

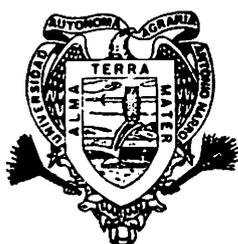
Efecto de Ciclo de Siembra y Periodo de Almacenamiento Sobre la Calidad de Semilla de Soya (Glycine max (L.) Merr.) en Clima Tropical.

MARIO CRUZ FERNANDEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para obtener el grado de:

***MAESTRO EN CIENCIAS
en Tecnología de Semillas***



***Universidad Autónoma Agraria
"Antonio Narro"***

Programa de Graduados

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio de 1993

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial para optar al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS

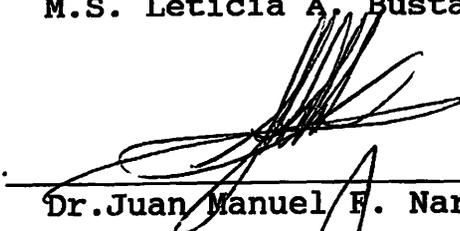
COMITE PARTICULAR

Asesor principal:



M.S. Leticia A. Bustamante García

Asesor:

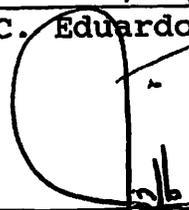


Dr. Juan Manuel F. Narváez Melo

Asesor:



M.C. Eduardo Céspedes Torres



Dr. José Manuel Hernández Brondo
Subdirector de Postgrado



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBOATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.N.

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Junio de 1993

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su agradecimiento a las siguientes Instituciones y personas:

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico brindado que hicieron posible mis estudios de maestría.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) por otorgarme la oportunidad de realizar el Postgrado.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), por la oportunidad que me brindó para superarme profesionalmente, en particular al Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS) del cual tengo el honor de formar parte de sus generaciones.

A la M.S. Leticia A. Bustamante García, Dr. Juan M. Narváez Melo y al M.C. Eduardo Céspedes Torres, por su atinada conducción, orientación y revisión de esta investigación; así como al M.C. Emilio Padrón Corral por su apoyo incondicional en el aspecto estadístico.

A los investigadores del Campo Experimental de Ebano, M.C. Moisés Ramírez Meraz, Ing. Alberto González Jiménez, y al C. Juan del Angel Zuñiga, auxiliar del programa de soya por su colaboración durante el desarrollo del trabajo de campo de esta investigación.

A la empresa SEHUAS, por las facilidades brindadas para el almacenamiento de la semilla.

DEDICATORIA

A mi esposa e hijos con amor:

Naty Herrera Arce

Iván, Fabiola, Paola Magaly
Como una pequeña retribución al cariño,
su paciencia y sacrificio que tuvieron
que soportar durante todo el período de
mis estudios de maestría.

A mis padres, suegra y hermanos:

Por su cariño y apoyo hacia mi familia
en los momentos difíciles de mis
estudios.

A mis compañeros y amigos:

(Wladimir, Jesús)

Por su amistad incondicional y los mo-
mentos gratos de convivencia que com-
partimos.

A mis maestros , compañeros de postgrado y personal
del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de
Semillas.

COMPENDIO

Efecto de Ciclo de Siembra y Período de Almacenamiento sobre la Calidad de Semilla de Soya (*Glycine max* (L) Merr.) en Clima Tropical.

Por:

MARIO CRUZ FERNANDEZ

MAESTRIA EN

TECNOLOGIA DE SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JUNIO 1993

M.S. Leticia A. Bustamante García -Asesor-

Palabras clave: Ciclo de siembra, período de almacenamiento, producción de semilla, trópico, calidad física y fisiológica.

Un estudio en el cultivo de soya variedad Tapachula-86 para producción de semilla, fue realizado en la Región tropical de la Huasteca con el propósito de determinar el efecto del ciclo de siembra Primavera-Verano y Otoño-Invierno, y período de almacenamiento sobre la calidad física y fisiológica de esta semilla.

En ambos ciclos de siembra la calidad de semilla estuvo determinada por las condiciones climáticas, temperatura fotoperíodo y precipitación durante las etapas de desarrollo del cultivo, con efectos más negativos en el ciclo de Otoño-Invierno, y que además afectaron la fenología del cultivo.

Se determinó que en el ciclo de siembra Primavera-Verano se obtuvieron los valores más altos en calidad de semilla, en cuanto a peso de 1000 semillas, peso volumétrico, semilla de mayor tamaño, semilla de color normal, germinación, vigor y rendimiento; así como menor daño ambiental y daño mecánico que el ciclo de Otoño-Invierno.

Por otra parte, la semilla almacenada en bolsas de papel Kraft y Polipropileno durante 184 días en un almacén convencional, mostró pérdidas en la calidad fisiológica a partir de los primeros 46 días de almacenamiento a valores por debajo de las normas oficiales. En este experimento, la semilla contenida en bolsas de polipropileno fue afectada en menor proporción que la envasada en bolsas de papel Kraft.

ABSTRACT

Soybean seed Quality as Influenced by Sowing Season and Storage time under Tropical Conditions.

By

MARIO CRUZ FERNANDEZ

MASTER OF SCIENCE
SEED TECHNOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JUNE, 1993

M.S. Leticia A. Bustamante García -Advisor-

Key words: Soybean, sowing season, storage time, seed production, tropical conditions, seed quality.

In order to determine the quality of soybean seed, as influenced by sowing season and storage time, a study was conducted comparing Autumn and Spring seasons in soybean seed production; for the later season, fresh and stored seed was used. At the same time, seed from the Spring season was stored in two different containers, polypropilene and kraft paper bags, for 184 days, and seed quality was monitored at 46 days intervals.

For both seasons seed quality was affected by climate conditions (temperature, day length and rainfall) during crop development; negative effects were seen at the Autumn seed production. Higher quality as measured by; thousand seed weight, test weight, seed size, seed color, standard germination and vigour, as well as seed yield, was obtained when seed was produced at Spring, however less seed weathering and mechanical damage was obtained at the Autumn season.

In relation to the storage study seed quality decreased in both kinds of containers at the same rate up to 46 days, from then on, seed in polypropilene bags was less affected than seed in kraft paper bags.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	xi
INDICE DE FIGURAS	xiii
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	6
Calidad de semilla	6
Factores adversos de clima	8
Fechas y Ciclo de Siembra	12
Características Varietales deseables	14
Almacenamiento de Semilla	16
Longevidad	16
Humedad relativa, Temperatura y	
Contenido de Humedad	19
Tipo de Envase.....	22
MATERIALES Y METODOS	24
Area de Estudio	24
Material Experimental	26
Factores de Estudio	26
Experimento I	26
Experimento II	30
Metodología en la Evaluación de Variables	33
Contenido de Humedad	33
Daño Mecánico	33
Análisis de Pureza	34
Análisis de Clasificación	35
Peso de 1000 Semillas	35
Peso Volumétrico	35
Color de Semilla	36
Daño Ambiental	36
Germinación Estándar	36
Vigor mediante Envejecimiento Acelerado	37
Peso Seco de Plántulas	38
RESULTADOS Y DISCUSION	39
Experimento I	39
Comparación de medias	40
Contenido de humedad y Daño Mecánico ...	41
Semilla Pura y Semilla de Primer Grado..	44
Peso de 1000 Semillas y Peso Volumétrico	46
Color de Semilla y Daño Ambiental.....	49
Germinación Estándar y Viabilidad	52

Germinación después de Envejecimiento	
Acelerado y Peso seco de Plántulas	56
Comportamiento Agronómico y Fenológico	
del Cultivo de Soya	60
Factores de Clima	61
Análisis de Correlación	67
Experimento II	69
Contenido de Humedad	71
Germinación Estándar y Viabilidad	73
Germinación después de Envejecimiento	
Acelerado y Peso seco de Plántulas	76
CONCLUSIONES	80
RESUMEN	83
LITERATURA CITADA	85
APENDICE	91

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
3.1	Prácticas de manejo realizadas en lotes de producción de semilla de soya en dos ciclos de siembra en la Región Huasteca	28
3.2	VARIABLES de calidad evaluadas en cada ciclo de siembra para producción de semilla de soya en la Región Huasteca	29
4.1	Cuadrados medios y significancia de variables evaluadas en cada ciclo de siembra para producción de semilla de soya en la Región Huasteca	40
4.2	Medias de Contenido de Humedad y Daño Mecánico de semilla de soya producida en cada ciclo de siembra en la Región Huasteca.....	41
4.3	Medias de Semilla Pura y Semilla con Tamaño de Primer Grado de soya producida en cada ciclo de siembra en la Región Huasteca.....	45
4.4	Medias de Peso de 1000 semillas y Peso Volumétrico de semilla de soya producida en cada ciclo de siembra en la Región Huasteca.	47
4.5	Medias de Color de Semilla normal y Daño Ambiental de semilla de soya producida en cada ciclo de siembra en la Región Huasteca.....	50
4.6	Medias de Germinación estándar y Viabilidad de semilla de soya producida en cada ciclo de siembra en la Región Huasteca	53
4.7	Medias de Germinación después de Envejecimiento acelerado y Peso seco por plántula de semilla de soya producida en cada ciclo de siembra en la Región Huasteca	57
4.8	Características de comportamiento agronómico y fenológico del cultivo de soya (cv. Tapa - chula-86) en dos ciclos de siembra para producción de semilla en la Región Huasteca.....	60

4.9	Comportamiento de la Precipitación, Fotoperíodo y Temperatura media en dos ciclos de siembra para producción de semilla en la Región Huasteca	62
4.10	Matriz de correlaciones entre variables evaluadas en cada ciclo de siembra para producción de semilla de soya en la Región Huasteca	68
4.11	Cuadrados medios y significancia de las variables evaluadas en semilla de soya almacenada durante 184 días en dos tipos de envase en la Región Huasteca	70
4.12	Medias de las variables evaluadas en semilla de soya almacenada durante 184 días en dos tipos de envase en la Región Huasteca.....	70

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
4.1	Precipitación media(mm) en dos ciclos de siembra para producción de semilla de soya en la Región Huasteca	64
4.2	Fotoperíodo (hr) en dos ciclos de siembra para producción de semilla se soya en la Región Huasteca	64
4.3	Temperatura media (°C) en dos ciclos de de siembra para producción de semilla de soya en la Región Huasteca	66
4.4	Comportamiento del Contenido de humedad de semilla de soya almacenada durante 184 días en dos tipos de envase en la Región Huasteca	72
4.5	Comportamiento de la Germinación Estandar de semilla de soya almacenada durante 184 días en dos tipos de envase en la Región Huasteca	75
4.6	Comportamiento de la Viabilidad de semilla de soya almacenada durante 184 días en dos tipos de envase en la Región Huasteca	75
4.7	Comportamiento de la Germinación después de Envejecimiento Acelerado de semilla de soya almacenada durante 184 días en dos tipos de envase en la Región Huasteca	77
4.8	Comportamiento del Peso Seco de plántulas de semilla de soya almacenada durante 184 días en dos tipos de envase en la Región Huasteca	79

INTRODUCCION

La soya es un cultivo con creciente importancia en áreas tropicales de México. En el país, los Estados de Tamaulipas, Chiapas, San Luis Potosí y Campeche de clima tropical, reportaron en 1991 una superficie cosechada de 60 mil ha y una producción de 86 mil ton, cifra que representó el 12 por ciento de las 720 mil ton producidas a nivel nacional; volumen que fue insuficiente para cubrir la demanda interna, por lo cual se recurrió a la importación de 1.489 millones de toneladas de esta oleaginosa (Agro-síntesis, 1992).

Dentro de los problemas de producción que han enfrentado tales regiones, ha sido la falta de semilla para cumplir con los programas establecidos de siembra. Para 1992 se programaron 65.5 mil ha, para las cuales se requirieron aproximadamente 4260 ton de semilla de soya; sin embargo, el volumen de semilla disponible para satisfacer esta demanda fué del 51 por ciento. El volumen deficitario de semilla se ha resuelto en parte por la importación de este insumo, principalmente de Brasil y de los Estados Unidos de Norteamérica, fuente de variedades tropicales que se han adaptado a estas regiones (Céspedes, 1992).

Dentro del trópico mexicano, la planicie Huasteca es una de las principales áreas de producción de semilla de soya, en siembras establecidas en el ciclo Primavera-Verano, bajo condiciones de temporal y riegos de auxilio. En este ciclo, que comprende de junio a diciembre se produce semilla de las variedades Júpiter, UFV-1, Santa Rosa y Tapachula-86. Dichos materiales producen rendimientos medios de 1.068 ton/ha y calidad de semilla aceptable cuando son establecidos en la época de siembra apropiada y se realiza un manejo eficiente del cultivo.

Sin embargo, este período es restringido debido a las condiciones erráticas de la precipitación en cuanto a cantidad y distribución; alta fotosensibilidad de las variedades; humedad relativa, temperaturas altas, y presencia de suelos arcillosos que dificultan realizar labores de manejo eficientes. Tales factores en conjunto provocan que la producción y calidad de semilla se reduzca notablemente. Durante 1991 fue dada de baja el 17 por ciento de la superficie destinada a la producción de semilla certificada al no reunir las normas de calidad exigidas para su certificación.

Por otra parte, la semilla que reúne las normas de calidad, tan pronto es cosechada, limpiada y seleccionada es almacenada en sacos de polipropileno durante seis meses (enero a junio) hasta el inicio del ciclo de siembra inmediato, Primavera-Verano. Tal situación ha conducido a pérdidas de

calidad de la misma por efecto del período prolongado de almacenamiento, disminuyendo de esta manera la disponibilidad de semilla de alta calidad.

Recientemente, resultados de investigación del INIFAP en el área de la Huasteca han considerado como una alternativa la producción de semilla de soya en el ciclo de Otoño-Invierno. El cultivo es establecido durante los meses de diciembre-enero y la semilla cosechada en el mes de mayo, para ser utilizada inmediatamente en las siembras del ciclo de Primavera-Verano. Lo anterior representaría algunas ventajas respecto a la semilla obtenida en el ciclo próximo anterior al no sujetar la semilla a un período de almacenamiento. Sin embargo en este ciclo el potencial de rendimiento es menor, causado principalmente por la presencia de fotoperíodo corto, temperaturas bajas y con una calidad aún no determinada; semilla que al ser usada inmediatamente podría suplir las demandas en alguna medida.

Se sabe que la calidad de la semilla es un concepto que involucra componentes tales como el genético, sanitario, fisiológico y físico; los cuales son logrados en mayor o menor grado durante el ciclo de producción del cultivo y mantenidos durante el período de almacenamiento de la semilla antes de su siembra.

Buscando como alternativa la producción de semilla de soya en el ciclo de Otoño-Invierno, se hace necesario evaluar este ciclo de siembra sobre su producción y calidad, a fin de determinar la necesidad de implementar en el mismo, diferentes técnicas de manejo, que permitan de alguna manera obtener semilla que pueda ser utilizada en la siembra del ciclo inmediato siguiente.

Asimismo, en esta región existe la necesidad de determinar el efecto del período de almacenamiento de la simiente producida en el ciclo de Primavera-Verano, bajo las condiciones rutinarias de manejo sobre su calidad al momento de la siembra y sobre la semilla producida a partir de ella en el siguiente ciclo de siembra.

Todo esto permitirá definir pautas en la producción de semilla de soya de mejor calidad y/o asegurar en cierta medida la disponibilidad para la siembra y tratar de reducir la importación de este insumo.

Por lo que el presente trabajo de investigación plantea los siguientes objetivos e hipótesis.

OBJETIVOS

1. Determinar el efecto del ciclo de siembra sobre la calidad de semilla de soya.

2. Determinar el efecto del período de almacenamiento sobre la calidad de la semilla producida en Primavera-Verano.
3. Determinar la factibilidad de producción de semilla de soya de alta calidad en el ciclo de Otoño-Invierno.

HIPOTESIS

1. El ciclo de siembra influye sobre el rendimiento y calidad de semilla de soya.
2. Existe pérdida de calidad de semilla de soya por efecto de almacenamiento en las condiciones locales de manejo en esta región.
3. La semilla producida en el ciclo de Otoño-Invierno es de calidad aceptable bajo un buen manejo, y puede ser utilizada en el ciclo inmediato de siembra.

REVISION DE LITERATURA

Calidad de Semilla

El desarrollo de una agricultura eficiente y productiva requiere de un suministro consistente y adecuado de semilla de alta calidad; la cual debe satisfacer cuatro componentes fundamentales: el genético, el sanitario, el físico y el fisiológico (García, 1981).

En la actualidad se ha logrado mayor avance técnico y científico en los tres primeros componentes, en cambio, el mantenimiento de la calidad fisiológica ha sido difícil y sigue siendo uno de los principales problemas en el desarrollo de la industria semillera, principalmente en regiones tropicales.

