua (cc)	1500	1500	1500	1500
-Temp.i(C)	28.00	26.00	23.00	21.50
-Temp.E(C)	97.00	92.00	96.00	95.00
-Minutos E	19	12	14	14
-(%)a 45'	20.00	16.00	2.00	12.00
-(%)a 60'	32.00	47.00	72.00	17.50
-(%)a 75'	60.00	88.00	82.00	54.00
-(%)a 90'	86.00	90.00	100.00	70.00
-(%)a 105'	100.00	100.00	100.00	100.00
-(%)a 120'	100.00	100.00	100.00	100.00
-(%)a 135'	100.00	100.00	100.00	100.00
-(%)a 150'	100.00	100.00	100.00	100.00
P.HEC.SECO	64.71	65.64	65.17	66.03
COEF.INS.	9.71	8.71	8.04	6.27
COEF.HONG.	3.18	2.77	3.97	3.39
COEF.OTR.	0.00	0.00	0.00	0.00
COEF.TOTAL	4.02	3.37	4.64	3.90
No DEL SILO	7			

BALANCE FINAL DE MATERIA SECA (Kg) = 0.5676

- En % del Peso seco inicial = 0.070

do se detallan las variables y las unidades utilizadas para medirlas; y en las restantes columnas, se registran los datos obtenidos para cada variable, en cada muestreo. Nótese que al inicio de cada columna, se señalan las fechas en que fueron extraídas las muestras.

Al final del cuadro, en su segunda página, se registra el resultado del balance final de materia seca y el % de pérdida final de materia seca, en relación al peso de materia seca inicial del frijol almacenado en esa unidad experimental. Esta información fue calculada directamente por el computador, mediante el procedimiento aritmético que se detallan en el anexo M.

ii. Resumen por Variable

Para cada variable bajo estudio, mediante otro programa de computación-se obtuvo el "RESUMEN No. 2", similar al que se presenta en el cuadro No. 8 (páginas 46 y 47), correspondiente a la variable "% de germinación normal".

En este cuadro, para cada variable el computador resumió y ordenó los datos por tratamientos para cada muestreo. Nótese que cada tratamiento comprende tres silos ó unidades experimentales, correspondientes a las repeticiones ó bloques.

Además, en la parte inferior de cada dato registrado, se señala el número del día en que fue extraída cada muestra, en cada unidad experimental (día 0= inicio del almacenamiento).

4.2 Resumen de diferencias observadas entre muestreos

Con el objeto de analizar el comportamiento, a través del tiempo, de las variables bajo estudio, se calcularon las diferencias resultantes entre muestreos, de la siguiente manera:

- Diferencias observadas, con respecto al muestreo No. 1 (esto es, por separado: diferencias del muestreo No. 4 respecto del No. 1; diferencias del muestreo No. 3 respecto del No. 1; y diferencias del muestreo No. 2 respecto del No. 1);
- Diferencias observadas con respecto al muestreo No. 2

CUADRO No. 8

RESUMEN No. 2.-INFORMACION TOTAL POR VARIABLE

PRODUCTO : FRIJOL

COMPORTAMIENTO DE LA VARIABLE: % DE GERMINACION NORMAL

MUESTREO (#)	M1	M2	M3	M4	M5	M6
SILO No						
2	51.00 0	21.00 81	59.00 152	26.50 245		
15	48.00 0	42.50 83	41.50 152	2.00 244		
32	42.00 0	33.50 84	36.50 153	33.50 245		
7	56.50 0	11.00 77	47.50 146	4.50 242		
23	46.00 0	36.00 79	45.00 148	10.50 244		
25	59.00 0	60.00 79	41.50 148	0.00 244		
9	52.00 0	35.50 99	29.00 172	11.00 252		
14	48.50 0	10.00 101	43.50 174	27.50 253		
34	41.50 0	50.00 101	42.50 174	31.50 252		
6	39.00 0	42.50 94	40.00 167	30.50 249		
22	47.50 0	34.00 98	54.50 169	40.50 250		
36	52.50 0	56.00 98	55.50 169	41.00 252		
12	80.00 0	33.50 94	48.50 167	59.50 250		
13	78.00 0	34.50 94	73.50 167	69.00 250		
33	75.50 0	64.50 96	84.50 169	74.00 253		
11	66.00 0	79.50 81	72.50 150	37.00 245		
17	79.00 0	17.00 81	62.50 150	63.00 245		
26	39.50 0	56.00 85	46.50 153	49.50 245		
1	79.00 0	36.50 86	83.00 155	9.00 246		
18	87.50 0	78.00 86	94.50 155	75.00 246		
31	80.50 0	79.50 88	92.50 156	53.00 246		

CONTINUACION CUADRO No. 8

PRODUCTO : FRIJOL

COMPORTAMIENTO DE LA VARIABLE: % DE GERMINACION NORMAL

MUESTREO (#)	M1	M2	M3	M4	M5	< 45 > M6
SILO No						
8	82.00 0	80.50 92	79.50 163	54.00 251		
24	73.00 0	62.50 93	68.00 166	52.00 250		
28	69.50 0	78.00 94	87.00 167	70.50 253		
5	69.50 0	57.50 79	30.50 149	9.00 245		
19	35.50 0	26.00 79	24.00 149	0.00 245		
29	0.00 0	0.00 32	0.00 199	0.00 246		
10	68.00 0	55.50 100	81.50 171	42.00 253		
16	76.00 0	56.50 101	64.00 172	35.00 254		
27	75.50 0	17.00 102	65.50 175	42.00 254		
4	53.00 0	32.50 94	31.50 161	21.00 252		
21	67.00 0	49.00 93	42.00 160	25.00 251		
35	55.50 0	49.00 93	30.50 164	36.00 254		
3	79.50 0	55.00 89	66.50 157	28.00 252		
20	70.00 0	67.50 90	54.00 158	27.00 252		
30	72.50 0	32.50 90	33.50 158	9.00 253		

(esto es, por separado: diferencias del muestreo No. 4 respecto del No. 2; y diferencias del muestreo No. 3 respecto del No. 2); y,

- Diferencias observadas con respecto al muestreo No. 3 (esto es: diferencias del muestreo No. 4 respecto del No. 3).

Las diferencias resultantes fueron ordenadas para cada silo y para cada variable estudiados:

- i. A manera de ejemplo, en el cuadro No. 9 (página 49) se presenta el "RESUMEN No. 3", correspondiente al silo No. 7, que registra las diferencias observadas en los muestreos No. 2, No. 3 y No. 4, con respecto al muestreo No. 1, para todas las variables estudiadas.

En este resumen, en la columna del lado izquierdo se detallan las variables bajo estudio, y en las restantes columnas la magnitud de las diferencias registradas entre muestreo y muestreo, para el silo en cuestión. También, al inicio de cada columna se señalan los días transcurridos entre el Muestreo No. 1, y los muestreos No. 2, No. 3 y No. 4.

- ii. También a título de ejemplo, en el cuadro No. 10 (páginas 50 y 51) se presenta el "RESUMEN No. 4", correspondiente a la variable "% germinación normal"; en él se registran las diferencias observadas en los muestreos No. 2, No. 3, y No. 4, con respecto al muestreo No. 1, para dicha variable.

En este cuadro, al igual que en cuadro No. 9, los datos de las diferencias resultantes están ordenados por tratamientos; y cada tratamiento involucra tres unidades experimentales, que corresponden a las repeticiones.

En la parte inferior de cada dato también se indica el número de días transcurridos entre el muestreo No. 1 y los muestreos No. 2, No. 3 y No. 4, en cada unidad experimental ó silo.

4.3 Análisis de Varianza

Utilizando los resultados de las diferencias obtenidas

CUADRO No. 9

RESUMEN No. 3.-DIFERENCIAS ENTRE MUESTREOS, POR SILO

PRODUCTO: FRIJOL

SILO # 7

NUMERO TOTAL DE MUESTREOS = 4

DATOS	DIFERENCIAS CON RESPECTO AL MUESTREO # 1		
	1 - 2	1 - 3	1 - 4
DIAS	77	146	242
IMPUR.(%)			
-Total	0.72-	0.66-	0.49-
HUMED.(%)			
-Promedio	0.08	0.35-	0.35
PESO HECT.			
-Promedio	1.00-	0.83-	1.22-
CONTEO/PESO			
-Ins.%Per.	0.06	0.06	0.09-
-Hon.%Per.	0.06	0.64	0.03
-Otr.%Per.	0.00	0.00	0.00
-D.T.%Per.	0.12	0.69	0.05-
INFEST.V.			
-Sithoph.	0.00	0.00	0.00
-Acanthos.	0.00	0.00	0.00
-Tribolium	0.00	0.00	0.00
-Sitotroga	0.00	0.00	0.00
-Acaros	0.00	0.00	0.00
INFEST.OO.			
- % Perd.	1.95	2.07	2.16
GERMIN.(%)			
-Normal	45.50	9.00	52.00
-Anormal	6.50	0.50	7.00
-Muertos	52.00-	9.50-	59.00-
HONGOS %G			
-Penicil.	8.00-	4.00-	0.00
-Fusarium	0.00	0.00	0.00
-Aspergil.	28.00	36.00	32.00
-Rhizopus	0.00	0.00	4.00-
COCCION			
-(%)a 45'	4.00	18.00	8.00
-(%)a 60'	15.00-	40.00-	14.50
-(%)a 75'	28.00-	22.00-	6.00
-(%)a 90'	4.00-	14.00-	16.00
-(%)a 105'	0.00	0.00	0.00
-(%)a 120'	0.00	0.00	0.00
-(%)a 135'	0.00	0.00	0.00
-(%)a 150'	0.00	0.00	0.00
P.HEC.SECO	0.93-	0.46-	1.32-

CUADRO No. 10

RESUMEN No. 4.-DIFERENCIAS ENTRE MUESTREOS, POR VARIABLE

PRODUCTO : FRIJOL

COMPORTAMIENTO DE LA VARIABLE: % DE GERMINACION NORMAL

< 45 >

DATOS DIFERENCIAS CON RESPECTO AL MUESTREO # 1

	1 - 2	1 - 3	1 - 4
SILO No 2	30.00 81	8.00- 152	24.50 245
SILO No 15	5.50 83	6.50 152	46.00 244
SILO No 32	8.50 84	5.50 153	8.50 245
SILO No 7	45.50 77	9.00 146	52.00 242
SILO No 23	10.00 79	1.00 148	35.50 244
SILO No 25	1.00- 79	17.50 148	59.00 244
SILO No 9	16.50 99	23.00 172	41.00 252
SILO No 14	38.50 101	5.00 174	21.00 253
SILO No 34	8.50- 101	1.00- 174	10.00 252
SILO No 6	3.50- 94	1.00- 167	8.50 249
SILO No 22	13.50 98	7.00- 169	7.00 250
SILO No 36	3.50- 98	3.00- 169	11.50 252
SILO No 12	46.50 94	31.50 167	20.50 250
SILO No 13	43.50 94	4.50 167	9.00 250
SILO No 33	11.00 96	9.00- 169	1.50 253
SILO No 11	13.50- 81	6.50- 150	29.00 245
SILO No 17	62.00 81	16.50 150	16.00 245
SILO No 26	16.50- 85	7.00- 153	10.00- 245
SILO No 1	42.50 86	4.00- 155	70.00 246
SILO No 18	9.50 86	7.00- 155	12.50 246
SILO No 31	1.00 88	12.00- 156	27.50 246

CONTINUACION CUADRO No. 10

PRODUCTO : FRIJOL

COMPORTAMIENTO DE LA VARIABLE: % DE GERMINACION NORMAL

< 45 >

D A T O S	DIFERENCIAS CON RESPECTO AL MUESTREO # 1		
	1 - 2	1 - 3	1 - 4
SILO No 8	1.50	2.50	28.00
	92	163	251
SILO No 24	10.50	5.00	21.00
	93	166	250
SILO No 28	8.50-	17.50-	1.00-
	94	167	253
SILO No 5	12.00	39.00	60.50
	79	149	245
SILO No 19	9.50	11.50	35.50
	79	149	245
SILO No 29	0.00	0.00	0.00
	32	199	246
SILO No 10	12.50	13.50-	26.00
	100	171	253
SILO No 16	19.50	12.00	41.00
	101	172	254
SILO No 27	58.50	10.00	33.50
	102	175	254
SILO No 4	20.50	21.50	32.00
	94	161	252
SILO No 21	18.00	25.00	42.00
	93	160	251
SILO No 35	6.50	25.00	19.50
	93	164	254
SILO No 3	24.50	13.00	51.50
	89	157	252
SILO No 20	2.50	16.00	43.00
	90	158	252
SILO No 30	40.00	39.00	63.50
	90	158	253

entre muestreo y muestreo, se efectuaron 6 análisis de varianza para evaluar el comportamiento de cada variable bajo estudio, así:

- (1) Análisis de varianza de las diferencias resultantes en el muestreo No. 4 respecto del muestreo No. 1.
- (2) Análisis de varianza de las diferencias resultantes en el muestreo No. 3 respecto del muestreo No. 1.
- (3) Análisis de varianza de las diferencias resultantes en el muestreo No. 2 respecto del muestreo No. 1.
- (4) Análisis de varianza de las diferencias resultantes en el muestreo No. 4 respecto del muestreo No. 2.
- (5) Análisis de varianza de las diferencias resultantes en el muestreo No. 3 respecto del muestreo No. 2.
- (6) Análisis de varianza de las diferencias resultantes en el muestreo No. 4 respecto del muestreo No. 3.

Dentro de este contexto, el análisis de varianza realizado entre los muestreos No. 4 y No. 1- descargue y cargue, respectivamente-, fue el indicador determinante del comportamiento de cada variable; en tanto que los restantes análisis realizados para cada variable, fueron utilizados para examinar los cambios que se presentaron a través del tiempo, y/o para establecer en que período del almacenamiento se suscitaron las fluctuaciones más notorias, pero tan sólo cuando se observaron cambios estadísticamente significativos entre los muestreos No. 4 y No. 1.

Los cuadros del No. 11 al No. 16, constituyen un ejemplo, en este caso correspondiente a la variable "porcentaje de germinación Normal", de los análisis de varianza realizados para cada variable.

En el formato utilizado para presentar los resultados del análisis de varianza de cada variable, se registran: (1) las diferencias observadas entre los 2 muestreos a que haga referencia el análisis, ordenadas por bloques y por tratamientos; (2) la suma y la media de las diferencias observadas para cada una de las 4 dosis y de las 3 humedades bajo estudio; (3) los resultados de las pruebas de significación estadística para cada fuente de variación, efectuados para los niveles de 5% y 1% de confianza.

RESPECTO DEL MUESTRO # 1

[illegible]

ANALISIS DE VARIANZA

PRODUCTO : FRIJOL

VARIABLE OBJETIVO: VARIACION DEL RUBRO

% Promedio de germinacion normal

VARIACION OBSERVADA EN EL MUESTREO # 3

RESPECTO DEL MUESTRO # 1

BLOQUES/ TRATAMEN.	R1	REPETICIONES R2	R3	TRATAMIENTOS TOTALES	MEDIAS
H 1 - D 1	8.000-	6.500	5.500	4.000	1.333
H 1 - D 2	9.000	1.000	17.500	27.500	9.167
H 1 - D 3	23.000	5.000	1.000-	27.000	9.000
H 1 - D 4	1.000-	7.000-	3.000-	11.000-	3.667-
H 2 - D 1	31.500	4.500	9.000-	27.000	9.000
H 2 - D 2	6.500-	16.500	7.000-	3.000	1.000
H 2 - D 3	4.000-	7.000-	12.000-	23.000-	7.667-
H 2 - D 4	2.500	5.000	17.500-	10.000-	3.333-
H 3 - D 1	39.000	11.500	22.977	73.477	24.492
H 3 - D 2	13.500-	12.000	10.000	8.500	2.833
H 3 - D 3	21.500	25.000	25.000	71.500	23.833
H 3 - D 4	13.000	16.000	39.000	68.000	22.667
TOT. BLOQUE	106.500	89.000	70.477	265.977	
MED. BLOQUE	8.875	7.417	5.873	MEDIA PRINC.	7.388

FACTORES	DOSIS(1)	DOSIS(2)	DOSIS(3)	DOSIS(4)	TOTAL (H)
HUMEDAD 1	4.000	27.500	27.000	11.000-	47.500
HUMEDAD 2	27.000	3.000	23.000-	10.000-	3.000-
HUMEDAD 3	73.477	8.500	71.500	68.000	221.477
TOTAL (D)	104.477	39.000	75.500	47.000	265.977

RESULTADOS DEL ANALISIS				F.REQ.		
VARIACION	91	SC	CM	F.ob.	5%	1%
TOTAL	35	7442.850				
BLOQUES	2	54.086	27.043	0.181	NO	NO
TRATAM.	11	4100.450	372.768	2.494	SI	NO
DOSIS	3	295.533	98.511	0.659	NO	NO
HUMEDAD	2	2311.350	1155.670	7.732	SI	SI
INT.H x D	6	1493.560	248.927	1.665	NO	NO
ERROR	22	3288.320	149.469	DSM= 20.7033		

MEDIAS ORDENADAS

(1) 7.6667- (2) 3.6667- (3) 3.3333- (4) 1.0000
(5) 1.3333 (6) 2.8333 (7) 9.0000 (8) 9.0000
(9) 9.1667 (10) 22.6667 (11) 23.8333 (12) 24.4924

SIGNIFICACION ENTRE MEDIAS ORDENADAS

[illegible]

VARIABLE OBJETIVO

VARIACION DEL RUBRO

% Promedio de germinacion normal

VARIACION OBSERVADA EN EL MUESTREO # 2

RESPECTO DEL MUESTREO # 1

SIGNIFICACION ENTRE MEDIAS ORDENADAS

[illegible]

VARIABLE OBJETIVO

VARIACION DEL RUBRO

% Promedio de Germinacion normal

VARIACION OBSERVADA EN EL MUESTREO # 4

RESPECTO DEL MUESTREO # 2

SIGNIFICACION ENTRE MEDIAS ORDENADAS

[illegible]

VARIABLE OBJETIVO : VARIACION DEL RUBRO
% Promedio de Germinacion normal

VARIACION OBSERVADA EN EL MUESTREO # 3
RESPECTO DEL MUESTREO # 2.

BLOQUES/ TRATAMIENT.	R1	REPETICIONES R2	R3	TRATAMIENTOS TOTALES	MEDIAS
H 1 - D 1	38.000-	1.000	3.000-	40.000-	13.333-
H 1 - D 2	36.500-	9.000-	18.500	27.000-	9.000-
H 1 - D 3	6.500	33.500-	7.500	19.500-	6.500-
H 1 - D 4	2.500	20.500-	0.500	17.500-	5.833-
H 2 - D 1	15.000-	39.000-	20.000-	74.000-	24.667-
H 2 - D 2	7.000	45.500-	9.500	29.000-	9.667-
H 2 - D 3	46.500-	16.500-	13.000-	76.000-	25.333-
H 2 - D 4	1.000	5.500-	9.000-	13.500-	4.500-
H 3 - D 1	27.000	2.000	25.000	54.000	18.000
H 3 - D 2	26.000-	7.500-	48.500-	82.000-	27.333-
H 3 - D 3	1.000	7.000	18.500	26.500	8.833
H 3 - D 4	11.500-	13.500	1.000-	1.000	0.333
TOT. BLOQUE	128.500-	153.500-	15.000-	297.000-	
MED. BLOQUE	10.708-	12.792-	1.250-MEDIA PRINC.		8.250-

FACTORES	DOSIS(1)	DOSIS(2)	DOSIS(3)	DOSIS(4)	TOTAL (H)
HUMEDAD 1	40.000-	27.000-	19.500-	17.500-	104.000-
HUMEDAD 2	74.000-	29.000-	76.000-	13.500-	192.500-
HUMEDAD 3	54.000	82.000-	26.500	1.000	0.500-
TOTAL (D)	60.000-	138.000-	69.000-	30.000-	297.000-

RESULTADOS DEL ANALISIS				F.REQ.		
VARIACION	91	SC	CM	F.ob.	5%	1%
TOTAL	35	14628.300				
BLOQUES	2	908.041	454.020	1.310	NO	NO
TRATAM.	11	6094.410	554.038	1.598	NO	NO
DOSIS	3	694.750	231.583	0.668	NO	NO
HUMEDAD	2	1539.130	769.563	2.220	NO	NO
INT.H x D	6	3860.540	643.423	1.856	NO	NO
ERROR	22	7625.800	346.627	DSM= 31.5279		

(1) 27.3333-	(2) 25.3333-	(3) 24.6667-	(4) 13.3333-
(5) 9.6667-	(6) 9.0000-	(7) 6.5000-	(8) 5.8333-
(9) 4.5000-	(10) 0.3333	(11) 8.8333	(12) 18.0000

[illegible]

VARIABLE OBJETIVO : VARIACION DEL RUBRO
% Promedio de germinacion normal

VARIACION OBSERVADA EN EL MUESTREO # 4
RESPECTO DEL MUESTREO # 3

BLOQUES/ TRATAMIENT.	R1	REPETICIONES R2	R3	TRATAMIENTOS TOTALES	MEDIAS
H 1 - D 1	32.500	39.500	3.000	75.000	25.000
H 1 - D 2	43.000	34.500	41.500	119.000	39.667
H 1 - D 3	18.000	16.000	11.000	45.000	15.000
H 1 - D 4	9.500	14.000	14.500	38.000	12.667
H 2 - D 1	11.000-	4.500	10.500	4.000	1.333
H 2 - D 2	35.500	0.500-	3.000-	32.000	10.667
H 2 - D 3	74.000	19.500	39.500	133.000	44.333
H 2 - D 4	25.500	16.000	16.500	58.000	19.333
H 3 - D 1	21.500	24.000	14.568	60.068	20.023
H 3 - D 2	39.500	29.000	23.500	92.000	30.667
H 3 - D 3	10.500	17.000	5.500-	22.000	7.333
H 3 - D 4	38.500	27.000	24.500	90.000	30.000
TOT. BLOQUE	337.000	240.500	190.568	768.068	
MED. BLOQUE	28.083	20.042	15.881	MEDIA PRINC.	21.335

FACTORES	DOSIS(1)	DOSIS(2)	DOSIS(3)	DOSIS(4)	TOTAL (H)
HUMEDAD 1	75.000	119.000	45.000	38.000	277.000
HUMEDAD 2	4.000	32.000	133.000	58.000	227.000
HUMEDAD 3	60.068	92.000	22.000	90.000	264.068
TOTAL (D)	139.068	243.000	200.000	186.000	768.068

RESULTADOS DEL ANALISIS				F.REQ.		
VARIACION	91	SC	CM	F.ob.	5%	1%
TOTAL	35	9758.570				
BLOQUES	2	923.541	461.771	3.154	NO	NO
TRATAM.	11	5614.490	510.408	3.487	SI	SI
DOSIS	3	611.422	203.807	1.392	NO	NO
HUMEDAD	2	112.248	56.124	0.383	NO	NO
INT.H x D	6	4890.820	815.137	5.568	SI	SI
ERROR	22	3220.540	146.388	DSM= 20.4888		

(1)	1.3333	(2)	7.3333	(3)	10.6667	(4)	12.6667
(5)	15.0000	(6)	19.3333	(7)	20.0227	(8)	25.0000
(9)	30.0000	(10)	30.6667	(11)	39.6667	(12)	44.3333

SIGNIFICACION ENTRE MEDIAS ORDENADAS

[illegible]

za; y (4) el ordenamiento, de mayor a menor, de las medias de las diferencias por tratamiento, y los resultados del análisis de diferencia significativa studentizada entre tratamientos.

