

62
2 ej.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"COMPORTAMIENTO DE DIFERENTES VARIEDADES DE FRIJOL
ALMACENADAS EN DOS HUMEDADES RELATIVAS"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A :
MAURICIO FRIAS MENDIVIL

México, D.F.

1990

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

UNAM



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

AGRADECIMIENTOS.....	i
INTRODUCCION.....	1
Características de las Leguminosas.....	1
Importancia de las Leguminosas.....	1
Características del Frijol.....	2
Estructura de la Semilla de Frijol.....	2
Importancia y Producción del Frijol en México.....	3
Valor Nutritivo del Frijol.....	9
Almacenamiento del Frijol en México.....	10
OBJETIVO.....	15
MATERIALES Y METODOS.....	16
RESULTADOS Y DISCUSION.....	19
CONCLUSIONES.....	32
LITERATURA CITADA.....	34

"Comportamiento de diferentes variedades de frijol
almacenadas en dos humedades relativas".

I N T R O D U C C I O N .

C A R A C T E R I S T I C A S D E L A S L E G U M I N O S A S .

Las leguminosas son una gran familia, que cuenta con más de 550 géneros y unas 15,000 especies aproximadamente repartidas en todo el mundo (Sánchez, 1979). Se pueden definir como plantas leñosas o hierbas, con las raíces provistas de nudosidades, debido a la simbiosis con bacterias del género Rhizobium.

Las hojas son generalmente alternas, compuestas y estipuladas, con flores cigomorfas o actinomorfas, normalmente hemafrodita, el cáliz con 5 sépalos libres o unidos, la corola con 5 pétalos libres y rara vez unidos, iguales o desiguales. Los estambres con filamentos libres o variando su número de más o menos 10, con anteras biloculares y de dehiscencia longitudinal. El gineceo súpero, unicarpelar, unilocular, con uno o varios óvulos.

El fruto de las leguminosas es típicamente una legumbre o una vaina, la cual es un fruto seco, unicarpelar y dehiscente por las suturas dorsal y ventral con una o varias semillas.

I M P O R T A N C I A D E L A S L E G U M I N O S A S

Desde el punto de vista agrícola y económico las leguminosas son importantes, debido a que existen géneros que son cultivados por el valor nutritivo de su semilla, como son: "el frijol" Phaseolus sp; "el haba" Vicia faba; "la lenteja" Lens culinaris; "el chícharo" Pisum sativum; "el garbanzo" Cicer arietinum; "el cacahuete" Arachis hypogea; "la soya" Glycine max; "el tamarindo" Tamarindus indica; etc. Y otras se utilizan para forraje como "la alfafa" Medicago sativa y "el trebol" Trifolium sp.

Un ejemplo claro de la importancia de las leguminosas lo encontramos en los pueblos de latinoamérica, en donde las semillas de estas plantas juegan un papel determinante en sus dietas aportando entre el 20 y 50% de la proteína que consumen, en su forma seca producen tantas calorías por unidad de peso como los cereales, pero con un contenido bajo en grasas, además de ser una buena fuente de tiamina, niacina, calcio, hierro y otras vitaminas (Aykroyd, 1964).

CARACTERISTICAS DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)

Es una especie perteneciente al grupo de las Papilionaceas que recibe el nombre de judía común. En lo que se refiere al tipo ancestral, se tienen pocas referencias, sin embargo, se cree que el frijol era medio erguido, de vaina dura, fibrosa y de semilla coloreada. Parecido a *Phaseolus aborigineus*, forma tropical que en la actualidad se da espontáneamente en América Tropical, de donde se cree que es oriunda, posiblemente del Brasil.

El frijol es una planta anual o perene, las raíces tienden a volverse perenes en las especies tropicales, aún cuando los tallos son típicamente anuales, herbáceos, delgados, débiles y angulosos que suelen alcanzar gran longitud. Por esta condición se clasifican como enanas o de enrame (Soroa, 1968).

Las primeras hojas son sencillas y el resto son trifoliadas, pinadas estipuladas y estipeladas, Las flores son de color rosa, blanco o violeta, de uno o dos colores, formando racimos de cuatro a diez flores (inflorescencia) que nacen debajo de las hojas.

El fruto o vaina suele ser grande y contiene varias semillas, que pueden ser consumidas antes de su maduración. El frijol para su adecuado desarrollo requiere de bastante humedad, prefiriendo suelos ligeros, no calizos, lograndose así semillas suaves.

ESTRUCTURA DE LA SEMILLA DEL FRIJOL.

Las semillas de las leguminosas muestran una forma más o menos comprimida, su tamaño por lo general es de mediano a grande, presentando una cubierta externa dura, seca y usualmente lisa, el embrión es de mayor tamaño si lo comparamos con el de la semilla.

La semilla es el óvulo maduro en el cual se aprecian dos estructuras conspicuas: la testa y los cotiledones. La testa se encuentra rodeando a los cotiledones y al embrión, teniendo como función primordial la de protección de este último.

El embrión es una planta en miniatura llamada plántula, que consiste en un eje corto, la parte superior de este eje, por encima de los cotiledones, es el epicotilo o plúmula la cual se convertirá en la yema terminal de la plántula. La parte del eje inmediata, el epicotilo es una región que da origen al tallo y a sus ramificaciones. La parte inferior a este eje se le conoce con el nombre de hipocotilo el cual se prolonga en la base hacia la radícula que posteriormente se convertirá en la raíz de la planta (Fig. 1).

Los cotiledones almacenan sustancias nutritivas que serán usadas por la planta joven, cuando empieza a crecer hasta que adquiere capacidad de establecerse como organismo autotrofo (citado en Díaz de León, 1989).

IMPORTANCIA Y PRODUCCION DEL FRIJOL EN MEXICO.

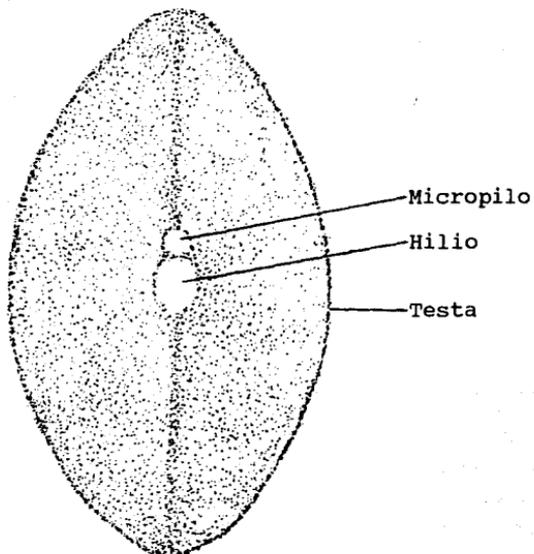
Las principales especies del género Phaseolus que se cultivan en México son: P. vulgaris L., P. coccineus L., P. multiflorus Wild y P. lunatus L., de las cuales la primera es la más difundida, ya que el 90% del total de las variedades de frijol que se siembran en el país pertenecen a esta especie (citado en Rojas, 1986).

El frijol es sin duda uno de los cultivos básicos en la agricultura del país, junto con el maíz constituye la base alimentaria del pueblo, dada la superficie dedicada a su producción (aproximadamente 2 millones de hectáreas) y a la cantidad que se consume, ocupa el segundo lugar en importancia en la producción de granos básicos (citado en Pérez, 1987).