Las semillas con alta germinación y vigor contribuyen en gran parte al establecimiento de cultivos uniformes, de vigoroso crecimiento e igual desarrollo, que se reflejan en altos rendimientos (Welch y Delouche, 1985).

En soya la máxima calidad en germinación y vigor se alcanza al punto de madurez fisiológica, etapa en la que

también se alcanza el máximo peso seco (Delouche, 1971; Soplin, 1981). Pasado este período la humedad de la semilla decrece rápidamente, el entendimiento de este fenómeno posibilita la toma de medidas para minimizar la pérdida de esa calidad adquirida.

Muchos factores, tales como condiciones climáticas adversas antes de la cosecha; métodos de cosecha inadecuados plagas y enfermedades, métodos de secamiento indebidos, abuso mecánico en el procesamiento y manipuleo de semilla, y malas condiciones de almacenamiento contribuyen al descenso del vigor y la viabilidad de la semilla (Miranda, 1977).

Delouche (1973b) indica que puede existir un rápido deterioro y subsecuente pérdida de calidad en la semilla en condiciones adversas de clima a partir del tiempo de formación de vaina hasta el momento de la cosecha. Este deterioro en las semillas se manifiesta de muchas formas, las más significativas son el crecimiento y desarrollo lento, sin embargo la consecuencia mas drástica es la pérdida de germinabilidad (Delouche, 1968). Este deterioro es inexorable, irreversible, mínimo al tiempo de madurez y variable entre lotes de semilla, lotes de la misma clase y semillas individuales dentro de un lote.

Factores Adversos a la Calidad

El grado de calidad en la semilla depende de varios factores, dentro de los principales se encuentra la influencia del medio ambiente sobre las diferentes etapas de crecimiento y desarrollo del cultivo, particularmente las condiciones de clima prevalentes a partir de la maduración hasta la cosecha de la semilla; además de las características genéticas de la semilla y del grado de interacción con el que se presentan estos factores.

Soplin (1981) menciona que en regiones tropicales y subtropicales, las condiciones adversas de clima son poco apropiadas para producir semilla de soya de alta calidad. La presencia de temperaturas y humedad relativa altas; condiciones alternas secas y húmedas; presencia de plagas y enfermedades, provocan un deterioro severo en la semilla de soya (Andrews, 1982). Igualmente, Maldonado (1992) menciona que en el trópico mexicano las condiciones de clima favorecen el daño patológico y fisiológico de la semilla de soya, por lo que ésta pierde su viabilidad antes de su cosecha.

De acuerdo a Delouche (1974) y Tekrony et al. (1980), la germinación y vigor son los atributos fisiológicos más seriamente afectados; y debido a la constitución estructural y fisiológica más delicada de la soya en comparación con otros cultivos, esta semilla presenta un deterioro

rápido y severo (Delouche, 1974b).

Las condiciones climáticas adversas aumentan la actividad fisiológica de las semillas predisponiéndolas al ataque de patógenos y a la reducción de vigor y germinación (Costa, et al. 1987). La solución que plantean a este problema es la cosecha temprana.

Cartter y Hartwig (1962) indican que condiciones frías y secas favorecen la calidad de semilla, mientras que en clima cálido y húmedo, con lluvias frecuentes, resulta una producción de baja calidad.

Harris et al. (1965) encontraron que temperaturas de 25-28 °C en los últimos 45 días durante la madurez de semilla de soya cultivar Hill causaron bajo vigor en la plántulas de su progenie. Caulfield y Bunce (1992) observaron que plantas de soya desarrolladas en dos ambientes de temperatura, presentaron cambios en la morfología y tasa de crecimiento en la subsecuente generación, y que podrían causar diferencias genéticas morfológicas entre la población parental y su progenie.

Períodos secos durante la formación de vainas son perjudiciales para el rendimiento y calidad de semilla de soya (Harris et al., 1965). Sionit y Kramer (1977) indujeron estrés de humedad durante éste período y observaron re-

ducciones en el número de vainas y en la calidad de semilla. Asimismo Green *et al.* (1965) observaron la presencia de cotiledones verdes e integumentos quebrados cuando se presentaron períodos secos y cálidos durante la maduración de soya, estas características estuvieron asociadas con una baja germinación y emergencia de campo.

Dornbos (1989) al imponer estrés de agua a plantas de soya durante el llenado de vaina en presencia de temperaturas entre 20-35 °C; encontró un decremento en los rendimientos del 49 por ciento, el peso de semilla se redujo un 20 por ciento a 28 °C y 47 por ciento a 34 °C. El porcentaje de germinación disminuyó un 10 por ciento, así como el número de semillas, peso, viabilidad y vigor. En tales condiciones el contenido de aceite se redujo pero se incrementó el de proteínas; estos efectos causan inconsistencia en los rendimientos a través de años afectándose dichos atributos.

Tekrony *et al.* (1980) encontraron que una precipitación de 2 mm/día durante 30-40 días en el período de postmaduración no alteraron el vigor de la semilla, en cambio, este decreció rápidamente cuando la precipitación aumentó a 6 mm/día en el mismo período. Aunque no determinaron cuál factor es más importante entre temperatura y humedad relativa, ya que encontraron alta correlación entre ellos.

Burdett (1977) observó una rápida y severa deterioración en semilla de soya variedad Dare expuestas a período de lluvias antes y después de madurez fisiológica, así como a temperaturas superiores a 29 °C; mientras que semillas cosechadas del campo a madurez fisiológica alcanzó porcentajes de germinación por encima del 90 por ciento.

Una cosecha oportuna es determinante para obtener alta calidad de semilla, cualquier retraso produce un proceso de deterioro desde el campo como resultado de las condiciones ambientales adversas (Delouche, 1972). Este retraso posterior a la madurez fisiológica o madurez de cosecha contribuye al deterioro de la semilla, puesto que equivale a un almacenamiento en el campo bajo condiciones desfavorables de alta temperatura y humedad relativa que son perjudiciales para la germinación y vigor (Boyd, 1978).

El retraso en la cosecha en presencia de períodos húmedos, intercalados con períodos secos, soleados y calientes provoca sucesivos cambios de humedad en la semilla. Al paso del tiempo, las semillas pierden, se deforman, presentan rajaduras con lo cual se facilita los cambios de humedad en vaina y semilla, y consecuentemente pérdida de calidad (Yaklick, 1981).

De aquí la importancia de reducir al máximo el período de exposición de la semilla en el campo, buscando reducir

la pérdida de calidad de la misma.

Fechas y Ciclo de Siembra

Normalmente una buena época de siembra para producción de semilla depende del suministro suficiente de agua durante el ciclo de crecimiento y condiciones climáticas favorables, principalmente durante el período de maduración. Sin embargo en el trópico mexicano, la soya se cultiva primordialmente bajo condiciones de temporal, además de que los cultivares presentan sensibilidad al fotoperíodo.

En la región Huasteca, donde se produce semilla de soya, el efecto de fotoperíodo se manifiesta según Maldonado (1992) cuando se establece la soya en siembra tardía o en el ciclo de invierno. Durante el verano y en fecha óptima de siembra, el cultivo recibe un promedio de 12 hr 47 min de luz en la etapa vegetativa, la cual es suficiente para lograr un adecuado desarrollo; en cambio siembras tardías en el verano o aquellas establecidas en el invierno reciben diariamente en esta misma etapa 28 y 39 min menos de luz, respectivamente. Este acortamiento del día induce a una floración temprana, lo que ocasiona reducciones en altura de planta, número de entrenudos, vainas y rendimiento. El mismo autor menciona que las variedades presentan características de desadaptación fisiológica, manifestándose en una maduración anormal o desuniforme, permaneciendo los tallos verdes

y con hojas adheridas, lo cual dificulta y retrasa la cosecha.

Mayers et al. (1992) evaluaron ocho cultivares de soya en tres siembras establecidas semanalmente durante la estación seca en el trópico; al examinar los genotipos y los efectos del ambiente sobre el crecimiento encontraron que: la materia seca (MS) se incrementó exponencialmente con la duración del cultivo, que existen efectos directos de la temperatura sobre la MS, duración del cultivo y tasa de crecimiento. El efecto fototérmico retrazó la floración y madurez, asimismo observaron excesivo desarrollo vegetativo, y el índice de cosecha se redujo cuando la floración coincidió con temperaturas nocturnas menores a 14 °C e indican que el fotoperíodo corto sería una limitante en la estación seca.

En el Centro de Investigación y Desarrollo Vegetal Asiático (AVRDC, 1989) de Taiwan se evaluó la calidad de semilla en líneas de soya producida durante el verano húmedo y otoño seco; los ensayos de germinación después de cuatro meses de almacenamiento indicaron que la semilla producida en verano presentaba pobre calidad en relación a la producida en otoño.

De acuerdo a Maldonado (1992) varios autores coinciden que para lograr un desarrollo adecuado de plantas de soya en condiciones de días cortos en el trópico, se debe fi-

jar el número de días mínimo que se requiere de la siembra a la floración para las diferentes fechas de siembra; y de esta forma contribuir a la obtención de mayor producción.

Las enfermedades ocasionan daño a la semilla y causan diferentes efectos, entre los más importantes según Neergaard (1979) son: reducción de la producción, obtención de semillas arrugadas, manchadas, chupadas, mal formadas y decoloradas; asimismo provocan cambios bioquímicos y de calidad en los nutrientes y además pueden producir toxinas dañinas al hombre y animales.

Para el trópico húmedo mexicano, de acuerdo a Maldonado (1992) las siguientes enfermedades se presentan en el cultivo de soya las cuales dañan al follaje, tallos, vainas y semilla: *Colletotrichum truncatum*, *Cercospora sojina*, *C. kikuchii*, *Corynespora cassicola*, *Peronospora manshurica* y *Diaporthe spp.* El daño a la semilla por estos hongos aumenta cuando se retrasa la cosecha, particularmente cuando es acompañada por períodos húmedos y calientes (Athow y Laviollete, 1973).

Características Varietales Deseables

Existen diferencias entre genotipos en su capacidad para tolerar el deterioro de semillas, el retraso a la cosecha y las condiciones climáticas adversas; debido a que pre-

sentan mecanismos que condicionan esta tolerancia; características que deben ser consideradas al establecer el cultivo de soya en zonas tropicales. Entre estas características se cita la resistencia varietal, impermeabilidad de la vaina y semilla al agua, resistencia a fitopatógenos, características fenotípicas (altura de vaina y planta, ciclo de madurez) tamaño, textura dura y color de la semilla.

Paschal y Ellis (1978) sugieren plantas de porte alto, ciclo tardío y vainas no próximas al suelo. La semilla dura también es una forma de impermeabilidad al paso de agua (Potts, et al., 1978); sin embargo esta es una característica considerada como indeseable, porque dificulta la germinación y permite el surgimiento de plantas voluntarias en el campo (Delouche, 1964).

Miranda (1977) constató que las semillas impermeables fueron más efectivas para reducir la pérdida de calidad y deterioro de campo. Longer y Degago (1992) en el genotipo de soya D83-4033 considerada como de semilla dura, cosechada tardíamente encontraron alto porcentaje de germinación. Sin embargo Tully (1982) indica que la incorporación de impermeabilidad de la vaina a la humedad sería una alternativa más apropiada que la impermeabilidad de la semilla.

Dassou y Kueneman (1984) verificaron que genotipos de integumento oscuro fueron más tolerantes al deterioro. Un

mayor número de estudios han atribuido al tamaño y peso de semillas. Genotipos de soya de semilla pequeña según Paschal y Ellis (1978) producen mejores semillas en cuanto a germinación, emergencia de campo, menor infección de hongos, menor requerimiento de agua para imbibición completa, menor daño mecánico en cosecha y procesamiento que semillas grandes.

Mohammed *et al.* (1989) observaron que las semillas pequeñas tuvieron rápido crecimiento y mayor elongación de radícula y según Vanangamudi (1989) presentan también mayor longevidad que semillas grandes. Sin embargo, los genotipos de soya con un peso menor a 11 g/100 semillas pueden reducir la producción y contenido de aceite.

Almacenamiento de Semilla

Longevidad

El propósito del almacenamiento de semillas es mantener o conservar la viabilidad y vigor desde la cosecha hasta la siembra siguiente, atributos que a pesar de proporcionarles óptimas condiciones solo serán mantenidas por un tiempo, no pudiendo ser en ninguna forma mejorados. Así los problemas de almacenamiento se deben a que se almacena semilla de baja calidad, acondicionamiento inadecuado, envases inapropiados, períodos prolongados de almacenamiento, tipo de

semilla y condiciones del almacén (Delouche, 1973a).

La longevidad de la semilla es una característica de cada especie y genotipo dentro de la especie; algunas son de larga vida, otras de corta vida. Genéticamente la semilla de soya es de vida corta a diferencia de otras especies como el maíz, sorgo, trigo y algodón que son de vida larga. Delouche (1974b), cita que al almacenar estas especies con más del 82 por ciento de germinación inicial, la semilla de soya fue la única que redujo su germinación a 62 por ciento después de seis meses, mientras que las otras mantuvieron los valores iniciales.

Asimismo existen en soya diferencias varietales en cuanto a longevidad de la semilla, al respecto Van-Toai et al. (1986) almacenaron cinco variedades de soya durante 24 meses en tres tipos de almacén; encontraron que la variedad Cutler-71 fue la que mejor mantuvo su viabilidad después de este período. Igualmente Arulnandhy y Herath (1990) al evaluar 85 genotipos de soya encontraron que sólo tres de ellos mantuvieron porcentajes de germinación mayor al 80 por ciento después de seis meses de almacenamiento. Similarmente Nugraha y Soejadi (1992) al someter 13 cultivares de soya encontraron que la línea 630/1343-4-1 también presentó más de 80 por ciento en germinación en el mismo período de almacenamiento.

En áreas tropicales y subtropicales la semilla de soya presenta una baja capacidad de almacenamiento, debido a que después de haber sido producida reduce su germinación a los dos o tres meses de almacenamiento (Delouche, 1974a). Sin embargo una alternativa para estas regiones es la obtención de variedades con mayor respuesta de almacenado al incrementar su resistencia al deterioro de semilla (Kuene-man, 1981). Al respecto Minor y Paschal (1982) encontraron que semillas con alta germinación inicial, alto porcentaje de semilla dura, semilla pequeña y madurez temprana presentan tendencia a una mayor capacidad de almacenamiento.

Los problemas de calidad de semilla no empiezan en el almacenamiento, sino que se adquieren desde el campo, y una semilla afectada en esta etapa se deteriora rápidamente en el almacén (Delouche, 1974a y Boyd, 1975). Se han observado diferencias entre lotes respecto a la calidad inicial y longevidad en el almacén; Delouche (1974b) comparó semillas con germinaciones iniciales del 90 y 82 por ciento, encontró diferencias en el porcentaje de germinación a los 6, 9, 12 y 18 meses de almacenamiento en el orden de 27, 63, 69 y 71 por ciento, respecto al segundo caso; concluyendo que la calidad inicial es de suma importancia para almacenar semilla.

Humedad Relativa (HR), Temperatura y Contenido de Humedad en la Semilla (CH).

Para Welch y Delouche (1985) la HR y temperatura influyen sobre la longevidad y sobre el CH de equilibrio de la semilla. Por lo tanto estos dos factores dentro del almacén deben presentarse en tal forma que el CH de equilibrio sea lo suficientemente bajo para un almacenamiento seguro, de tal forma que las mejores condiciones para el almacenamiento sean un lugar fresco y seco.

En áreas tropicales húmedas con 25 °C de temperatura media es un problema mantener un aceptable nivel de calidad en semilla de soya de una estación a otra en almacén abierto. Por lo que para mantener la germinación y vigor en los niveles más altos, es recomendable su almacenamiento a temperaturas menores a 20 °C y en HR del ambiente menores a 60 por ciento de tal manera de conservar la semilla por un período de ocho a nueve meses (Delouche, 1974a).

Arulnandhy y Herath (1990) almacenaron semilla de 85 genotipos de soya en condiciones de temperatura máxima de 26-36 °C, temperaturas mínimas de 18-26 °C y HR de 76 ±5.9 por ciento durante nueve meses; observaron una declinación rápida de la viabilidad a los tres meses, mientras que el vigor decreció con la longitud del almacenamiento y la vida promedio fue de 5.1 meses. Por otra parte Nugraha y Soejadi

(1992) observaron decrementos drásticos en la calidad de 13 variedades de semilla de soya almacenada; los porcentajes de germinación, CH, porcentaje de plántulas normales después de envejecimiento acelerado y plántulas vigorosas antes/después del almacenamiento fueron del orden de 81/26, 13.4/14.5, 87/31 y 80/4, respectivamente.

Para almacenar semilla por un período de cinco a ocho años se requieren temperaturas de 10 °C o menos, 50 por ciento de HR y nueve por ciento de CH (Delouche, 1982). En el banco de germoplasma del AVRDC la viabilidad de semilla de soya fue mantenida por ocho años cuando se almacenó a 2.5 °C y 40-45 por ciento de HR (AVRDC, 1989). Igualmente Delouche (1973a) al almacenar semilla de soya durante 30 meses observaron que el porcentaje de germinación se mantuvo en 94 por ciento a 7 °C y 45 por ciento de HR; en cambio a 30 °C y 75 por ciento de HR, la germinación se redujo a cero en los seis primeros meses.