4.4 Información final de las condiciones climáticas

Los datos registrados en cuanto a las condiciones climáticas existentes dentro y fuera de los silos de almacenamiento, fueron útiles para elaborar gráficos para comparar el comportamiento de la humedad relativa y de la temperatura dentro de los silos, con el comportamiento de dichos factores en el medio ambiente que rodeaba a los silos y estas bajo estudio.

En el anexo N se presentan los gráficos finalmente obtenidos al respecto.

B. PRESENTACION DE RESULTADOS

1. Resumen de los resultados de los análisis de varian za.

El análisis de varianza efectuado de las diferencias resultantes entre muestreos para cada variable-objetivo, permitió:

- (1) Evaluar la significancia estadística de tales diferencias; y
- (2) -Ante la presencia de diferencias estadísticamente significativas-determinar si tales diferencias se presentaron entre los bloques y/o entre los tratamientos bajo estudio; y si se presentaron entre tratamientos, establecer si provinieron del efecto "Humedad", o del efecto "Dosis de Phostoxin", o de la interacción de estos efectos.

En el cuadro No. 17 (páginas 60 y 61) se resumen los resultados obtenidos, para los niveles de 1% y 5% de significación, de todos los análisis de varianza efectuados.

Dentro de dicho cuadro, en la columna de la izquierda se detallan las variables-objetivo bajo estudio, y en las restantes columnas se registran los factores determinantes de las diferencias significativas halladas.

Por ejemplo, en ese cuadro se registra que la variable

RESUMEN ANALISIS DE VARIANZA

Variables	Nivel de Significación	Variaciones y Fuentes de Variación Observadas entre-Muestras					
		4-1	3-1	2-1	4-2	3-2	4-3
Tiempo, 100% cocción	5%	B-H					
	1%						
Cocción al minuto 45	5%	H	I		B		
	1%						
Cocción al minuto 60	5%	B	T-I			T-D-II	
	1%						
Cocción al minuto 75	5%				B	D	
	1%						
Cocción al minuto 90	5%		I			T-D	
	1%						
Cocción al minuto 105	5%	B	H			H	
	1%						
Pérdidas ingreso/egreso	5%						
	1%						
Pérdida en Línea Base	5%			T-H	T-H-I	T-D-H-I	
	1%			H	T-H	T-D-H-I	
No. de granos picados	5%		T-I				B-T-II
	1%						H
Peso granos picados	5%		T-I				B-T-II-I
	1%						T-II
# de granos con hongo	5%						
	1%						

CONTINUACION CUADRO No. 17

Variables	Nivel de Significación	Variaciones y Fuentes de Variación Observadas entre Muestreos					
		4-1	3-1	2-1	4-2	3-2	4-3
Peso de granos con hongo	5%						
	1%						
# Total granos dañados	5%						
	1%						
Peso total granos dañados	5%						
	1%						
# insectos vivos en 1000 grs.	5%		T-D			T-D-H-I	T-D-H-I
	1%					T-H	T-H
Germinación Normal	5%	B-T-H-I	T-H				T-I
	1%	T-H-I	H				T-I
Granos con Hongo Interno	5%						
	1%						
% contenido de humedad	5%			T-H	H		
	1%						
Peso Hectolítrico húmedo	5%			H	T-H-I	T-H-I	
	1%				T-I	T-I	
Peso Hectolítrico seco	5%			T-H	T-H-I	T-D-H-I	
	1%			H	T-H	T-D-H-I	
Total impurezas y Matex	5%		T-H	H	H		H
	1%		H	H	H		H

Referencias: Bloques = B
Tratamiento = T
Interacción = I

Humedad = H
Interacción = I

"% de Germinación Normal", presentó diferencias significativas entre los muestreos 4 y 1 (Ver columna "4-1", frente a la variable "% de Germinación Normal"); y que tales diferencias se presentaron entre "bloques" y entre "tratamientos", y provinieron de los efectos "Humedad" e "Interacción". (Dentro de este contexto, los espacios en blanco indican inexistencia de diferencias estadísticamente significativas).

2. Resumen de los resultados de las comparaciones iniciales y finales con el testigo

Para evaluar la significancia estadística de las diferencias resultantes entre el comportamiento de las variables-objetivo en el grano almacenado en silos y el comportamiento de esas mismas variables en el grano que permaneció almacenado en bodega, bajo los cuidados habituales del INDECA, y que fue utilizado como testigo dentro del diseño experimental, se efectuaron las siguientes comparaciones de medias:

- (1) Comparación Inicial: al momento de iniciarse el experimento, se comparó el valor promedio de cada variable-objetivo en el grano que ingresó a silos, con el valor promedio de la misma variable-objetivo en el grano que permaneció ensacado en bodega; esto se hizo para comprobar que en función de las variables bajo estudio, no existían diferencias significativas al respecto en ese momento, o -lo que es lo mismo- que al inicio del experimento el grano ensilado y el grano embodegado pertenecían a una misma población estadística; y,
- (2) Comparación Final: al momento de finalizar el experimento, se comparó el valor promedio de cada variable-objetivo en el grano que egresó de los silos, con el valor promedio de la misma variable-objetivo en el grano embodegado; esto se hizo con el propósito de evaluar, para cada variable-objetivo, la significancia estadística de todas las diferencias existentes entre el grano almacenado en silos y el grano almacenado en bodegas, al momento de concluir el estudio.

En el cuadro No. 18 (página 63) se resumen los resultados obtenidos de las comparaciones mencionadas. En el encabezado, se registran los valores de la distribución t de

CUADRO No. 18

COMPARACION DE MEDIAS

t tabulada 1% = 2.433

t tabulada 5% = 1.688

Variable	Comparación Inicial	Comparación Final
Tiempo máximo para 100% cocción	1.31902 (N.S.)	9.19295 (A.S.)
% cocción al minuto 90	0.88959 (N.S.)	6.49446 (A.S.)
% cocción al minuto 105	0.0 (N.S.)	10.6646 (A.S.)
% cocción al minuto 120	0.0 (N.S.)	45.5505 (A.S.)
% cocción al minuto 135	0.0 (N.S.)	8.76619 (A.S.)
% de pérdida en Línea Base	0.0 (N.S.)	4.88361 (A.S.)
% del peso total de grano dañado	1.12023 (N.S.)	2.13108 (S.)
% total de pérdida por daño	0.519264 (N.S.)	2.1604 (S.)
% del peso de granos picados	0.742938 (N.S.)	0.616935 (N.S.)
% de pérdida por grano picado	1.33128 (N.S.)	2.17773 (S.)
% del peso de granos con hongo	0.927155 (N.S.)	3.34366 (A.S.)
% de pérdida por grano con hongos	0.241015 (N.S.)	1.46686 (N.S.)
% germinación normal	0.3031 (N.S.)	2.6587 (A.S.)
Peso Hectólitro en base húmeda	0.28241 (N.S.)	1.47531 (N.S.)
Peso Hectólitro en base seca	0.98835 (N.S.)	1.02194 (N.S.)
% de Humedad	1.31154 (N.S.)	0.01221 (N.S.)
% total de impurezas y Matex	1.59897 (N.S.)	1.11761 (N.S.)

Referencias: N.S. = No Significativo
S. = Significativo
A.S. = Altamente Significativo

student, para los niveles de significancia evaluados; en la primera columna se detallan las variables-objetivos estudiadas; en la segunda columna, "Comparación Inicial", se registran los valores calculados de t y las significancias resultantes, para las diferencias observadas al momento de iniciar el experimento; y en la última columna, "Comparación Final", se registran los valores calculados de t y las significancias resultantes, observadas al momento de concluir el estudio.

3. Resumen por variables y muestreos

El promedio, la desviación típica y el recorrido de cada variable, calculados para cada muestreo a partir del análisis de las muestras provenientes de los 36 silos bajo estudio, se presentan en el Anexo P.

C. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Tiempo de cocción

El recorrido y la media estadísticos de las variables "tiempo para 100% de cocción al inicio del almacenamiento", "tiempo para 100% de cocción al final del almacenamiento", e "incremento del tiempo para 100% de cocción ocurrido durante el almacenamiento", calculados para el grano almacenado en silos y en bodegas, se presentan por separado en el cuadro No. 19 (página 65).

Los análisis estadísticos realizados al respecto de estas variables indican:

- i. En los silos, el incremento del tiempo para 100% de cocción -que en promedio fue de 12 minutos- se concentró significativamente en los tratamientos con grano más húmedo: este incremento para el grano con 14% y 16% de humedad, en promedio fue de 16 minutos; mientras que para el grano con 12% de humedad, en promedio fue de 5 minutos.

También se observó que la dosis de insecticida por sí sola no tuvo efectos significativos (*) sobre

- ii. En este documento se utiliza el término "significativo" en el sentido estadístico. La significancia de los resultados se determinan a partir de F entre los silos, y de t entre silos y bodegas. Altamente significativo se consideró el nivel de 1%, y significativo el nivel de 5%, de confianza.

CUADRO No. 19

RESUMEN DEL COMPORTAMIENTO DEL TIEMPO DE COCCION

(MINUTOS)

TIEMPO DE COCCION	SILOS	BODEGAS
Al inicio del Almacenamiento - Recorrido - Promedio	75 - 105 91.71	75 - 105 95
Al final del almacenamiento - Recorrido - Promedio	90 - 120 103.71	135 - 150 145
Incremento durante el almacenamiento - Recorrido - Promedio	0 - 25 12.33	45 - 60 50

En ambos casos, se observó que el incremento fue mayor durante los primeros 3.5 meses de almacenamiento:

- En bodega, 0.24 minutos/día durante los primeros 105 días; y 0.17 minutos/día durante los otros 149 días.
- En silos, 0.055 minutos/día durante los primeros 101 días; 0.048 minutos/día durante los otros 153 días.

2. Pérdida de materia seca

Los resultados de la cuantificación de las pérdidas durante el almacenamiento -tanto en silos, como en bodegas- se resumen en el cuadro No. 20 (Página 68).

En el caso de las pérdidas calculadas mediante el método de conteo y peso, frente a cada rubro se registran los valores correspondientes al incremento de pérdida ocurrido durante el tiempo total de almacenamiento, calculado a partir del incremento observado en cada silo.

Los análisis estadísticos realizados indican:

- i. En los silos, las pérdidas no presentaron diferencias significativas que puedan explicarse como efecto de la dosis ni de la humedad.
- ii. Según se explicó, el grano almacenado en bodegas fue manejado directamente por el INDECA. En este caso, debido a los altos costos del manipuleo que hubiera sido necesario, no se utilizó el método del balance de pesos ingresos-egresos para cuantificar la pérdida.

La pérdida calculada mediante el método de línea base en el frijol almacenado en bodega (2.126% en promedio), resultó significativamente mayor que la calculada mediante el mismo método para el grano ensilado (0.608% en promedio).

El incremento de pérdida ocurrido durante el almacenamiento en bodegas, cuantificado mediante el método de conteo y peso, únicamente para el caso de las pérdidas por insectos resultó significativamente mayor con respecto a lo observado en silos.

el tiempo de cocción; pero que el efecto combinado de mayor humedad y mayor dosis sí produjo incrementos significativos en el tiempo de cocción.

- ii. El grano en la bodega fue manejado directamente por INDECA de la manera que habitualmente lo hace; al inicio del estudio su contenido de humedad era de 12% - 14% (promedio= 13.19), y al final era de 14%-15% (promedio= 14.35%); y no se aplicó insecticida durante el tiempo bajo estudio. Dentro de este contexto, se observó que el incremento del tiempo para 100% de cocción -que en promedio fue de 50 minutos- no varió significativamente en función del contenido de humedad inicial, y que la humedad del grano tendió a equilibrarse alrededor del 14.5%.
- iii. La diferencia en el incremento del tiempo para 100% de cocción, observada entre silos y bodegas -que en promedio fue de 38 minutos- resultó altamente significativa.
- iv. Tanto en silos como en bodega, se encontró correlación lineal significativa entre el tiempo para 100% de cocción y el tiempo transcurrido de almacenamiento. Este resultado se estableció a partir del análisis de las muestras obtenidas periódicamente durante el tiempo bajo estudio.

Para bodegas (R= 0.99)

$$TFC= 0.196 D + 96.53$$

Para Silos (R= 0.90)

$$TFC= 0.054 D + 93$$

Donde:

TFC= Tiempo para 100% de cocción al cabo del día número de almacenamiento.

D = Días de almacenamiento.

La pendiente de la línea es mayor en el caso de la bodega, pues corresponde a un incremento diario mayor.

CUADRO No. 20

FRIJOL: PERDIDA DE MATERIA SECA
(PORCENTAJES)

PERDIDA DE MATERIA SECA	SILOS	BODEGAS
Ingreso/Egreso - Recorrido - Promedio	0.032 - 1.068 0.538	
Línea Base - Recorrido - Promedio	0.097 - 1.772 0.608	1.556 - 3.089 2.126
Conteo y Peso (1) Insectos - Recorrido - Promedio (2) Infestación Oculta - Recorrido - Promedio (3) Hongos - Recorrido - Promedio (4) Total - Recorrido - Promedio	0.006 - 0.237 0.100 0.037 - 0.986 0.323 0.006 - 1.195 0.3715 0.054 - 1.432 0.468	0.26 - 0.36 0.31 0.34 - 0.34 0.34 0.10 - 0.99 0.545 0.06 - 1.35 0.527

- iii. En bodegas, resultó un coeficiente de correlación de $r = 0.633$ entre la pérdida, cuantificada a partir de conteo y peso, y el tiempo de almacenamiento:

$$Y = 0.00076D + 0.066 \quad r = 0.633$$

Donde:

Y= Incremento del porcentaje de pérdida al d-iésimo día de almacenamiento.

D= Días de almacenamiento

Sin embargo, el incremento del porcentaje de pérdida no fue uniforme a través del tiempo; durante los primeros 105 días el incremento fue de 0%, y, durante los últimos 149 días, el incremento del porcentaje de daño fue 0.004%/día aproximadamente.

En silos, no se encontró ninguna correlación entre el % de pérdida de materia seca y el tiempo de almacenamiento por sí solo. El promedio de pérdida fue tan solo 0.54%, y es difícil encontrar confiablemente los factores que expliquen una pérdida tan pequeña; pareciera que esta pérdida fue el resultado de la interacción de por lo menos tres factores principales: (1) la calidad inicial del grano, expresada en términos de % de daño (por hongos, insectos y otros); (2) el contenido de humedad del grano; y, (3) el tiempo de almacenamiento.

3. Otras variables

3.1 Humedad relativa y temperatura

En el siguiente cuadro se ilustra el comportamiento de la humedad relativa y de la temperatura en el interior de los silos, y en el medio ambiente que rodeaba a los silos y estibas bajo estudio.

CUADRO No. 21

	% Humedad relativa	Temperatura C°
12% humedad en el grano - Recorrido - Promedio	55 - 60 57.5	15 - 25 20
14% humedad en el grano - Recorrido - Promedio	55 - 70 62.5	20 - 25 22.5
16% humedad en el grano - Recorrido - Promedio	70 - 80 75	20 - 25 22.5
Medio ambiente - Recorrido - Promedio	40 - 95 67.5	19.5 - 30 24.7

El comportamiento de la humedad relativa y de la temperatura en el interior de los silos, no fue afectado por las condiciones del ambiente externo. (Ver gráficos Anexo N).

Dentro de los silos se observó que la humedad relativa fue determinada por el contenido de humedad del grano, y que permaneció en equilibrio con ella (equilibrio de presiones de vapor de agua). Resultando un nivel de humedad relativa adecuado para el almacenamiento seguro, en los casos de 12% y 14% de humedad en el grano; mientras que con frijol con 16% de humedad, la humedad relativa se equilibrio alrededor de 70-80%, el cual permite el desarrollo de algunas especies de hongos de almacenamiento.

La temperatura dentro de los silos siempre fue menor que la promedio del ambiente exterior; y la más baja siempre se dió en el frijol con 12% de humedad. En todos los casos la temperatura en silos fue igual o menor de 25°C, y relacionada con las humedades relativas mencionadas no constituyen condiciones mayormente propicias para el desarrollo de hongos de almacenamiento.

3.2 Granos con hongo

En el cuadro No. 22 se resumen los resultados al respecto.

CUADRO No. 22

	Incremento promedio del porcentaje en número	Incremento promedio del porcentaje en peso
Silos	0.181	0.071
Bodegas	2.25	1.95

Los análisis estadísticos realizados indican:

- i. En los silos familiares, el incremento -tanto en número, como en peso - del porcentaje de granos con hongo, no fue significativo en función de la humedad ni de la dosis de phostoxin.
- ii. Los incrementos de porcentajes de grano -tanto en número como en peso-, registrados en el frijol almacenado en bodegas, fueron significativamente mayores que los incrementos registrados en el frijol almacenado en silos.
- iii. En bodegas, se encontró alta correlación lineal ($r = 0.98$), entre el incremento del número de granos con hongo y el tiempo de almacenamiento.

$$Y = 0.009D - 0.139$$

Donde:

Y= Incremento del porcentaje del número de granos con hongos al d-ésimo día de almacenamiento.

D= Días de almacenamiento.

Esta ecuación indica que el incremento en el tiempo es de 0.009%/día, y la constante negativa (-0.139) equivale aproximadamente al porcentaje promedio (en número) de granos con hongo al ingresar al al-

macenamiento.

En los silos, los incrementos de porcentajes -tanto en número, como en peso- de grano con hongos, no fueron significativamente diferentes en función de la humedad del grano ni de la dosis de phostoxin; y no resultaron correlacionados con el tiempo de almacenamiento.

3.3 Porcentaje de germinación

En el siguiente cuadro se resumen los resultados obtenidos:

CUADRO No. 23

	% germinación promedio al inicio del almacenamiento	% germinación promedio al final del almacenamiento	Disminución Media
Silos	62.71	34.24	28.47
Bodegas	65.50	0.50	65.00

Los análisis estadísticos efectuados al respecto indican:

- i. En los silos familiares, la pérdida del poder germinativo presentó diferencias significativas entre tratamientos, en función de la humedad del grano: en el grano almacenado con 12% y 14% de humedad la pérdida de germinación en promedio fue de 22.85%; y en el grano con 16% de humedad, en promedio fue de 40.46%.
- ii. La disminución del porcentaje de germinación registrado en el frijol almacenado en bodegas- que en promedio fue 65%-, fue significativamente mayor que la registrada en el frijol almacenado en silos familiares.
- iii. En el frijol almacenado en silos y en el almacenado en bodegas, se encontró alta correlación entre la disminución del porcentaje de germinación y el tiempo de almacenamiento:

- En los silos:

$$Y = 0.096D + 0.6913 \quad (r = 0.821)$$

Donde:

Y= Disminución del porcentaje de germinación al d-ésimo día de almacenamiento.

D= Días de almacenamiento.

Sin embargo, se observó que, la pérdida de germinación se incrementó más rápidamente durante los últimos tres meses de almacenamiento (disminución promedio de 0.042%/día durante los primeros 165 días; y de 0.26%/día durante los últimos 83 días).

- En bodegas:

$$Y = 0.2643D - 7.24 \quad (r = 0.953)$$

Observándose un comportamiento similar al descrito. (disminución promedio 0.078%/día durante los primeros 105 días; y de 0.38%/día durante los últimos 149 días).

La prueba de cocción se efectuó según la metodología expuesta en el Anexo C.

El tiempo de ebullición se refiere al tiempo medido en minutos, necesario para llevar la temperatura del agua desde la temperatura ambiente hasta la temperatura de ebullición, para dar inicio a la prueba de cocción.

En todas las pruebas, la cantidad de agua fue constante (1500 c.c.); y las temperaturas iniciales y finales del agua variaron $\pm 1^\circ\text{C}$ alrededor de 19°C y 96°C , respectivamente.