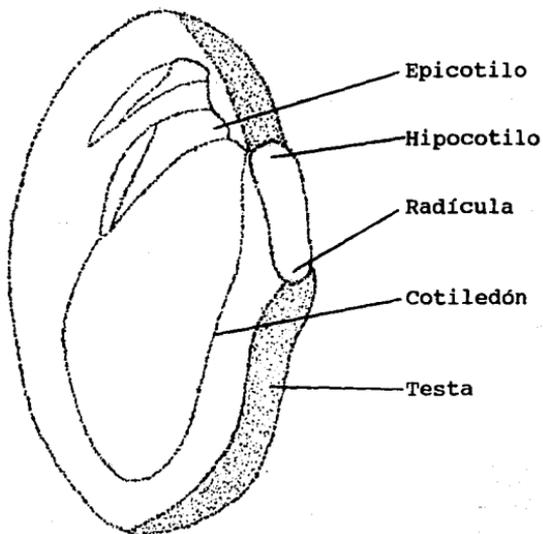
En el cuadro 1; figura 2, se muestra la producción de este grano en la década de los 80's, en el cuadro 2; figura 3, se muestra a los principales estados productores durante el ciclo anual de 1988 y la figura 4 muestra el porcentaje de su producción en dicho ciclo.

Figura 1.- Estructura externa e interna de la semilla de frijol.

Vista externa frontal.



Corte transversal.



Cuadro 1

Producción del Frijol en la década de los 80's

Año	Prod. en Ton.
1980	935.174
1981	1.331.305
1982	943.309
1983	1.281.706
1984	930.692
1985	911.908
1986	1.027.303
1987	1.016.525
1988	1.127.386
1989	170.471*

Fuente: SAHR, 1989.

*Según estimación del Sistema Integral de Información de la SARH al día último de Agosto de 1989.

Cuadro 2

Principales Estados Productores de Frijol.

Estado	Prod. Ton.	% de la Produc. Ton.
Zacatecas	360.438	31.98
Durango	161.524	14.33
Chihuahua	109.411	9.70
Sinaloa	92.849	8.24
Nayarit	50.697	4.50
Guajuato	48.346	4.29
Chiapas	41.922	3.72
Puebla	41.200	3.65
Veracruz	27.340	2.43
Queretaro	26.736	2.37
Total	960.463	85.21

Producción del Frijol en México En la Decada de los 80's.

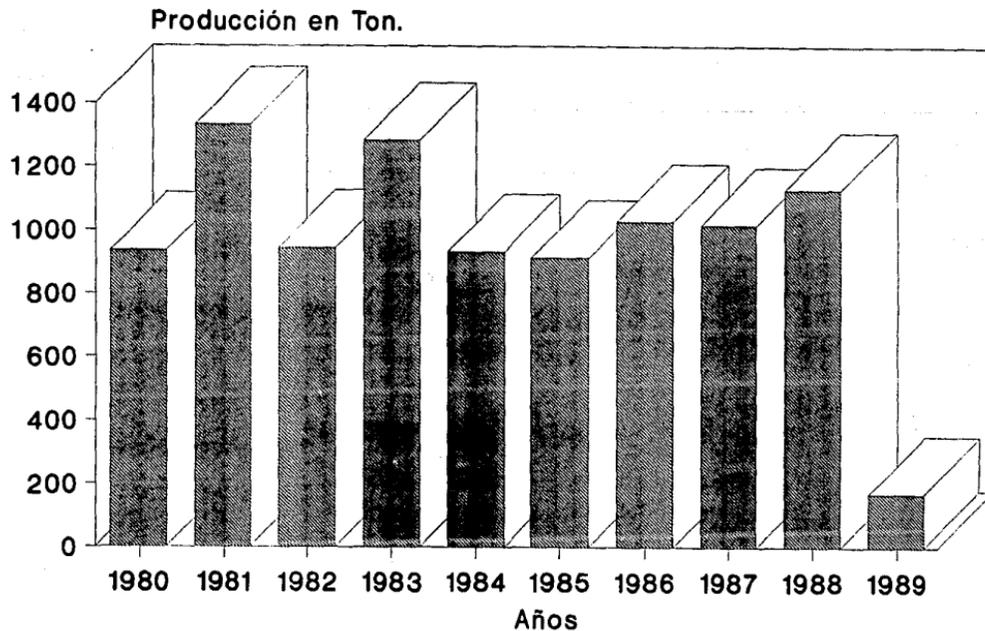


Figura 2

Principales Edos. Productores

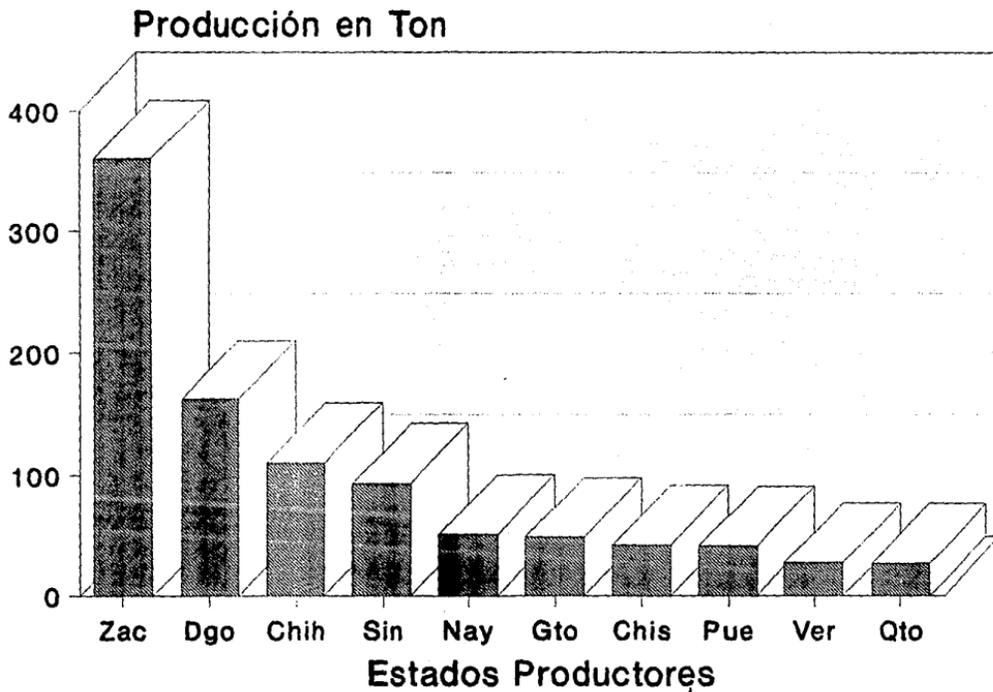


Figura 3

PRINCIPALES EDOS. PRODUCTORES DE FRIJOL
PORCENTAJE DE LA PRODUCCION TOTAL
EN 1988

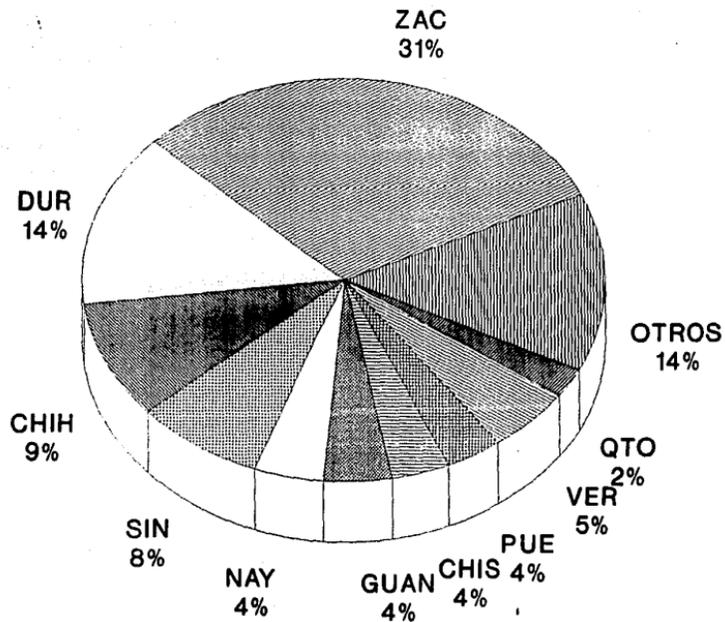


Figura 4

VALOR NUTRITIVO DEL FRIJOL

La semilla de las leguminosas, y en particular del frijol, han sido considerados como alimentos de gran valor en el mejoramiento de las dietas elaboradas a base de cereales, dado que entre estos últimos y las leguminosas existe una complementaridad nutricional.