Sripichitt et al. (1989) almacenaron semilla de soya en condiciones simuladas del trópico (26 °C y 80 por ciento de HR) cuyos CH fueron: 6, 8, 10 y 12 por ciento. Las determinaciones de calidad se realizaron a los 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15 y 18 meses; los resultados indicaron un decremento gradual de la calidad con el incremento del período de almacenamiento y con un aumento en el CH de la semilla.

El contenido de humedad en la semilla determina el tiempo de viabilidad durante el almacenamiento, al respecto Bowen y Kratky (1985), encontraron que semilla con 14 por ciento de humedad permanece viable sólo la mitad del tiempo que con 13 por ciento, y por una cuarta parte de la de 12 por ciento; cuando se almacenó a 27 °C se mantuvo dos veces más que a 32 °C y cuatro veces más que a 37 °C. Mientras que semilla almacenada a 13 por ciento de humedad a 5 °C se conservó cuatro veces más que la almacenada con 14 por ciento a 10 °C.

La higroscopicidad de la semilla depende de su composición química, lo cual permite que el CH se equilibre en una HR dada cuando no pierde ni absorbe humedad. Las semillas con altos niveles de carbohidratos y proteínas como los cereales presentan de 13 a 15 por ciento de CH a 25 °C y 75 por ciento de HR, mientras que la soya que contiene altos porcentajes de aceite (20 por ciento) y proteínas (40 por ciento) en estas mismas condiciones presenta de 9-11 por ciento de CH. En la semilla de soya el CH en equilibrio depende de la HR del ambiente, y según Delouche (1973) la relación de HR/CH se presenta de la siguiente manera : 15/4.3, 45/7.4, 60/9.3, 75/13.1 y 90/18.8, respectivamente.

Tipo de Envase

Dentro de los factores que causan los problemas de almacenamiento se encuentra el relacionado al tipo de envase. Aunque este es un factor considerado de menor importancia que otros, no deja de ser importante, puesto que si este no es el adecuado los problemas de calidad fisiológica se agudizarán.

Un envase satisfactorio es aquel que considera los daños mecánicos, influencia del clima, riesgos implicados durante el transporte, almacenamiento y distribución, además de mercadeo, los aspectos de presentación, los atractivos de venta y el uso posterior del envase.

Sin embargo como lo menciona Warham (1986), en áreas tropicales en donde existen condiciones climáticas adversas, el envase a utilizar deberá ser aquel que resista una alta temperatura, alta humedad relativa y a prueba de humedad para mantener un alto porcentaje de germinación y vigor. Tales características deben de ser prioritarias sobre la apariencia exterior ya que los riesgos para los envases en los trópicos son mucho más severos que los de zonas templadas.

El material del envase determina su funcionalidad, al respecto Arulnandhy y Senanayake (1990) almacenaron durante nueve meses semilla de soya en cuatro tipos de envase:

recipiente de barro, bolsas metálicas, de papel y de polietileno, observaron que el mejor envase fue las bolsas de polietileno que mantuvieron la semilla con porcentajes de germinación al 80 por ciento y una menor variación en el contenido de humedad, la cual fue de 9.2 a 9.5 por ciento.

Por otra parte Baskin *et al.* (1989) almacenaron semilla de soya en cinco tipos de envase, incluyendo bolsas de papel y polietileno a 29.5 °C y 85 por ciento de HR durante 54 meses. En tales condiciones las bolsas de polietileno fueron superiores a los otros tipos de material.

Larcher *et al.* (1984) probaron durante dos años sacos de tela y bolsas plásticas selladas en dos tipos de almacén, encontraron que el tipo de almacén fue más determinante que el tipo de envase. Indican que en un almacén con clima seco durante todo el año, las semillas pueden conservarse en sacos de tela.

MATERIALES Y METODOS

Area de Estudio

El trabajo experimental de campo y almacenamiento de semilla fué realizado en el Campo Experimental Ebano (CEEBA) y en la empresa agrícola Semillas de las Huastecas (SEHUAS), ubicados en Ebano, S. L. P.

El CEEBA y SEHUAS se localizan en las coordenadas geográficas de 22°12' latitud norte y 98° 26'30" de longitud oeste, y a 60 msnm; el clima predominante es el Cálido Subhúmedo 'Aw_o(e)'. La temperatura media anual es de 25.4 °C, con una oscilación térmica entre 7 y 14 °C, el mes más cálido es junio con promedio mensual de 29.6 °C, el más frío es enero con una media de 19.3 °C. La precipitación media es de 881 mm anuales, con una estación lluviosa de cinco meses, período que comprende de junio a octubre en el que se recibe el 71 por ciento del total anual (CEEBA, 1991).

Los lotes de producción de soya utilizados en el presente estudio fueron establecidos en los terrenos de SEHUAS en el ciclo de siembra Primavera-Verano (PV) 1991 y en el CEEBA en los ciclos de siembra Otoño-Invierno (OI)

1991-92 y PV 1992. Ambas localidades se ubican a 72 y 67 km, respectivamente, de la carretera Tampico- Cd. Valles en la planicie Huasteca. Los terrenos son planos con pendiente ligera, provistos con sistema de riego por gravedad, el suelo es del tipo Vertisol péllico, con más de 50 por ciento de arcilla montmorillonita, de mal drenaje y color oscuro en sus horizontes superiores.

El almacenamiento de la semilla se llevó a cabo durante 184 días en el período de enero a junio de 1992. El almacén utilizado, propiedad de SEHUAS, es una construcción de concreto, recubierto con material de aislamiento y barrera impermeable (poliureno), con dimensiones de 8 m de ancho, 10 m largo y 4 m de altura (3200 m³) y una sola puerta.

Los ensayos de calidad efectuados en la semilla obtenida de la cosecha de los diferentes ciclos y durante los períodos de almacenamiento, fueron realizados en el Laboratorio de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Durante el período de los ensayos las muestras permanecieron a temperatura ambiente dentro del mismo laboratorio.

Material Experimental

La variedad utilizada en el estudio fue Tapachula-86, adaptada a esta región tropical. Dicho material florece a los 55 días en el verano, presenta una altura de planta de 85-90 cm, con 13-16 entrenudos y de 120-125 días a cosecha, su rendimiento oscila de 1.8-2.0 ton/ha bajo condiciones de riego.

Factores de Estudio

Para cumplir con los objetivos de la investigación, el estudio se constituyó de dos experimentos.

Experimento I.- Efecto de ciclo de siembra sobre la calidad de semilla de soya.

Tratamientos

Este experimento tiene la finalidad de comparar los ciclos de siembra Primavera-Verano (PV) y Otoño-Invierno (OI) en cuanto a la calidad de semilla, así como determinar las ventajas de producir semilla en OI o almacenarla en este mismo ciclo para su uso de PV. Para ello, el experimento consistió en establecer los siguientes cinco tratamientos:

TRATAMIENTO	CICLO	DE	SIEMBRA
T1	Primavera-Verano 1991	(PV 91)	
T2	Otoño-Invierno 1991-92	(OI 91-92)	
T3	Almacenamiento de semilla	de T1	
T4	Primavera-Verano 1992	con semilla de T2	
T5	Primavera-Verano 1992	con semilla de T3	

El T1, corresponde a la producción de semilla en el ciclo de siembra PV 91; EL T2 consistió en evaluar el ciclo de OI 91-92 utilizando semilla del T1, mientras que el T4 y T5 consistió en evaluar el ciclo de PV 92 utilizando semilla del T2 y T3, respectivamente. El T3 consistió en almacenar la semilla producida en el ciclo de PV 91 durante 184 días, del 21 de diciembre de 1991 al 22 de junio de 1992, ésta se introdujo en seis bolsas de polipropileno de dos kg; cada bolsa cerrada representó una repetición, las cuales permanecieron de esa manera hasta cumplir el período citado.

Manejo de los Lotes de Producción

La semilla del ciclo PV 91 (T1) fue obtenida del lote de producción de un agricultor cooperante y cosechada en forma mecánica a finales del mes de noviembre del mismo año. El lote estuvo bajo el control del productor (SEHUAS), y fue establecido durante la segunda semana del mes de julio, bajo condiciones de temporal y en el cual se utilizaron 65 kg/ha de semilla en surcos separados a 80 cm. En los lotes correspondientes a los ciclos de siembra OI 91-92 y PV 92, del T2, T4 y T5 que se establecieron en el CEEBA, se realizaron las

prácticas de manejo que se citan en el Cuadro 3.1. con sus fechas correspondientes.

Cuadro 3.1. Prácticas de manejo realizadas en lotes de producción de semilla de soya en dos ciclos de siembra en la región Huasteca.

Actividad	OI 91-92 T2	PV 92 T4	PV 92 T5
Preparación de terreno	B,R,C,S	B,R,C,S,	B,R,C,S
Riego de presiembra	29-01-92	Temporal	Temporal
Fecha de siembra	12-02-92	23-07-92	23-07-92
Densidad de siembra	65 kg/ha	65 kg/ha	65 kg/ha
Distancia entre surcos	80 cm	80 cm	80 cm
Cultivos	06-03-92 12-05-92	01-09-92	01-09-92
Riegos	17-03-92 23-04-92	Temporal	Temporal
Aplic. Insecticidas	23-03-92 10-04-92 11-05-92 29-05-92	27-08-92 10-09-92 02-10-92 13-10-92 20-10-92	27-08-92 10-09-92 02-10-92 13-10-92 20-10-92
Desecante	16-06-92		
Cosecha	13-07-92	19-11-92	19-11-92
Trilla	17-07-92	25-11-92	25-11-92

B = Barbecho, R = Rastra, C = Cruza, R = Rastra

La cosecha de los tratamientos se efectuó cuando las plantas se encontraban en madurez de cosecha, y consistió en arrancar todas las plantas de la parcela útil en forma manual para luego ser desgranadas con una trilladora experimental estacionaria para pequeñas parcelas.

Variables de calidad

Al término de cada tratamiento y beneficio de la semilla se midieron variables de calidad física y fisiológi-

ca en la semilla, éstas se enlistan en el Cuadro 3.2.

Cuadro 3.2. Variables de calidad evaluadas en cada ciclo de siembra para producción de semilla de soya en la Región Huasteca.

ENSAYO	REFERENCIA
<u>Físicos</u>	
Contenido de humedad (CH)	Determinador eléctrico
Daño mecánico (DM)	Vaughan, 1982
Análisis de pureza (AP)	AOSA, 1983
Análisis de Clasificación (AC)	Cribas convencionales
Peso de 1000 semillas (PMS)	ISTA, 1985
Peso volumétrico (PVol)	Balanza Ohaus
Color de semilla (CS)	Tabla de colores CIAT 1983
Daño ambiental (DA)	Observación visual
<u>Fisiológicos</u>	
Germinación estándar (GE)	ISTA, 1985
Viabilidad (Vb)	ISTA, 1985
Envejecimiento acelerado (EA)	AOSA, 1983
Peso seco (PS)	AOSA, 1983

Diseño Experimental

En los lotes de producción establecidos para el T2, T4 y T5, cada una de las parcelas experimentales constó de cuatro surcos de cinco metros de largo y cuatro repeticiones las que se distribuyeron en forma completamente al azar. Por otra parte, en el T1 y T2 las repeticiones que fueron seis, se formaron a través de muestreos en el lote de semilla comercial y con una distribución completamente al azar.

Para realizar el análisis de varianza (ANAVA) de las variables medidas en porcentaje, éstas fueron transformadas a Arco Seno (Steel y Torrie, 1980). Una vez realizado lo an-

terior, el ANAVA efectuado fue a través de Bloques completos al azar en cuyo modelo estadístico se utilizó $\alpha = 0.05$ para caso significativo (*) y $\alpha = 0.01$ para la alta significancia (**):

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Y_{ij} = Variable de respuesta para el i -ésimo ciclo de siembra en su j -ésima repetición.

μ = Media poblacional

T_i = Efecto del i -ésimo ciclo de siembra

ϵ_{ij} = Error experimental

donde $i = 1, 2, \dots, t_i$

$j = 1, 2, \dots, r_j$

$\epsilon_{ij} \sim N I (0, \sigma^2)$

La comparación entre medias de tratamientos se efectuó a través de la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) y mediante la formulación de contrastes ortogonales; fijando las siguientes comparaciones: T2 vs T1, T4, T5, T1 vs T4, T5 y T4 vs T5.

Experimento II. Efecto de almacenamiento sobre la calidad de semilla de soya producida en el ciclo de Primavera-Verano.

Tratamientos

El experimento tuvo como objetivo medir la capacidad de almacenamiento de la semilla producida en PV y conocer el

momento en que pierde su calidad fisiológica por efecto de tiempo de almacenamiento y tipo de envase bajo el manejo convencional que se utiliza para almacenar semilla en esta región.

La investigación consistió en someter la semilla cosechada en PV 91 a 184 días de almacenamiento, del 21 de diciembre de 1991 al 22 de junio de 1992. Durante este período la semilla de soya se almacenó en dos tipos de envase: Polipropileno (P), con el que comunmente se almacena y papel Kraft de tres capas (K), usado para comercializarla. La semilla en cada tipo de envase se sometió a muestreos efectuados cada 46 días, quedando establecidos de la siguiente manera: (1) cero, (2) 46, (3) 92, (4) 138 y (5) 184 días, respectivamente, y en cada uno de ellos se midieron las siguientes variables de calidad de acuerdo a las referencias que se citan.

Contenido de humedad (CH)	Determinador Eléctrico
Germinación Estándar (GE)	ISTA, 1985
Viabilidad (Vb)	ISTA, 1985
Envejecimiento acelerado (EA)	AOSA, 1983
Peso seco de plántulas (PS)	AOSA, 1983

Manejo del Experimento

Semilla beneficiada sin fungicida fué puesta en volumen de dos kilogramos en cada tipo de envase, y dentro del almacén propiedad de SEHUAS en Ebano, S.L.P. Los envases fueron distribuidos en tal forma de facilitar los muestreos

correspondientes. En dicho almacén las condiciones ambientales de HR y temperatura se estima que fluctuaron de 60-75 por ciento y 15-25 °C, dado que no existe un registro y control diario, sino eventualmente.

Diseño Experimental

Las variables evaluadas se analizaron en forma independiente a través de un diseño de Parcelas Divididas; en donde la parcela chica fue formada por los dos tipos de envase y la parcela grande correspondió a los cinco períodos de almacenamiento. La distribución de los tratamientos en el almacén fue completamente al azar y con seis repeticiones. El análisis de varianza (ANAVA) de las variables medidas en porcentajes, previamente fueron transformadas a Arco Seno (Steel y Torrie, 1980); y los niveles de significancia utilizados fueron $\alpha = 0.05$ para el caso significativo (*) y $\alpha = 0.01$ para el de alta significancia (**).

El modelo estadístico aplicado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ik} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk} \text{ donde}$$

$i = 1, 2, 3, 4, 5$ período de almacenamiento (a)

$j = 1, 2$ tipo de envase (b)

$k = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ repetición (r)

$$\epsilon_{ik} \sim N I (0, \sigma_E^2)$$

$$\epsilon_{ijk} \sim N I (0, \sigma_n^2)$$

y_{ijk} = variable de respuesta

- μ = media poblacional
 α_i = efecto de i-ésimo período de almacenamiento
 ϵ_{ik} = error experimental (a)
 β_j = efecto de j-ésimo tipo de envase
 $(\alpha\beta)_{ij}$ = efecto del i-ésimo período de almacenamiento en el j-ésimo tipo de envase
 ϵ_{ijk} = error experimental (b)

La comparación de medias de los tratamientos con significancia estadística se hizo a través de la prueba de Tukey al cinco por ciento.

Metodología en la Evaluación de Variables

Contenido de Humedad (CH)

Las mediciones del CH de la semilla se efectuaron en dos muestras de 250 g por repetición y en un determinador de humedad de constante dieléctrica, modelo Steinlite SS-250.

Daño mecánico (DM)

Esta determinación se realizó siguiendo la metodología de inmersión en cloro (Vaughn, 1982). Dos submuestras de 100 semillas por repetición se colocaron en caja petri donde se les adicionó hipoclorito de sodio al uno por ciento en cantidad necesaria para cubrir la semilla, ahí permaneció

por 8-10 min. En seguida, las semillas fueron sacadas y colocadas en toallas de papel secante para clasificarse en categorías: lisas, sin daño (SD); arrugadas, con daño ligero (DL) y las hinchadas con daño severo (DS). El porcentaje de DM se obtuvo promediando los valores de las dos submuestras por repetición de la semilla hinchada con daño severo (DS).