Sin embargo, el tiempo total requerido por el agua para ebullición varió entre 11.33 y 19 minutos, aplicando estrictamente el método descrito, utilizado habitualmente por INPECA. Se deduce que la cantidad de calor suministrada por la fuente calórica (estufa) por minuto varía hasta

$\pm 50\%$ alrededor del promedio; y esto debe afectar necesariamente el resultado de la prueba en alguna medida, pues la cocción es producida por el efecto combinado del calor/minuto, el tiempo y la temperatura de ebullición.

Lo anterior sugiere que el método utilizado por INDECA debe mejorarse, pues refleja erróneamente, en alguna medida, las diferencias calóricas de la estufa como si fueran cambios en el tiempo de cocción.

VII. CONCLUSIONES

- i. La calidad del frijol que ingresó al almacenamiento en silos y bodegas, fue la misma. Sin embargo, al finalizar el período de almacenamiento bajo estudio, el grano que había permanecido en bodegas presentó mayor tiempo de cocción, mayor % de granos con hongos, mayor pérdida de materia seca y mayor pérdida de poder germinativo, que el frijol que había permanecido en silos. En todos estos casos las diferencias observadas entre bodegas y silos resultaron estadísticamente significativas.

Se concluye que dentro de las bodegas el frijol almacenado se endureció más rápidamente y en mayor medida, perdió más rápidamente y en mayor medida su poder germinativo, y fue invadido más rápidamente por los hongos de almacenamiento.

- ii. Dentro de los silos, el grano con contenido de humedad entre 12% y 14% se endureció menos y perdió menos poder germinativo que el grano ensilado con 16% de humedad.

Además, en el grano con 16% de humedad, la dosis de 4 pastillas de phostoxin interactuó con la humedad del grano y propició mayor endurecimiento y mayor pérdida de poder germinativo.

Se concluye que de los tratamientos probados dentro de los silos en este estudio, el que permitió mejor conservación del grano fue el de 12% de humedad y 2 pastillas de phostoxin.

- iii. En el frijol almacenado en bodegas, se presentó correlación entre el incremento del tiempo de cocción

y la pérdida de poder germinativo, y entre el incremento del tiempo de cocción y el incremento del número de granos visiblemente dañados por hongos.

Se sabe que humedades relativas superiores a 70%, con temperaturas entre 25 ó 35°C, que son condiciones similares a las observadas en las bodegas utilizadas en este caso, propician el desarrollo de hongos, y que éstos a su vez ocasionan la pérdida de poder germinativo del grano.

En conclusión, pareciera que en el almacenamiento en bodegas, las mismas condiciones que propician la pérdida de poder germinativo y la proliferación de hongos, de alguna manera ocasionan también el endurecimiento del grano. Pero no es posible concluir con certeza si la pérdida de poder germinativo es determinante del endurecimiento del grano, o viceversa, ni si estos 2 efectos son independientes entre sí y/o son ocasionados por un tercer factor.

VIII. RECOMENDACIONES

- i. En base a los resultados obtenidos en el presente estudio, para almacenar frijol negro en silos familiares es recomendable:
 - Tratar que el grano ingrese al silo con el más bajo contenido posible de impurezas y/o grano quebrado (de toda forma la conservación del grano dependerá en gran medida de su calidad inicial);
 - Ingresar el grano al almacenamiento con un contenido de humedad entre 12% y 14%;
 - Al momento de ingresar el grano al silo, aplicar una tableta de phostoxin en la parte media del silo y otra en la parte superior, y sellar las bocas del silo con cinta adhesiva;
 - Efectuar muestreos del grano ensilado una vez cada 3 meses, obteniendo una pequeña muestra por la boca inferior de salida, y otra mediante el uso de sondas de profundidad por la boca superior de cargue;

- Mantener el silo bajo techo de tal manera que no quede expuesto a la acción directa de los rayos del sol.

ii. Es conveniente replicar este estudio dentro del siguiente contexto:

- Utilizar frijol de diferentes variedades, y recién cosechado, de tal manera que su tiempo de cocción promedio sea de 30-45 minutos y su poder germinativo de 90% - 100 %;
- En otras condiciones climáticas más cálidas, sobre todo en las regiones del oriente del país;
- Experimentar con silos llenos, semillenos o semivacios, y contemplar este factor como una variable instrumental;
- Al momento de cargar y (al inicio), además de las muestras obtenidas del grano en la medida que ingrese al silo, obtener también muestras adicionales mediante sondas de profundidad, y utilizar los resultados de estas últimas muestras para compararlos con los de los muestreos intermedios que también son efectuados mediante sondas;
- Definir un método para la prueba de cocción que permita mantener constante la cantidad de calorías por minuto suministrada por la fuente de calor;
- Utilizar el método de conteo y peso mejorado (esto es, aplicado a sub-muestras previamente clasificadas según tamaño del grano) para explicar la pérdida por rubros;
- Experimentar tratamientos con 12%, 13.5% y 15% de contenido de humedad en el grano (no se considera necesario replicar este estudio con contenidos de humedad mayores);
- Aplicar la técnica de análisis de covarianza para resaltar el efecto de las condiciones iniciales de calidad del grano sobre los resultados finales;

- Utilizar un método más confiable de laboratorio para la identificación de hongos internos en el grano;
- Probar otros métodos de laboratorio para la detección de infestaciones ocultas.

IX. BIBLIOGRAFIA

- (1) ALCAHE, B. E. El papel de los polifenoles asociados, sobre el mecanismo de endurecimiento del frijol comun (Phaseolus vulgaris) durante el almacenamiento. Tesis Químico Biologo. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia/INCAP, 1981. pp. 2-6.
- (2) BOURNE, M. C. Size, density and hardshell in dry beans. Food Technol. 21:335-338. 1967.
- (3) BURR, H. K., KON, S. y MORRIS, H. J. Cooking rates of dry beans as influenced by moisture content and temperature and time of storage. Food Technol. 22:336-338. 1968.
- (4) CHRISTENSEN, J. J. Longevity of fungi in barley kermels. Plant Disease Reporter Supplement 47:639-642. 1963.
- (5) CHRISTENSEN, M. C. Los hongos y el hombre. Trad. por Carlos G. Ottenddaelder. 2 ed. Mexico, Interamericana, 1964. pp. - 91-93.
- (6) ----- y KAUFMANN, H. H. Contaminacion por hongos en granos almacenados. Trad. por Ernesto Moreno Martínez. Mexico, Pax-Mexico, 1976. pp. 15-31; 131-180.
- (7) DRUBEN, L. y LINBLAD, C. Almacenamiento del grano; manejo-seca miento-silos. Mexico, Concepto, 1979 pp. 32-35; 219-327.
- (8) ESAU, K. Antomy of seed plants. New York, Wiley, 1977. pp. - 464-466.
- (9) FLURKEY, W. H. y JEN, J. J. Peroxidase and polyphenol oxidase activities in developing peaches. Journal of Food Science 43:1826-1831. 1978.
- (10) FREITAS, E. DE. Efecto de diferentes condiciones de almacenamiento sobre las características fisico-químicas y nutricio nales del frijol (Phaseolus vulgaris). Tesis Mag. Sc. Gua temala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ciencias Quí micas y Farmacia/INCAP/CESNA, 1973. p.90.

- (11) GONZALEZ DE FERNANDEZ, D. Estudio sobre las posibles relaciones entre los pigmentos presentes en la cáscara de frijol y el - valor nutritivo de éste. Tesis Mag. Sc. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia/ INCAP/CESNA, 1975. p. 28.
- (12) GONZALES DE MEJIA, E. Efecto de diferentes condiciones de almacenamiento sobre el desarrollo de la dureza del frijol. Guatemala, Instituto de Nutrición para Centro América y Panamá, 1981. 20 p.
- (13) GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE COMERCIALIZACION AGRICOLA. DEPARTAMENTO DE PLANEACION OPERATIVA Y CONTROL. Como determinar la humedad relativa del aire. Boletín Técnico-Operativo No. 11. 1977. p.4.
- (14) ----- . Métodos y equipo para la determinación de la humedad en los granos. Boletín Técnico-Operativo No. 5. 1977. p. 3.
- (15) HALIM, D. H. y MONTGOMERY, M. W. Polyphenol oxidase of d'anjou pears. Journal of Food Science 43:603. 1978.
- (16) HALL, D. W. Manipulación y almacenamiento de granos alimenticios en las zonas tropicales y sub-tropicales. Roma, FAO, 1971. pp. 47-114.
- (17) HAMAD, N. y POWERS, L. Inhibition and pectic content of conned dry-lima beans. Food Techonol. 19:469-652.
- (18) HAREIN, P. K. Métodos de detección de infestaciones ocultas en granos (En inglés). Pest Control no.727:15-21. 1960.
- (19) HUGUES, P. y SANDSTED, R. Effect of temperature, relative humidity and light on the color of California light red Kidney bean seed during storage. Hort Science 10(4):421-423. 1975.
- (20) JAMIESON, M. y JOBBER, P. Manejo de los alimentos; ecología del almacenamiento. Mexico, Pax-Mexico, 1974. v. 1, 195 p.
- (21) KYLE, J. H. y RANDALL, T. E. A new concept of the hard seed character in Phaseolus vulgaris and it's use in breeding and inheritance studies. Proceeding of the American Society of - Agricultural Science 83:461-475. 1963.

- (22) LINARES, S. y MENDOZA DE BOSQUE, M. C. Evaluación de estándares nutricionales y tecnológicos de 20 variedades de Phaseolus vulgaris. Tesis Mag. Sc. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia/ INCAP/CESNA, 1979. p. 62.
- (23) MATTSON, S. The cookability of yellow peas, a colloid chemical and biochemical study. J. Sci. Food Agric. 18:292-295. 1976.
- (24) MOLINA, M. R., FUENTE, G. DE LA y BRESSANI, R. Interrelacion entre el tiempo de remojo, tiempo de cocción, valor nutritivo y otras características del frijol (Phaseolus vulgaris). Archivo Latinoam. de Nutricion 24:469-483. 1974,
- (25) -----, TRENT, F. y BRESSANI, R. Studies on the biodeterioration of the black bean (Phaseolus vulgaris). Journal of Food Science 41:661-666. 1976.
- (26) -----, et al. Heat treatment: a process to control the development of the hard-to cook phenomenon in black beans (Phaseolus vulgaris). Journal of Food Science 41:661. 1976.
- (27) RENGIFO, G. et al. Manual de almacenamiento y conservación de granos y semillas. El Salvador, FAO/IRA, 1981. pp. 1-90; 164-300.
- (28) RODRIGUEZ, C. Apuntes sobre conservación de granos. Colombia, Programa Nacional de Capacitación Agropecuaria/IICA. 1974.-- pp. 15-17; 28-47.
- (29) SMITH, A. K. y NASH, A. M. Water absorption of soybeans. The Journal of the American Oil Chemist's Society 38:120-123. -- 1961.
- (30) SWAIN, T. The tannis. New York, Academic Press, 1965. pp. 553-579.



Clayton Ramirez

ANEXO A

FORMATO UTILIZADO PARA EL REGISTRO DE PESO DE GRANO AL

INGRESAR AL ALMACENAMIENTO Y AL EGRESAR DEL ALMACENAMIENTO

HOJA DE REGISTRO DE CAMPO No. 5A

FORMA RC-5A

Evaluación de pérdidas de grano
durante el almacenamiento

- Programación y Control por Instalación -

No. de Referencia _____
Fecha _____
Lugar _____
Registrador _____

1. Identificación

- Nombre del Propietario _____

- Tipo de Instalación _____

- Características: Altura _____ mts. Ancho (diámetro) _____ mts.
Material: de paredes _____ de techo _____
Localizado bajo techo: Si ☐ No ☐
Observaciones: _____

- Producto _____ Variedad _____

- Peso Estimado a almacenar: Bajo investigación _____ kgs.
Total en la Instalación _____ kgs.

2. Programación y Control de Ejecución

Detalle	Calendario			Balance (kgs.)		No. de Formas	
	Día	Mes	Hora	Ingreso	Egreso	RC-5B	RL-1/2
Pruebas							
Cargue							
Muestreo 1							
Muestreo 2							
Muestreo 3							
Muestreo 4							
Muestreo 5							
Muestreo 6							
Muestreo 7							
Muestreo 8							
Muestreo 9							
Muestreo 10							
Muestreo 11							
Descargue							

No. _____

HOJA DE REGISTRO DE CAMPO No. 5B

FORMA RC-5B
Página 1Evaluación de pérdidas de grano
durante el almacenamiento
o el transporte

- Prueba de Campo -

No. de referencia _____

Instalación No. _____

Fecha _____

Lugar _____

Registrador _____

☐ Transporte	☐ Almacenamiento
☐ Cargue	☐ Inicial
☐ Descargue	☐ Intermedio
Origen _____	☐ Final
Destino _____	

1. Identificación

- Propietario _____
- Producto _____ Variedad _____
- Peso del Producto: Investigado _____ kgs.
Producción total _____ kgs.

2. Pesaje

Hora de inicio _____ Hora de finalización _____

No.	Peso		Recip. lleno		Recip. vacío	
	libras	onz.	libras	onz.	libras	onz.
1						
2						
3						
4						
5						
6						

No.	Peso		Recip. lleno		Recip. vacío	
	libras	onz.	libras	onz.	libras	onz.
7						
8						
9						
10						
☐ Total						
☐ Subtotal						

No.	Peso	Recip. lleno		Recip. vacío	
		libras	onz.	libras	onz.
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					

No.	Peso	Recip. lleno		Recip. vacío	
		libras	onz.	libras	onz.
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					
61					
62					
63					
64					
65					
66					
67					
68					
☐ Total					
☐ Subtotal					

ANEXO B

INSTRUCTIVOS PARA LA CARGA, LA DESCARGA Y LA

OBTENCION DE MUESTRAS

EVALUACION DE LAS PERDIDAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO

A GRANEL EN SILOS FAMILIARES

- Instructivo para el cargue y la toma de la muestra inicial -

OBJETIVOS DE LA PRUEBA

- i. Obtener una muestra representativa del grano que ingresa al almacenamiento:
- ii. Determinar el peso exacto de grano que ingresa al silo.

MATERIALES

- Silo de almacenamiento;
- embudo de metal para la carga;
- 2 cubetas de plástico de 40 lbs. de capacidad cada una;
- 1 cubeta de plástico de 25 lbs. de capacidad;
- 1 lienzo plástico de 2 x 2 mts.;
- 1 escalera pequeña (1.50 mts. de altura aproximadamente);
- 1 báscula de plataforma de 100 lbs. de capacidad y aproximación a 10-20 gramos.
- maskintape (cinta para sellar);
- formato para registro de información;
- grano a almacenar;
- bolsas plásticas para el transporte de muestras.

PROCEDIMIENTO

- (1) Limpiar y calibrar los materiales y equipos a utilizar;
- (2) Colocar el lienzo sobre el piso inmediato al silo que va a ser cargado;
- (3) Trasladar a las inmediaciones del silo que va a ser cargado, el producto a almacenarse;
- (4) Cargar con grano el recipiente de 40 lbs. de capacidad, y durante la carga obtener al azar una muestra y depositarla en la cubeta de 25 lbs. de capacidad;
- (5) Pesar el recipiente cargado con grano, en la báscula de plataforma;
- (6) Registrar el peso de la cubeta cargada, en la hoja de registro correspondiente;

- (7) Verter cuidadosamente el grano de la cubeta en el silo, por medio del embudo de metal previamente colocado en la boca superior del mismo;
- (8) Pesar el recipiente vacío y registrar el paso en el formato correspondiente;
- (9) Repetir la secuencia (4), (5), (6), (7) y (8), hasta cargar por completo el silo;
- (10) Colocar la tapa de la boca de carga del silo, y sellarla con cinta; sellar también con cinta la tapa de la boca de descarga;
- (11) Tomar la muestra total obtenida depositada en la cubeta plástica de 25 lbs. de capacidad, y dividirla hasta obtener una sub-muestra de aproximadamente 1,500-2,000 gramos; empacar la muestra y enviarla al laboratorio.

NOTA: Es indispensable tener especial cuidado para que la totalidad del grano pesado en báscula ingrese al silo; por esta razón, al final del proceso de carga, es necesario recoger todo el grano que se haya caído (que debe permanecer sobre el lienzo) e ingresarlo al silo; de otra forma, se falsearían los resultados en cuanto al peso de grano ingresado y a las posibles pérdidas de peso de grano ingresado y a las posibles pérdidas de peso que pudieran ocurrir durante el tiempo de almacenamiento.

EVALUACION DE LAS PÉRDIDAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO

A GRANEL EN SILOS FAMILIARES

- Instructivo para la toma de muestras periódicas (intermedias) -

OBJETIVO DE LA PRUEBA

Obtener periódicamente muestras representativas del grano que permanece almacenado dentro del silo.

MATERIALES

- 1 cubeta de plástico de 25 lbs. de capacidad;
- 1 escalera pequeña (1.50 mts. de altura aproximadamente);
- 1 tomamuestras tipo torpedo con sus extensiones y manivela;
- 1 lienzo plástico de 2 x 2 mts.;
- bolsas plásticas para el transporte de muestras.

PROCEDIMIENTO

- (1) Colocar el lienzo plástico sobre el piso en las inmediaciones del silo que va a ser muestreado;
- (2) Colocar la cubeta plástica sobre el lienzo;
- (3) Ensamblar el tomamuestras con sus extensiones y su manivela;
- (4) Remover el sello de cinta de la boca superior del silo, y la tapadera de la misma;
- (5) Introducir el tomamuestras en el grano almacenado, de arriba hacia abajo, atravesando la columna central de grano, hasta llegar al fondo del silo, y obtener una primera muestra de ese lugar;
- (6) Verter el grano obtenido en la muestra, dentro de la cubeta colocada sobre el lienzo;
- (7) Repetir los pasos (5) y (6), 3 veces más, y obtener cada vez otra muestra del grano localizado en el fondo y en las inmediaciones de las paredes laterales del silo;
- (8) Repetir los pasos (5), (6) y (7), pero sólo introduciendo la sonda hasta la mitad del silo, para obtener 4 muestras del

grano que permanece almacenado en ese nivel (1 muestra de la columna central y 3 muestras del grano que se encuentra en las inmediaciones de las paredes laterales);

- (9) Repetir los pasos (5), (6) y (7) para obtener 4 muestras del grano que permanece almacenado en el nivel superior del silo (1 muestra de la columna central de grano y 3 muestras del grano que se encuentra en las inmediaciones de las paredes laterales del silo);
- (10) Colocar nuevamente la tapadera de la boca superior del silo, y sellar la entrada con maskintape (cinta para sellar);
- (11) Pesar la muestra total obtenida, que permanece dentro del recipiente de 25 lbs. de capacidad, y registrar el peso en el formato correspondiente;
- (12) A partir de la muestra total, mediante división, obtener una submuestra de aproximadamente 1500-2000 gramos, empacarla y enviarla al laboratorio.

NOTA: En todos los casos, para efectuar cada sondeo, se debe introducir primeramente la punta del torpedo en la capa superior de grano, y luego ejercer -mediante la sonda- una presión constante sobre el torpedo, sin detenerse hasta llegar al nivel en el cual se desea obtener la muestra; al alcanzar dicho nivel, el torpedo debe ser girado en ambos sentidos y ligeramente movido hacia arriba, de tal manera que el grano del nivel deseado ingrese en el torpedo; si el torpedo no es introducido de la manera indicada, se llenará de grano proveniente de los diversos niveles por los cuales atraviese, y la muestra no será representativa del nivel deseado. Es indispensable tener especial cuidado para que no se pierda grano alguno de la muestra, pues esto falsearía los resultados de la prueba en cuanto a pérdidas de peso de grano durante el almacenamiento; en consecuencia, al terminar el muestreo, recupere la totalidad de los granos que hayan podido caer al suelo. Es necesario determinar el contenido de humedad de la muestra, tan pronto como se complete el proceso de muestreo en cada caso.

EVALUACION DE LAS PERDIDAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO

A GRANEL EN SILOS FAMILIARES

- Instructivo para el descargue y la toma de la muestra final -

OBJETIVO DE LA PRUEBA

- i. Obtener una muestra representativa del total de grano que egresa del almacenamiento;
- ii. Determinar el peso exacto de grano resultante al final del almacenamiento.

MATERIALES

- 1 cubeta de plástico de 40 lbs. de capacidad;
- 1 cubeta plástica de 25 lbs. de capacidad;
- 1 lienzo de plástico de 2 x 2 mts.;
- 1 báscula de plataforma de 100 lbs. de capacidad con aproximación a 10-20 gramos.
- formato para registro de información;
- bolsas plásticas para el manejo de muestras;
- sacos (empaques) para depositar el grano que sale del almacenamiento.

PROCEDIMIENTO

- (1) Limpiar y calibrar el equipo a utilizarse;
- (2) Colocar el lienzo sobre el piso en las inmediaciones del silo que va a ser descargado; (ver el diagrama No. 2);
- (3) Remover el sello y la tapadera de la boca superior del silo;
- (4) Remover el sello de la boca inferior del silo;
- (5) Remover momentáneamente la tapadera de la boca inferior del silo, y dejar que el grano fluya libremente hacia afuera, sobre el lienzo; cuando haya salido suficiente grano, colocar nuevamente la boca de la tapadera inferior del silo, para detener el flujo de grano;
- (6) Pesar vacía la cubeta de 40 lbs. de capacidad, y registrar su peso en el formato correspondiente;

- (7) Con el grano que se halla sobre el lienzo, llenar la cubeta de 40 lbs. de capacidad.
- (8) Pesar llena la cubeta de 40 lbs. de capacidad, y registrar su peso en el formato correspondiente;
- (9) Vaciar el contenido de la cubeta de 40 lbs. de capacidad, (en el lugar elegido para depositar el grano al final de las pruebas), obteniendo simultáneamente una muestra al azar del grano, y depositando tal muestra en la cubeta de 25 lbs. de capacidad;
- (10) Repetir los pasos (5), (6), (7), (8), (9), y (10), hasta extraer, pesar y muestrear el total de grano que estaba almacenado dentro del silo.
- (11) Tomar el total de la muestra obtenida (recipiente de 25 lbs. de capacidad), y mediante división obtener una submuestra de 1500-2000 gramos, empacarla y enviarla al laboratorio.