Así mismo, las investigaciones realizadas en este tema han demostrado que las dietas en las que se utilizan maíz, frijol y arroz son de gran valor nutritivo (citado en Pérez, 1987).

El frijol aporta en la dieta de los consumidores una adecuada cantidad de proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales, el cuadro 3 muestra la composición química de esta semilla y la proporción que existe de dichos componentes en 100 gramos de porción comestible (FAO, 1949).

Cuadro 3

Calorías y Elementos Nutritivos de *P. vulgaris*. L.
En 100 Gramos.

Calorías	341	Hierro	6.7 gr.
Agua	11 gr.	Vitamina	30 UI
Proteínas	22.1 gr.	Tiamina	0.54 mgr.
Grasas	1.7 gr.	Riboflavina	0.18 mgr.
Carbohidratos	61.4 gr.	Niacina	2.1 mgr.
Fibra	4.2 gr.	Ac. ascórbico	3.0 mgr.
Cenizas	3.8 gr.	Calcio	137 mgr.

Fuente: FAO, 1949.

Además los principales aminoácidos que constituyen la fracción proteica del frijol son mostrados en el cuadro 4.

Cuadro 4

Contenido del Aminoácidos de *P. vulgaris* L.
(mg/g.Nitrógeno)

Isoleucina	360	Metionina	60
Leucina	540	Cistina	60
Lisina	460	Treonina	270
Fenilalanina	350	Triptofano	60
Tirosina	240	Valina	380

Fuente: Oir y Watt, 1957.

ALMACENAMIENTO DEL FRIJOL EN MEXICO.

El desarrollo del mundo actual tiene como uno de sus principales problemas el asegurar una alimentación adecuada y eficiente a su creciente población, por lo que se ha tenido la necesidad de aumentar considerablemente la producción agrícola de los diferentes granos básicos (Ramírez, 1990).

Siendo imposible el consumo inmediato de esta producción, su conservación es motivo de preocupación, ya que debe ser almacenada para su futura comercialización o industrialización. Para lograr la conservación en condiciones óptimas, es necesario colocarla en un almacén, el cual tiene como función primordial la de proporcionar protección contra todos los factores adversos del ambiente.

El Programa Nacional Alimentario (PRONAL) estimó en 1983 que aproximadamente el 10% de la cosecha de grano se pierde durante el período de su almacenamiento.

Cabe hacer mención que cuando las semillas alcanzan su madurez fisiológica, se inicia el proceso de la pérdida de viabilidad, proceso que se considera inexorable e irreversible y que tiene su origen en factores intrínsecos y extrínsecos.

Entre los primeros se pueden mencionar la acumulación de metabolitos tóxicos, desnaturalización de macromoléculas y el agotamiento de metabolitos esenciales. Y entre los segundos se encuentran los factores físicos y biológicos del ambiente en el que

se encuentran las semillas (Roberts, 1972).

Por lo anterior una conservación adecuada solo es posible si contamos con las instalaciones adecuadas que permiten el control de los factores adversos y que además cumplan con los requisitos mínimos que exige toda buena conservación, como el empleo de bodegas secas, limpias y libres de plagas, donde se puedan almacenar semillas enteras, secas, sanas y sin impurezas (Jamieson y Jober, 1974).

Con esto podemos mantener la cantidad y la calidad de la semilla para obtener una mejor aceptación y precio en el mercado. Por lo tanto el almacenamiento de los granos es un proceso costoso, que trae implícitos fuertes gastos y problemas de carácter muy complejo, esto es que las semillas están sujetas durante un período crítico del almacenamiento a pérdidas variables, adicionales a las naturales.

Las pérdidas variables se producen durante la cosecha, el transporte, el almacenamiento y la distribución, hasta llegar al consumidor, siendo en el almacenamiento en donde se producen los mayores daños. Las pérdidas durante el almacenamiento son ocasionadas por las deficiencias en la infraestructura del almacén, por malos programas de conservación, organización y administración de las bodegas, lo cual no permite tener un control adecuado de los factores bióticos y abióticos que demeritan a las semillas (citado en Rodríguez, 1988).

La conservación de las semillas almacenadas depende la mayoría de las veces del microambiente que impera dentro de los silos, bodegas y en general de cualquier estructura en la cual se almacenan éstas. Tales condiciones del microambiente pueden variar de acuerdo con el modo de almacenamiento de las semillas y en la forma en que esté construido el almacén. Entonces el microambiente depende de la temperatura y de la humedad relativa entre las semillas, así como de su condición, esto es, en cuanto a su estado y pureza física (Jamieson and Coveney, 1970).

Normalmente la humedad relativa no es lo suficientemente alta para permitir el crecimiento de bacterias, por lo que en bodegas protegidas contra la acción de aves y roedores, otros organismos son los que intervienen en el deterioro de las semillas que ahí se almacenan.

Por lo tanto, cuando las condiciones de almacenamiento son deficientes, las semillas se deterioran rápidamente, ya sea por la

acción de uno de estos factores o bien por la interacción de todos ellos.

Es durante el almacenamiento donde se presentan dos tipos de pérdidas, que pueden diferenciarse claramente, las cuantitativas que por lo general se les da mayor importancia, ya que directamente hay un decremento substancial del peso de la semilla y consecuentemente una pérdida económica directa.

Y las cualitativas, a las que no se les da importancia porque no son evidentes, sino que se manifiestan en un deterioro de la calidad de la semilla, este deterioro se ve favorecido por las condiciones que prevalecen durante el tiempo de almacenamiento.

Los dos tipos de pérdidas mencionados anteriormente son causados tanto por factores físicos como bióticos. Entre los factores físicos se encuentran la humedad, la temperatura y el tiempo de almacenamiento; los factores bióticos incluyen principalmente a las aves, insectos, hongos y roedores.

La interacción de estos factores no solo reduce la cantidad de la semilla, sino también su calidad, ya que tanto las aves, insectos y roedores contaminan a las semillas con sus desechos orgánicos, y los hongos, además de impartir olores y sabores desagradables a las semillas, son capaces de contaminarlas con sustancias que representan un grave problema para la salud de los animales y del hombre (Ramírez, 1990).

A los hongos que invaden a las semillas se les ha dividido artificialmente en dos grupos, "hongos de campo" y "hongos de almacén". Los primeros son aquellos que invaden a las semillas en el campo durante su formación y los "hongos de almacén" son los que invaden a las semillas durante su transporte y almacenamiento; estos últimos son principalmente especies de los géneros Aspergillus y Penicillium.

Algunos de estos hongos invaden a las semillas en las últimas etapas de su formación en el campo (Mislivec y Tuite, 1970). Sin embargo, en términos generales, puede decirse que la mayoría de estas especies de hongos invaden a las semillas durante su almacenamiento (Tuite y Christensen, 1955, 1957; Tuite, 1961; Qasem y Christensen, 1958).