Análisis de Pureza (AP)

Para esta determinación se utilizaron dos submuestras de 500 g por repetición y la separación fué basada en los criterios fijados por Moreno (1984) que incluye: (1) semilla pura (SP), que considera a todas las semillas de una clase o cultivar bajo análisis, de cualquier tamaño, normales o chupadas, maduras o inmaduras, con semillas rotas o dañadas con testa adherida pero que exceden a la mitad del tamaño de una semilla; (2) semilla de otros cultivos; (3) semillas de hierbas y (4) materia inerte, que incluye pedazos de semilla rota, semillas dañadas por insectos y que no rebasan la mitad de su tamaño normal, cotiledones separados, y partículas de terrones, tallos, hojas y corteza. El peso de cada uno de ellos se efectuó en balanza Ohaus de capacidad de 2610 g, el dato reportado se refiere al porcentaje de SP obtenido en base a su peso.

Análisis de Clasificación (AC)

El AC de la semilla se realizó utilizando cribas oblongas de laboratorio de los números $12 \frac{3}{4}$ y $11 \frac{3}{4}$. Para cumplir el propósito, se pesaron dos submuestras de 100 g por repetición en báscula de reloj Ohaus de capacidad de 310 g, cada submuestra obtenida se registró con dos decimales. Obteniéndose el porcentaje de la semilla que quedó en la criba de $12 \frac{3}{4}$, y que por su tamaño fué clasificada como semilla de primer grado (SPG).

Peso de 1000 Semillas (PMS)

De la fracción de la semilla de primer grado (SPG), se determinó el PMS, utilizando cuatro submuestras de 100 semillas por repetición, las cuales se pesaron a dos decimales en balanza de reloj Ohaus con capacidad de 310 g. La media de las observaciones fue multiplicada por 10 para obtener el PMS.

Peso Volumétrico (PVol)

Este se determinó en una muestra de semilla por repetición, utilizando una balanza de tipo Ohaus en la que se obtuvo el peso volumétrico en kg/hl en forma directa.

Color de Semilla (CS)

La clasificación del CS se hizo en base a la tabla de colores del CIAT (1983). Para ello se evaluaron dos submuestras de 50 g por repetición de las cuales se separaron en base a códigos los siguientes tipos de color en semilla: amarillo normal (SN), 5Y 8.5/10 y 2.5Y 8/12; semiverde (SS), 5GY 8/4-5GY 7/4; y verde (SV), 2.5GY 7/6. Cada fracción fue pesada a dos decimales. Los valores reportados se refieren a la semilla normal (SN).

Daño Ambiental (DA)

Este se midió en dos submuestras de 50 g por repetición, para lo cual se estableció un criterio de clasificación separando la semilla con DA que fue la que presentó forma anormal, chupada, enferma, arrugada, deforme, de tamaño menor que el normal. El valor de la fracción se registró con dos decimales y posteriormente transformado a porcentaje en base al tamaño de la muestra.

Germinación Estandar (GE)

La evaluación de la capacidad germinativa de la semilla en ambos experimentos se hizo a través del método de toalla (ISTA, 1985). Para ello se evaluaron 100 semillas por repetición, colocando 50 semillas tratadas con fungicida en-

tre toallas de papel secante humedecido a saturación. Posteriormente las toallas enrolladas fueron colocadas en forma vertical dentro de una cámara germinadora a $25^{\circ}\text{C} \pm 2$ durante siete días, período después del cual se contaron las plántulas normales y anormales, semillas muertas y duras. Los resultados de la prueba se expresaron en porcentaje de plántulas normales por repetición. Asimismo se reporta el porcentaje de Viabilidad (Vb), el cual incluye a las plántulas normales y anormales.

Vigor mediante Envejecimiento Acelerado (EA)

Para calificar el vigor de las semillas se utilizó la prueba de EA de acuerdo a la AOSA (1983). Para ello se utilizaron 100 semillas de la aprovechable (SPG) por repetición, previamente tratada con fungicida. Estas se colocaron sobre mallas de alambre sostenidas por un soporte de alambre en el interior de vasos de precipitado de 600 ml, que contenían 100 ml de agua. Al momento se cubrieron con plásticos y se colocaron en el interior de una cámara de envejecimiento a una temperatura $41^{\circ}\text{C} \pm 1$ y 100 por ciento de HR durante 64 hr. Después de este período se evaluó la germinación en la prueba estándar y el porcentaje de vigor se refirió al promedio de las plántulas normales de cada repetición de 100 semillas.

Peso seco de Plántulas (PS)

Esta prueba clasifica las plántulas débiles y vigorosas mediante la evaluación cuantitativa de su desarrollo a través de peso seco y de acuerdo a las recomendaciones de AOSA (1983). Para tal fin se pusieron dos pruebas de 50 semillas tratadas con fungicida por repetición sobre dos toallas de papel de 35.5 cm por 63.0 cm y humedecidas con 30 ml de agua. Las semillas se colocaron en dos hileras, la primera a 6.5 cm del borde superior y la segunda a 13 cm, ambas a lo largo de la toalla y orientadas con el micrópilo hacia la parte superior de la toalla, para permitir un desarrollo adecuado de la radícula e hipocotilo. Posteriormente se cubrieron con una tercer toalla para ser enrolladas y colocadas en bolsas de polietileno dentro de una cámara germinadora a $25^{\circ}\text{C} \pm 1$ en oscuridad durante siete días.

Al final del período de incubación se contaron las plántulas normales, anormales y semillas muertas. A las normales se les eliminó los cotiledones con una navaja de dos filos, se deshidrataron al ambiente durante 24 hr para luego ser introducidas en bolsas de papel perforadas y puestas en Horno de convección a 80°C durante 24 hr. Las plántulas ya secas se pesaron en Balanza analítica a una precisión de 0.0001 g y el PS individual (mg/plántula), se obtuvo cuando se dividió el peso seco total entre el número de plántulas normales puestas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Experimento I. Efecto de ciclo de siembra sobre la calidad de semilla de soya.

Para observar los efectos del ciclo de siembra sobre la calidad de semilla de soya se evaluaron 12 variables. El Cuadro 4.1. muestra los resultados del Análisis de Varianza (ANAVA) donde se observa que 11 de las 12 variables presentaron efectos altamente significativos del ciclo de siembra: Contenido de Humedad (CH), Daño Mecánico (DM), Semilla de Primer Grado (SPG), Peso de 1000 semillas (PMS), Peso Volumétrico (PVol), Color de semilla (CS), Daño Ambiental (DA), Germinación Estandar (GE), Viabilidad (Vb), Germinación después de Envejecimiento Acelerado (EA) y Peso seco de plántulas (PS); excepto en el porcentaje de semilla pura (SP). Aquí mismo se observa que los coeficientes de variación (CV) cubren un intervalo de 0.26 a 9.96 por ciento, siendo los más bajos para las variables PVol y PMS; en cambio los más altos fueron para DM, PS y EA. Lo anterior indica que los resultados obtenidos son confiables ya que las variables fueron estables con mínimo error experimental.

lizando como fuente de semilla la obtenida en el ciclo de OI contra la proveniente del almacenamiento. Los cuadrados medios de tales contrastes se presentan en el Cuadro A.1 para las variables DM, PMS y PVol; Cuadro A.2 para SPG, CS y DA; y en el Cuadro A.3 para GE, Vb, EA y PS del Apéndice.

Contenido de Humedad (CH) y Daño Mecánico (DM)

El Cuadro 4.2. muestra las medias obtenidas por tratamiento para éstas dos variables, así como las correspondientes a los contrastes ortogonales.

Cuadro 4.2. Medias de Contenido de Humedad (CH) y Daño Mecánico (DM) de semilla de soya producida en cada ciclo de siembra en la Región Huasteca.

T R A T A M I E N T O S		CH (%)	DM (%)
a)			
T1	PV 91	10.42 d	8.25 a
T2	OI 91-92	12.97 b	7.17 a
T3	Almacenamiento sem.T1	9.81 e	8.25 a
T4	PV 92 con sem.T2	12.53 c	4.33 b
T5	PV 92 con sem.T3	13.91 a	4.67 b

b)			
C1	T2 vs T1,T4,T5		7.17vs5.75 **
C2	T1 vs T4,T5		8.25vs4.50 **
C3	T4 vs T5		4.33vs4.67 NS

a) Tukey $\alpha = 0.05$ Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

b) Contrastes ortogonales ** $\alpha = 0.01$ NS = No significativo

Respecto al CH de la semilla, se observaron diferencias altamente significativas entre tratamientos; los valores fluctuaron de 9.81 en el T3 a 13.91 por ciento en el T5.

Los más altos CH se presentaron en la semilla del ciclo de siembra PV 92 (T4,T5) y OI 91-92 (T2), cuyas medias fueron 12.53, 13.91 y 12.97 por ciento, respectivamente; mientras que menores porcentajes en semillas del ciclo de siembra PV 91 (T1) con 10.42 y al final de su almacenamiento (T3-9.81).

Estos CH encontrados y sus diferencias entre ciclos de siembra influyeron sobre el comportamiento de otras variables evaluadas, principalmente en la presencia de DM, corroborándose lo observado por Delouche (1974a), que a menor CH en la semilla el DM se incrementa. Indicando el mismo autor que el CH de la semilla óptimo al momento de cosecha debe ser de 14.5 por ciento para reducir al máximo el daño mecánico.

El CH en la semilla disminuye a partir de la madurez fisiológica hasta cuando se establece un equilibrio con el medio ambiente, sin embargo debido a su higroscopicidad ésta pierde o absorbe humedad dependiendo de las condiciones ambientales. Por lo cual las diferencias en el CH observadas en la semilla de cada ciclo de siembra son atribuibles a las condiciones ambientales que se presentaron antes y durante la cosecha. En el ciclo de OI, plantas con madurez desuniforme en vaina y semilla, y condiciones de mayor humedad ambiental durante la maduración se conjugaron para retrasar la cosecha y elevar su CH; en cuanto al ciclo de PV 91, las condiciones de menor humedad y temperaturas favorables disminu-

yeron el CH de la semilla a 10.42 por ciento; en cambio en el ciclo de PV 92, los porcentajes determinados (12.53 y 13.91) se debieron a que su cosecha fue realizada con oportunidad.

Las medias de los porcentajes del DM en la semilla muestran diferencias altamente significativas entre ciclos de siembra (Cuadro 4.2); se observa que el porcentaje más bajo de DM se obtuvo en el PV 92 (4.33 y 4.67 por ciento), y valores altos en el PV 91 (8.25 por ciento) y consecuentemente en el T3, ya que fue la misma semilla pero sujeta a almacenamiento.

También se observaron valores altos en el DM en semilla del ciclo OI (7.17 por ciento); los contrastes efectuados indican que existió mayor DM en este ciclo que en el de PV (7.17 vs 5.75). Por otra parte también existieron diferencias entre ciclos de PV (C2), observándose que en el de PV 91 existió mayor DM que en el de PV 92 (4.67 vs 4.33). Tales resultados son atribuibles a diferencias en el CH de la semilla al momento de la cosecha; en el ciclo PV 92 (T4,T5) presentó menor DM debido a un mayor CH, por el contrario en el ciclo de PV 91 en semilla con menor CH se tuvo un mayor DM al cosecharse.

En lo que respecta al DM en la semilla producida en OI y de acuerdo a Maldonado (1992); ésta se sujeta a

condiciones de ambiente más desfavorables que la de PV, pues la presencia de madurez desuniforme de planta, vainas y semillas ocasiona que la semilla presente mayor daño ambiental, situación que la predispone a una mayor susceptibilidad al DM y que se incrementa al momento de la trilla.

Semilla Pura (SP) y Semilla de Primer Grado (SPG)

Las medias de tratamiento de semilla pura (SP) se refieren al porcentaje que incluye a todas las semillas de una clase o cultivar bajo análisis, de cualquier tamaño, normales o chupadas, maduras e inmaduras, quebradas pero con tamaño mayor de la mitad del tamaño de una semilla. De acuerdo a este criterio, los valores obtenidos mostrados en el Cuadro 4.3 fueron del orden de 99.42 a 99.48 por ciento, sin diferencia estadística entre ellos. Estos resultados señalan que la semilla después del beneficio presentó alto porcentaje de semilla pura, con lo cual cumple con la tolerancia en este atributo que es un 98 por ciento, como norma aceptable, pero cuyas diferencias entre ciclos son debidas a otras variables físicas, como es el caso de semilla con tamaño de primer grado (SPG), color de semilla normal (CS), daño ambiental (DA) y daño mecánico (DM).

Como se muestra en el Cuadro 4.3. el porcentaje de semilla con tamaño de primer grado (SPG) fue afectado por el ciclo de siembra en forma altamente significativa. La compa-

ración entre medias de tratamiento indican que en el ciclo

Cuadro 4.3. Medias de Semilla Pura (SP) y Semilla con Tamaño de Primer Grado (SPG) de soya producida en cada ciclo de siembra en la Región Huasteca.

TRATAMIENTOS	SP(%)	SPG(%)
a)		
T1 PV 91	99.4 a	72.00 c
T2 OI 91-92	99.5 a	66.89 d
T3 Almanenamiento sem.T1	99.4 a	72.00 c
T4 PV 92 con sem.T2	99.5 a	98.71 a
T5 PV 92 con sem.T3	99.3 a	98.13 b

b)		
C1 T2 vs T1,T4,T5	99.5vs99.4 NS	66.89vs89.61 **
C2 T1 vs T4,T5	99.4vs99.4 NS	72.00vs98.42 **
C3 T4 vs T5	99.5vs99.3 NS	98.71vs98.13 **

a) Tukey $\alpha = 0.05$ Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

b) Contrastes ortogonales ** $\alpha = 0.01$, NS = No significativo

de PV (T1,T4,T5) se produjo semilla de mayor tamaño que en el de OI (T2), en el primer caso se obtuvo 89.61 por ciento de SPG, en cambio en el segundo se redujo a 66.89 por ciento y en consecuencia mayor porcentaje de semilla pequeña.

En cuanto a diferencias entre ciclos de PV (C2), se observó que en el de PV 92 (T4,T5) se obtuvo mayor porcentaje de SPG que el de PV 91 (T1), 98.42 vs 72.00, respectivamente; de igual modo se observaron diferencias dentro del ciclo de PV 92 (98.71vs98.13), sin embargo la diferencia de 0.58 por ciento entre los dos tratamientos en la práctica no se considera significativa.

El porcentaje de SPG obtenido en el ciclo de OI fue el más bajo, esto ocasionó disminución en el rendimiento comercial de 1784 a 1193 kg/ha, sin embargo se considera que este rendimiento cubre satisfactoriamente los costos de producción del cultivo, los cuales son cubiertos con 700 kg/ha, quedando cierto margen de ganancias si ésta es vendida como semilla.

Dichos resultados indican que existe diferencia entre ciclos y años de siembra en el tamaño de semilla, debido a la influencia de las condiciones climáticas presentes a partir de la etapa de postfloración. En el ciclo de PV 92 se presentaron mejores condiciones de precipitación en cuanto a distribución y cantidad, temperatura y fotoperíodo que en PV 91 y OI 91-92. Tales resultados concuerdan con los obtenidos por Harris et al. (1965), y Dornbos (1989) que indican que condiciones adversas durante la postmaduración conducen a reducir el tamaño de semilla y rendimiento en un mismo genotipo.

Peso de 1000 Semillas (PMS) y Peso Volumétrico (PVol)

Referente al PMS existieron diferencias altamente significativas entre tratamientos (Cuadro 4.4), se observa que los valores se ubicaron en el rango de 138.1 a 184.1 g. La comparación de medias a través de contrastes indica que en el ciclo de siembra PV se obtiene semilla con mayor peso

(168.6 g) que la producida en OI (155.9 g). También se encontraron diferencias entre años dentro de ciclos PV (C2), el mayor PMS se obtuvo en el de PV 92 (T4,T5) en relación al de PV 91 (183.8g vs 138.1g). Por otra parte no se detectaron diferencias PMS entre un mismo ciclo de siembra PV 92 (T4 vs T5), lo cual indica que no existió influencia del origen de la semilla, es decir, entre la obtenida del ciclo de OI y la almacenada, 184g vs 183.5g, respectivamente.

Al comparar el PMS obtenida en la semilla del ciclo de OI (T2) y la almacenada (T3), se observa mayor PMS en el primer caso (155.9 g) que el segundo (138.1 g); sin embargo se considera que el valor de éste último depende del obtenido en el ciclo anterior del cual proviene la semilla y que el almacenamiento no modifica este valor.

Cuadro 4.4. Medias de Peso de 1000 Semillas (PMS) y Peso Volumétrico (PVol) de semilla de soya producida en cada ciclo de siembra Región Huasteca.