NOTA: Es indispensable tener especial cuidado para que la totalidad del grano que había dentro del silo sea pesado; por tanto, es necesario recoger todo el grano, pesarlo y registrar su peso; de otra forma, se falsearían los resultados en cuanto al peso de grano egresado y a las posibles pérdidas de peso que pudieran haber ocurrido durante el tiempo de almacenamiento.

ANEXO C

INSTRUCTIVOS Y FORMATOS PARA LA OBTENCION Y EL

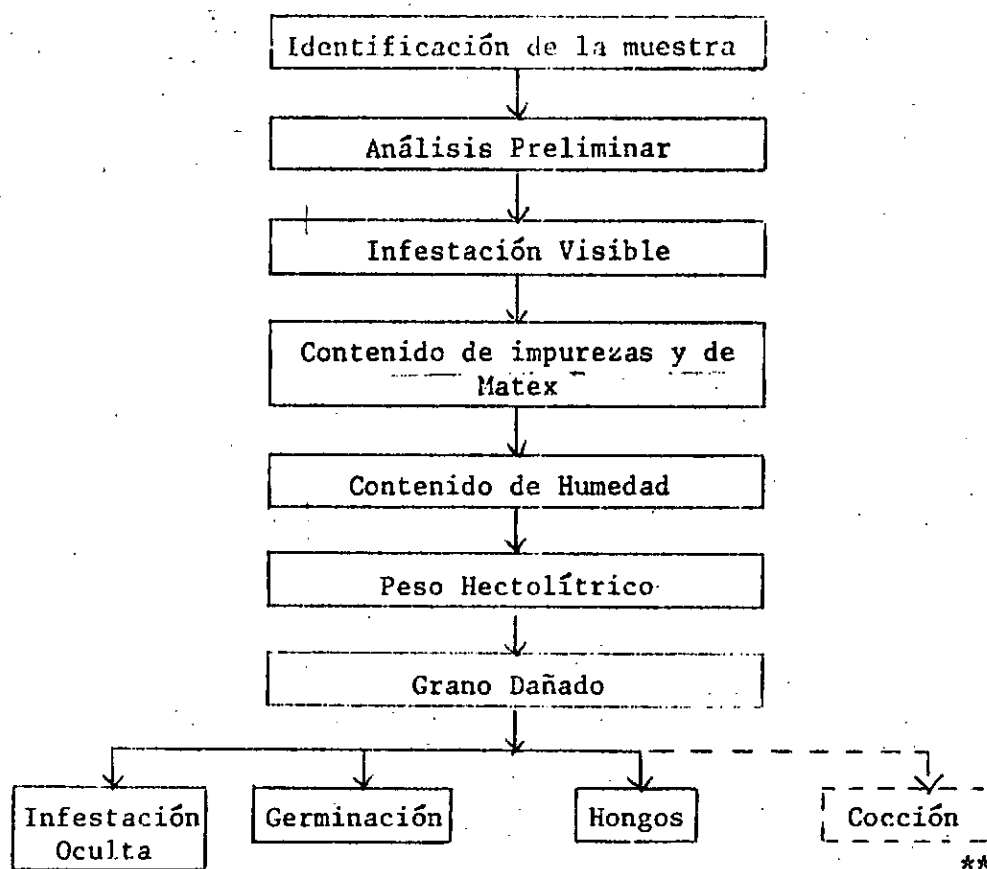
REGISTRO DE INFORMACION DE LABORATORIO

ANÁLISIS DE MAIZ Y DE FRIJOL EN EL LABORATORIO

Instructivo para la ejecución de los análisis de laboratorio con
templados en los formatos (L)-04(01) y (L)-04(02)

A. SECUENCIA*

Las diversas pruebas y/o análisis y/u observaciones deberán ejecutarse consecutivamente, así:



* Las normas generales y los procedimientos para la ejecución de esta secuencia se detallan en los literales siguientes.

** La prueba de Cocción es sólo aplicable al caso del frijol.

B. NORMAS GENERALES

Para la aplicación de los procedimientos de análisis propuestos en el literal C de este instructivo, aplique estrictamente las siguientes normas generales:

- Utilice siempre la técnica del divisor de muestras para obtener cada porción analítica dentro del rango de peso indicado en cada caso; si se trata de porciones analíticas que requieren un peso exacto, mediante el uso del divisor obtenga una porción cuyo peso no difiera en más de 5% del peso requerido, y -mediante el uso de una cuchara- agregue o remueva granos a esta porción hasta que alcance el peso exacto requerido. (Ejemplo: para determinar el contenido de humedad mediante el DOLE se requiere una porción de exactamente 141.75 gramos; en este caso, mediante el divisor obtenga una porción del orden de 134-148 gramos -que equivale a $141 \pm 5\%$ o sea 141 ± 7 gramos-, y luego agregue o remueva granos hasta que la porción analítica alcance en la balanza de triple brazo el peso deseado).
- En todos los casos los pesos requeridos deberán determinarse y registrarse con aproximación a 0.1 gramo; para el efecto utilice la balanza de triple brazo.
- Maneje cuidadosamente la muestra total y las diferentes porciones analíticas en el laboratorio; no permita que se caiga grano ni que se mezclen muestras diferentes.
- Durante el tiempo que las muestras permanezcan en espera de análisis dentro del laboratorio, protéjalas del ataque de roedores, y tome medidas para asegurar que las muestras no se infesten con insectos de otras muestras.
- Si la muestra ha de permanecer más de un día en espera de análisis dentro del laboratorio, aplíquese un fumigante líquido, tal como el Tetracloruro de Carbono (CCl_4), pero en tal caso efectúe el análisis de infestación visible antes de aplicar el fumigante.
- Registre los resultados de cada análisis en la medida que vayan siendo efectuados en el laboratorio; utilice para tal efecto los formatos establecidos; no utilice en caso alguno hojas adicionales que puedan originar confusiones posteriores dentro del registro de la información.

- En caso que, por cualquier causa, se pierda, se dañe o se revuelva una muestra en el laboratorio, no trate de ocultarlo; simplemente informe de inmediato; recuerde que es preferible, en términos de la investigación, no tener un dato que tener datos falsos o dudosos.

C. PROCEDIMIENTOS

1. En cuanto a la identificación de la muestra (Numeral 1. del formulario (L)-04 que se adjunta).

Los datos solicitados en los subnumerales 1.1, 1.2 y 1.4, deberán ser obtenidos y registrados a nivel de campo. En el caso de los análisis de laboratorio que ejecutará Sanidad Vegetal a nivel central, estos datos deberán ser obtenidos y registrados a partir de la boleta que acompaña a cada muestra recibida, y debe adjuntarse al formulario la boleta en cuestión.

En cuanto a peso de la muestra (dato requerido en el subnumeral 1.3), proceda así:

- Pese la muestra total recibida en el laboratorio; y,
- registre el peso resultante (subnumeral 1.3 del formulario).

2. En cuanto al análisis preliminar de la muestra (Subnumeral 3.1 del formulario).

Revise la muestra total recibida en el laboratorio y registre la información correspondiente en los términos siguientes:

- Olor: normal, o residuos químicos, o fermento, u otro (en este caso especifique);
- Temperatura: normal o caliente;
- Apariencia: normal, o ahogado, u otro (en este caso especifique).

3. En cuanto a infestación visible (Subnumeral 3.5 del formulario).

- Después de pesar la muestra total recibida en el laboratorio (según se indicó en el primer paso "Identificación de la muestra"), críbe la muestra total utilizando la za

zanda de perforaciones circulares de 1/12" de diámetro. (Esta operación de cribado, al igual que las restantes operaciones de cribado que se describen en este instructivo, realícela cribando sucesivamente pequeñas porciones de grano, hasta cribar el total de la muestra, de tal manera que la zaranda en ningún momento tenga una cantidad excesiva de grano, pues esto impediría lograr un cribado adecuado).

- Al concluir el cribado del total de la muestra, efectúe el conteo de los insectos separados en la bandeja de fondo; este conteo deberá efectuarse por separado para cada una de las especies de insectos presentes, y según se trate de adultos o larvas, vivos o muertos; durante el conteo tome precauciones para evitar que vuelen y se escapen los insectos que puedan hacerlo.
- Registre en el formulario los resultados del conteo de insectos (Subnumeral 3.5 del formulario).
- Reincorpore a la muestra total el material separado en el proceso de cribado (inclusive los insectos separados).

4. En cuanto al contenido de impurezas y de matex (Subnumeral 3.2 del formulario).

- Mediante el uso del divisor de muestras, a partir de la muestra total obtenga una porción analítica de 1000-1100 gramos.
- Pese exactamente la porción analítica y registre este resultado en el formulario (subnumeral 3.2, en la columna "Peso" y frente a "Porción Analítica").
- Criebe el total de la porción analítica utilizando la zaranda de perforaciones circulares 28/64" de diámetro; deposite el subproducto del cribado en un recipiente tapado.
- Criebe el total de la porción analítica (obtenida del cribado anterior) utilizando la zaranda de perforaciones circulares de 12/64" de diámetro; deposite el subproducto de este cribado en el mismo recipiente tapado que utilizó para tal fin en el paso anterior.
- Criebe el total de la porción analítica (resultante del proceso de cribado anterior) utilizando la zaranda de perforaciones circulares de 1/12" de diámetro; deposite el subproducto de esta etapa de cribado en el mismo recipiente

te tapado utilizado para tal fin en los dos pasos anteriores.

- De la porción analítica resultante (después del último paso de cribado) remueva las impurezas livianas, mediante el uso del aspirador bates debidamente calibrado.
- Reúna todo el material obtenido como subproducto de las tres etapas de cribado y de la limpieza en el aspirador bates; pese este material; y registre el peso resultante en el formulario (subnumeral 3.2 en la columna "Peso" y frente a "Otrós").
- Pese la porción analítica resultante después de los tres procesos de cribado y del proceso de limpieza en el aspirador bates, y (por diferencia entre este peso y el peso de la porción analítica inicial) calcule el peso total de las impurezas removidas durante el proceso. Registre este resultado en el formulario (subnumeral 3.2, en la columna "Peso" y frente a "Subtotal").
- Calcule la diferencia existente entre el peso real del material separado durante el proceso de cribado y de aspiración (registrado en "Otrós") y el peso calculado de las impurezas removidas (registrado en "Subtotal"); y registre este resultado en el formulario (subnumeral 3.2, en la columna "Peso" y frente a "Polvo").
- Por último, separe manualmente la materia extraña que aún permanezca dentro de la porción analítica después de cribar; determine el peso del total de materia extraña presente; y registre este resultado en el formulario (subnumeral 3.2, en la columna "Peso" y frente a "Matex").

5. En cuanto al contenido de humedad y el peso hectolítrico
(Subnumeral 3.3 del formulario).

Para la determinación del contenido de humedad de la muestra, utilice como muestra básica la porción analítica limpia y libre de materia extraña, obtenida al finalizar el análisis de determinación de impurezas y matex, y proceda de la siguiente manera:

- Mediante el uso del divisor de muestras, a partir de la muestra limpia y libre de materia extraña obtenga 3 porciones analíticas de 141.75 gramos exactos cada una;

- Mediante el uso del determinador DOLE, debidamente calibrado, determine el contenido exacto de humedad de cada una de estas 3 porciones analíticas;
- Registre en el formulario (subnumeral 3.3, segunda columna), los resultados obtenidos de la medición del contenido de humedad de cada una de las 3 porciones analíticas utilizadas.

Para determinar el peso hectolítrico de la muestra proceda de la siguiente forma:

- Mediante el uso del divisor de muestras, a partir de la muestra limpia y libre de materia extraña obtenga una porción analítica de 870-900 gramos;
- Mediante el uso del aparato correspondiente debidamente nivelado y calibrado, efectúe 3 veces la determinación del peso hectolítrico de la muestra;
- Registre en el formulario el resultado obtenido de la determinación del peso hectolítrico en cada una de las 3 pruebas efectuadas.

6. En cuanto al análisis de calidad sobre 1000 granos (Subnumeral 3.4 del formulario).

- Mediante el uso del divisor de muestras, a partir de la porción analítica limpia y libre de materia extraña obtenga para el caso de maíz una muestra de aproximadamente 240-250 gramos en promedio); y para el caso de frijol obtenga una muestra de aproximadamente 280 gramos (1000 granos de frijol pesan 270-290 gramos en promedio).
- Esparza la muestra sobre el tablero de 1000 perforaciones; para el efecto deposite la muestra sobre el tablero, y esparzala utilizando la regla de bordes redondeados, de tal manera que cada agujero del tablero retenga un grano y que el grano sobrante sea removido del tablero.
- Determine el número exacto de granos retenidos en las perforaciones del tablero; es posible que en algunas perforaciones haya ingresado más de un grano; en tal caso no remueva ningún grano; simplemente efectúe el conteo del número de granos presentes en el tablero, registre dicho número en el formulario, y sobre este total de granos efectúe los análisis propuestos. (Registre el número exacto

de granos en el formulario, en el subnumeral 3.4, frente al título del subnumeral "Análisis sobre 1000 granos").

- Visualmente revise cada uno de los granos que permanecen en las perforaciones del tablero, y separe manualmente -en diferentes montones- el grano dañado por insectos, el grano dañado por hongos, y el grano dañado por otros conceptos. En caso de granos afectados a la vez por diversos tipos de daño, la separación debe efectuarse dando primera prioridad a daño por insectos y segunda prioridad al daño por hongos.
- Efectúe el conteo de los granos dañados por insectos; determine el peso del total de grano dañado por insectos; y registre estos resultados en el formulario (subnumeral 3.4, en la primera columna frente a los rubros correspondientes).
- Efectúe el conteo de los granos dañados por hongos; determine el peso del total de grano dañado por hongos; y registre estos resultados en el formulario (subnumeral 3.4, en la primera columna frente a los rubros correspondientes).
- Efectúe el conteo de los granos dañados por otros conceptos; determine el peso del total de grano dañado por otros conceptos; y registre estos resultados en el formulario (subnumeral 3.4, en la primera columna frente a los rubros correspondientes).
- Finalmente, reúna de nuevo todos los granos dañados separados y los granos sanos que permanecen aún sobre el tablero de las 1000 perforaciones, y determine el peso total de la muestra utilizada; registre este resultado en el formulario (subnumeral 3.4, en la primera columna, frente al rubro "Peso de la Porción Analítica").

(NOTA: Utilice las pinzas para separación de los granos dañados, utilice la balanza de triple brazo para la determinación del peso de las diferentes porciones de grano, y de considerarse necesario utilice la balanza de torsión. Obsérvese que en el formulario estaban previstas 3 columnas para registrar los resultados de este análisis, pues se tenía programado efectuar tres réplicas de este análisis en cada caso y obtener luego un promedio de los resultados; sin embargo, para disminuir el tiempo total necesario para efectuar el análisis, se ha decidido efectuar solamente un análisis de este tipo por cada muestra).

7. En cuanto a la infestación oculta (Subnumeral 3.7 del formulario).

- Mediante el uso del divisor de muestras, a partir de la muestra de impurezas y materia extraña obtenga 3 porciones analíticas de aproximadamente 25 gramos para el caso del maíz (100 granos de maíz pesan 24-25 gramos en promedio), o 28 gramos para el caso del frijol (100 granos de frijol pesan aproximadamente 27-29 gramos).
- Utilizando la tabla de 100 perforaciones, de cada una de las porciones analíticas obtenga exactamente 100 granos.
- Siguiendo las instrucciones dadas en el material mimeografiado, que se anexa, sobre métodos de detección de infestaciones internas en granos, aplique a la primera porción analítica el método de fuccina ácida, a la 2a. porción analítica aplique el método de flotación simple, y a la 3a. porción analítica aplique el método de sulfato de berberina.
- Registre en el formulario los resultados obtenidos de la aplicación de los métodos mencionados.
- De los granos que han resultado libres de infestación, obtenga 100 granos (utilizando para el efecto la tabla de 100 perforaciones); pese esos 100 granos y registre el resultado en el formulario.

8. En cuanto al análisis de germinación (Subnumeral 3.8 del formulario).

- Mediante el uso del divisor de muestras, a partir de la porción restante de muestra limpia y libre de materia extraña, obtenga 3 porciones analíticas de aproximadamente 25 gramos para el caso de maíz (100 granos de maíz pesan aproximadamente 25 gramos), o de aproximadamente 28 gramos para el caso de frijol (100 granos de frijol pesan aproximadamente 27-29 gramos).
- Mediante el uso de la tabla de 100 perforaciones obtenga de cada una de estas porciones analíticas 100 granos exactamente (para el efecto esparza la porción analítica sobre el tablero de 100 perforaciones, haciendo uso de la regla de bordes redondeados diseñada a propósito, hasta que haya un grano en cada agujero del tablero).

- Someta cada una de estas muestras de 100 granos a las pruebas de germinación (para el efecto aplique exactamente el mismo método que en la actualidad utiliza el Departamento de Semillas de DIGESA).
 - Al concluir la prueba de germinación registre los resultados en el formulario (subnumeral 3.8).
9. En cuanto a las pruebas para determinar la presencia de hongos (Subnumeral 3.8 del formulario).
- Esterilice las cajas de petrí a una temperatura de 100°C durante 30 minutos.
 - Prepare el medio de cultivo en cajas de petrí.
 - Antes del siguiente paso con el medio de cultivo, desinfecte la mesa correctamente con formalina al 5% y un mechero para esterilizar por completo el área de trabajo.
 - Mediante el uso del divisor de muestras, a partir de la porción de muestra limpia y libre de materia extraña obtenga dos porciones analíticas de 50 granos cada una.
 - Agite cada una de las dos porciones analíticas durante 1 minuto en una solución de hipoclorito de sodio al 2%.
 - Enjuague cada una de las dos porciones analíticas en agua estéril, y utilizando pinzas coloque cada una de las dos porciones analíticas en una caja de petrí a temperatura aproximada de 27°C durante 5-7 días.
 - Finalmente examine los medios de cultivo con la ayuda de un microscopio de disección y una buena fuente de luz, en busca de esporas que permitan identificar las diversas especies de hongos; registre en el formulario (subnumeral 3.8), por separado, los resultados obtenidos en cuanto a presencia de hongos en las dos muestras encubadas.

NOTA: Se propone utilizar como medio de cultivo el P.D.A. (papa-dextrosa-agar). Para la preparación de este medio de cultivo proceda de la siguiente forma: 1) coloque 250 gramos de papa en un erlenmeyer de 250 mililitros, y póngalo a hervir durante 20 minutos; 2) pese 2.5 gramos de agar y 3.4 gramos de dextrosa, mezcle estos componentes en un erlenmeyer con 250 mililitros de agua, y ponga a disolver completamente la mezcla en la estufa; 3) cuele la papa con un colador de tela y haga la mezcla de agar-dextrosa-papa; 4) deposite

la mezcla de agar-dextrosa-papa en un matríz con capacidad para 500 mililitros, y agregue agua hasta completar los 500 mililitros de mezcla total; 5) divida los 500 mililitros de mezcla en dos matraces de 500 mililitros de capacidad cada uno, de tal manera que en cada matríz la mezcla ocupe sólamente la mitad del espacio, para que al hervir no se rebalce el medio de cultivo; 6) ponga a hervir los dos matraces dentro de una olla de 12 lbs. de presión, durante 20 minutos; 7) deje enfriar completamente el medio de cultivo, de tal manera que no se hagan grumos.

10. En cuanto a la prueba para determinar el tiempo y el porcentaje de cocción (Subnumeral 3.6 del formulario).

- Mediante el uso del divisor de muestras, a partir de la porción restante de muestra limpia y libre de materia extraña, obtenga una porción analítica de una libra exacta de frijol (libra de 460 gramos).
- En una de las ollas disponibles en el laboratorio para tal fin, vierta 1.5 litros exactos de agua potable a temperatura ambiente; mediante el uso de un termómetro apropiado determine la temperatura exacta del agua en ese momento, y reg  strela en el formulario; coloque la olla sobre la hornilla de la estufa que se va a utilizar, anote la hora e inicie en ese momento el fuego.
- En un recipiente auxiliar ponga a hervir una cantidad de agua igual a la que resulta de multiplicar 1.5 litros por el número de ellas en que se van a operar simultáneamente pruebas de cocción de frijol en ese momento; el caso es que para efectuar cada prueba se necesita disponer de aproximadamente 1.5 litros adicionales de agua hirviendo, para ir reponiendo durante la prueba el agua que se evapora.
- Cuando los 1.5 litros exactos de agua contenidos en la olla alcancen su ebullición plena, anote la hora y registre la temperatura de ebullición del agua; calcule y registre en el formulario el tiempo que transcurrió entre el momento que se inició el fuego y el momento en que el agua alcanzó su plena ebullición; de inmediato vierta la libra de frijol dentro del agua hirviendo, y anote la hora para iniciar el conteo a partir de ese momento.
- Durante el tiempo que permanezca el frijol dentro de la olla con agua hirviendo, tenga cuidado que el nivel del

agua siempre esté por encima del nivel del frijol; para el efecto, cada cierto tiempo agregue a la olla agua hirviendo proveniente del recipiente auxiliar, de tal manera que el agua que se evapora de la olla sea sustituida aproximadamente en la misma medida.