El género Aspergillus esta formado por una serie de grupos de especies, y los grupos más comunes en granos y semillas almacenadas

son: A. glaucus, A. restrictus, A. candidus, A. versicolor, A. ochraceus y A. flavus. Las especies del grupo A. glaucus son las que más frecuentemente se encuentran en las semillas almacenadas, este grupo esta formado por las especies: A. amstelodami, A. ruber, A. chevaliere, A. echinulatus y A. repens entre otras. Del género Penicillium se han citado aproximadamente 60 especies, aisladas de granos y semillas (Wallace, 1973).

La principal fuente de inóculos de estos hongos se encuentra en las bodegas y silos por ser ahí donde se presentan las condiciones favorables para su desarrollo. Estos hongos crecen en semillas que tienen contenidos de humedad en equilibrio con humedades relativas de 68 a 90% (Christensen, 1972).

Se puede decir que la mayoría de estas especies están adaptadas a vivir en un ambiente limitado de agua y que algunas especies requieren una alta presión osmótica para su desarrollo (Moreno, 1979). En el cuadro 5 se pueden observar las humedades relativas mínimas que requieren los diferentes hongos de almacén para su crecimiento.

Cuadro 5

Humedades relativas mínimas que permiten el desarrollo de Aspergillus y Penicillium a temperaturas óptimas de 27°-30°C.

Hongo	Humedad Relativa %
<u>Aspergillus halophilicus</u>	68
<u>A. restrictus</u>	70
<u>A. glaucus</u>	73
<u>A. candidus</u> , <u>A. ochraceus</u>	80
<u>A. flavus</u>	85
<u>Penicillium</u> spp	80-90

Fuente: Christensen and kauffmann, 1974.

Como todo material higroscópico, los granos absorben agua del medio ambiente que los rodea hasta alcanzar un contenido de humedad

en equilibrio con la humedad relativa del medio ambiente. Los hongos además de requerir de una determinada cantidad de humedad para su desarrollo, requieren de una adecuada temperatura. En el cuadro 6 se pueden observar los diferentes requerimientos de temperatura de los hongos de almacén.

Cuadro 6

Temperaturas (°C) mínimas, óptimas y máximas para el desarrollo de los hongos de almacén.

Hongo	Temperatura		
	mínima	óptima	máxima
<u>Aspergillus restrictus</u>	5-10	10-35	40-45
<u>A. glaucus</u>	0-5	30-35	40-45
<u>A. flavus</u>	10-15	40-45	45-50
<u>A. candidus</u>	10-15	40-45	50-55
<u>Penicillium</u> spp	5-10	20-25	35-40

Fuente: Christensen and Kauffmann, 1974.

Los principales daños que causan los hongos a las semillas son: muerte del embrión y por consecuencia la pérdida de viabilidad; ennegrecimiento; calentamiento; contaminación por micotoxinas, (aflatoxinas, ocratoxinas, etc.); apelmazamiento de los granos y en ocasiones el completo deterioro o destrucción de los mismos. (Christensen y Kauffmann, 1969; Christensen y Meronuck, 1974; Christensen y López, 1962; Christensen, 1972).

Las recomendaciones para mantener bajo control a los hongos de almacén, se reducen a mantener a los granos y a las semillas con bajos contenidos de humedad, menos de 13% en semillas de cereales y 9% en oleaginosas. En ocasiones no es posible llevarlo a cabo por la carencia de facilidades de secado o bien porque las condiciones climáticas de algunas regiones dificultan el secado de los granos y los mantienen durante su almacenamiento con alta humedad relativa.

Otra medida de preservación es mantener a las semillas almacenadas en bajas temperaturas, lo cual implica un alto costo de mantenimiento de los almacenes refrigerados.

En la mayoría de los almacenes de zonas tropicales que están a temperaturas de 30°- 35°C., se busca el control de los hongos en base al contenido de humedad de las semillas.

Está generalmente aceptado que para fines prácticos de almacenamiento, no debiera permitirse que el contenido de humedad de las semillas rebase el contenido de humedad en equilibrio con una humedad relativa de 70%; cuando el contenido de humedad se mantiene por debajo de este valor, los hongos son incapaces de crecer o bien crecerán lentamente, lo cual permite un almacenamiento prolongado, sin que tenga lugar ningún deterioro apreciable.

En los climas con alta precipitación pluvial es difícil impedir que la semilla absorba humedad del aire, de modo que, durante un almacenamiento prolongado es seguro que la biodescomposición de la semilla constituya un fuerte problema y por lo tanto sea difícil ejercer un control adecuado.

Es por esto que deben buscarse alternativas para el combate de estos hongos como son la resistencia genética, el fitomejoramiento de las variedades y estudiar las condiciones de humedad, temperatura y tiempo de almacenamiento en el cual se deterioran las semillas. (Ramírez, 1981).

O B J E T I V O

Con base en los antecedentes y en la literatura revisada, el presente trabajo tiene como objetivo determinar el efecto que tienen la humedad, temperatura y tiempo de almacenamiento en la pérdida de viabilidad de 15 variedades mexicanas de frijol.

M A T E R I A L E S Y M E T O D O S

Semilla.- Se utilizaron quince variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.), las cuales fueron: Bayo 107, Bayo 400, Cacahuate, Delicias, Flor de Junio, Flor de Mayo, Michigan 78, Michigan 800, Negro Chiapas, Negro Huasteco, Negro Jamapa, Negro Veracruz, Peruano, Pinto Nacional y Rosa de Castilla, especialmente cultivadas para estos experimentos por el Departamento de Recursos Genéticos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, (INIFAP), lo cual permitió tener semilla recién cosechada. Las condiciones de cultivo fueron las mismas para todas las variedades, además de que éstas no fueron almacenadas previamente.

Contenido de Humedad.- Para determinar el contenido de humedad de la semilla fue utilizado el método de secado en estufa, recomendado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 1979).

Este consiste en colocar muestras de 5 a 10 gramos de semilla en cajas de aluminio, previamente pesadas, para posteriormente colocarlas en una estufa con circulación forzada de aire a 103°C., por 72 horas. Una vez transcurrido este tiempo las cajas fueron tapadas y sacadas de la estufa, colocandolas en un desecador hasta enfriarse, para posteriormente pesarlas en una balanza analítica.

El contenido de humedad se calculó con base en el peso húmedo de la semilla y se expresó en porcentaje mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{a}{b} \times 100$$

Donde "a" es igual a la pérdida de agua expresada en gramos (la diferencia entre peso húmedo original de la muestra y el peso seco de la misma).

Y "b" es igual al peso húmedo original de la muestra.

El contenido de humedad del lote original de cada variedad se determinó con seis repeticiones.

Germinación.- Se determinó el porcentaje de germinación empleando el método descrito por, que consiste en utilizar como sustrato toallas de papel húmedo sobre las que se colocan 100 semillas, éstas se enrollan y se incuban a 26°C., realizandose conteos de germinación a los 5 y 9 días.

El porcentaje de germinación inicial en cada variedad se determinó con 400 semillas. El porcentaje de germinación durante el experimento se determinó con 100 semillas de cada unidad experimental en cada muestreo.

Micoflora.- Para determinar la clase de hongos presentes en la semilla, se procedió a desinfectar superficialmente 25 semillas de cada unidad experimental con una solución de hipoclorito de sodio al 2% durante dos minutos y posteriormente sembrarlas en placas de malta-sal-agaral 6%, que es un medio de cultivo selectivo para hongos de almacén (Christensen, 1957), y su fórmula es:

Extracto de Malta.....	20 gr.
Agar.....	20 gr.
NaCl.....	60 gr.
Agua Destilada.....	1000 ml.

Estas pruebas se realizaron en una cámara estéril, para evitar una posible contaminación. Después de que fueron colocadas las semillas en las cajas de Petri, éstas se incubaron a 26°C. hasta que las colonias pudieron ser identificadas y contadas. Para la identificación de las colonias se contó con la asistencia del Dr. Ramírez. La micoflora inicial de cada variedad se determinó con 100 semillas.