T.R A T A M I E N T O S		PMS (g)	PVol (kg/hl)
a)			
T1	PV 91	138.1 c	72.32 b
T2	OI 91-92	155.9 b	67.43 c
T3	Almacenamiento sem.T1	138.1 c	72.32 b
T4	PV 92 con sem. T2	184.1 a	72.87 a
T5	PV 92 con semi.T3	183.5 a	72.78 a

b)			
C1	T2 vs T1,T4,T5	155.9vs168.6 **	67.43vs72.66 **
C2	T1 vs T4,T5	138.1vs183.8 **	72.32vs72.82 **
C3	T4 vs T5	184.1vs183.5 NS	72.87vs72.78 NS

a)Tukey $\alpha = 0.05$ Medias con la misma letra son estadísticamente iguales..

b)Contrastes ortogonales ** $\alpha = 0.01$, NS = No significativo

Asimismo se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos para PVol a través de las pruebas efectuadas (Cuadro 4.4). Aquí se observa que el ciclo de PV (T1,T4,T5) supera estadísticamente en 5.23 kg/hl al PVol obtenido en OI (T2) 72.66 vs 67.43 kg/hl, respectivamente. De igual modo al comparar la semilla de los diferentes años del ciclo de PV (C2), PV 91 vs PV 92, se encontraron diferencias de apenas 0.5 kg/hl a favor del ciclo de PV 92, pero que estadísticamente es altamente significativa (78.82 vs 72.32). En cambio no existió diferencias en el PVol entre un mismo ciclo de PV 92 (C3).

Igualmente se detectó diferencias entre el PVol de la semilla producida en OI y la almacenada (T2vsT3), 67.43vs 72.32, sin embargo el mayor valor en este último es producto del valor obtenido del ciclo de PV, lo cual indica que el almacenamiento no modifica sustancialmente esta variable.

La diferencia entre ciclos de siembra en estos dos valores, es atribuible a diferencias en las condiciones climáticas presentes durante todas las etapas de desarrollo del cultivo, principalmente las ocurridas a partir de la postfloración, como fotoperíodo, precipitación y temperatura.

Los resultados muestran las ventajas de establecer el cultivo de soya para producción de semilla en el ciclo de PV en relación al de OI, considerando que en el primero se

presentan condiciones más favorables de clima, principalmente durante los períodos de formación y llenado de vaina y grano, en cuanto a precipitación y temperatura, condiciones que permitieron alcanzar mayores valores en el PMS y PVol, entre otros. En cambio en el ciclo de OI, el efecto fototérmico y menores precipitaciones durante estas etapas provocaron que estos valores se disminuyeran.

Los resultados obtenidos son acorde a los obtenidos por Dornbos (1989), Mayers *et al.* (1992) y Maldonado (1992), los cuales indican que bajo condiciones ambientales de temperaturas altas y deficiencias de humedad durante el período de llenado de vaina y grano reducen notablemente además del PMS y PVol, el tamaño de semilla y rendimiento.

Color de Semilla Normal (CS) y Daño Ambiental (DA)

Estas dos variables fueron afectadas en forma altamente significativa por el ciclo de siembra, los valores medios en cada uno de los tratamientos se presentan en el Cuadro 4.5. Aquí se observa que el mayor porcentaje del CS normal se obtuvo en el ciclo de PV 92 (T4, T5) con 89.89 y 89.05 por ciento, pero se redujo a 72.00 por ciento en el de PV 91 y a porcentajes extremadamente bajos en el ciclo de OI (2.18 por ciento), en este último ciclo con predominancia de semilla color verde. La comparación de los valores resultantes a través de contrastes, indican diferencias altamente

significativas entre ciclos de siembra, e indican que al comparar el ciclo de OI vs PV, en el de OI se obtiene semilla con menor porcentaje de color normal (14.67) que en el de PV (85.67). Por otra parte, al comparar ciclos de PV, se observó que en el de PV 92 se obtuvo mayor porcentaje de semilla de color normal (89.49 vs 72.00).

Cuadro 4.5. Medias de Color de Semilla Normal (CS) y Daño Ambiental (DA) de semilla de soya producida en cada ciclo de siembra en la Región Huasteca.

T R A T A M I E N T O S		CS(%)	DA(%)
a)			
T1	PV 91	72.00 b	6.80 b
T2	OI 91-92	2.18 c	29.42 a
T3	Almacenamiento sem.T1	72.00 b	6.80 b
T4	PV 92 con sem.T2	89.89 a	4.80 c
T5	PV 92 con sem.T3	89.05 a	5.15 c

b)			
C1	T2 vs T1,T4,T5	2.18vs83.65 **	29.42vs5.58 **
C2	T1 vs T4,T5	72.00vs89.47 **	6.80vs4.97 **
C3	T4 vs T5	89.89vs89.05 NS	4.80vs5.15 NS

a) Tukey $\alpha = 0.05$ Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

b) Contrastes ortogonales ** $\alpha = 0.01$, NS = No significativo

Otra variable muy estrechamente relacionada con el color de semilla es el efecto del DA sobre la misma, observándose en este caso la presencia de semilla chupada, arrugada, deforme, tamaño menor al normal, enferma y manchada. Con este criterio y de acuerdo al Cuadro 4.5 se observa que un mayor DA se registró en el ciclo de OI con 29.42 por ciento, mientras que menores porcentajes se presentaron en el ciclo de PV 91 y PV 92 con 6.8, 5.15 y 4.8 por ciento,

respectivamente. Las diferencias entre ciclos de siembra en base a los contrastes efectuados indicaron alta significancia del DA entre ciclos OI y PV (2.18 vs 83.65) y entre ciclos de PV (PV 91 vs PV 92), 72.00 vs 89.49 por ciento.

Estas diferencias entre ciclos y años reflejan el efecto de las condiciones climáticas, principalmente fototérmicas y de precipitación, que se presentan durante el desarrollo del cultivo y que determinan el grado de DA y cambios en CS que afectan de manera negativa la calidad física, sanitaria y fisiológica de la semilla. Por lo cual tales condiciones adversas son serias limitantes para la producción de semilla, principalmente si estas se presentan durante las etapas de formación y postmaduración, que provocan entre otros efectos mayor DA y disminución del porcentaje de semilla de color normal.

Los porcentajes obtenidos de DA y CS reflejan la bondad del clima en el ciclo de PV, la presencia de fotoperíodo largo, temperaturas favorables y mejor distribución de la precipitación durante el desarrollo del cultivo permitieron obtener semilla de mejor calidad que en el de OI. En el ciclo de OI, la presencia de fotoperíodo corto y temperaturas bajas causa madurez anormal y desuniforme en las plantas de soya, entre otros efectos, que retrazaron la cosecha por lo cual se incrementó tanto el DA como la presencia de semilla verde.

Los resultados obtenidos para estas variables concuerdan con los obtenidos por otros investigadores; Green et al. (1965) observaron cotiledones verdes e integumentos quebrados cuando se presentaron períodos secos y calientes durante la maduración de soya; Yaklick (1981) indica que las semillas pierden brillo y se deforman cuando se retrasa la cosecha y se presentan períodos alternos húmedos y secos, soleados y calientes. Neergaard (1979) atribuye a fitopatógenos favorecidos por condiciones adversas de clima, la presencia de semillas arrugadas, manchadas, chupadas y deformes mientras que para Maldonado (1992) los cambios en la coloración de la semilla los atribuye al efecto fotoperiódico.

De aquí que la producción de semilla de soya en esta región tropical es recomendable realizarla en el ciclo de PV mientras que en el de OI se requiere el desarrollo de tecnologías orientadas al aprovechamiento de este ciclo y en la mejora de la calidad.

Germinación Estandar (GE) y Viabilidad (Vb)

El análisis de varianza en cuanto a capacidad de germinación normal (GE) y Viabilidad (Vb), mostró diferencias altamente significativas del efecto del ciclo de siembra (Cuadro 4.1). El análisis comparativo de medias (Cuadro 4.6) indica las diferencias existentes entre tratamientos.

La capacidad de germinación (GE) fue mayor en la semilla obtenida en el ciclo de PV 92 (T4,T5) con valores medios de 89.0 y 89.5 por ciento, resultados que no muestran diferencias entre un mismo ciclo de siembra y entre la utilización de semilla almacenada con respecto a la producida en OI. Asimismo y en orden descendente se obtuvieron las siguientes germinaciones 78.5, 36.8 y 14.6 por ciento para, ciclo de PV 91 (T1), semilla almacenada (T3) y ciclo de OI (T2), respectivamente. Estos resultados manifiestan que en el ciclo de PV se obtiene semilla con mayor capacidad germinativa que en el de OI (85.6 vs 14.6) dado las mejores condiciones de clima que en este último no se presentan.

Cuadro 4.6. Medias de Germinación Estándar (GE) y Viabilidad (Vb) de semilla de soya producida en cada ciclo de siembra en la Región Huasteca.

T R A T A M I E N T O S		GE(%)	Vb(%)
a)			
T1	PV 91	78.5 b	94.0 b
T2	OI 91-92	14.6 d	35.6 d
T3	Almacenamiento sem.T1	36.8 c	64.0 c
T4	PV 92 con sem.T2	89.0 a	99.3 a
T5	PV 92 con sem.T3	89.5 a	99.0 a

b)			
C1	T2 vs T1,T4,T5	14.67vs85.6 **	35.66vs97.4 **
C2	T1 vs T4,T5	78.50vs89.2 **	94.00vs99.1 **
C3	T4 vs T5	89.00vs89.5 NS	99.33vs99.0 **

a) Tukey $\alpha = 0.05$ Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

b) Contrastes ortogonales ** $\alpha = 0.01$, NS = No significativo

Igualmente, dentro del ciclo de PV también se detectaron diferencias a favor del ciclo PV 92 donde se obtuvo

mayor porcentaje de germinación que en el de PV 91 (89.2 vs 78.5). La germinación en este último puede considerarse que se encuentra cercana al límite mínimo exigido por las normas de calidad que para esta especie es de 80 por ciento.

Esta reducción en los porcentajes de GE en el ciclo de PV 91 es debido a que entre ciclos de PV también se presentan diferencias en las condiciones de clima, básicamente de precipitación en cuanto a cantidad y distribución durante el desarrollo del cultivo pero más particularmente en la etapa de postmaduración que al presentarse alternancias en la HR resultan en una reducción de germinación.

Al comparar las diferencias en producir semilla en el ciclo de OI (T2) con las ventajas de almacenarla en este mismo ciclo (T3), se encontró que el T3 supera al T2, sin embargo en ambos casos los porcentajes de GE son bajos, 14.6 y 36.8, valores que están muy por debajo del valor aceptable de germinación para semilla.

En cuanto a la variable de Vb, ésta se refiere al porcentaje total de plántulas germinadas en las pruebas de germinación estándar, es decir plántulas normales y anormales. Los resultados (Cuadro 4.6) indican diferencias entre las medias por efecto de tratamiento, los máximos porcentajes de Vb se alcanzaron en el ciclo de PV (T1, T4, T5) cuyos valores oscilaron de 94.0 a 99.3 por ciento y que de acuerdo

a la comparación de medias efectuadas existe alta significancia entre ellos. Por otra parte menores porcentajes fueron obtenidos en semilla almacenada (T3) y en la producida en el ciclo de OI (T2), cuyos valores fueron de 64.0 y 35.6 por ciento, respectivamente. También se observa que durante el ciclo de PV se obtiene semilla con alto porcentaje de Vb en comparación con el de OI, 97.4 vs 35.6 y aún con el periodo de almacenamiento de seis meses que se sujeta la semilla de PV presentó mayor porcentaje que la producida en OI.

La información obtenida tanto de GE como Vb muestra las mismas tendencias en cuanto a la reducción de los porcentajes a niveles muy por debajo de las normas aceptables, mismos que reflejan la dificultad de producir y obtener semilla de calidad en esta zona tropical. Esto aún más limitado en el ciclo de OI, debido a condiciones de clima poco favorables, asimismo la existencia de deficiencias para la preservación de la calidad inicial durante el almacenamiento de la semilla producida en PV, tales como periodo prolongado de almacenamiento, condición y manejo de almacén y a las características propias de la semilla, que hacen más extrema la producción de semilla de calidad, esto coincide con lo observado por Burdett (1977).

Estos resultados y criterios concuerdan también con los obtenidos por varios investigadores, entre los cuales se citan a Delouche (1973a, 1974a), Soplín (1981), Sripichit et

al. (1989), Arulnandhy y Herath (1990), Maldonado (1992) y Mayers et al. (1992) quienes indican que las regiones tropicales y subtropicales son poco apropiadas para producir semilla de soya de calidad, dada las condiciones adversas de clima, principalmente temperatura y humedad relativa alta, las cuales favorecen el daño patológico y fisiológico a la semilla, perdiendo la germinación, viabilidad y vigor desde antes de la cosecha y en consecuencia menor capacidad de almacenamiento.

Germinación después de Envejecimiento Acelerado (EA) y Peso Seco (PS) de plántulas

Ambas variables determinan el vigor de las semillas, éstas se presentan en el Cuadro 4.7 en el que también se muestran los valores medios obtenidos en cada uno de los tratamientos evaluados.

Como se observa en el cuadro, el mayor porcentaje de germinación después de someter la semilla a envejecimiento acelerado (EA) fue obtenido en la producida en el ciclo de PV (T1, T4, T5), sin diferencia estadística entre ellos, y cuyos valores oscilaron de 60.5 a 65.2 por ciento; en cambio se obtuvieron menores porcentajes en semilla del ciclo de OI (3.3 por ciento); estos porcentajes muestran las mejores condiciones presentes en el ciclo de PV para obtener semilla de mejor calidad que las que ocurren en el de OI.

Cuadro 4.7. Medias de Germinación después de Envejecimiento Acelerado (EA) y Peso Seco (PS) por plántula de semilla de soya producida en cada ciclo de siembra en la Región Huasteca.

TRATAMIENTOS	EA (%)	PS (mg)
a)		
T1 PV 91	65.2 a	50.9 a
T2 OI 91-92	3.3 c	33.5 b
T3 Almacenamiento sem.T1	11.3 b	38.4 b
T4 PV 92 con sem.T2	64.6 a	57.9 a
T5 PV 92 con sem.T3	60.5 a	53.9 a

b)		
C1 T2 vs T1,T4,T5	3.3vs63.4 **	35.5vs54.3 **
C2 T1 vs T4,T5	65.2vs62.8 NS	50.9vs55.9 *
C3 T4 vs T5	64.6vs60.5 NS	57.9vs53.9 NS

a) Tukey $\alpha = 0.05$ Medias con la misma letra son estadísticamente iguales		
b) Contrastes ortogonales * = 0.05, ** = 0.01, NS = No significativo		

Por otra parte al comparar la semilla producida en OI (T2) con la almacenada (T3), se observó que en este último tratamiento el porcentaje de germinación fue mayor que en el primero, 11.3 y 3.3 por ciento respectivamente, aunque ambos valores son bajos.

El PS se refiere al peso individual de plántulas normales, como indicador de vigor y secadas en estufa después de la prueba de germinación. Los valores medios de cada ciclo de siembra se presentan en el Cuadro 4.7. Aquí se observa que los valores de PS fluctuaron de 57.9 a 33.5 mg. La comparación de medias a través de contrastes ortogonales indicaron significancia entre ciclos de PV (T1 vs T4,T5) a favor del de PV 92, cuyos valores fueron de 50.9 vs 55.9 mg en

cambio no se detectaron diferencias dentro del mismo ciclo de PV 92 (T4 vs T5). En el mismo cuadro se observa que la semilla producida en PV produce plántulas de mayor PS que la obtenida en OI, 54.3 y 35.5 mg, respectivamente.

Por otra parte, al comparar el PS de plántulas de semilla producida en OI (T2) con la proveniente de semilla almacenada (T3), no se observaron diferencias estadísticas entre ellas, aunque numéricamente en esta última se obtuvo mayor PS que el primero, 33.5 y 38.4 mg, respectivamente.

Los datos obtenidos muestran que la semilla de soya producida en PV es de mejor calidad que la de OI, ya que produce plántulas más vigorosas reflejándose en el mayor PS, al igual que en otras variables ya discutidas. En esta variable no se encontró diferencias en producir semilla en OI (T2) o almacenarla durante el mismo período (T3), ya que presentan un PS similar (33.5 vs 38.4) estadísticamente, pero las diferencias a favor del almacenamiento son debidas a las variables de GE, Vb y EA, también ya discutidas.

Los datos indican que la semilla producida en ambos ciclos de siembra (PV, OI), presentan bajo vigor y consecuentemente baja calidad fisiológica inicial, siendo más drástica en el ciclo de OI. Sin embargo la semilla producida en el ciclo de PV con vigor más alto que el de OI, pierde esa calidad durante su almacenamiento. Lo anterior es atribuible

al período prolongado de almacenamiento (seis meses), a las características inherentes de la semilla y a las condiciones de ambiente y de manejo del almacén. Esta información coincide con la obtenida por Delouche (1973a), Welch y Delouche (1985), Arulnandhy y Herath (1990) entre otros.