- 45 minutos después de haber colocado el frijol dentro de la olla con agua hirviendo, extraiga de la olla 3 muestras al azar de 25-30 granos cada una; sobre una de esas muestras -analizando grano por grano- establezca el porcentaje de cocción del frijol en ese momento; considere como granos cocidos aquellos que al oprimirse entre los dedos índice y pulgar presenten una consistencia pastosa suave, que vaya desde fina hasta ligeramente grumosa; y considere como granos "no cocidos" aquellos cuyos cotiledones se escapan o se fraccionan en pedazos no grumosos al oprimirse entre los dedos; registre en el formulario los 3 porcentajes de cocción determinados a partir de las 3 muestras tomadas a los 45 minutos de prueba.
- A partir de los 45 minutos de prueba, repita cada 15 minutos la secuencia propuesta en el parágrafo anterior, y registre de esa forma los porcentajes de cocción de frijol a los 60, a los 75, a los 90, a los 105, a los 120, a los 135 y a los 150 minutos de prueba. Cuando el porcentaje de cocción ya no varía con el tiempo de prueba, puede considerarse que el frijol ha alcanzado su punto máximo de cocción, y en ese momento puede suspenderse la prueba.

NOTA: La medición de la temperatura del agua antes de ponerse al fuego y después de alcanzar su ebullición plena, puede efectuarse una sola vez al día, y obviarse en las pruebas restantes del mismo día; siempre que permanezcan constantes todos los demás factores involucrados en el proceso: esto es, el tipo de estufa, la abertura del paso de combustible, la cantidad de agua colocada en la olla, etc. etc.; sin embargo, dado que en la práctica resulta fácil efectuar la medición de dichas temperaturas, es recomendable llevarla a cabo en todas las ocasiones.

ANEXO D

FORMATO PARA EL RESUMEN TOTAL DE INFORMACION

PRODUCTO: _____ VARIEDAD: _____

[illegible]

ANEXO E

MÉTODOS DE DETECCIÓN DE INFESTACIONES

INTERNAS EN GRANOS

Traducción libre al Español, no revisada,
para uso exclusivo del Proyecto GCPP/GUA/
006/NET "Programa para la Evaluación y Reducción de Pérdidas Post-cosecha".

MÉTODOS DE DETECCIÓN DE INFESTACIONES

INTERNAS EN GRANOS

Por Phillip K. Harein *
Instructor y Asistente en Entomología
Universidad del Estado de Kansas, Manhattan

Un método ideal para detección de infestaciones internas en granos debería tener las siguientes características:

- i. Ser rápido, económico, simple y exacto;
- ii. Especificar la fase de desarrollo en que se encuentra el insecto; esto puede indicar el alcance de daño en el grano y la posible contaminación debida a fragmentos de insectos; y,
- iii. Indicar si el insecto está vivo o muerto.

Todos los métodos usados actualmente carecen de una o más de estas características deseadas.

A. Métodos visuales sin tratamiento previo del grano

The Food and Drug Administration sugirió que por cada grano picado (que presente agujeros de salida del insecto) existen aproximadamente 5 granos con infestación interna. Sin embargo, examinar un gran número de granos para determinar la existencia de agujeros de salida de los insectos es tedioso y laborioso, y en el mejor de los casos tan sólo da una estimación gruesa de la infestación interna presente.

B. Métodos visuales con tratamiento previo del grano

La Universidad de Wichita (1950), desarrolló el siguiente método de seccionamiento:

- i. Los granos que van a ser analizados se sumergen parcialmente en una capa de cemento de secado rápido;
- ii. Al endurecer el cemento, la mitad que sobresale de cada grano es cortada (o lijada) y la mitad del grano que queda sumergida en el cemento es examinada con la ayuda de una luz ultravioleta;

- iii. Los granos infestados serán fluorescentes debido a los productos sobrantes de los insectos presentes.

Este método es laborioso, requiere tiempo y es inexacto, pues los productos de los residuos de insectos pierden su capacidad fluorescente después de cierto tiempo, y por tanto los granos que han sido infestados hace algún tiempo no se observan mediante este método.

A. C. Apt. (1950), sugirió usar una solución alcalina fuerte, tal como hidróxido de sodio, para impregnar a los granos de trigo a tal punto que ellos lleguen a ser suficientemente traslúcidos para que la infestación interna pueda verse a simple vista. Este método no tiene práctica probada.

C. Métodos colorantes

Todos los métodos colorantes utilizan un producto químico que colore a al tapón gelatinoso con el cuál los insectos cubren los agujeros en los que han ovipositado en el grano. Los métodos colorantes más exitosos son:

- i. El método de fuccina ácida, desarrollado por J. C. Frankenfelt (1948);
- ii. El método de la violeta genciana, desarrollado por H. J. Goozens (1949); y
- iii. El método de sulfato de berberina, desarrollado por Milner et. Al. (1950).

La preparación y el uso de estos métodos colorantes se describen a continuación.

1. Método de Fuccina Ácida

- i. Prepare la solución colorante: Pese 0.5 gramos de fuccina ácida; mezcle 50 c.c. de ácido acético glacial y 950 c.c. de agua destilada; agregue la fuccina ácida a la mezcla de ácido acético glacial y agua; esta usada repetidamente hasta que se torne oscura.
- ii. Durante 5 minutos remoje en agua tibia el grano que va a ser tratado.
- iii. Deje que escurra el agua que recubre el grano, y luego sumerja el grano en la solución de fuccina ácida; man-

tenga al grano sumergido en la solución durante un tiempo aproximado de 2 a 5 minutos (si se mantiene durante un tiempo mayor, el grano puede absorber demasiada solución, y esto puede dificultar la identificación de los tapones de los orificios de oviposición en el grano).

- iv. Vierta la solución colorante (consérvela para uso futuro) y lave el grano con agua corriente para remover el exceso de colorante.
- v. Examine los granos para localizar los tapones gelatinosos que cubren los agujeros de oviposición, los cuales tendrán una coloración rojo cereza profundo.

2. Método Violeta Genciana

- i. Prepare una solución acuosa de violeta genciana al 1%.
- ii. Pese 5 gramos de muestra de trigo y sumerja la muestra durante 30 segundos en agua tibia que contenga algún detergente.
- iii. Deje que escurra el exceso de agua colocando la muestra en un colador metálico; lave luego la muestra, y entonces ponga el trigo húmedo en una toalla seca durante unos pocos segundos.
- iv. Sumerja el trigo durante dos minutos en una solución que contenga 10 gotas de la solución colorante (solución acuosa de violeta genciana al 1% en 50 mililitros de etanol de 95%).
- v. Vierta el colorante utilizado y lave la muestra de trigo durante 20 segundos con agua limpia.
- vi. Los tapones de los agujeros de oviposición en el grano habrán adquirido una coloración púrpura, y serán fácilmente visibles mientras los granos estén aún húmedos o dentro del agua. La violeta genciana no colorea el endospermo del grano de trigo.

3. Método del Sulfato de Berberina

- i. Prepare una solución acuosa que contenga 20 partes por millón del alcaloide sulfato de berberina; 20 partes por millón es equivalente a 0.002%.

- ii. Remoje el grano en esta solución durante un minuto.
- iii. Examine los granos bajo una luz ultravioleta. Los tapones de los orificios de oviposición coloreados presentarán una fluorescencia de color amarillo intenso. Los orificios abiertos y los daños causados por maltrato mecánico no serán fluorescentes.

La mayor desventaja del método colorante de fuccina ácida es que también colorea al endosperma del grano de trigo en aquellas áreas en las cuales el germen está roto, ya sea debido a maltrato mecánico o a acción del insecto. Aunque la coloración que adquiere el endospermo es de un color más claro que la que adquiere el tapón del agujero de oviposición, es difícil en ocasiones diferenciar las áreas coloreadas; consecuentemente, hay una posibilidad de sobrestimar mediante este método, el número de agujeros de oviposición.

El sulfato de berberina y la violeta genciana no colorearán el endospermo del grano.

Ninguno de los métodos colorantes descritos para la detección de infestaciones internas provee evidencias respecto de la etapa de desarrollo en la cual se encuentra el insecto, ni de si el huevo del insecto aún está incubado o no.

D. Métodos Químicos

Howe y Oxley (1944), desarrollaron un método de determinación del grado de infestación interna mediante la medición de la cantidad de dióxido de carbono producido por la respiración del insecto. Este método no es utilizable como prueba rápida y económica.

Un análisis espectrofotométrico desarrollado por Potter y Shelton (1952), mide la concentración de un hidroxifenol presente en los insectos. Este método es exacto, demasiado complicado para propósitos prácticos.

E. Método Flotación con Trituración

El método de flotación con trituración para determinar infestaciones internas está siendo usado por The Food and Drug Administration para propósitos reguladores. Los pasos de que consta este procedimiento se detallan a continuación:

- i. Pese la muestra de trigo a lante el uso de un Emerson o un Grain dockage.

- ii. Reduzca la muestra a 125 gramos mediante el uso de un divisor Boerner.
- iii. Mediante el uso de un molino de muelas triture el trigo tan grueso como sea posible.
- iv. Pese 100 granos de trigo triturado y colóquelo dentro de una botella de trampa Wildman.
- v. Agregue 500 mililitros de agua caliente (85-90°C) al trigo triturado y mézclelo completamente. Puede usarse agua tibia si la mezcla de agua y de trigo es calentada sobre un plato caliente.
- vi. Agite internamente la mezcla durante 5-10 minutos.
- vii. Enfríe la muestra a 35-40°C.
- viii. Agregue gasolina al frasco de trampa Wildman, mézclela completamente con el grano triturado, y llene el frasco con agua fría.
- ix. Deje que la mezcla se asiente y más tarde extraiga mediante filtrado la gasolina retenida en la trampa.
- x. Agregue agua hasta que la botella se llene hasta el cuello, agite la muestra; y si es necesario remueva de nuevo la gasolina retenida en la trampa.
- xi. Examine al microscopio el material removido de la trampa para determinar la presencia de fragmentos de insectos.

El número de fragmentos de insectos presente es una indicación del número de infestaciones internas en la muestra de trigo. Este método toma tiempo, y se requiere considerable práctica para diferenciar exactamente entre fragmentos de insectos y partículas de germen.

F. Método Auditivo

Un método auditivo fue desarrollado por Adams Et. Al. (1953); este método se basa en la amplificación de los sonidos producidos por los insectos cuando se hallan dentro del grano. Este método tan sólo indica la presencia o la ausencia de infestaciones internas.

G. Métodos Físicos

Katz Et. Al. (1954), desarrolló un método de lanzamiento para separar granos no infestados en mezclas infestadas. El grano es lanzado desde una banda en movimiento hacia un aire en calma; en la caída, debido a la acción de la fuerza de gravedad y a la resistencia del aire, los granos se separan de acuerdo a su forma, tamaño y estructura superficial; los granos infestados, siendo relativamente livianos, caerán aparte de los granos no infestados.

Milner Et. Al. (1953), desarrolló el método de la ráfaga de aire, mediante el cual se separan granos infestados de granos no infestados, en base al efecto de la resistencia del aire. Sin embargo, los agujeros de salida de los insectos incrementan la resistencia del aire al grano, y por esta razón tan sólo es posible lograr una separación burda mediante este método.

H. Método de Flotación Simple

El método de flotación para la determinación de infestaciones internas, desarrollado por G. D. White (1956), es usado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos para separar granos no infestados, en base al principio de la gravedad específica. El procedimiento es como sigue:

- i. Mezcle silicato de sodio (cristal soluble) y agua, en proporción 50-50. Nota: El silicato de sodio (cristales solubles) es fácil de adquirir en cualquier farmacia.
- ii. La gravedad específica de la mezcla será aproximadamente 1.190; esto deberá comprobarse mediante un probador de batería.
- iii. Sumerja la muestra de trigo en la solución y agite la mezcla.
- iv. Entre el 50% y el 70% de los granos infestados en la muestra flotarán entonces.

La solución puede ser usada repetidamente. El método no permitirá determinar el número exacto de infestaciones internas, pero es útil debido a su simplicidad.

I. El Método Radiográfico

El método radiográfico para determinar infestaciones internas es la técnica más objetiva y precisa usada en la actualidad. Este método fue desarrollado por Milner Et. Al. (1950). Una muestra

representativa de grano es expuesta a rayos X, y el grado de penetración de los rayos X es registrado en una película; las infestaciones internas de los granos son examinadas mediante la inspección del negativo de rayos X desarrollado.

El método radiográfico es el único método que hace posible: determinar la fase de desarrollo del insecto inmaduro, determinar si el insecto está vivo o muerto, y estimar el daño total ocasionado por el insecto oculto al alimentarse dentro del grano. El alto costo de instalación y operación de este método es su principal objeción, y es posible que por esta razón tan sólo las grandes compañías de dicadas al manejo de granos que tengan acceso a él.

ANEXO F

INSTRUCTIVOS VARIOS PARA LAS PRUEBAS DE LABORATORIO

- A - Preparación de soluciones
- B - Prueba de germinación
- C - El autoclave
- D - Preparación de cajas de petrí

A. PREPARACION DE SOLUCIONES

1. Formalina al 5% (Secuencia)

La formalina al 5% es una solución utilizada para la desinfección del sitio de trabajo y todo tipo de cristalería de laboratorio tales como: buretas, beakers, tubos de ensayo, pipetas, etc.

Preparación:

- i. En un matraz de un litro de capacidad de mezclar 950 ml. de agua destilada con 50 ml. de formaldehído al 100%.
- ii. Tapar el matraz con algodón envuelto en papel aluminio.

2. Bicloruro de mercurio al 2% (Secuencia)

Esta solución se prepara para ser usada en la desinfección de materiales vegetales, con el objeto de eliminar contaminantes externos.

- i. Pesar 20 granos de bicloruro de mercurio, y macerarlo en una porcelana.
- ii. En un beaker de 1000 ml. de capacidad, agregar 980 ml. de agua destilada; posteriormente adicionar el bicloruro de mercurio.
- iii. Colocar la solución en un recipiente adecuado, para su conservación.

B. PRUEBA DE GERMINACIÓN (Secuencia)

- i. Esterilizar el sitio de trabajo con formalina al 5%.
- ii. Humedecer papel absorbente No. 150, con agua destilada.
- iii. Colocar sobre el papel el tablero de 100 agujeros.
- iv. Llenar el tablero con 100 semillas de la muestra.
- v. Quitar el tablero, de manera que las semillas queden sobre el papel humedecido, el cual se acomoda procurando que todos los granos queden totalmente cubiertos por él.

- vi. Colocar las muestras sobre las bandejas de la cámara germinadora.
- vii. Acomodar las bandejas dentro de la cámara de germinación; donde deben mantenerse a una temperatura de 30°C., durante 5 a 8 días para el maíz y de 4 a 6 días para el caso del frijol, teniendo el cuidado de humedecer las muestras diariamente.
- viii. Efectuar el conteo de granos normales, anormales y muertos, para establecer los respectivos porcentajes.

C. EL AUTOCLAVE

1. Generalidades

Se utiliza para esterilizar los medios de cultivo, en una atmósfera de temperatura y presión de agua.

Consta de un cuerpo cilíndrico dividido por una placa metálica perforada, en dos partes de volumen diferente: la inferior es el reservorio del agua y la superior es la cámara de vapor.

A la cadena va adaptada una tapadera, que se fija a la misma mediante una serie de bulones, provistos de su tuerca correspondiente, y que permite un cierre hermético mediante la interposición de una arandela de caucho, alojada en una hendidura de la que va provista en el borde superior del autoclave. Adjunto se dispone un manómetro y una válvula de seguridad.

Un sistema de calefacción colocado en la parte inferior del aparato permite calentar el agua introducida en la cámara inferior.

2. Manejo y Ciudadado (Secuencia)

- i. Asegurar que el agua introducida en el autoclave alcance el nivel de la placa metálica perforada o diafragma.
- ii. Verificar el buen funcionamiento de la válvula de seguridad.
- iii. Colocar el material a esterilizar sobre la placa metálica perforada.

- iv. Cubrir los tapones de algodón con papel de envolver o papel de aluminio.
- v. Cerrar el autoclave, cuidando que la tapadera quede bien acoplada, y todas las llaves adicionales estén en posición de cerrado.
- vi. Calentar, manteniendo abierta la válvula de purga. El aire se expulsa.
- vii. Purgando el aparato se manifiesta por la salida de un chorro de vapor continuo, se cierra la citada válvula y el manómetro indica el aumento de la presión en el interior del aparato, la que deberá ser de 15 libras y una temperatura de 120°C.
- viii. La esterilización termina cuando la temperatura deseada se ha mantenido un tiempo de 15 minutos, a la presión indicada.
- ix. Se baja el switch del encendido y cuando la presión desciende se abre la válvula de purga para restablecer el equilibrio de presiones interiores y exteriores, luego cuando el manómetro marca cero y el termómetro 0°C se abre la puerta con cuidado.

D. PREPARACION DE CAJAS DE PETRI (Secuencia)

- i. Lavar las cajas de petrí y colocarlas al horno a 160°C. durante una hora.
- ii. Esperar que se enfríen en un lugar desinfectado y seco.
- iii. Con la ayuda de un mechero desinfectar el recipiente que contiene el medio de cultivo y las orillas de las cajas de petrí.
- iv. Agregar una capa delgada del medio de cultivo a las cajas, procurando una distribución uniforme.
- v. Sellar las cajas con maskintape.
- vi. Conservárlas bajo refrigeración, o esperar que enfríe y en durezca el medio de cultivo para su uso inmediato.

ANEXO G

INSTRUCTIVO Y FORMATO PARA LA
OBTENCION Y REGISTRO DE LA INFORMACION REFERENTE A
"CONDICIONES EN EL SILO"

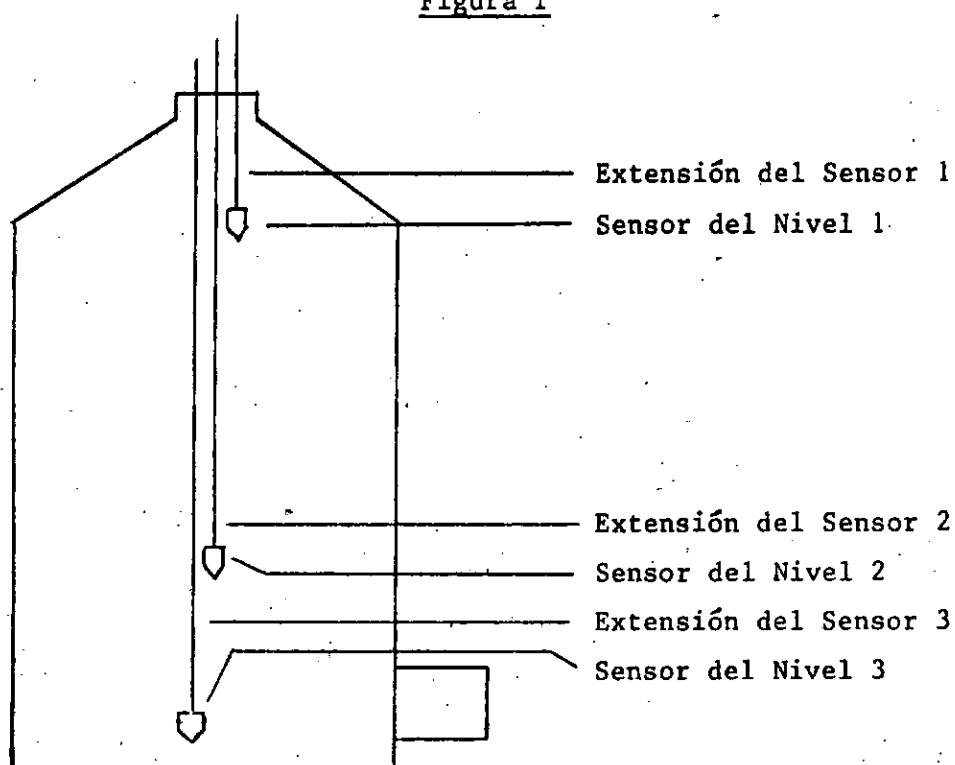
PRUEBAS DE EVALUACION DEL ALMACENAMIENTO

- Instrucciones para la obtención y el registro de información referente a "Condiciones en el Silo".

1. GENERALIDADES

En cada uno de los experimentos en ejecución (con maíz en La Máquina, y con frijol en Ciudad de Guatemala), siempre habrá un silo en el cual se hallan instalados 3 sensores de profundidad, que permitirán conocer en cualquier momento la temperatura y la humedad relativa en 3 niveles diferentes del interior del silo (ver figura 1); además, en cada caso habrá también un higrotermógrafo, colocado en el espacio exterior inmediato a tales silos, que registrará en todo momento la temperatura y la humedad relativa del ambiente que rodea el conjunto de silos del experimento.

Figura 1



2. PROCEDIMIENTO

2.1 En cuanto a la preparación del formulario

Para el registro de esta información se utilizará el formulario, de color amarillo, que se adjunta, titulado "Condiciones en el Silo".

Este formulario se ha diseñado para registrar las lecturas correspondientes a una semana, realizándose 3 lecturas por día en cada uno de los 3 niveles del interior del silo (mediante los sensores) y en el ambiente exterior inmediato (mediante el higrómetro). Para preparar el formulario que utilizará durante la semana, proceda así:

- i. En el cuadro de la esquina superior derecha del formulario, frente a "Silo No.", registre el número asignado -dentro del experimento- al silo que contiene los sensores de profundidad; y en el recuadro inmediato superior registre el lugar del experimento (La Máquina o Guatemala);
- ii. Tomando la semana de domingo a sábado, determine la fecha de inicio (domingo) y la fecha de finalización (sábado) de la semana en cuestión, y registre esta información en el encabezamiento del cuadro principal, en "Semana: del ____ de ____; al ____ de ____".
- iii. Finalmente, asigne consecutivamente a cada día de la semana una columna de registro, y anote en el encabezamiento de cada columna la fecha correspondiente a cada día.