Almacenamiento de la Semilla.- Se llevaron a cabo 2 experimentos: el primero en una humedad relativa de 75% y el segundo en una humedad relativa de 85%.

Experimento 1.- Para el almacenamiento de las semillas de frijol en 75% de humedad relativa y a 26° - 27°C., durante 180 días se utilizaron 900 gramos de semilla de cada una de las 15 variedades repartidos en nueve unidades experimentales cada una.

Las 135 unidades experimentales correspondientes a las 15 variedades se colocaron aleatoriamente dentro de la cámara de humedad relativa y el experimento se realizó bajo un diseño factorial completamente al azar con 3 repeticiones.

La humedad relativa de 75% se mantuvo con una solución sobresaturada de cloruro de sodio (Winston and Bates, 1960). Los muestreos fueron llevados a cabo a los 60, 120 y 180 días del almacenamiento.

Experimento 2.- Para el almacenamiento de las semillas de frijol en 85% de humedad relativa y a 26° - 27°C., durante 90 días. Se siguió el mismo procedimiento y diseño experimental que en la humedad de 75%, solo que los muestreos fueron llevados a cabo a los 30, 60 y 90 días. La humedad relativa se mantuvo con una solución sobresaturada de cloruro de potasio (Winston y Bates, 1960).

En cada uno de los muestreos de los dos experimentos se llevaron a cabo determinaciones de contenido de humedad, germinación y micoflora según los métodos anteriormente descritos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos iniciales del contenido de humedad y de germinación de las quince variedades de frijol se muestrna en el cuadro 7, en donde se puede observar que el contenido de humedad de la semilla fue de 8.4 a 9.8%, además la germinación de éstas fue de 93 a 100%. Ninguna de las variedades presentó hongos de almacén al inicio de los experimentos.

Experimento 1.- Almacenamiento de Semilla de Frijol en 75% de Humedad Relativa y a 26°- 27°C., durante 180 días.

Contenido de Humedad.- La semilla durante los 180 días de almacenamiento mantuvo un contenido de humedad entre 15.4 y 15.8% (Cuadros 8, 9 y 10).

Germinación.- El análisis de varianza de los datos de germinación a los 180 días mostró diferencias altamente significativas en la interacción tiempo/variedades, por lo que se decidió fijar el tiempo y realizar un análisis de varianza en cada uno de ellos, 60, 120 y 180 días.

El análisis de varianza a los 60 días de almacenamiento no mostró diferencias significativas entre variedades, por lo que se puede decir que todas ellas se comportaron de igual manera durante los primeros sesenta días de almacenamiento (Cuadro 8).

A los 120 días el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas, ($p > 0.01$), entre variedades, por lo que se realizó una prueba de rango múltiple de Duncan, para detectar las diferencias entre variedades.

Esta prueba mostró que la variedad Negro Chiapas fue estadísticamente superior a todas las demás variedades y que las variedades Negro Jamapa, Flor de Junio, Flor de Mayo, Peruano y Pinto Nacional fueron estadísticamente iguales entre si y superiores a las variedades Bayo 400, Michigan 78 y Rosa de Castilla, pero no se diferenciaron de las variedades Negro Veracruz, Bayo 107, Cacahuate, Negro Huasteco, Delicias y Michigan 800 (Cuadro 9, fig. 5).

En este tiempo de almacenamiento (120 días) y en 75% humedad relativa de manera independiente al resultado estadístico se consideró a las variedades Negro Chiapas, Flor de Junio, Negro Jamapa, Flor de Mayo, Peruano, Pinto Nacional, Negro Veracruz, Bayo 107, Cacahuate, Negro Huasteco, Delicias y Michigan 800 como resistentes en dichas condiciones de almacenamiento, con un rango de germinación de 90 a 98%, mientras que las variedades Bayo 400, Michigan 78 y Rosa de Castilla se les consideró como susceptibles en las mismas condiciones, con un rango de germinación de 69 a 79%.

A los 180 días de almacenamiento el análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas, ($p > 0.01$) entre variedades, por lo que nuevamente se realizó una prueba de Duncan para determinar las diferencias entre las variedades.

Esta prueba mostró que las variedades Negro Chiapas y Cacahuate, con los promedios de germinación más altos (98 y 96% respectivamente) fueron estadísticamente iguales entre si y superiores a todas las demás variedades; por otro lado las variedades Bayo 400 y Rosa de Castilla tuvieron los porcentajes de germinación más bajos (62 y 59% respectivamente), resultaron estadísticamente iguales entre si e inferiores a todas las demás variedades.

Las variedades Negro Jamapa, Peruano, Delicias, Pinto Nacional, Bayo 107, Negro Veracruz, Flor de Mayo, Negro Huasteco, Michigan 800, Flor de Junio y Michigan 78 quedaron comprendidas entre estos dos grupos con un rango de germinación de 95 a 74% (Cuadro 10, fig. 5).

En este tiempo de almacenamiento (180 días) y en 75% de humedad relativa, independientemente al análisis estadístico se consideró a las variedades Negro Chiapas, Cacahuate, Negro Jamapa, Peruano, Delicias, Pinto Nacional, Bayo 107, Negro Veracruz, Flor de Mayo y Negro Huasteco como resistentes en estas condiciones, presentando un rango de germinación de 86 a 98%.

Las variedades Michigan 800, Flor de Junio y Michigan 78, con un rango de germinación de 74 a 83%, se les consideró como intermedias y las variedades Bayo 400 y Rosa de Castilla, con germinación de 62 y 59% respectivamente, se consideraron como susceptibles.

Micoflora.- A los 60 días de almacenamiento se observó que del 4 al 26% de las semillas estaban invadidas por hongos, a los 120

días el porcentaje de invasión aumento, siendo de 28 a 78% y finalmente a los 180 días el porcentaje llegó a estar entre 44 y 100% (Cuadro 8, 9 y 10). Todos los hongos fueron colonias del grupo Aspergillus glaucus.

Experimento 2.- Almacenamiento de Semilla de Frijol en 85% de Humedad Relativa y a 26°-27°C., durante 90 días.

Contenido de Humedad.- La semilla se mantuvo durante los 180 días de almacenamiento con un contenido de humedad entre 17.1 y 20.0% (Cuadros 11, 12 y 13).

Germinación.- El análisis de varianza de los datos de germinación a los 90 días mostró diferencias altamente significativas en la interacción tiempo/variedades, por lo que se decidió fijar el tiempo y realizar un análisis de varianza a los 30, 60 y 90 días.

El análisis de varianza a los 30 días de almacenamiento no mostró diferencias significativas entre variedades, por lo que el comportamiento de todas las variedades fue similar durante este tiempo de almacenaje (Cuadro 11).

A los 60 días el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas, ($p > 0.01$), entre variedades, por lo que se realizó una prueba de rango múltiple de Duncan, para detectar las diferencias entre variedades.

Esta prueba mostró que las variedades Negro Chiapas y Negro Veracruz que tuvieron los porcentajes de germinación más altos (88 y 80% respectivamente), fueron estadísticamente iguales entre si y superiores a todas las demás variedades.

Y las variedades Bayo 400 y Rosa de Castilla con los promedios de germinación más bajos (15 y 10 % respectivamente), fueron estadísticamente iguales entre si e inferiores a las variedades Delicias, Flor de Junio, Negro Huasteco, Michigan 78, Peruano, Cacahuate, Negro Jamapa, Pinto Nacional, Michigan 800, Bayo 107 y Flor de Mayo presentaron un rango de germinación de 25 a 68% (Cuadro 12, fig. 6).