De acuerdo con Delouche (1971) y Soplín (1981) el máximo vigor en la semilla se obtiene al punto de madurez fisiológica, sin embargo a partir de esta etapa, las condiciones adversas de clima, retraso e inadecuadas cosechas, malas condiciones de almacenamiento, entre otros, contribuyen al descenso del vigor en la semilla. En soya este deterioro es rápido y severo debido a la constitución estructural y fisiológica más delicada en comparación con otros cultivos (Delouche, 1974 y Tekrony et al., 1980). En este experimento los bajos valores de vigor determinados inmediatamente después de la cosecha en cada ciclo fueron ocasionados por las condiciones adversas de clima (temperatura, precipitación, fotoperíodo) que se presentaron en cada ciclo de siembra; asimismo la baja calidad inicial redujo la capacidad de almacenamiento, situación que se ha venido discutiendo a través del escrito.

La información obtenida crea la necesidad de implementar tecnologías para reducir los efectos del ambiente y mejorar la calidad de la semilla, en mayor medida en el ciclo de OI, así como mejorar y aplicar medidas para preservar la

calidad de la semilla producida en PV durante el almacenamiento.

Comportamiento Agronómico y Fenológico del Cultivo de Soya

El comportamiento agronómico y fenológico del cultivar establecido en cada ciclo de siembra se presenta en el Cuadro 4.8. Los resultados indican que en el ciclo de OI el cultivo se desarrolló con un 11 por ciento menos en la altura de planta al momento de la floración; dos nudos reproductivos menos; baja altura de la primer vaina (6.15 cm), característica que dificulta la trilla mecánica y reduce los rendimientos; y 13 por ciento menos en el rendimiento en comparación con el ciclo de PV 92.

Cuadro 4.8. Características de comportamiento agronómico y fenológico del cultivo de soya (cv. Tapachula-86) en dos ciclos de siembra para producción de semilla en la Región Huasteca.

CARACTERISTICA	C I C L O D E S I E M B R A		
	OI(2)	PV 92(4)	PV 92(5)
Alt. de planta a F (cm)	42.87	44.40	50.50
Entrenudos a F	7.6	9.6	9.6
Días a F	57	48	48
Días de F-MF	69	77	77
Días de MF-MC	22	15	15
Días de S-MC	148	140	140
Altura de vaina (cm)	6.15	15.9	16.4
Rendimiento(kg/ha)	1784	2100	2000

S = Siembra, F = Floración, MF = Madurez Fisiológica,
MC = Madurez de Cosecha

También se observó que en el ciclo de OI el cultivo retrasó la floración (F) en nueve días con respecto al de PV; asimismo tuvo un acortamiento de la etapa de floración a madurez fisiológica (F-MF) de ocho días y un retraso de la etapa de madurez fisiológica a madurez de cosecha (MF-MC) de siete días. Este comportamiento es atribuible a efectos de clima, particularmente el fototérmico, ocasionando los cambios en la duración de la etapas y madurez desuniforme en la planta de soya, que conlleva a una mayor permanencia en el campo, incrementando los daños fisiológicos, sanitarios y físicos en la semilla, como se ha expresado a través del DA, DM, CS, SPG y otras variables ya discutidas.

El comportamiento del cultivo refleja en principio las condiciones adversas que se presentan en el ciclo de OI en relación al de PV, y remarca la necesidad de enfocar la investigación para la reducción de los efectos negativos y aprovechar este ciclo de producción; así mismo la búsqueda de genotipos con mayor tolerancia al deterioro ambiental, con mayor altura de planta y vaina; mayor número de entrenudos y menor sensibilidad a las condiciones fototérmicas, pueden ser algunas de las alternativas posibles.

Factores de Clima

En el Cuadro 4.9 se presentan las condiciones climáticas de precipitación, fotoperíodo y temperatura imperantes

en cada ciclo de siembra, con el fin de explicar el comportamiento de las variables evaluadas de calidad de semilla.

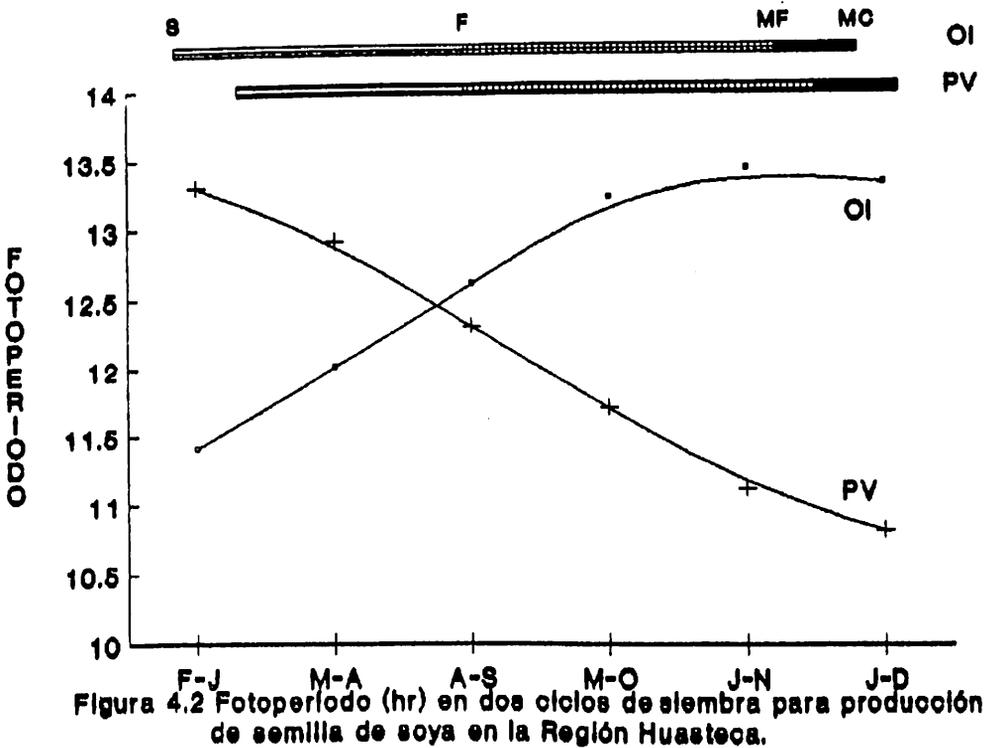
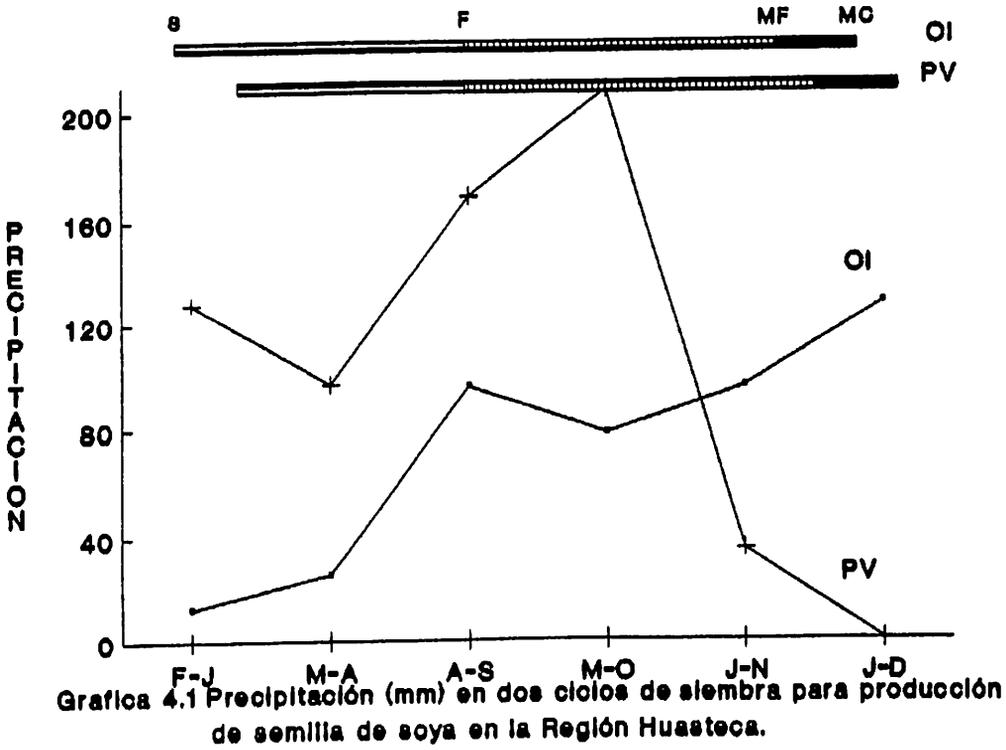
En lo que respecta a la cantidad de lluvia recibida por ciclo, se observa que una mayor precipitación ocurrió durante el ciclo de PV 92 y menor cantidad en OI, con un total de 637.8 y 436.5 mm, respectivamente. La mejor distribución (Figura 4.1) en cuanto a cantidad y oportunidad durante el desarrollo del cultivo se determinó en el ciclo de PV 92, situación que favoreció el desarrollo adecuado en las etapas de siembra a floración (S-F), y de floración a madurez fisiológica (F-MF).

Cuadro 4.9. Comportamiento de la Precipitación, Fotoperíodo y Temperatura Media en dos ciclos de siembra para producción de semilla de soya en la Región Huasteca.

CICLO	P	E	R	I	O	D	O	TOTAL
	feb jul	mar ago	abr sep	may oct	jun nov	jul dic		
Precipitación (mm)								
OI 91-92	12.8	26.1	95.9	78.0	95.9	127.8	436.5	
PV 92	127.8	96.8	169.0	208.8	35.4	0.0	637.8	
Fotoperíodo (hr)								
OI 91-92	11.4	12.0	12.6	13.2	13.4	13.3		
PV 92	13.3	12.9	12.3	11.7	11.1			
Temperatura (°C)								
OI 91-92	20.5	23.1	24.8	26.9	29.2	28.3		
PV 92	28.3	28.7	28.0	25.3	21.4	21.4		

Por otra parte la menor precipitación (17.7 mm) recibida durante el período de madurez fisiológica a madurez de cosecha (MF-MC) redujo el deterioro de campo y favoreció la obtención de semilla de mejor calidad. En contraparte el ciclo de OI recibió 436.5 mm de lluvia, 31.6 por ciento menos que el de PV 92; que obligó a la aplicación de riegos de auxilio para complementar las deficiencias de humedad del cultivo principalmente en las etapas de S-F y F-MF. Sin embargo en la etapa de MF-MC se recibió un total de 78.3 mm en los 22 días de esa etapa, conjugándose con otros factores para inducir madurez desuniforme en planta, vaina y semilla, y consecuentemente retraso de la cosecha, afectando de manera significativa la calidad física y fisiológica de la semilla.

El fotoperíodo (hr) que se recibe en esta región varía entre ciclo y fecha de siembra; como se muestra en el Cuadro 4.9 en el ciclo de OI se inicia con 11.4 hr en el mes de febrero y aumenta hasta 13.3 en julio; en cambio durante el ciclo de PV la duración del día es de manera inversa, se inicia con 13.3 hr en el mes de julio y se reduce a 11.1 hr en el mes de noviembre. Se sabe que el fotoperíodo tiene mayor influencia sobre la inducción de floración. En el ciclo de OI (Figura 4.2), se recibió 48 min menos de luz respecto al de PV (12 hr 48 min) en la etapa S-F ; situación que conjugado con temperaturas bajas retrazó la floración en nueve días; en las siguientes etapas, la mayor duración del día



causó reducción en ocho días de la etapa de F-MF y retrasó la de MF-MC en siete días.

Estos cambios son considerados como negativos, principalmente los de S-F y MF-MC, ésta última la más sensible a condiciones adversas de clima en lo que corresponde a calidad de semilla.

Con respecto a las temperaturas medias en cada ciclo de siembra, su distribución se presenta en la Figura 4.3 y sus valores en el Cuadro 4.9. De acuerdo a esta información se observó que durante el ciclo de OI se presentó un incremento paulatino de la temperatura, que se inició con 20.5 °C en el mes de febrero y se elevó a 29.2 °C en el mes de julio; de tal manera que en el período de S-F se presentaron temperaturas promedio de 22.8 °C; en el de F-MF, 27.0 °C y de MF-MC, 28.8 °C. En lo que corresponde al ciclo de PV, las temperaturas registradas se comportaron de manera inversa, en el mes de julio fueron de 28.3 °C decreciendo a 21.4 °C durante noviembre; de igual modo en el período de S-F en el cual se presentaron temperaturas promedio de 28.35 °C; en el de F-MF, 24.88 °C y en el de MF-MC, 21.32 °C (Figura 4.3).

Las condiciones de clima anteriores causaron mayores efectos negativos sobre la calidad de semilla en el ciclo de OI, Burdett (1977) menciona que se presenta una rápida y severa deterioración de semilla cuando se expone a períodos

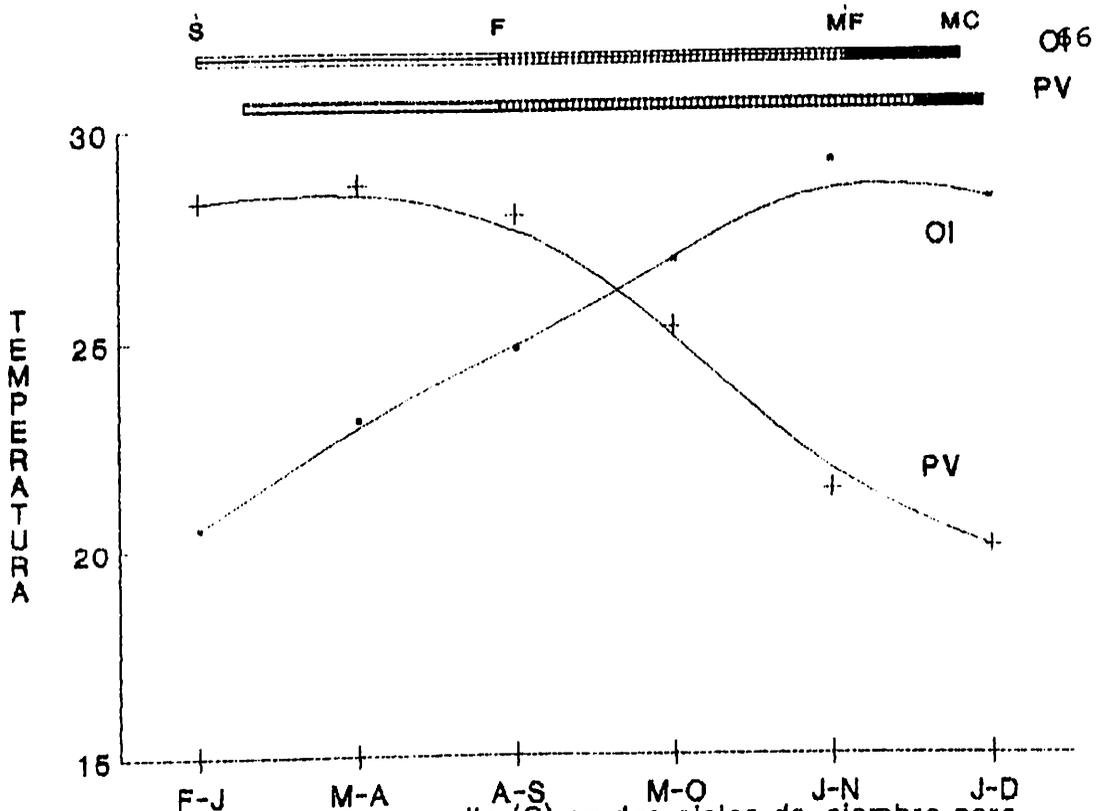


Figura 4.3 Temperatura media (C) en dos ciclos de siembra para producción de semilla de soya en la Región Huasteca.

lluviosos y temperaturas altas antes y después de madurez de cosecha; Harris et al. (1965) encontraron que temperaturas de 25 a 28 °C en los últimos 45 días de madurez de cosecha afectan la calidad de semilla; Tekrony et al. (1980) citan que precipitaciones de seis mm/día durante el período de postmaduración alteran el vigor de la semilla. Por otra parte Mayers et al. (1992) indican que el efecto fototérmico retrasa la floración, lo cual representa una limitante para la estación seca.

Con esta problemática se requiere desarrollar investigación en los aspectos de resistencia varietal al deterioro; impermeabilidad de la vaina y semilla a la alta humedad;

resistencia a fitopatógenos; mejorar las características fenotípicas, como altura de planta y vaina, ciclo madurez; tamaño, textura y color de semilla, establecer el cultivo en fecha de siembra temprana entre otras.

Análisis de Correlación

Para conocer el grado de asociación entre todas las variables evaluadas en cada ciclo de siembra se realizó un análisis de correlación múltiple (Cuadro 4.10) en el que se observa una asociación positiva del PMS con SPG y negativa con SP. Asimismo el PVol correlacionó positivamente con CS y Vb, pero negativamente con DA; en tanto que el Vb fue afectada negativamente por el CS y DA, en tanto estos dos últimos se asociaron positivamente. Respecto a las variables de GE, Vb, EA y PS presentan una correlación positiva entre ellas.