Ejemplo: Supóngase que en el experimento en La Máquina los sensores de profundidad están instalados en el Silo No. 27, y que se desea preparar el formulario "Condiciones del Silo" para el registro de la información correspondiente a la 4a. semana de abril/82; la semana en cuestión -según el calendario- se inicia el domingo 18 de abril y finaliza el sábado 24 de abril. En base a la información disponible (subrayada en el texto), se adjunta el formulario correspondiente al ejemplo, debidamente diligenciado.

2.2 En cuanto a las lecturas en los diferentes niveles del interior del silo

Todos los días hábiles, en cada uno de los 3 niveles del silo de control, se tomarán 3 lecturas del % de humedad rela-

tiva y de la temperatura en °C (ver figura 1); la primera lectura del día se efectuará a las 8 de la mañana, la segunda a las 12 del día, y la tercera a las 4 de la tarde.

Para efectuar y registrar cada una de estas lecturas, a las horas indicadas proceda así:

- i. Calibre el potenciómetro, de la siguiente manera:
 - 1) gire el selector central de modo que su guía señale "CAL. °F", oprima el botón "READ" (primero de la izquierda) y -sin dejar de presionar dicho botón- gire el botón "CALIBRATE OF" hasta que la aguja del tablero del lado izquierdo marque "ADJ" 150°FAHRENHEIT;
 - 2) gire el selector central de modo que su guía señale "CAL. % H.R.", oprima el botón "READ", y -sin dejar de presionar el botón "READ"- gire el botón "CALIBRATE % H.R." hasta que la aguja del tablero del lado de de recho marque "ADJ" 90% RELATIVE HUMIDITY.
- ii. Tome la conexión (Cable conductor gris, con una pieza de acople en cada extremo), y atornille suavemente su extremo dotado de mango blanco al extremo de la extensión que sale del silo y que corresponde al sensor del nivel 1; tome el otro extremo de la conexión, determine la posición única en que las patas del contacto coinciden con los agujeros correspondientes, efectúe el acoplamiento suavemente, y por último gire el anillo externo -en el sentido de las manecillas del reloj- para atornillar la conexión al potenciómetro.
- iii. Compruebe los acoplamientos así: guíe el selector central del potenciómetro de modo que su guía señale "READ"; oprima el botón "READ" y observe el comportamiento de las agujas lectoras: ellas deben moverse lentamente hasta detenerse suavemente en algún punto la escala correspondiente; si al oprimir el botón "READ" se observa que ambas agujas -o una de ellas- se mueven rápidamente, o que se detienen bruscamente en los extremos de sus escalas, o si se considera que la temperatura y/o la humedad relativa indicadas resultan sospechosamente altas o bajas, entonces es necesario que una persona mantenga oprimido el botón "READ" mientras que otra afloja -lenta y suavemente- el acoplamiento de la conexión con el extremo de la extensión que sale del silo, hasta hallar el punto de ajuste adecuado para este acoplamiento.

- iv. Después de comprobado el acoplamiento con el sensor del nivel 1, espere 5-10 minutos; después -con el selector central indicando "READ"- oprima el botón "READ", y lea y registre la temperatura indicada en °C por la aguja del lado izquierdo (esta temperatura se anotará en el formulario, en la columna correspondiente a la fecha, en "NIVEL 1", "T (°C)" frente a la Hora correspondiente); de la misma manera lea y registre el % de humedad relativa indicado por la aguja del lado derecho (esta humedad relativa se anotará en el formulario, en la columna correspondiente a la fecha, "NIVEL 1", "% H.R." frente a la hora correspondiente).
- v. Concluida la lectura del Nivel 1, desacople la conexión en sus 2 extremos (primero desacople la unión con el potenciómetro y luego la unión con la extensión que sobresale del silo), y repita la secuencia de pasos ii-v para leer y registrar la información del Nivel 2 y finalmente del Nivel 3.

2.3 En cuanto a las lecturas del ambiente exterior

A las 8 AM, a las 12M y a las 4 PM, después de registrar las lecturas para cada nivel, observe el higrotermógrafo localizado en el espacio inmediato al silo de control, y registre en el formulario el % de H.R. y la temperatura °F que señalan las agujas de ese aparato a esa hora (esta temperatura se registrará en el formulario, en la columna correspondiente a la fecha, en "AMBIENTE", "R (°F)", frente a la hora correspondiente; y este % de humedad relativa también se registrará en el formulario, en la columna correspondiente a la fecha, en "AMBIENTE", "HR (%)", frente a la hora correspondiente).

2.4 En cuanto al destino del formulario

Al finalizar cada semana, el Coordinador de Campo recogerá el formulario correspondiente y lo entregará personalmente en la oficina del Jefe del Proyecto, junto con las gráficas respectivas, acerca de cuya preparación se le instruirá oportunamente.

ANEXO H

INSTRUCTIVO Y FORMATO PARA LA OBTENCION Y

REGISTRO DE LA INFORMACION REFERENTE A

"CONDICIONES CLIMATICAS EXTERNAS"

PRUEBAS DE EVALUACION DEL ALMACENAMIENTO

EN SILOS FAMILIARES

- Instrucciones para la obtención y el registro de la información referente a "Condiciones Climáticas Externas". -

1. GENERALIDADES

En cada uno de los experimentos en ejecución (con maíz en La Máquina, y con frijol en ciudad de Guatemala), en el espacio exterior inmediato a los silos del experimento habrá siempre un Higrotermógrafo y un Sicrómetro, que permitirán conocer en cualquier momento la temperatura y la humedad relativa del ambiente en cuestión. La existencia de los dos aparatos permitirá además comparar los resultados e identificar y corregir posibles fallas en ellos.

2. PROCEDIMIENTO

2.1 En cuanto a la preparación del formulario

Para el registro de esta información se utilizará el formulario, de color amarillo, que se adjunta, titulado "Condiciones Climáticas Externas".

Este formulario se ha diseñado para las lecturas correspondientes a una semana, realizándose 3 lecturas diarias con el Higrotermógrafo y en el Sicrómetro. Para preparar el formulario que utilizará durante la semana, proceda así:

- i. Registre el lugar del experimento en cuestión (La Máquina o Guatemala), frente a "Lugar".
- ii. Tomando la semana de domingo a sábado, determine la fecha de inicio (domingo) y de finalización (sábado) de la semana en referencia, y registre esta información en el encabezamiento, en "Semana del ____ de ____; al ____ de ____".
- iii. En la primera columna de la izquierda registre consecutivamente, de arriba hacia abajo, la fecha correspondiente a cada día de la semana, a partir del domingo inclusive.

Ejemplo: Supóngase que en el experimento en La Máquina se desea preparar el formulario "Condiciones Climáticas Externas" para el registro de la información correspondiente a la 4a. semana de abril/82; la semana de la referencia -según el calendario- se inicia el domingo 18 de abril y finaliza el sábado 24 de abril. En base a la información disponible (subrayada en el texto), se adjunta para este ejemplo el formulario debidamente diligenciado.

2.2 En cuanto a las lecturas de las temperaturas

- i. Compruebe: 1) que ambos termómetros se hallen en buen estado; 2) que la muselina se encuentre húmeda, y que uno de sus extremos recubra por completo el bulbo del termómetro correspondiente, mientras que su otro extremo está sumergido en el agua contenida en el tubo de vidrio; y 3) que el nivel de agua en dicho tubo esté por debajo de la mitad.
- ii. Lea la temperatura de bulbo húmedo, en °F, y registre este dato en la columna "BH (°F)", frente al día y a la hora correspondientes.
- iii. Lea la temperatura de bulbo seco, en °F, y registre este dato en la columna "bs (°F)", frente al día y a la hora correspondientes.
- iv. Lea en el Higrotermógrafo la temperatura, en °F, que señala la aguja correspondiente; y registre este dato en la columna "Aguja (°F)", frente al día y la hora correspondientes.
- v. Compare la temperatura indicada por el termómetro de bulbo seco (del sicrómetro) y la señalada por la aguja del higrotermógrafo; si difieren en más de 2°F, coloque en la columna "R" Central un número para llamada explicativa, y por el reverso del formulario indique -en la correspondiente nota explicativa- las causas de tal diferencia y las medidas tomadas para corregir la situación.
- vi. A partir de las temperaturas de bulbo húmedo y de bulbo seco registradas en cada caso (bh y bs), mediante el uso de la carta sicrométrica adecuada determine la humedad relativa resultante; registre este dato en la columna "Carta (%)", frente al día y la hora correspondientes.

- vii. Lea en el higrómetro la humedad relativa, en %, que se señala la aguja correspondiente; y registre este dato en la columna "Aguja (%)", frente al día y la hora correspondientes.
- viii. Compare la humedad relativa calculada en la carta y la señalada por el higrómetro; si difieren en más de 2%, coloque en la columna "R" del extremo derecho un número para llamada explicativa, y por el reverso del formulario -en la correspondiente nota- indique las causas de tal diferencia y las medidas tomadas para corregir la situación.
- ix. Repita todos los días hábiles, a las 8AM, a las 12PM y a las 4PM, la secuencia de pasos i-viii; además, to dos los días hábiles, después de efectuar la lectura de las 12M, cambie la hoja de registro del higrómetro y cerciórese que tenga cuerda y tinta suficientes para las siguientes 24 horas.

2.3 En cuanto al destino del formulario

Al finalizar cada semana, el coordinador de campo recogerá el formulario correspondiente, junto con las hojas de registro diario graficadas por el higrómetro, y entregará toda esta información personalmente en la oficina del Jefe del Proyecto, (Nota: semanalmente el Coordinador de Campo deberá observar la calibración general del Sicrómetro y del Higrómetro, en cada caso).

ANEXO I

INSTRUCTIVO PARA EL USO Y LA OPERACION

DEL MICROTERMOGRAFO

PRUEBAS DE EVALUACION DEL ALMACENAMIENTO

EN SILOS FAMILIARES

- Instructivo para el Uso y Operación del Higrotermógrafo -

1. DESCRIPCION DEL APARATO

El higrotermógrafo Bendix Modelo 594, es un instrumento diseñado para proporcionar un registro exacto y continuo de la temperatura y humedad relativa del aire ambiente, a través de un termoelemento y de un higróelemento, conectados (cada uno por separado) a una plumilla que marca la variación de la temperatura y la humedad relativa sobre una carta montada en un cilindro que da un giro completo cada 29 horas (o 176 horas en caso se requiera).

2. OPERACION

2.1 Colocación y cambio de cartas

Las cartas deberán ser colocadas y cambiadas cada 24 horas, de la manera siguiente:

- a. Levante la tapa del aparato.
- b. Retire los brazos de las plumillas mediante la palanca situada en la parte frontal del aparato.
- c. Quite el cilindro de su base, desatornillándolo por la parte inferior del aparato, mediante la rosca de mariposa.
- d. Remueva la presilla de metal que presiona la carta en el cilindro.
- e. Quite la carta usada.
- f. Coloque una nueva carta, envolviéndola en el cilindro de manera que la misma quede bien extendida.
- g. La carta deberá colocarse procurando que, el punto donde se inicie la escala horario, quede fuera de las ranuras del cilindro.
- h. Coloque la presilla de metal, procurando que las orillas de la carta queden perfectamente presionadas.

- i. Dé cuerda al mecanismo de tiempo del cilindro haciendo girar la llave colocada en la parte superior.
- j. Coloque nuevamente el cilindro sobre su base y asegúrelo mediante la rosca de mariposa situada en la parte inferior del aparato.
- k. Vuelva nuevamente a su posición original los brazos de las plumillas mediante la palanca colocada en la parte frontal del aparato.

2.2 Colocación de Plumillas

- a. Las plumillas deberán llenarse con tinta "#10 PURPLE" que se proporciona con el aparato, cada vez que se haga cambio de carta o cuando los trazos se hagan débiles, así:
 - Llene el cañón de la plumilla procurando que no se derrame, usando el aplicador proporcionado con la tinta.
 - Si necesita que la tinta empiece a fluir, haga pasar una tira de papel limpia entre las puntas de la plumilla.
 - Remueva cualquier obstrucción de la plumilla.
 - Elimine la tinta que quede sobre la superficie de la plumilla.
- b. Revise que los brazos de las plumillas, y que las puntas de las mismas, no estén inclinadas o dobladas y que el cañón de la plumilla esté colocado firmemente en su sitio.
- c. Al iniciarse el registro de la temperatura y humedad relativa, haga coincidir las puntas de las plumillas con la hora actual, haciendo girar el cilindro manualmente en el sentido en que se mueven las agujas del reloj.

3. CHEQUEO DE LECTURAS

Cada aparato es calibrado y ajustado individualmente. En algunos casos las plumillas de temperatura y humedad relativa pueden estar marcando por arriba o abajo de las condiciones reales del ambiente, por lo que deberán hacerse chequeos periódicos y hacer los ajustes correspondientes.

3.1 Chequeo de Temperatura

- a. Limpie cuidadosamente el termo-elemento con una tela suave o algodón.
- b. Asegúrese que el termo-elemento no esté cerca de una fuente de calor.
- c. Coloque un termómetro lo más cerca posible del termo-elemento.
- d. Es necesario que exista buena circulación de aire.
- e. Si la temperatura que marque la plumilla no coincide con la lectura del termómetro haga los ajustes correspondientes girando la tuerca, colocada cerca del termo-elemento.

3.2 Chequeo de la Humedad Relativa

- a. Coloque un sigrómetro o higrómetro tan cerca como sea posible del higró-elemento.
- b. Asegúrese que exista una buena circulación de aire.
- c. Determine la humedad relativa con el sigrómetro y compárela con la registrada por la plumilla.
- d. Si la humedad relativa marcada por la plumilla no coincide con la indicada por el sigrómetro, haga los ajustes correspondientes girando la tuerca colocada cerca del higró-elemento hasta que la plumilla marque la lectura correcta.

4. CUIDADO DEL APARATO

Normalmente el higró-termógrafo necesita poco servicio, pero es importante mantenerlo limpio.

Al cambiar cartas es conveniente limpiar el aparato con un cepillo de cerdas suaves.

Si la acción de la plumilla de la humedad relativa se hace lenta, el higró-elemento deberá ser lavado con agua destilada, aplicándola con un cepillo de cerdas suaves a todo lo largo de los "cabellos" y esperar 48 horas para el equilibrio.

El higró-elemento deberá ser tratado con sumo cuidado para evitar que los "cabellos" se rompan.

Las plumillas deberán ser lavadas periódicamente con agua caliente y jabón, enjuagarse y secarse.

ANEXO K

FORMATO UTILIZADO PARA EL REGISTRO DE INFORMACION
DE LABORATORIO

ORDEN Y RESULTADOS DE LABORATORIO

Formato (L)-04(01)

Página 1

1. Identificación de la Muestra

1.1 Producto: _____

1.2 Origen: Prueba: _____

Fecha/Toma: _____

Lugar: _____

Propietario: _____

1.3 Peso de la Muestra: _____ gramos.

1.4 Nombre del Muestreador: _____

2. Orden

Análisis No. _____

Referencia	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9
Ordenados									

3. Resultados de los Análisis

3.1 Análisis Preliminar

Olor: _____ Temperatura: _____

Apariencia: _____ Observaciones: _____

Nombre del Laboratorista: _____

Fecha: _____

3.2 Impurezas y Matex

Rubros / Datos	Peso (Gramos)	%	Nombre del Laboratorista: _____ Fecha: _____
Porción Analítica		100%	
Impureza:			
- Excrementos			
- Polvo			
- Otros			
- Subtotal			
Matex			
Total			

3.3 Contenido de Humedad y Peso Hectolítrico

Prueba \ Rubros	Contenido de Humedad (% b. h.)	Peso Hectolítrico (kgs/hlt.)	Nombre del Laboratorista: _____ Fecha: _____
Primera			
Segunda			
Tercera			
Promedio			

3.4 Análisis sobre 1000 gramos

Rubro \ Prueba	Primera	Segunda	Tercera	Promedio
Peso de la porción Analítica (1000 gramos); gramos				
Daño por Insectos:				
- Número				
- % en número				
- peso (gramos)				
- % en peso				
Daño por hongos:				
- Número				
- % en número				
- Peso (gramos)				
- % en peso				
Daño Total				
- Número				
- % en número				
- peso (gramos)				
- % en peso				

Nombre del Laboratorista: _____

Fecha: _____

3.5 Infestación Visible

Peso de la Muestra _____

Número de granos de la Muestra _____

Conteo de Insectos:

ESPECIE	vivos		muertos		pupas
	adultos	larvas	adultos	larvas	

Nombre del Laboratorista _____

Fecha _____

3.6 Cocción de Frijol

Peso de grano utilizado: _____ gramos.

Volumen de agua inicial: _____ C.C.

Temperatura del agua: Inicial _____ °C.

Ebullición _____ °C.

Tiempo para alcanzar la ebullición: _____ minutos.

Estufa: ☐ eléctrica; ☐ gas; ☐ otros (especifique) _____

Tiempo (minutos)		45	60	75	90	105	120	135	150
% Cocción (Réplicas)	1ra.								
	2da.								
	3ra.								
Hora									

Nombre del Laboratorista _____

Fecha _____

ORDEN Y RESULTADOS DE LABORATORIO

Formato (L)-04(02)

Página 1

1. Identificación de la Muestra

1.1 Producto: _____

1.2 Origen: Prueba: _____

Fecha/Toma: _____

Lugar: _____

Propietario: _____

1.3 Peso de la Muestra: _____ gramos.

1.4 Nombre del Muestreador: _____

2. Orden

Análisis No. _____

Referencia	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9
Ordenados									

3. Resultados de los Análisis

3.7 Infestación Oculta

Peso de la Muestra (gramos): 1a. _____ 2a. _____ 3a. _____

Número de granos de la Muestra _____

Método \ Resultados	Número de granos detectados	Peso de granos detectados
1a.		
2a.		
3a.		

Peso de 100 granos libres de infestación: _____

Nombre del Laboratorista: _____

Fecha: _____

3.8 Germinación

Proceso: de _____ a _____ días.

Fecha Inicial: _____ Fecha Final: _____

Rubro \ Prueba	Primera	Segunda	Tercera	Promedio
Número de granos de la porción Analítica.				
Número de granos de germinación normal.				
Número de granos de germinación anormal.				
Número de granos muertos.				

Fecha de recuento: 1) _____

2) _____

Nombre del Laboratorista: _____

Fecha: _____

3.9 Presencia de Hongos

Medio de Cultivo: _____

Fecha Inicial: _____ Fecha Final: _____

Hongos	1a. Muestra	2a. Muestra	Nombre del Laboratorista _____ Fecha: _____

ANEXO L

PROCEDIMIENTO ARITMETICO PARA EL CALCULO DE LA INFORMA-
CION INTERMEDIA

ANEXO L

PROCEDIMIENTO ARITMETICO PARA EL CALCULO DE LA INFORMACION INTERMEDIA

A partir de la información básica obtenida para cada variable mediante los análisis de laboratorio de las muestras tomadas periódicamente, se calculó la información intermedia requerida; para ese propósito se aplicaron los procedimientos aritméticos que se resumen a continuación, y los resultados fueron también registrados en el formulario que se presenta en el Anexo K.

L.1 Cálculo del peso de Materia Seca

Al momento de obtener una muestra de cada unidad experimental, se determinó el peso neto extraído. Este dato básico, se utilizó para calcular el peso de materia seca extraída en cada muestra, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Peso de Materia Seca} = P \cdot \frac{(100-H)}{100}$$

Donde:

P = Peso neto de la muestra (gramos)

H = Porcentaje de humedad del grano.

El peso de materia seca, se utilizó para establecer el balance final de materia seca en cada unidad experimental, según se detalla en el Anexo M.

L.2 Tiempo de cocción (No aplica para maíz)

La información básica obtenida durante esta prueba, a los 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135 y 150 minutos de cocción, fue:

- (1) Número de granos de dos sub-muestras, obtenidas al azar, del frijol sometido a cocción.
- (2) Número de granos cocidos en cada sub-muestra.

En base a esta información se calculó:

- (1) % de granos cocidos de cada sub-muestra, en cada tiempo señalado, así:

$$\% \text{ cocción} = \frac{\# \text{ granos cocidos}}{\# \text{ de granos de la submuestra}} \times 100$$

- (2) Promedio del % de cocción de las dos submuestras.
 (3) Tiempo máximo para alcanzar el 100% de cocción.

L.3 Factores específicos de calidad

L.3.1 Impurezas

La información básica obtenida fue:

- (1) Peso de la porción analítica sucia (W_1)
 (2) Peso de la porción analítica limpia (W_2)
 (3) Peso de las componentes de impurezas
- Excrementos (x_1); gramos
 - Polvo (x_2); gramos
 - Otras materias removibles (x_3); gramos
 - Matex (x_4); gramos

A partir de esta información se calculó:

- (1) % total de impurezas (% imp.)

$$\% \text{ imp.} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

- (2) % de cada componente de impurezas (% X)

$$\% X = \frac{x_1}{W_1} \times 100$$

Donde: $x_1 = x_1, x_2, x_3, \text{ ó } x_4$

1.3.2 Humedad

La información básica obtenida, fue:

- (1) 3 porciones de grano de 141.75 gramos.
- (2) Contenido de humedad de cada porción, H_1, H_2, H_3 .
- (3) Factor de corrección por temperatura para cada lectura, C_1, C_2, C_3 .