En este tiempo de almacenamiento (60 días) y en la humedad relativa de 85%, de manera independiente al análisis estadístico se consideró a las variedades Negro Chiapas y Negro Veracruz, como resistentes con un rango de germinación de 80 a 88%.

Las variedades Delicias, Flor de Junio, Negro Huasteco, Michigan 78 y Peruano se les consideró como intermedias, con un rango de germinación de 52 a 68% y las variedades Negro Jamapa, Pinto Nacional, Cacahuate, Michigan 800, Bayo 107, Flor de Mayo, Bayo 400 y Rosa de Castilla como susceptibles, con un rango de germinación de 10 a 42%.

A los 90 días de almacenamiento el análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas, ($p > 0.01$), entre variedades por lo que nuevamente se realizó una prueba de Duncan para determinar las diferencias entre variedades.

Esta prueba mostró que la variedad Negro Chiapas con el promedio de germinación más alto (58%), fue estadísticamente superior a todas las demás; y que la variedad Rosa de Castilla que fue la que presentó el porcentaje de germinación más bajo (1%), resultó estadísticamente diferente e inferior a todas las variedades. Las variedades Negro Veracruz, Delicias, Negro Huasteco, Michigan 78, Peruano, Flor de Junio, Michigan 800, Negro Jamapa, Pinto Nacional, Cacahuate, Bayo 107, Flor de Mayo y Bayo 400 tuvieron porcentajes de germinación entre 2 y 42% (Cuadro 13, fig. 6).

A este tiempo de almacenamiento (90 días) y en 85% humedad relativa de manera independiente al análisis estadístico se consideró a las variedades Negro Chiapas y Negro Veracruz como resistentes en estas condiciones de almacenaje, con un rango de germinación de 42 a 58%. Las variedades Delicias, Negro Huasteco, Michigan 78, Peruano y Flor de Junio como intermedias, con un rango de germinación de 20 a 29%, y las variedades Michigan 800, Negro Jamapa, Pinto Nacional, Cacahuate, Bayo 107, Flor de Junio, Bayo 400 y Rosa de Castilla como susceptibles, con un rango de germinación de 1 a 15%.

Micoflora.- A los 30 días de almacenamiento se observó que del 12 al 36% de las semillas estaban invadidas por hongos, a los 60 días el porcentaje de invasión aumentó, siendo de 44 a 80% y finalmente a los 90 días el porcentaje llegó a estar entre 74 a 100% (Cuadro 11, 12 y 13). Todos los hongos fueron identificadas como colonias del grupo de Aspergillus glaucus.

Cuadro 7

Datos iniciales de contenido de humedad y germinación de quince variedades de frijol.

Variedad	Contenido de humedad	Germinación
%	%	%
Negro Huasteco	8.5	100
Peruano	8.5	100
Flor de Junio	9.8	99
Negro Chiapas	8.9	99
Negro Veracruz	8.8	99
Michigan 800	9.2	98
Pinto Nacional	9.1	98
Rosa de Castilla	9.7	98
Bayo 107	8.8	97
Cacahuate	8.9	97
Delicias	8.5	97
Negro Jamapa	8.9	96
Flor de Mayo	9.1	95
Michigan 78	8.4	95
Bayo 400	8.9	93

-Contenido de humedad promedio de 8 repeticiones cada una.
 -Germinación promedio de 400 semillas cada una.

Cuadro 8

Contenido de humedad, germinación y micoflora de 15 variedades de frijol almacenadas 60 días en una humedad relativa de 75% a 26°C.

Variedad	Contenido de Humedad	Germinación	Semilla invadida por <u>Aspergillus glaucus</u>
%	%	%	%
Negro Veracruz	15.6	99	12
Bayo 107	15.7	98	16
Negro Jamapa	15.4	98	12
Negro Chiapas	15.6	97	16
Cacahuate	15.5	96	8
Negro Huasteco	15.4	96	8
Peruano	15.7	96	8
Flor de Mayo	15.8	95	20
Michigan 78	15.5	95	8
Michigan 800	15.6	95	4
Pinto Nacional	15.6	95	4
Delicias	15.6	94	8
Flor de Junio	15.7	94	16
Bayo 400	15.7	93	24
Rosa de Castilla	15.6	92	12

-Contenido de humedad promedio de 6 repeticiones cada una.
 -Germinación promedio de 300 semillas cada una.

Cuadro 9

Contenido de humedad, germinación y micoflora de 15 variedades de frijol almacenadas 120 días en una humedad relativa de 75% a 26°C.

Variedad	Contenido de Humedad	Germinación	Semilla invadida por <u>Aspergillus glaucus</u>
%	%	%	%
Negro Chiapas	15.6	98a	40 -
Flor de Junio	15.8	95ab	40
Negro Jamapa	15.8	95ab	36
Flor de Mayo	15.8	94ab	44
Peruano	15.6	94ab	28
Pinto Nacional	15.8	93ab	28
Negro Veracruz	15.7	92 b	32
Bayo 107	15.8	91 b	44
Cacahuate	15.7	91 b	36
Negro Huasteco	15.6	91 b	36
Delicias	15.6	90 b	36
Michigan 800	15.7	90 b	32
Bayo 400	15.7	79 c	72
Michigan 78	15.6	78 c	28
Rosa de Castilla	15.7	69 d	44

-Contenido de humedad promedio de 6 repeticiones cada una.

-Germinación promedio de 300 semillas cada una.

-Números con letras diferentes son estadísticamente diferentes, (Duncan $p > 0.05$).

Cuadro 10

Contenido de humedad, germinación y micoflora de 15 variedades de frijol almacenadas a 180 días en una humedad relativa de 75% a 26°C.

Variedad	Contenido de humedad	Germinación	Semilla invadida por <u>Aspergillus glaucus</u>
%	%	%	%
Negro Chiapas	15.6	98a	52
Cacahuate	15.8	96a	56
Negro Jamapa	15.8	95ab	72
Peruano	15.7	94ab	56
Delicias	15.6	92 bc	52
Pinto Nacional	15.8	92 bc	66
Bayo 107	15.8	90 bcd	80
Negro Veracruz	15.7	90 bcd	68
Flor de Mayo	15.7	89 cd	84
Negro Huasteco	15.8	86 de	68
Michigan 800	15.8	83 e	44
Flor de Junio	15.8	77 f	76
Michigan 78	15.7	74 f	48
Bayo 400	15.6	62 g	100
Rosa de Castilla	15.7	59 g	80

-Contenido de humedad promedio de 6 repeticiones cada una.

-Germinación promedio de 300 semillas cada una.

-Números con letras diferentes son estadísticamente diferentes, (Duncan $p > 0.05$).

GERMINACION DE 15 VARIEDADES DE FRIJOL A los 180 días de almacenamiento.