Tales asociaciones permiten indicar la importancia de las variables como indicadoras del efecto del ciclo de siembra, tal es el caso del PVol, DA, CS y las variables fisiológicas GE, Vb, EA y PS; las cuales deben ser consideradas como prioritarias al establecer lotes de producción de semilla en estas regiones tropicales, ya que en este caso fueron las que presentaron mayor número de asociaciones y menor coeficiente de variación.

Cuadro 4.10 Matriz de correlaciones entre variables evaluadas en cada ciclo de siembra para producción de semilla de soya en la Región Huasteca.

CH	DM	SP	SPG	PMS	PVo1	CS	DA	GE	Vb	EA	PS
1.00	-0.79	-0.11	0.58	0.85	-0.24	-0.11	0.26	0.21	0.08	0.18	0.25
	1.00	0.10	-0.93*	-0.99**	-0.29	-0.42	0.27	-0.60	-0.51	-0.51	-0.67
		1.00	-0.30	-0.10	-0.48	-0.49	0.49	-0.38	-0.41	-0.27	-0.24
			1.00	0.90*	0.62	0.72	-0.60	0.80	0.75	0.69	0.83
				1.00	0.21	0.33	-0.18	0.54	0.44	0.45	0.60
					1.00	0.99**	-0.99**	0.82	0.89*	0.72	0.77
						1.00	-0.99**	0.86	0.91*	0.76	0.83
							1.00	-0.81	-0.88*	-0.71	-0.76
								1.00	0.99**	0.97**	0.98**
									1.00	0.95**	0.97**
										1.00	0.97**

* = 0.05; ** = 0.01

Experimento II. Efecto de almacenamiento sobre la calidad de semilla de soya producida en el ciclo de Primavera-Verano.

Con el propósito de medir la capacidad de almacenamiento de semilla de soya producida en el ciclo de PV en un período de seis meses, se evaluaron cinco variables de calidad a través de cinco muestreos efectuados cada 46 días. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 4.11. donde se muestra cuadrados medios del análisis de varianza de Contenido de Humedad (CH), Germinación Estandar (GE), Viabilidad (Vb), Germinación después de Envejecimiento Acelerado (EA) y el Peso Seco de plántulas normales (PS).

Los análisis efectuados señalan que las variables evaluadas presentaron alta significancia por efecto del período de almacenamiento (A); mientras que el tipo de envase (B) causó influencia altamente significativa en las variables de CH, EA y PS, no siendo así para GE y Vb. En lo que concierne a la interacción de período de almacenamiento con tipo de envase, se observaron efectos de alta significancia en cuatro de las cinco variables, excepto en el PS. En el mismo cuadro se presentan los coeficientes de variación (CV) para cada factor, donde se observa que para el período de almacenamiento fluctuó de 1.13 a 5.01 por ciento, mientras que para el factor tipo de envase osciló de 0.87 a 4.45; en ambos casos los CV son bajos, reflejando la estabilidad de las va-

riables y un mínimo error experimental, ya que estas fueron evaluadas bajo condiciones controladas de laboratorio.

Cuadro 4.11. Cuadrados medios y significancia de las variables evaluadas en semilla de soya almacenada durante 184 días en dos tipos de envase en la Región Huasteca.

FACTOR	CH	GE	Vb	EA	PS
Bloque	0.048	0.8250	1.3156	6.8047	3.879
Almac.(A)	3.174**	1399.4**	1326.8**	3649.4**	26.85**
Error A	0.047	0.3211	1.1429	2.5012	4.585
Envase (B)	6.244**	0.031NS	3.891NS	78.66**	31.21**
Interac.(AB)	0.900**	16.94**	51.88**	50.98**	9.005NS
Error B	0.028	0.5687	1.4225	0.977	3.622
CV (%) A	1.13	1.14	1.69	5.61	5.01
B	0.87	1.52	1.89	3.51	4.45

** $\alpha = 0.01$,

NS = No Significativo

El Cuadro 4.12 muestra los resultados de la comparación de medias de las cinco variables evaluadas; mientras que el comportamiento debido a los factores se presentan a través de las Figuras 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 y 4.8.

Cuadro 4.12. Medias de las variables evaluadas en semilla de soya almacenada durante 184 días en dos tipos de envase en la Región Huasteca.

FACTOR		CH(%)	GE(%)	Vb(%)	EA(%)	PS(mg)
Período de Almacenamiento (días)	0	10.42 c	78.5 a	94.0 a	60.8 a	50.92 a
	46	11.34 a	73.5 b	90.6 b	44.2 b	42.04 b
	92	11.13 b	51.9 c	72.6 c	13.6 c	41.69 b
	138	10.89 b	49.6 d	72.7 c	7.7 d	40.47 bc
	184	9.99 d	34.9 e	60.1 d	3.7 e	38.75 c
Envase	P	10.40 b	57.7 a	78.1 a	27.3 a	43.49 a
	K	11.10 a	57.6 a	77.9 a	24.7 b	42.05 b

Tukey $\alpha = 0.05$ Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

Contenido de Humedad (CH)

Al momento de envasar la semilla para su almacenamiento ésta presentó un CH de 10.42 por ciento, sin embargo este porcentaje sufrió cambios por efecto de almacén y por el tipo de envase. Los promedios presentados en el Cuadro 4.12 registran un incremento en los primeros 46 días en forma significativa a valores de 11.34 por ciento, pero que posteriormente fue reduciéndose de manera paulatina hasta bajar a 9.99 por ciento a los 184 días.

Asimismo los valores indican que las bolsas de Polipropileno (P), mantuvieron a la semilla durante este período con menor CH (10.40) y menor variación entre períodos de almacenamiento (9.81-10.65) comparadas con las bolsas de papel Kraft (K), los cuales fueron de 11.1 y 10.17-12.07 por ciento, respectivamente (Figura 4.4).

Estas variaciones en el CH son debidas a que la semilla de soya es altamente higroscópica, la cual pierde y absorbe humedad fácilmente del ambiente (Delouche 1973); y a fluctuaciones en las condiciones ambientales del almacén de la HR y temperatura, las cuales se estima que fluctuaron de 60 a 75 por ciento y de 15 a 25 °C, respectivamente.

En cuanto al tipo de envase Warham (1986) reporta que para el trópico el empaque apropiado es aquel que re-

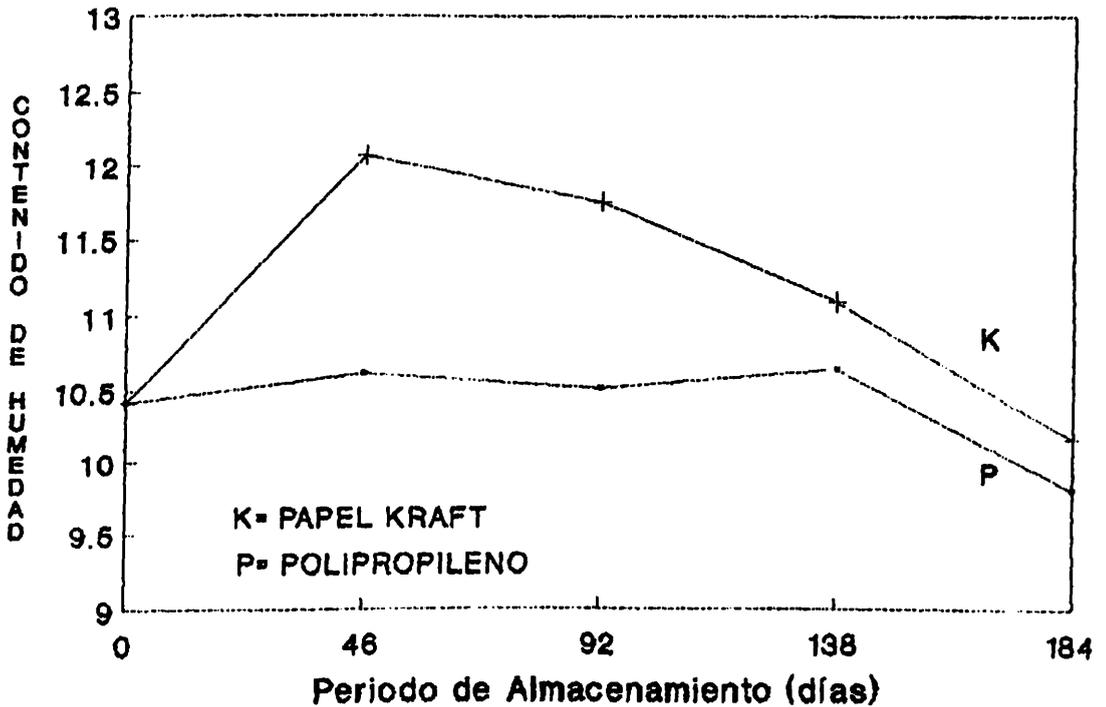


Figura 4.4 Comportamiento del Contenido de humedad de semilla de soya almacenada durante 184 días en dos tipos de envase en la Región Huasteca.

sista una alta temperatura y HR, y a prueba de humedad. En este experimento, la semilla en bolsas de Polipropileno en relación a las de papel Kraft presentó menor contenido y variación de la humedad y además un mayor vigor, como se muestra más adelante.

El comportamiento anterior, de acuerdo al mismo investigador, se debe a que se almacena semilla con alto CH e indica que las bolsas de papel Kraft proporcionan una barrera contra la humedad y no presentan porcentaje alguno de transmisión de vapor de agua, en cambio las bolsas de Polipropileno presentan permeabilidad al vapor húmedo influenciada por las condiciones de temperatura y HR, de aquí que

dependiendo de las condiciones y CH inicial de la semilla el deterioro variará entre el tipo de envase. Tales resultados concuerdan con los reportados por Arulnandhy y Senanayake (1990) y Baskin et al. (1989).

Germinación Estandar (GE) y Viabilidad (Vb)

El análisis de varianza de las variables de GE y Vb (Cuadro 4.11) indicó que estas fueron afectadas en forma altamente significativa por el período de almacenamiento, sin embargo no existió diferencias entre tipo de envase sobre estas dos variables. En lo que concierne al efecto combinado de estos dos factores se detectaron influencias altamente significativas sobre las mismas. La comparación de medias (Cuadro 4.12) muestra una pérdida gradual en los porcentajes de GE y Vb a medida que se incrementa el período de almacenamiento, en la variable GE se inicia con 78.5 por ciento, pero se reduce a 73.5, 51.9, 49.6 y 34.9 por ciento; mientras que la Vb se inicia con alto porcentaje (94.0) y también se reduce a 90.6, 72.6, 72.7 y 60.1 por ciento a los 46, 92, 138 y 184 días, respectivamente.

Asimismo, la GE desde el inicio del almacenamiento presentó un porcentaje abajo del mínimo de calidad aceptable y que al final de 184 días que duró este período presentó un 34.9 por ciento. Lo anterior indica que es necesario almacenar solo semilla con GE inicial mayor al 85 por ciento. Por

su parte la Vb fue alto desde su inicio (94.0 por ciento), pero se conservó solamente en los primeros 46 días de almacenamiento (90.6), posterior a este período las reducciones fueron más drásticas.

En cuanto al efecto del tipo de envase sobre la GE y Vb, no se observaron diferencias entre los valores medios, la GE promedio en las bolsas de polipropileno (P) y papel kraft (K) fué de 57.7 y 57.6 por ciento; y para la Vb fueron de 78.1 y 77.9 por ciento, en el mismo orden, con ligeras diferencias a favor de las bolsas de polipropileno.

En relación a la interacción de ambos factores sobre las variables, se observa que al término del período de almacenamiento (184 días) los mayores porcentajes de GE y Vb fueron observados en semilla envasada en bolsas de Polipropileno, siendo los valores de 36.8 y 64.6 por ciento, respectivamente, en cambio los valores en las bolsas de papel Kraft fueron de 33.0 y 56.3 por ciento (Figura 4.5 y 4.6).

Los resultados indican que en las variables GE y Vb los porcentajes obtenidos son bajos y que bajo las condiciones en que se almacena la semilla no es posible mantener la calidad en los porcentajes mínimos de los estándares de calidad. Esta información es similar a la obtenida por Delouche (1974b), Larcher et al. (1984), Welch y Delouche (1985) y Sripichitt et al. (1989); y que además resaltan la necesidad

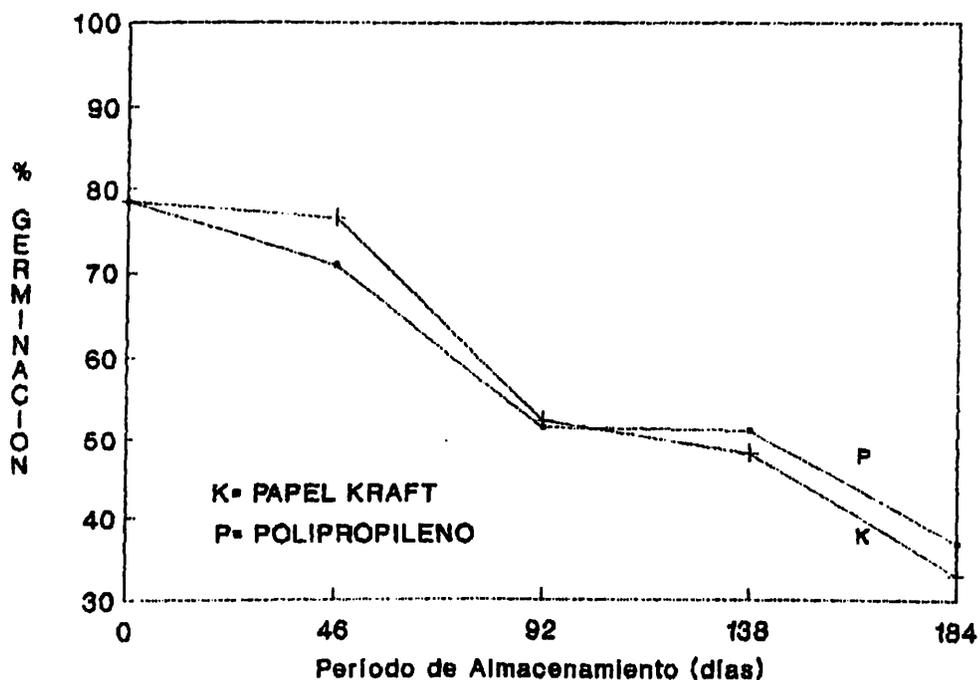


Figura 4.5 Comportamiento de la Germinación Estándar de Semilla de soya almacenada durante 184 días en dos tipos de envase en la Región Huasteca.

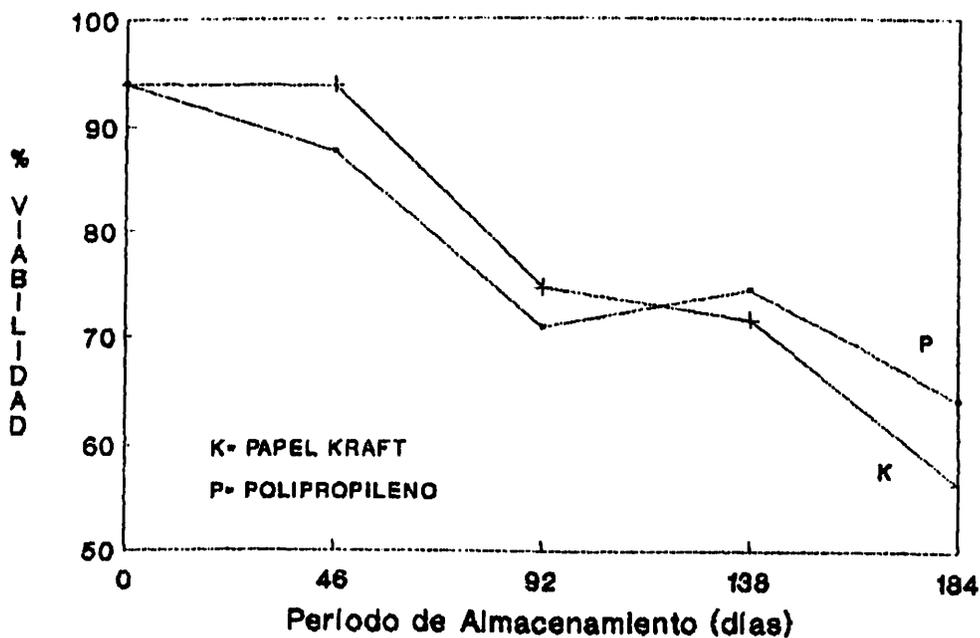


Figura 4.6 Comportamiento de la Viabilidad de semilla de soya almacenada durante 184 días en dos tipos de envase en la Región Huasteca.

de mejorar las condiciones de ambiente y manejo del almacén o bien localizar zonas con clima favorable para almacenamiento seguro cercana a las zonas de producción; así como la obtención de semilla de calidad inicial alta.