En base a esta información, se efectuó:

- (1) La corrección por temperatura:

$$H_1' = H_1 \pm C_1$$

$$H_2' = H_2 \pm C_2$$

$$H_3' = H_3 \pm C_3$$

- (2) Promedio del contenido de humedad del grano ($\bar{H}$):

$$\bar{H} = \frac{H_1' + H_2' + H_3'}{3}$$

1.3.3 Peso Volumétrico

El peso volumétrico húmedo, de cada muestra, se midió en 3 ocasiones: V_1, V_2, V_3 ; para luego obtener el promedio del peso volumétrico húmedo ($\bar{V}$).

$$\bar{V} = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3}$$

A partir del peso volumétrico húmedo, se determinó el peso volumétrico en base seca, así:

$$S = V \times \frac{(100-H)}{100}$$

donde:

S= Peso volumétrico en base seca.

$\bar{V}$ = Peso volumétrico en base húmeda. (promedio)

$\bar{H}$ = Porcentaje de humedad del grano. (promedio)

L.3.4 Prueba de conteo y peso

De la prueba de conteo y peso efectuada para cada muestra, se obtuvieron los siguientes datos:

- (1) NT= Número total de granos de la porción analítica (aproximadamente 1000 granos).
- (2) PT= Peso total de la porción analítica en gramos.
- (3) NI= Número de granos picados.
- (4) PI= Peso de los granos picados, en gramos.
- (5) NH= Número de granos infectados por hongos.
- (6) PH= Peso de los granos infectados por hongos, en gramos.

A partir de estos datos, se calcularon los siguientes resultados:

- (1) NTD= Número total de granos dañados.

$$NTD = NI + NH$$

- (2) PTD= Peso total de granos dañados.

$$PTD = PI + PH$$

- (3) Ins. % # G.= Porcentaje del número de granos picados.

$$\text{Ins. \% \# G} = \frac{NI}{NT} \times 100$$

- (4) Ins. % gr.= Porcentaje del peso, de granos picados.

$$\text{Ins. \% gr} = \frac{PI}{PT} \times 100$$

- (5) Hon. % # G= Porcentaje del número de granos infectados por hongos.

$$\text{Hon. \% \# G} = \frac{\text{NH}}{\text{NT}} \times 100$$

- (6) Hon. % gr.= Porcentaje del peso de granos infectados por hongos.

$$\text{Hon. \% gr.} = \frac{\text{PH}}{\text{PT}} \times 100$$

- (7) D.T. % # G= Porcentaje del número total de granos dañados.

$$\text{D.T. \% \# G} = \frac{\text{NTD}}{\text{NT}} \times 100$$

- (8) D.T. % gr.= Porcentaje del peso total de granos dañados.

$$\text{D.T. \% gr.} = \frac{\text{PTD}}{\text{PT}} \times 100$$

- (9) Ins. % Per.= Porcentaje de pérdida de materia seca por insectos.

$$\text{Ins. \% Per.} = \frac{(\text{NI}) (\text{PS}) - (\text{PI}) (\text{NS})}{(\text{NT}) (\text{PS})} \times 100$$

Donde: PS= PT - PTD y NS= NT - NTD

PS= Peso del total de granos sanos de la porción analítica.

NS= Número de granos sanos de la porción analítica.

- (10) Hon. % Per= Porcentaje de pérdida de materia seca por Hongos.

$$\text{Hon. \% Per} = \frac{(\text{NH}) (\text{PS}) - (\text{PH}) (\text{NS})}{(\text{NT}) (\text{PS})} \times 100$$

- (11) D.T. % Per.= Porcentaje total de pérdida de Materia Seca.

$$\text{D.T. \% Per} = \frac{(\text{NTD}) (\text{PS}) - (\text{PTD}) (\text{NS})}{(\text{NT}) (\text{PS})} \times 100$$

L.3.5. Infestación Visible

La infestación visible se refiere al número de insectos adultos vivos, encontrados en una porción analítica de aproximadamente 1000 gramos.

Datos básicos obtenidos:

- (1) Peso de la porción analítica (W); gramos
- (2) Número de insectos adultos vivos en 1000 gramos (#IA)

Datos calculados:

- (1) Número de insectos adultos vivos en 1000 gramos:

$$IA = \frac{\#IA \times 1000}{W}$$

L.3.6 Infestación Oculta

En este caso los datos básicos obtenidos fueron:

- (1) PT= Peso de la porción analítica (gramos).
- (2) NT= Número total de granos de la porción analítica.
- (3) PIO= Peso de los granos detectados.
- (4) NIO= Número de granos detectados.

A partir de esta información se calculó:

- (1) % Perd.= Porcentaje de pérdida de materia seca por infestación oculta.

$$\% \text{ Perd.} = \frac{(NIO)(PS) - (PIO)(NS)}{(NT)(PS)} \times 100$$

Donde:

PS= Peso de granos sanos (gramos).

NS= Número de granos sanos.

L.3.7 Germinación

Para la prueba de germinación, se tomaron tres porciones analíticas, para cada una de las cuales se establecieron:

- (1) Número de granos de la porción analítica (100 granos).
- (2) Número de granos de germinación normal.
- (3) Número de granos de germinación anormal, y
- (4) Número de granos muertos.

En este caso, el número de granos de germinación normal, de germinación anormal, y el número de granos muertos encontrados, correspondió al porcentaje, dado que el número de granos de la porción analítica fue de 100.

Finalmente se calculó el promedio del porcentaje de germinación normal, anormal y de granos muertos, de las tres porciones analíticas.

L.3.8 Porcentaje de número de granos con Hongos

La información básica obtenida, en este caso, fue:

- (1) Número de granos de la porción analítica (NT).
- (2) Número de granos infectados por cada especie de Hongo (NH).

De esta forma para cada especie de hongo se calculó:

- (1) Hongos % # G= Porcentaje del número de granos infectados.

$$\text{Hongos \% \# G} = \frac{\text{NH}}{\text{NT}} \times 100$$

- (3) Número de granos de germinación anormal, y
- (4) Número de granos muertos.

En este caso, el número de granos de germinación normal, de germinación anormal, y el número de granos muertos encontrados, correspondió al porcentaje, dado que el número de granos de la porción analítica fue de 100.

Finalmente se calculó el promedio del porcentaje de germinación normal, anormal y de granos muertos, de las tres porciones analíticas.

L.3.8 Porcentaje de número de granos con Hongos

La información básica obtenida, en este caso, fue:

- (1) Número de granos de la porción analítica (NT).
- (2) Número de granos infectados por cada especie de Hongo (NH).

De esta forma para cada especie de hongo se calculó:

- (1) Hongos % # G= Porcentaje del número de granos infectados.

$$\text{Hongos \% \# G} = \frac{\text{NH}}{\text{NT}} \times 100$$

ANEXO M

CALCULO DEL BALANCE FINAL DE MATERIA

SECA (PESO INGRESADO Y EGRESADO)

ANEXO MCALCULO DEL BALANCE FINAL DE MATERIA SECA (PESO INGRESADO
Y EGRESADO)M.1 Cálculo de las diferencias entre Ingreso y Egreso

Este balance se efectuó por separado para cada uno de los 36 silos bajo estudio. En cada caso, su resultado se expresó en términos de la diferencia resultante, al final del almacenamiento, entre el peso de materia seca de grano que ingreso inicialmente al silo, y el peso de materia seca del grano que egreso durante y al final del almacenamiento.

$$\text{Balance} = \Delta MS_j = MSI_j - MSE_j$$

Donde:

MS_j = Balance final de Materia Seca para el j-ésimo silo.

MSI_j = Peso en kilogramos, del total de materia seca de grano, que ingreso inicialmente a almacenamiento en el j-ésimo silo; y,

MSE_j = Peso en kilogramos, del total de materia seca de grano, que egreso durante y al final del almacenamiento, del j-ésimo silo.

El peso de materia seca que ingresó a almacenamiento en el j-ésimo silo (MSI_j), se calculó así:

$$MSI_j = \frac{WI_j (100 - HI_j)}{100}$$

Donde:

WI_j = Peso neto en kilogramos, del grano que ingresó a almacenamiento en el j-ésimo silo; determinado mediante pesaje, en báscula, del grano al ingresar. (acuracidad de la báscula 10-20, gramos; peso promedio del pesaje: 20 kilogramos).

HI_j = % promedio de contenido de humedad del grano que ingresó a almacenamiento en el j-ésimo silo.

El peso de materia seca que egreso del j-ésimo silo, durante y/o al final del almacenamiento, MSE_j , se calculó así:

$$MSE_j = \sum_{m=1}^n \frac{WE_{jm} (100 - HE_{jm})}{100}$$

Donde:

WE_{jm} = Peso neto en kilogramos, del grano extraído del j-ésimo silo durante el m-ésimo egreso; en los egresos intermedios se determinó mediante balanza con 0.1 gramos de acuracidad y 1000 gramos de capacidad; en el egreso final se determinó mediante la báscula antes mencionada.

HE_{jm} = % promedio de contenido de humedad del grano extraído del j-ésimo silo durante el m-ésimo egreso.

$m = 1, 2, \dots, n$ = Número de orden de cada egreso; donde n es el número total de egresos de grano efectuados del j-ésimo silo, y-por tanto- también es el número de orden del último egreso o vaciado final.

M 2 Cálculo del porcentaje de pérdida total de materia seca

La pérdida final de materia seca resultante se calculó separadamente para cada silo, así:

$$LMS_j = \frac{\Delta MS_j}{MSI_j} \times 100$$

Donde: MS_j y MSI_j , ya definidos; y

LMS_j = % de pérdida final de materia seca resultante en el j-ésimo silo.

Dentro de este contexto la pérdida así expresada está referida porcentualmente al peso de materia seca ingresada al inicio del almacenamiento.

ANEXO "N"

GRAFICOS DE LAS CONDICIONES CLIMATICAS
INTERNAS Y EXTERNAS

PRODUCTO FRIJOL -SILO 37

12% HUMEDAD EN EL GRANO Y DOSIS CERO DE PHOSTOXIN.

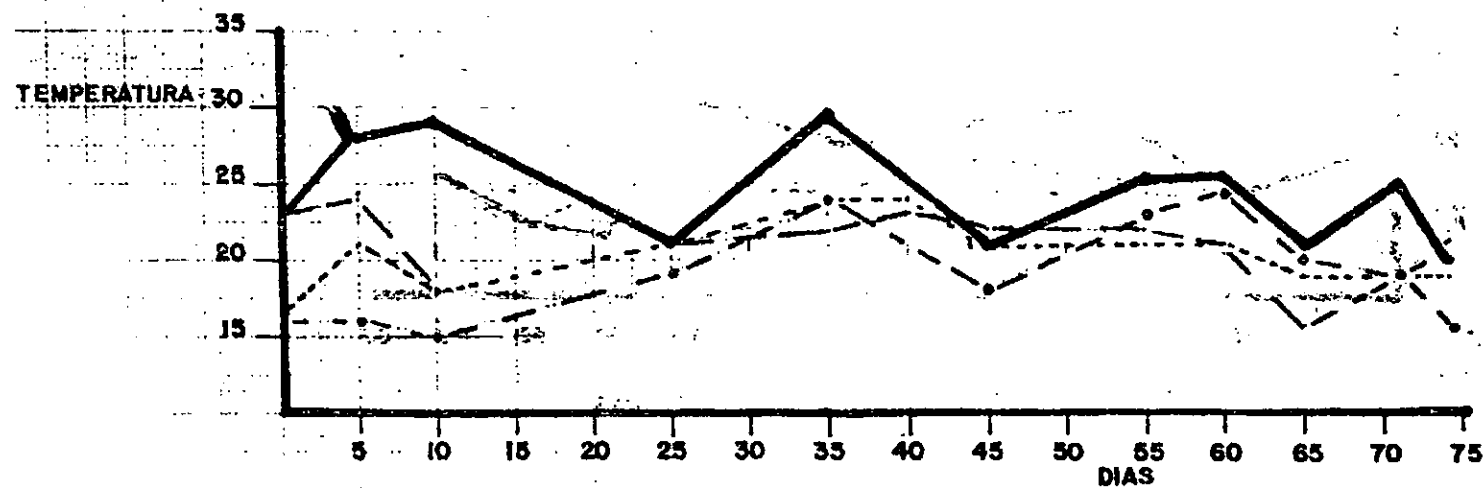
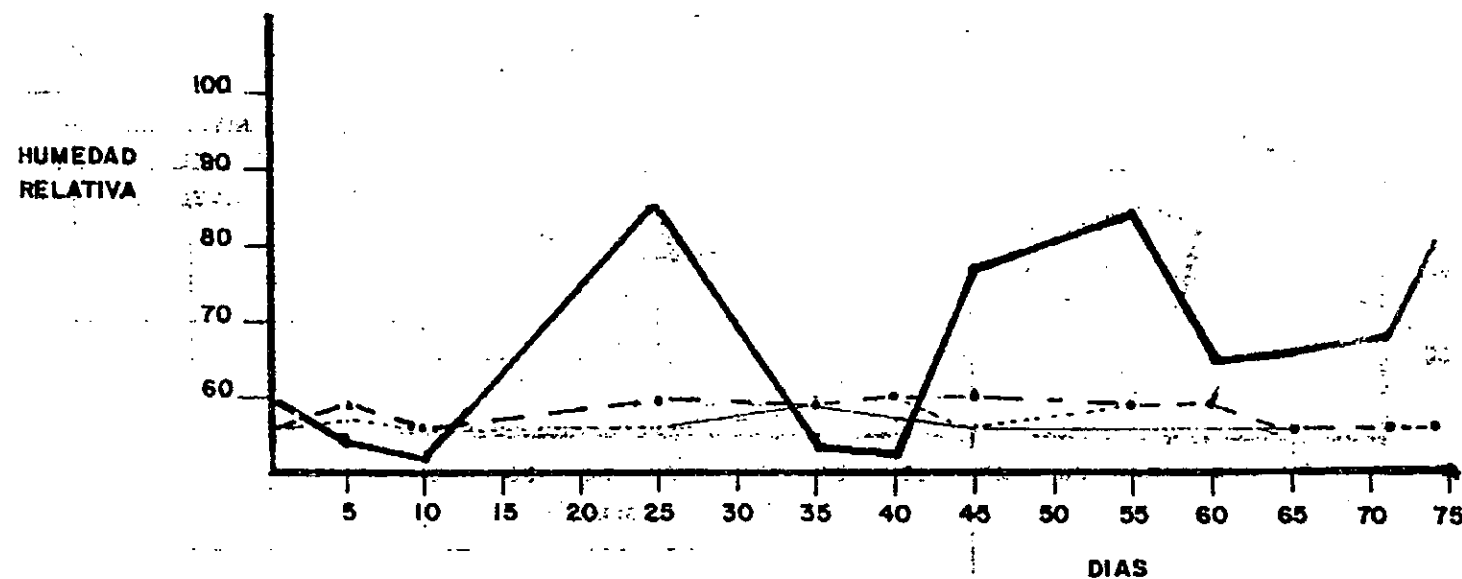
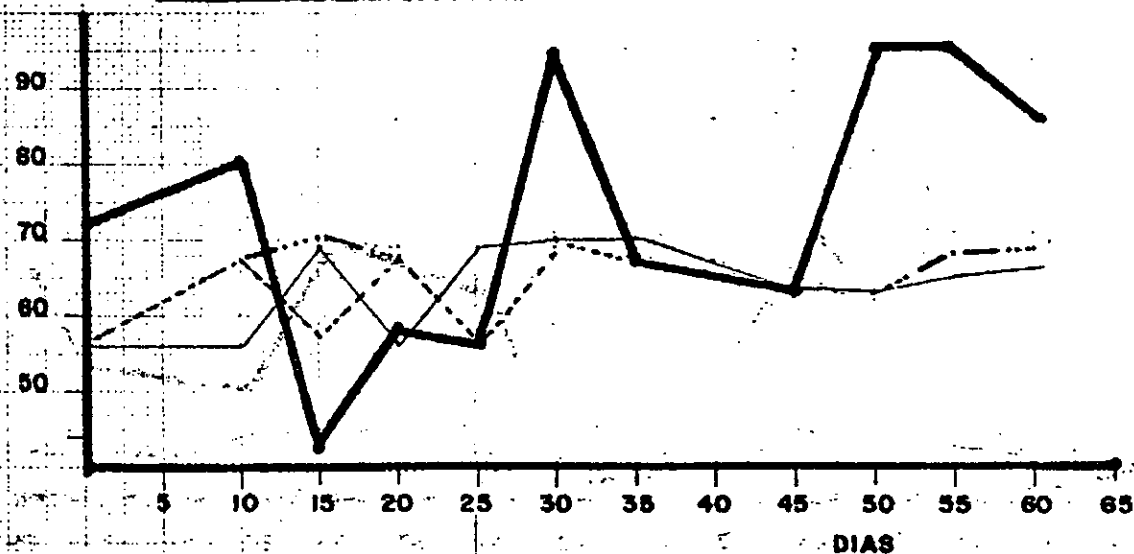


GRAFICO No. 2

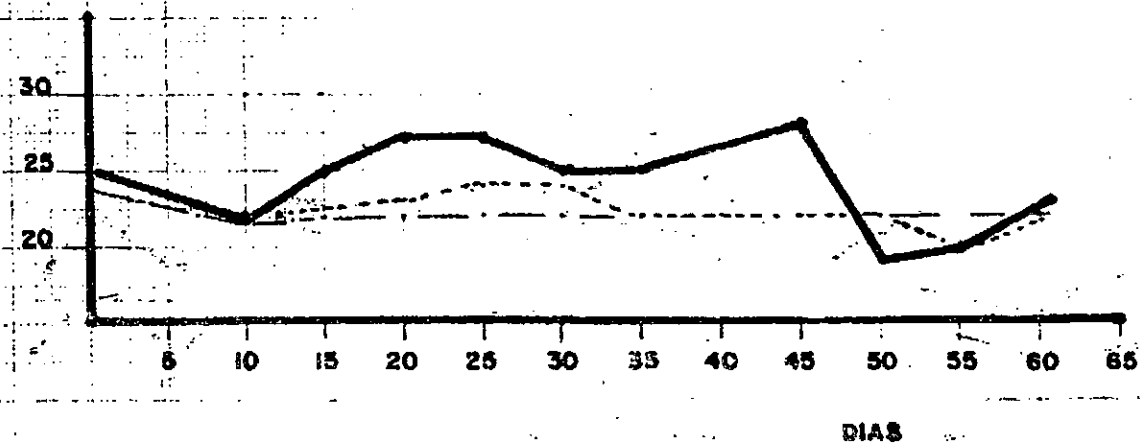
PRODUCTO FRIJOL-SILO 39

14% HUMEDAD EN EL GRANO Y DOSIS CERO DE PHOSTOXIN

HUMEDAD
RELATIVA

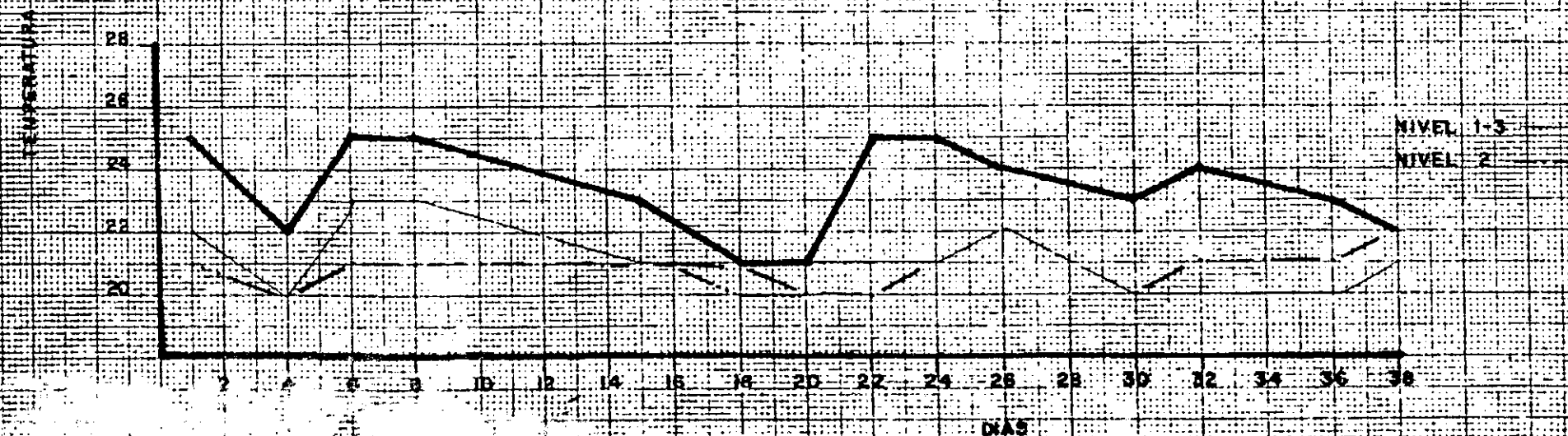
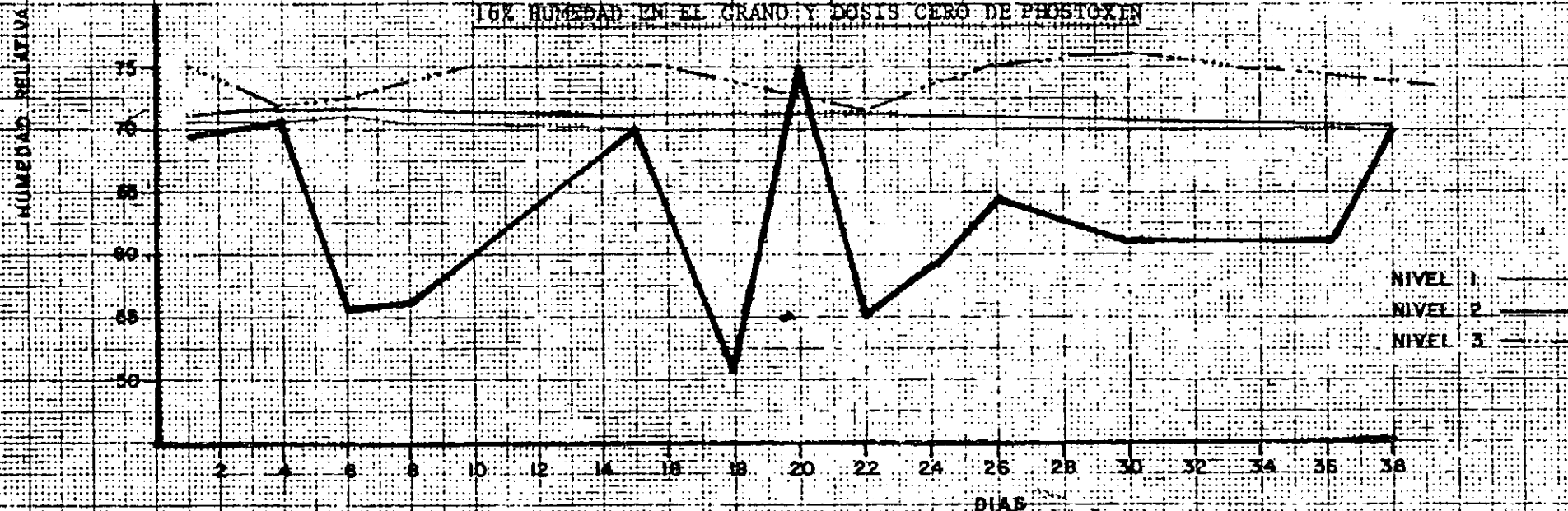