Porcentaje de Germinación

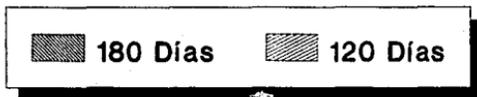
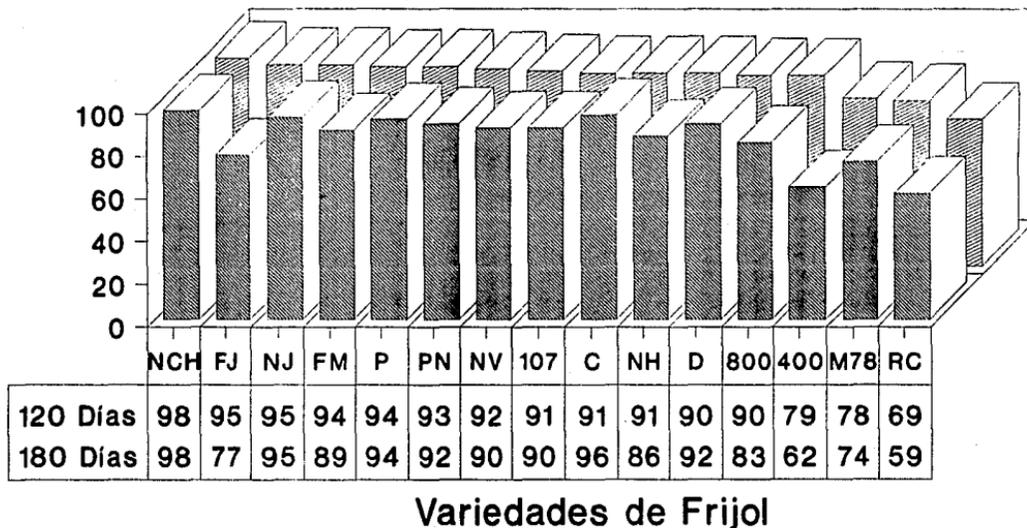


Figura 5

Cuadro 11

Contenido de humedad, germinación y micoflora de 15 variedades de frijol almacenadas 30 días en una humedad relativa de 85% a 26°C.

Variedad	Contenido de humedad	Germinación	Semilla invadida por <u>Aspergillus glaucus</u>
%	%	%	%
Flor de Junio	17.1	98	12
Negro Chiapas	18.7	98	32
Negro Huasteco	20.0	97	40
Negro Veracruz	18.6	97	20
Cacahuate	18.1	96	36
Michigan 800	18.4	96	32
Bayo 107	18.0	95	24
Delicias	18.2	95	40
Negro Jamapa	19.8	94	24
Peruano	17.7	94	16
Pinto Nacional	17.3	94	20
Bayo 400	17.7	93	26
Flor de Mayo	18.1	93	32
Michigan 78	18.3	93	18
Rosa de Castilla	17.9	91	16

-Germinación promedio de 300 semillas cada una.

-Contenido de humedad promedio de 6 repeticiones.

Cuadro 12

Contenido de humedad, germinación y micoflora de 15 variedades de frijol almacenadas 60 días en una humedad relativa de 85% a 26°C.

Variedad	Contenido de humedad	Germinación	Semilla invadida por <u>Aspergillus glaucus</u>
%	%	%	%
Negro Chiapas	19.0	88a	80 -
Negro Veracruz	19.1	80a	72
Delicias	18.4	68 b	64
Flor de Junio	17.6	66 b	76
Negro Huasteco	20.0	60 bc	56
Michigan 78	18.7	57 c	60
Peruano	18.0	52 c	52
Negro Jamapa	20.1	42 d	64
Pinto Nacional	17.7	40 d	76
Cacahuate	18.4	39 d	40
Michigan 800	18.9	33 de	64
Bayo 107	18.2	27 e	44
Flor de Mayo	18.3	25 e	52
Bayo 400	18.0	15 f	56
Rosa de Castilla	18.2	10 f	80

-Germinación promedio de 300 semillas cada una.

-Contenido de humedad promedio de 6 repeticiones.

-Números con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Duncan $p > 0.05$).

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Cuadro 13

Contenido de humedad, germinación y micoflora de 15 variedades de frijol almacenadas 90 días en una humedad relativa de 85% a 26°C.

Variedad	Contenido de humedad	Germinación	Semilla invadida por <u>Aspergillus glaucus</u>
%	%	%	%
Negro Chiapas	18.9	58a	100 -
Negro Veracruz	19.0	42 b	100
Delicias	18.4	29 c	90
Negro Huasteco	19.8	25 cd	74
Michigan 78	19.0	23 cd	78
Peruano	17.8	23 cd	75
Flor de Junio	17.7	20 cde	92
Michigan 800	18.7	15 def	90
Negro Jamapa	19.6	15 def	80
Pinto Nacional	17.9	12 efgh	100
Cacahuate	18.3	10 efghi	80
Bayo 107	18.1	5 fghi	85
Flor de Mayo	18.4	3 ghi	80
Bayo 400	18.2	2 hi	95
Rosa de Castilla	18.0	1 i	100

-Germinación promedio de 300 semillas cada una.
 -Contenido de humedad promedio de 6 repeticiones.
 -Números con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Duncan $p > 0.05$).

GERMINACION DE 15 VARIEDES DE FRIJOL. A los 90 días de almacenamiento.

Porcentaje de Germinación

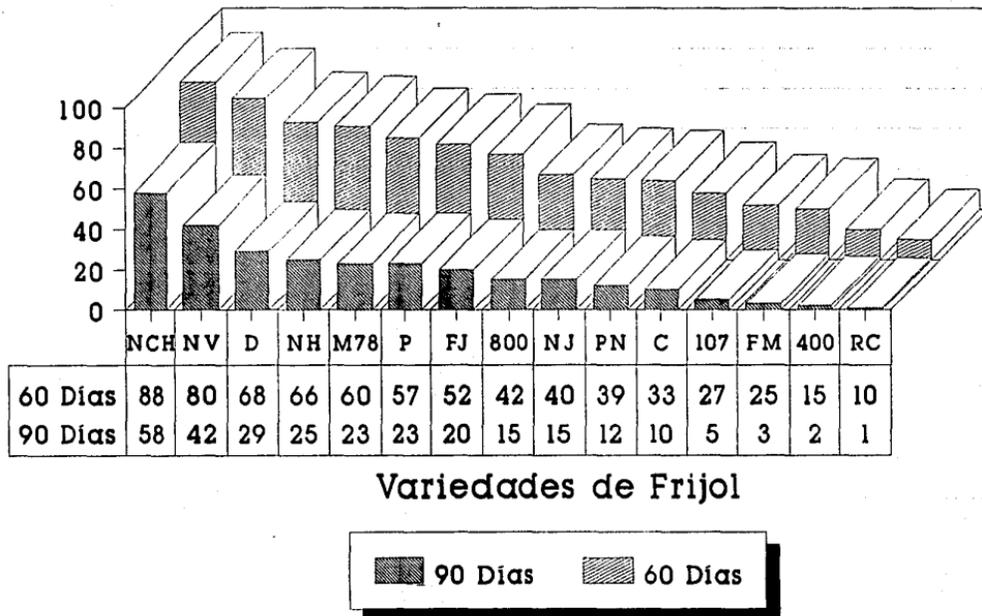


Figura 6

CONCLUSIONES

Experimento 1.- Almacenamiento de la Semilla de Frijol en 75% de Humedad Relativa y a 26°-27°C., durante 180 días.

El contenido de humedad de la semilla de frijol durante los 180 días de almacenamiento estuvo entre 15.4 y 15.8%.

A los 120 días de almacenamiento las variedades Negro Chiapas, Flor de Junio, Negro Jamapa, Flor de Mayo, Peruano, Pinto Nacional, Negro Veracruz, Bayo 107, Cacahuate, Negro Huasteco, Delicias y Michigan 800 fueron las más resistentes en estas condiciones de almacenamiento.

A los 120 días de almacenamiento las variedades Bayo 400, Michigan 78 y Rosa de Castilla fueron las más susceptibles en estas condiciones de almacenamiento.

A los 180 días de almacenamiento las variedades Negro Chiapas, Cacahuate, Negro Jamapa, Peruano, Delicias, Pinto Nacional, Bayo 107, Negro Veracruz, Flor de Mayo y Negro Huasteco fueron las más resistentes en estas condiciones de almacenamiento.

A los 180 días de almacenamiento las variedades Bayo 400 y Rosa de Castilla fueron las más susceptibles en estas condiciones de almacenamiento.

Experimento 2.- Almacenamiento de la Semilla de Frijol en 85% de Humedad Relativa y a 26°-27°C., durante 90 días.

El contenido de humedad de la semilla de frijol durante los 90 días de almacenamiento estuvo entre 17.1 y 20.0%.

A los 60 días de almacenamiento las variedades Negro Chiapas y Negro Veracruz fueron las más resistentes en estas condiciones de almacenamiento.

A los 60 días de almacenamiento las variedades Negro Jamapa, Pinto Nacional, Cacahuate, Michigan 800, Bayo 400 y Rosa de Castilla fueron las más susceptibles en estas condiciones de almacenamiento.

A los 90 días de almacenamiento las variedades Negro Chiapas y Negro Veracruz fueron las más resistentes en estas condiciones de almacenamiento.

A los 90 días de almacenamiento las variedades Michigan 800, Negro Jamapa, Pinto Nacional, Cacahuate, Bayo 107, Flor de Mayo, Bayo 400 y Rosa de Castilla fueron las más susceptibles en estas condiciones de almacenamiento.

L I T E R A T U R A C I T A D A

- Aykroyd, W. R. 1964. Las Leguminosas en la Nutrición Humana F.A.O. 135 pp.
- Christensen, C.M. y L.C. López. 1962. Daños que causan en México los hongos de granos almacenados. INIA. SAG. México Boletín Técnico No. 44, 30p.
- Christensen C.M. and L.C. López. 1963. Pathology of storage seed. Proc. Int. Seed Test Ass. 28 : 701-711 pp.
- Christensen, C.M. y H.H. Kaufman. 1969. Contaminación por Hongos en Granos Almacenados. ed. Pax-Mex. México 199 pp.
- Christensen, C.M. 1972. Micoflora and seed deterioration. In viability of seed. ed. by E. H. Roberts Chapman and Hall. London.
- Christensen, C.M. and H.H. Kaufman. 1974. Micoflora In: storage of cereal grains and their products. ed. C.M. Christensen. American Associated of Cereal Chemist. St. Paul Minn. 7 : 145:150 pp.
- Christensen, C.M. and R.A. Meronuck. 1974. Manual of fungi in feed food and cereal granis. University of Minnesota Agricultural Extension Service. Minnesota, USA 35 pp.
- Díaz de León, S. F. 1989. Relación entre el grado de metilación de la pectina y el tiempo de cocción en algunas variedades de frijol. Tesis. Fac. Ciencias, UNAM.
- Esquivel, F. R. M. 1984. Estudios sobre el endurecimiento del frijol almacenado. Tesis. Fac. Ciencias, UNAM.
- F.A.O. 1949. Tablas de Composición de Alimentos para Uso Internacional. Roma 1949. 130 pp.
- Hunt, W. H. and S.W. Pixton. 1974. Moisture it's significance behavior, and measurement. In: Storage of cereal grain and their products. C.M. Christensen. Ed. Am. Ass. of Cereal Chemist St. Paul Minnesota 1-5 pp.
- Jamieson, M.F.S. and R.D. Coveney. 1970. Water activity and temperature in stored products. In: Food storage manual. Vol. M.F.S. Jamieson and P. Jobber eds. Tropical Products Centre Ministry of Overseas Development. Slough England pp 199-2448.

-Malpica, C. E. 1984. Efecto de mezclas de fungicidas en la conservación de semilla de maíz almacenada. Tesis. Fac. Ciencias, UNAM.

-Mandujano, W. L. S. 1980. Efecto de fungicidas en la protección de semillas de maíz almacenado con alto contenido de humedad. Tesis. Fac. Ciencias, UNAM.

-Menendez, A. A. 1986. Comportamiento de semilla de maíz almacenada bajo diferentes atmosferas. Tesis. Fac. Ciencias UNAM.

-Mislivec, P.B. J.F. Tuite . 1970. Species of Penicillium occurring in freshly harvested dent corn kernels. Micology. 62 : 67-74 pp.

-Molina, M.R. y R. Bressani. 1977. Factores de almacenamiento y procesamiento. Taninos. Archivo Latinoamericano de Nutrición. 27 (Suplemento2):78-84.

-Moreno, M.E. and C.M. Christensen. 1971 Differences among lines and varieties of maize in susceptibility to damage by storage fungi. Phytopathology. 61 : 1498-1500 pp.

-Moreno, M. E. 1979. Efecto de los hongos de almacén sobre la viabilidad de las semillas de maíz y soya. Bol. Soc. Mex. Mic. pags. 195-203.

-Oir, M. L. and Watt, B. K. 1957. USDA, Home Economics Research. Rep. Nun. 4 132 pp.

-Pérez, D. J. L. 1987. Efecto de remojo en el tiempo de cocción de frijol almacenado. Tesis. Fac. Ciencias, UNAM.

-Pixton, S.W. 1967. Moisture content it's significance and measurement in stored products. J. Stored. Products. Res. 3 : 35-47 pp.

-Qasem, S.A. and C.M. Christensen. 1958. Influence of moisture content temperature and time on the deterioration of stored corn by fungi. Phytopathology. 48 : 544-549 pp.

-Qasem, S.A. and C.M. Christensen. 1960. Influence of various factors on the deterioration of stored corn by fungi. Phytopathology. 50 : 703-709 pp.

-Ramírez, G.J. 1981. Acción de fungicidas en la conservación de semilla de maíz invadida por hongos de almacén. Tesis. Fac. Ciencias UNAM. 46 pp.

- Ramírez, G.J. 1990. Efecto de las condiciones de almacenamiento sobre el endurecimiento del grano de frijol. Tesis Doctoral. Fac. Ciencias, UNAM.
- Roberts, E.M. 1972. Cytological, genetical and metabolic changes associated with loss of viability of seeds. ed by E. R. Roberts. Chapman. London.
- Rodríguez, B.D. 1988. La calidad de cocción del frijol almacenado a diferentes temperaturas. Tesis. Fac. Ciencias, UNAM.
- Rojas, S.M.G.L. 1986. Conservación de la viabilidad de la semilla de frijol mediante el uso de fungicidas. Tesis. Fac. Ciencias, UNAM.
- Sánchez, G.L. 1979. Guía del Agricultor 3er. ed. Aidos. S.A. 153 pp.
- Sauer, D.B. and R. Burroughs. 1980. Fungal growth, aflatoxin production and moisture equilibrium in mixtures of wet and dry corn. Phytopathology. 70 : 516-521 pp.
- Soroa y P.J.M. 1968. Diccionario de Agricultura. 2da ed ed. Labor, S.A. 542-543 pp.
- Tuite, J. F. 1961. Fungi isolated from unstored corn seed in Indiana in 1956-1958. Plant Disease Report. 45 : 212-215 pp.
- Tuite, J.F. and C.M. Christensen. 1955. Grain storage studies XVI, influence of storage conditions upon flora of barley seed. Cereal Chem. 32 : 1-11 pp.
- Tuite, J.F. and C.M. Christensen. 1957. Grain storage studies XXIII. Time of invasion of wheat seed by various species of Aspergillus responsables for deterioration of stored grain source of inoculum of these fungi. Phytopathology. 47 : 265-268 pp.
- United State Department of Agriculture (USDA). 1979. Grain equipment manual GR 916-6. Federal Grain Inspection Service, Standarization Division, Richard-Geabayer A.F.B. Kansas City. Mo.
- Wallace, H.A.H. 1973. Fungi and other organism associated with stored. In: Grain storage part of a sistem. ed. R.N. Sinha and W.E. Muir. The Avi Publishing Co. Inc. Westport. Connecticut, USA.
- Winston, P.W. and Bates, D.H. 1960. Saturated solutions for the control of humidity in biological research. Ecology. 41: 232-237 pp.