TEMPERATURA



PRODUCTO FRIJOL - SILO 38

16% HUMEDAD EN EL GRANO Y DOSIS CERO DE PHOSTOXEN



ANEXO P

MEDIA, VARIANZA, DESVIACION Y RECORRIDO DE LAS VARIABLES

BAJO ESTUDIO, POR MUESTREO

CUADRO No. 24

MEDIA, VARIANZA, DESVIACION Y RECORRIDO DE LAS VARIABLES

PRODUCTO : FRIJOL

VARIABLE	MEDIA	VARIANZA	DESVIAC.	MAXIMO	MINIMO
Z DE POLVO					
muestreo # 1	0.05	0.00	0.05	0.19	0.00
muestreo # 2	0.04	0.00	0.04	0.15	0.00
muestreo # 3	0.03	0.00	0.02	0.12	0.01
muestreo # 4	0.03	0.00	0.01	0.06	0.00
IMPUREZAS REMOVIBLES (%)					
muestreo # 1	0.57	0.06	0.24	1.52	0.28
muestreo # 2	1.00	0.35	0.59	2.95	0.31
muestreo # 3	0.99	0.15	0.39	2.00	0.49
muestreo # 4	0.53	0.06	0.25	1.28	0.26
IMPUREZAS REMOVIBLES Y MATEX (%)					
muestreo # 1	0.64	0.06	0.24	1.56	0.34
muestreo # 2	1.10	0.34	0.58	3.08	0.39
muestreo # 3	1.07	0.14	0.37	2.03	0.54
muestreo # 4	0.62	0.06	0.24	1.34	0.34
HUMEDAD b.h.(%)					
muestreo # 1	14.31	2.10	1.45	16.87	12.00
muestreo # 2	14.61	2.41	1.55	17.15	12.30
muestreo # 3	14.86	2.20	1.48	17.35	12.50
muestreo # 4	14.36	1.96	1.40	16.56	12.35
PESO HECTOLITRICO EN BASE HUMEDA					
muestreo # 1	75.90	0.68	0.82	77.63	74.42
muestreo # 2	76.48	0.27	0.52	77.60	75.42
muestreo # 3	75.87	0.33	0.58	76.97	74.73
muestreo # 4	75.98	0.40	0.63	77.38	74.88
Z DEL # DE GRANOS PICADOS					
muestreo # 1	0.94	0.33	0.57	2.14	0.09
muestreo # 2	0.94	0.25	0.50	2.07	0.09
muestreo # 3	0.81	0.17	0.42	2.10	0.20
muestreo # 4	0.85	0.24	0.49	1.86	0.29
Z DEL PESO DE GRANOS PICADOS					
muestreo # 1	0.78	0.28	0.53	1.94	0.09
muestreo # 2	0.74	0.21	0.45	1.91	0.14
muestreo # 3	0.75	0.16	0.41	1.90	0.25
muestreo # 4	0.76	0.22	0.47	1.68	0.15
Z DE PERDIDA POR GRANO PICADO					
muestreo # 1	0.17	0.01	0.12	0.53	0.01-
muestreo # 2	0.20	0.02	0.13	0.50	0.05-
muestreo # 3	0.06	0.01	0.12	0.28	0.30-
muestreo # 4	0.10	0.02	0.12	0.34	0.14-

MEDIA, VARIANZA, DESVIACION Y RECORRIDO DE LAS VARIABLES

PRODUCTO : FRIJOL

VARIABLE	MEDIA	VARIANZA	DESVIAC.	MAXIMO	MINIMO
% DEL # DE GRANOS CON HONGO					
muestreo # 1	3.22	1.56	1.25	6.71	1.05
muestreo # 2	3.13	0.62	0.79	5.61	1.98
muestreo # 3	3.00	0.74	0.86	4.78	1.30
muestreo # 4	3.07	0.72	0.85	4.86	1.56
% DEL PESO DE GRANOS CON HONGO					
muestreo # 1	2.50	1.15	1.07	5.63	0.81
muestreo # 2	2.27	0.47	0.68	4.68	1.20
muestreo # 3	2.20	0.46	0.68	3.80	1.05
muestreo # 4	2.28	0.55	0.74	3.80	1.00
% DE PERDIDA POR GRANO CON HONGO					
muestreo # 1	0.75	0.17	0.41	1.63	0.11-
muestreo # 2	0.88	0.12	0.35	1.83	0.37
muestreo # 3	0.82	0.10	0.32	1.59	0.25
muestreo # 4	0.81	0.06	0.25	1.37	0.45
% DEL # DE GRANOS CON OTROS DANOS					
muestreo # 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
muestreo # 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
muestreo # 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
muestreo # 4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
% DEL PESO DE GRANO CON OTROS DANOS					
muestreo # 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00-
muestreo # 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00-
muestreo # 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00-
muestreo # 4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00-
% DE PERDIDA POR OTROS DANOS					
muestreo # 1	0.00-	0.00	0.00	0.00	0.00-
muestreo # 2	0.00-	0.00	0.00	0.00	0.00-
muestreo # 3	0.00-	0.00	0.00	0.00	0.00-
muestreo # 4	0.00-	0.00	0.00	0.00	0.00-
% TOTAL DEL # DE GRANOS DANADOS					
muestreo # 1	4.16	2.06	1.44	7.35	1.14
muestreo # 2	4.06	1.09	1.04	6.41	2.16
muestreo # 3	3.81	1.02	1.01	5.53	1.80
muestreo # 4	3.92	1.42	1.19	6.50	1.86
% DEL PESO TOTAL DE GRANO DANADO					
muestreo # 1	3.27	1.50	1.23	6.07	0.90
muestreo # 2	3.01	0.80	0.90	5.03	1.43
muestreo # 3	2.96	0.68	0.82	4.18	1.55
muestreo # 4	3.04	1.14	1.07	4.92	1.15

CONTINUACION CUADRO No. 24

MEDIA, VARIANZA, DESVIACION Y RECORRIDO DE LAS VARIABLES

PRODUCTO : FRIJOL

VARIABLE	MEDIA	VARIANZA	DESVIAC.	MAXIMO	MINIMO
% TOTAL DE PERDIDA POR DANO					
muestreo # 1	0.92	0.23	0.48	1.94	0.06
muestreo # 2	1.09	0.17	0.41	2.01	0.45
muestreo # 3	0.88	0.10	0.32	1.54	0.25
muestreo # 4	0.91	0.09	0.31	1.67	0.45
% DE PERDIDA POR INFESTACION OCULTA					
muestreo # 1	0.20	0.39	0.62	2.16	0.96-
muestreo # 2	0.05	0.02	0.15	0.43	0.33-
muestreo # 3	0.03	0.02	0.15	0.55	0.13-
muestreo # 4	0.06	0.10	0.32	0.65	1.40-
% DE GERMINACION NORMAL					
muestreo # 1	62.71	221.72	14.89	87.50	35.50
muestreo # 2	46.57	397.09	19.93	80.50	10.00
muestreo # 3	55.77	390.09	19.75	94.50	24.00
muestreo # 4	34.24	471.45	21.71	75.00	0.00
PESO HECTOLITRICO EN BASE SECA					
muestreo # 1	65.03	0.71	0.84	66.48	63.07
muestreo # 2	65.30	1.06	1.03	66.90	63.08
muestreo # 3	64.59	0.70	0.84	65.98	63.07
muestreo # 4	65.07	0.58	0.76	66.63	63.00
COEFICIENTE PARA INSECTOS					
muestreo # 1	13.70	%11108.10	105.40	506.80	200.83-
muestreo # 2	6.74	78.72	8.87	52.61	1.91-
muestreo # 3	20.67	%12213.00	110.51	656.36	49.10-
muestreo # 4	60.59	%59108.60	243.12	1423.28	25.84-
COEFICIENTE PARA HONGOS					
muestreo # 1	6.14	132.73	11.52	67.24	17.21-
muestreo # 2	3.89	1.51	1.23	6.68	1.93
muestreo # 3	3.88	0.91	0.95	6.33	2.49
muestreo # 4	3.98	1.61	1.27	7.60	2.16
COEFICIENTE PARA OTROS DANOS					
muestreo # 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
muestreo # 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
muestreo # 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
muestreo # 4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
COEFICIENTE PARA TOTAL DE DANO					
muestreo # 1	7.86	122.60	11.07	57.77	2.61
muestreo # 2	4.08	1.53	1.24	6.35	1.95
muestreo # 3	4.64	1.49	1.22	7.16	2.82
muestreo # 4	4.61	2.76	1.66	10.47	2.04

MEDIA, VARIANZA, DESVIACION Y RECORRIDO DE LAS VARIABLES

PRODUCTO : FRIJOL

VARIABLE	MEDIA	VARIANZA	DESVIAC.	MAXIMO	MINIMO
% DE COCCION AL MINUTO 45					
muestreo # 1	11.20	107.47	10.37	40.00	0.00
muestreo # 2	14.96	51.75	7.19	28.00	0.00
muestreo # 3	4.87	38.62	6.21	20.00	0.00
muestreo # 4	6.07	66.52	8.16	38.00	0.00
% DE COCCION AL MINUTO 60					
muestreo # 1	51.49	506.36	22.50	96.00	16.00
muestreo # 2	56.09	145.91	12.08	87.00	32.00
muestreo # 3	30.40	419.61	20.48	72.00	4.00
muestreo # 4	30.79	289.10	17.00	60.00	4.00
% DE COCCION AL MINUTO 75					
muestreo # 1	81.20	202.79	14.24	100.00	48.00
muestreo # 2	79.57	92.02	9.59	100.00	56.00
muestreo # 3	59.77	364.98	19.10	92.00	28.00
muestreo # 4	61.80	200.56	14.16	86.00	36.00
% DE COCCION AL MINUTO 90					
muestreo # 1	94.97	65.91	8.12	100.00	72.00
muestreo # 2	94.03	66.71	8.17	100.00	72.00
muestreo # 3	84.29	188.38	13.72	100.00	50.00
muestreo # 4	85.09	104.99	10.25	100.00	56.00
% DE COCCION AL MINUTO 105					
muestreo # 1	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
muestreo # 2	99.77	1.78	1.33	100.00	92.00
muestreo # 3	96.14	39.55	6.29	100.00	81.00
muestreo # 4	98.43	30.36	5.51	100.00	72.00
% DE COCCION AL MINUTO 120					
muestreo # 1	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
muestreo # 2	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
muestreo # 3	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
muestreo # 4	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
% DE COCCION AL MINUTO 135					
muestreo # 1	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
muestreo # 2	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
muestreo # 3	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
muestreo # 4	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
TIEMPO PARA EBULLICION					
muestreo # 1	18.74	0.31	0.55	20.00	18.00
muestreo # 2	13.51	4.02	2.01	18.00	9.00
muestreo # 3	16.23	15.20	3.90	27.00	9.00
muestreo # 4	16.00	20.51	4.53	25.00	10.00

CONTINUACION CUADRO No. 24

MEDIA, VARIANZA, DESVIACION Y RECORRIDO DE LAS VARIABLES

PRODUCTO : FRIJOL

VARIABLE	MEDIA	VARIANZA	DESVIAC.	MAXIMO	MINIMO
TIEMPO MAXIMO PARA 100% DE COCCION					
muestreo # 1	91.71	112.78	10.62	105.00	75.00
muestreo # 2	97.29	81.92	9.05	120.00	75.00
muestreo # 3	105.00	128.57	11.34	120.00	90.00
muestreo # 4	103.71	56.20	7.50	120.00	90.00

CUADRO No. 25

MEDIA, VARIANZA, DESVIACION Y RECORRIDO DE LAS VARIABLES

PRODUCTO : FRIJOL

VARIABLE	MEDIA	VARIANZA	DESVIAC.	MAXIMO	MINIMO
% DE POLVO					
muestreo # 1	0.03	0.00	0.05	0.10	0.00
muestreo # 2	0.03	0.00	0.00	0.03	0.02
muestreo # 3	0.04	0.00	0.01	0.05	0.02
IMPUREZAS REMOVIBLES (%)					
muestreo # 1	0.07	0.00	0.03	0.12	0.03
muestreo # 2	0.73	0.07	0.27	1.05	0.06
muestreo # 3	0.71	0.01	0.07	0.81	0.65
IMPUREZAS REMOVIBLES Y MATEX (%)					
muestreo # 1	0.41	0.01	0.09	0.48	0.28
muestreo # 2	0.93	0.03	0.17	1.12	0.47
muestreo # 3	0.78	0.00	0.07	0.88	0.71
HUMEDAD b.h. (%)					
muestreo # 1	13.19	0.61	0.78	13.88	12.09
muestreo # 2	15.57	0.96	0.98	16.38	14.19
muestreo # 3	14.35	0.07	0.26	14.71	14.12
PESO HECTOLITRICO EN BASE HUMEDA					
muestreo # 1	76.04	0.69	0.83	76.83	74.90
muestreo # 2	75.72	1.21	1.10	76.78	74.20
muestreo # 3	75.43	0.12	0.34	75.85	75.02
% DEL # DE GRANOS PICADOS					
muestreo # 1	0.63	0.01	0.09	0.70	0.50
muestreo # 2	0.60	0.05	0.22	0.77	0.28
muestreo # 3	0.86	0.07	0.26	1.10	0.55
% DEL PESO DE GRANOS PICADOS					
muestreo # 1	0.55	0.01	0.10	0.69	0.45
muestreo # 2	0.51	0.02	0.15	0.65	0.30
muestreo # 3	0.59	0.04	0.19	0.82	0.35
% DE PERDIDA POR GRANO PICADO					
muestreo # 1	0.09	0.01	0.12	0.26	0.01-
muestreo # 2	0.09	0.01	0.09	0.20	0.01-
muestreo # 3	0.28	0.00	0.07	0.37	0.21
% DEL # DE GRANOS CON HONGO					
muestreo # 1	2.57	2.41	1.55	4.50	0.37
muestreo # 2	3.14	2.05	1.43	5.06	0.70
muestreo # 3	4.82	1.67	1.29	6.62	3.68

CONTINUACION CUADRO No. 25

MEDIA, VARIANZA, DESVIACION Y RECORRIDO DE LAS VARIABLES

PRODUCTO - FRIJOL

VARIABLE	MEDIA	VARIANZA	DESVIAC.	MAXIMO	MINIMO
% DEL PESO DE GRANOS CON HONGO					
muestreo # 1	1.90	1.33	1.15	3.43	0.00
muestreo # 2	2.56	1.85	1.36	4.42	0.64
muestreo # 3	3.85	1.67	1.29	5.66	2.73
% DE PERDIDA POR GRANO CON HONGO					
muestreo # 1	0.69	0.20	0.45	1.11	0.06
muestreo # 2	0.60	0.02	0.13	0.71	0.42
muestreo # 3	1.02	0.00	0.02	1.05	0.99
% DEL # DE GRANOS CON OTROS DANOS					
muestreo # 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
muestreo # 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
muestreo # 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
% DEL PESO DE GRANO CON OTROS DANOS					
muestreo # 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
muestreo # 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
muestreo # 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
% DE PERDIDA POR OTROS DANOS					
muestreo # 1	0.00-	0.00	0.00	0.00	0.00-
muestreo # 2	0.00-	0.00	0.00	0.00	0.00-
muestreo # 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
% TOTAL DEL # DE GRANOS DANADOS					
muestreo # 1	3.20	2.16	1.47	5.00	0.00
muestreo # 2	3.73	2.61	1.61	5.83	1.40
muestreo # 3	5.68	2.36	1.54	7.80	4.24
% DEL PESO TOTAL DE GRANO DANADO					
muestreo # 1	2.45	1.20	1.10	3.94	1.33
muestreo # 2	3.06	2.10	1.45	4.99	1.50
muestreo # 3	4.44	2.16	1.47	6.48	3.07
% TOTAL DE PERDIDA POR DANO					
muestreo # 1	0.77	0.25	0.50	1.14	0.07
muestreo # 2	0.69	0.04	0.21	0.88	0.40
muestreo # 3	1.29	0.01	0.09	1.42	1.20
% DE PERDIDA POR INFESTACION OCULTA					
muestreo # 1	0.08	0.03	0.17	0.32	0.07-
muestreo # 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
muestreo # 3	0.11-	0.17	0.42	0.34	0.67-

MEDIA, VARIANZA, DESVIACION Y RECORRIDO DE LAS VARIABLES

PRODUCTO : FRIJOL

VARIABLE	MEDIA	VARIANZA	DESVIAC.	MAXIMO	MINIMO
% DE GERMINACION NORMAL					
muestreo # 1	65.50	460.67	21.46	84.50	35.50
muestreo # 2	57.33	151.39	12.30	71.50	41.50
muestreo # 3	0.50	0.17	0.41	1.00	0.00
PESO HECTOLITRICO EN BASE SECA					
muestreo # 1	66.01	0.02	0.13	66.17	65.84
muestreo # 2	63.92	0.05	0.22	64.21	63.67
muestreo # 3	64.61	0.23	0.48	65.14	63.98
COEFICIENTE PARA INSECTOS					
muestreo # 1	4.56-	3997.66	63.23	69.00	85.36-
muestreo # 2	2.64-	155.90	12.49	8.34	20.10-
muestreo # 3	3.06	0.10	0.31	3.36	2.63
COEFICIENTE PARA HONGOS					
muestreo # 1	6.22	15.72	3.96	11.78	2.82
muestreo # 2	5.06	2.89	1.70	7.46	3.85
muestreo # 3	4.71	1.34	1.16	6.33	3.72
COEFICIENTE PARA OTROS DANOS					
muestreo # 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
muestreo # 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
muestreo # 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
COEFICIENTE PARA TOTAL DE DANO					
muestreo # 1	9.15	60.74	7.79	20.13	2.80
muestreo # 2	5.23	1.02	1.01	6.64	4.34
muestreo # 3	4.32	0.73	0.86	5.51	3.53
% DE COCCION AL MINUTO 45					
muestreo # 1	20.00	514.67	22.69	52.00	2.00
muestreo # 2	3.33	6.22	2.49	6.00	0.00
muestreo # 3	0.67	0.89	0.94	2.00	0.00
% DE COCCION AL MINUTO 60					
muestreo # 1	45.33	550.22	23.46	78.00	24.00
muestreo # 2	34.67	96.89	9.84	46.00	22.00
muestreo # 3	7.33	0.89	0.94	8.00	6.00
% DE COCCION AL MINUTO 75					
muestreo # 1	73.33	358.22	18.93	100.00	58.00
muestreo # 2	60.00	274.67	16.57	78.00	38.00
muestreo # 3	25.33	0.89	0.94	26.00	24.00

CONTINUACION CUADRO No. 25

ANALISIS DE LA VARIANZA, DESVIACION Y RECORRIDO DE LAS VARIABLES

PRODUCTO FRIJOL

VARIABLE	MEDIA	VARIANZA	DESVIAC.	MAXIMO	MINIMO
% DE COCCION AL MINUTO 105					
muestreo # 1	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
muestreo # 2	90.67	54.22	7.36	100.00	82.00
muestreo # 3	64.00	2.67	1.63	66.00	62.00
% DE COCCION AL MINUTO 120					
muestreo # 1	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
muestreo # 2	96.67	22.22	4.71	100.00	90.00
muestreo # 3	82.00	8.00	2.83	84.00	78.00
% DE COCCION AL MINUTO 135					
muestreo # 1	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
muestreo # 2	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
muestreo # 3	94.00	24.00	4.90	100.00	88.00
TIEMPO PARA EBULLICION					
muestreo # 1	11.33	0.22	0.47	12.00	11.00
muestreo # 2	19.00	40.67	6.38	28.00	14.00
muestreo # 3	12.33	6.89	2.62	16.00	10.00
TIEMPO MAXIMO PARA 100% DE COCCION					
muestreo # 1	95.00	200.00	14.14	105.00	75.00
muestreo # 2	120.00	150.00	12.25	135.00	105.00
muestreo # 3	145.00	50.00	7.07	150.00	135.00

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia _____

Asunto _____

RECEIVED
FACULTAD DE AGRONOMIA
1977 OCT 11

"IMPRIMASE"



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