Germinación después de Envejecimiento Acelerado (EA) y Peso Seco de Plántulas (PS)

Estas dos variables permiten medir el vigor de la semilla; a continuación se describe el comportamiento debido a los factores evaluados.

La capacidad de germinación después de envejecimiento acelerado (EA), mostró diferencias altamente significativas por efectos del período de almacenamiento, tipo de envase y la combinación de ambos factores (Cuadro 4.11). Los valores medios de EA obtenidos en los períodos de almacenamiento oscilaron de 3.7 a 60.8 por ciento, presentando una declinación en estos valores en forma significativa a medida que éstos se prolongan (Cuadro 4.12), en donde el porcentaje inicial es de 60.8 y se reduce a 44.2, 13.6, 7.7 y 3.7 por ciento a los 46, 92, 138 y 184 días.

Respecto al tipo de envase, se observa que la semilla almacenada en bolsas de polipropileno (P) presenta valores más altos de manera significativa en esta variable que en las bolsas de papel kraft (K), 27.3 y 24.7 por ciento en

cada una de ellas. El mismo comportamiento es observado cuando se combinan los factores periodo de almacenamiento y tipo de envase, en el que al término del mismo (184 días), la semilla envasada en bolsas de Polipropileno alcanzó mayores porcentajes de EA que las bolsas de papel Kraft, 5.3 y 2.0, respectivamente; estos porcentajes son bajos e indican que la semilla de soya durante este periodo pierde casi completamente el vigor (Figura 4.7).

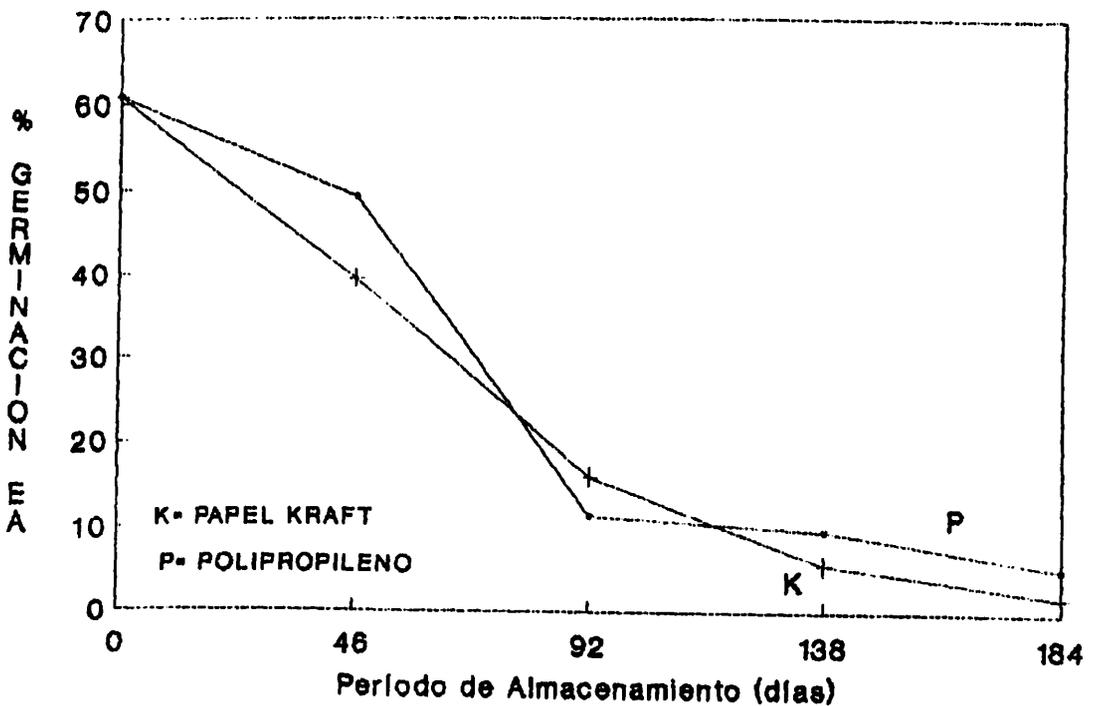


Figura 4.7 Comportamiento de la Germinación después de Envejecimiento Acelerado de semilla de soya almacenada durante 184 días en dos tipos de envase en la Región Huasteca.

El comportamiento de esta variable en cuanto a la pérdida de vigor según Delouche (1973a) es atribuible a que se almacena semilla cuya calidad inicial está por abajo del mínimo aceptable, al tiempo prolongado de almacenamiento, a la característica propia de la semilla, condiciones y manejo del almacén.

Con respecto al peso seco (PS) de plántulas normales después de la prueba de germinación este es mostrado en el Cuadro 4.10. El análisis de varianza arrojó efectos altamente significativos del período de almacenamiento y tipo de envase sobre el PS, no siendo así para la combinación de los mismos. En base a los valores medios presentados en el Cuadro 4.11 se observa que el período de almacenamiento reduce el PS de las plántulas en la medida que éste se prolonga, se inició con 50.92 mg y que después de 46 días disminuyó a 42.04 mg, permaneciendo inalterable estadísticamente hasta los 138 días, período después del cual disminuyó a 38.75 mg (Figura 4.8).

Por otra parte también se observó que la semilla almacenada en bolsas de Polipropileno (P) presentó mayor PS que las bolsas de papel Kraft (K), 43.49 mg 42.05 mg, respectivamente, sin embargo estas diferencias al final del período de almacenamiento (184 días) ya no fueron significativas. Los resultados obtenidos concuerdan con los obtenidos por Larcher et al. (1984), que indican que la preservación

de la calidad de la semilla depende en gran medida del tipo de almacén y en menor proporción del tipo de envase; y que de acuerdo con Welch y Delouche (1985), la longevidad de la semilla depende del CH de la semilla, así como de la HR y temperatura del almacén.

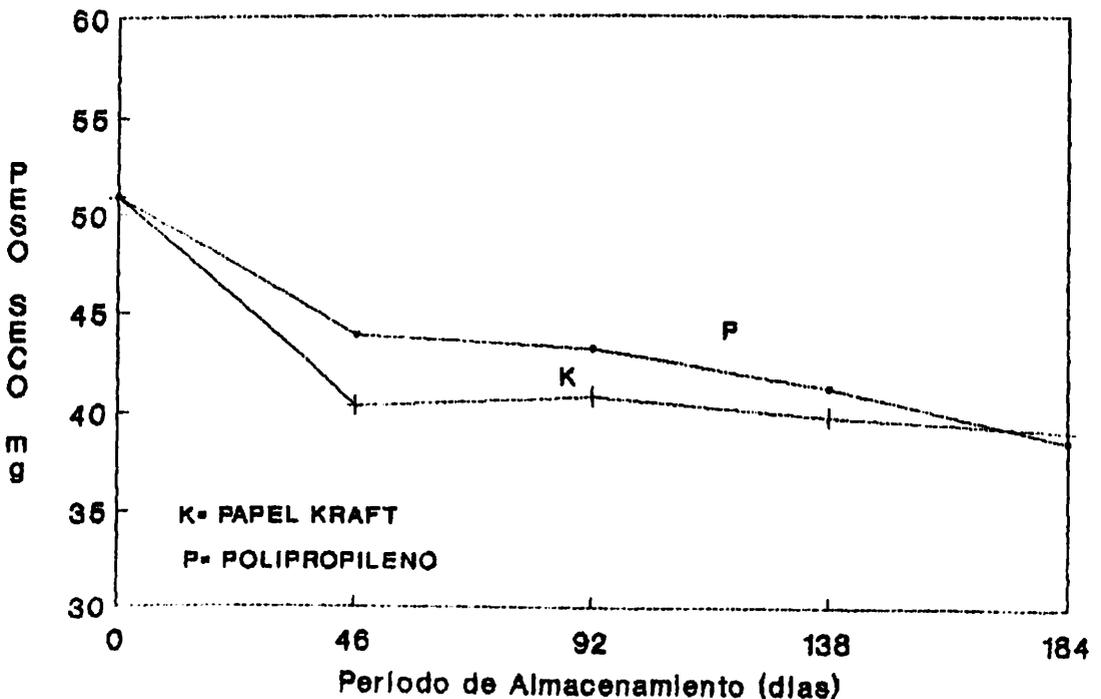


Figura 4.8 Comportamiento del Peso Seco de la Plántula de semilla de soya almacenada durante 184 días en dos tipos de envase en la Región Huasteca.

CONCLUSIONES

Con la variedad de soya utilizada y bajo las condiciones de clima y tipo de almacenamiento que se presentaron en esta región tropical de la Planicie Huasteca durante el desarrollo de la presente investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1.- El ciclo de siembra en el cual se establece el cultivo de soya determina la obtención de semilla en términos de calidad física y fisiológica, afectando los valores del contenido de humedad (CH) a la cosecha, peso de 1000 semillas (PMS), peso volumétrico (PVol), daño mecánico (DM), tamaño de semilla (SPG), color de semilla normal (CS), daño ambiental (DA), germinación estándar (GE), viabilidad (Vb), germinación después de envejecimiento acelerado (EA) y peso seco de plántulas (PS). También influye sobre el comportamiento agronómico y fenológico del cultivo. Dentro de estos los mejores indicadores de calidad que resultaron afectados en mayor proporción por el ciclo de siembra fueron: PVol, CS, DA, GE, Vb, EA y PS.
- 2.- El ciclo de siembra de Primavera-Verano permite obtener la mejor calidad de semilla, ésta puede variar de un año

a otro, dependiendo en gran medida de las prácticas, conducción y manejo del lote de producción.

- 3.- Los valores más bajos en rendimiento y calidad de semilla fueron obtenidos en el ciclo de siembra Otoño-Invierno. Observándose menor PMS, PVol, SPG, GE, Vb, EA y PS, así como mayor porcentaje de color de semilla anormal, DA y DM.
- 4.- Las diferentes condiciones de clima entre ciclos de siembra determinaron los niveles en la calidad de semilla. Mejores condiciones de clima se presentaron en el ciclo de Primavera-Verano, en cambio en el de Otoño-Invierno la distribución y erraticidad de la precipitación y efectos fototérmicos sobre el cultivo se conjugaron para ocasionar mayor deterioro en la semilla y menor rendimiento, así como cambios negativos en la fenología del cultivo; reflejándose en menor altura de planta y vaina, madurez desuniforme, retraso de la floración y del período de madurez fisiológica a madurez de cosecha.
- 5.- El período de almacenamiento y tipo de envase afectó la calidad de la semilla, reflejada en cambios en el CH semilla, GE, Vb, EA, y PS.
- 6.- El almacenamiento durante seis meses al que se sujeta la semilla entre ciclos de siembra de Primavera-Verano,

las condiciones y manejo es esta región, no permiten preservar la calidad de la semilla a niveles aceptables (80 por ciento) en las normas oficiales, lo cual depende también en gran medida de la calidad de los lotes al inicio del almacenamiento, ocurriendo la declinación a los 46 días.

7.- La semilla envasada en bolsas de Polipropileno fue afectada en menor proporción que la contenida en bolsas de papel Kraft registrando menor variación y menor contenido de humedad en la semilla, mayor porcentaje de germinación en EA y PS. Lo anterior fue atribuible al CH inicial en la semilla.

8.- La producción de semilla de soya en el ciclo de Otoño-Invierno merece atención especial, las condiciones adversas de clima dificultan la obtención de buena calidad, siendo necesario desarrollar tecnologías para reducir estos efectos, definir fecha de siembra óptima, cultivares resistentes al deterioro ambiental, con mayor altura de planta y vaina, entre algunas alternativas que permitan aprovechar este ciclo y obtener semilla fresca para el subsiguiente ciclo de siembra.

RESUMEN

El presente estudio se estableció en la Región Huasteca (Ebano, S.L.P.) de clima tropical, utilizando la variedad Tapachula-86 durante 1991 y 1992; con el objetivo de evaluar el efecto de ciclo de siembra sobre la calidad física y fisiológica de la semilla, asimismo el efecto de período de almacenamiento sobre la calidad fisiológica de semilla de soya. A fin de determinar el ciclo de siembra más apropiado para producción de semilla de más alta calidad para la región tropical, y a la vez cuantificar la pérdida de calidad que por efecto de período de almacenamiento (seis meses) se sujeta la semilla producida entre ciclos de Primavera-Verano, bajo condiciones ambientales de esta región.

Esta investigación consistió en evaluar los ciclos de siembra Otoño-Invierno y Primavera-Verano, este último utilizando semilla recién cosechada y semilla sometida a almacenamiento. Por otra parte, se almacenó semilla durante 184 días, del 21 de diciembre de 1991 al 22 de junio de 1992 en dos tipos de envase, bolsas de polipropileno y papel kraft en almacén convencional; en el cual la calidad de la semilla fue evaluada cada 46 días.

LITERATURA CITADA

- Agro-síntesis. 1992. La soya saldrá adelante en 1992. Reportaje de Portada. Agro-síntesis mayo 29:12-16. México
- Andrews, C.H. 1982. Preharvest environment: weathering. In: Sinclair, J.B. and J.A. Jacobs (Ed.) Soybean seed quality and stand establishment. INTSOY ser. 22: 19-25. U.S.A.
- Arulnandhy, V. and H.M.E. Herath. 1990. Cultivar variation in storability of soybean seed under a lowland humid environment in Sri Lanka. Seed Abstracts 13(13): 786 U.K.
- _____ and Y.D.A. Senanayake. 1990. Deterioration of soybean seed stored in different containers under ambient conditions. Seed Abstracts 13(5): 1487. U.K.
- Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC). 1989. Monitoring the viability of seeds in cold storage. Seed Abstracts 12(8): 2580. U.K.
- _____. 1992. Soybean seed quality and storage. Seed Abstracts. 15 (3): 757. U.K.
- Association of Official Seed Analysts (AOSA). 1983. Seed vigor testing handbook. The seed vigor test committee of the AOSA, U.S.A., 82 p.
- Athow, K.L. and F.A. Laviolette. 1973. Pod protection effects on soybean seed germination and infection with *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae* and other microorganisms. Phytopathology. 63 (8): 1021-1023. U.S.A.
- Baskin, C.C.; J.C. Delouche and E.R. Cabrera. 1989. The influence of packaging material, seed moisture content and storage environment on seed storability and performance. Seed Abstracts 12(6): 1891. U.K.
- Bowen, J.E. y B.A. Kratky. 1985. Mejor almacenamiento de semillas. Agricultura de las Américas. 34 (4): 6-16. E.U.A.
- Boyd, A.H. 1975. Seed storage, drying and aeration in large bulk. In Procc. Short Course for Seedsmen. Mississi-

pi State University. U.S.A. p. 89-107.

_____. 1978. Características de las instalaciones para almacenamiento de semillas. En: Boyd, A.H. y R. Echandi (Comp.) Seminario Internacional sobre Tecnología de Semillas para Centro América y el Caribe. Universidad del Estado de Mississippi. E.U.A. p. 256-272.

Burdett, R.A. Jr. 1977. Effects of weathering on soybean (*Glycine max* (L) Merr.) seed quality. Thesis M.S. Mississippi State University, U.S.A. 57 p.

Campo Experimental Ebano (CEEBA). 1991. Marco de Referencia del Campo Experimental Ebano. CEEBA, CIRN, INIFAP, SARH. Inédito. Ebano, S.L.P., México. 75 p.

Cartter, L.J. and E.E. Hartwig. 1962. The management of soybeans. *Advances in Agron.* 14: 359-412. U.S.A.

Caulfield, F. and J.A. Bunce. 1992. Influence of the environment during seed development on the morphology and growth rate of soybean seedlings. *Seed Abstracts.* 15 (2): 533. U.K.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1983. Metodologías para obtener semillas de calidad (arroz frijol, maíz, sorgo). Unidad de semillas CIAT. Cali, Colombia. p. 196-197.

Céspedes, T.E. 1992. La producción de semillas oleaginosas en el Noreste de México. En III Simposio mexicano sobre semillas agrícolas, 20-22 mayo, 1992. Torreón, Coahuila, México.

Costa, A.V.; T. Sedyama; R.F. da Silva; L.A.N. Fontes; J.L. Gomes; R.B. Rolim y M.F. de O. Monteiro. 1987. Alguns fatores que afetam a qualidade fisiológica da semente de soja. EMGOPA-DID. Brasil. Documentos 02: 48 p.

Dassou, S. and E.A. Keuneman. 1984. Screening methodology for resistance field weathering of soybean seed. *Crop Sci.* 24(4): 774-779. U.S.A.

Delouche, J.C. 1964. Seed dormancy. *Seed Technol. Laboratory Mississippi State University.* U.S.A. Bull. 72 p.

_____. 1968. Physiology of seed storage. Proc. 23th Corn and Sorghum Rese. Conference. American Seed Trade Association (ASTA). Washington D.C. Mississippi Agricultural Experiment Stat. U.S.A. J. Paper No. 1720. 12 p.

- _____.1971. Determinants of seed quality. Proc. Short Course for Seedsmen. Seed Technol. Laboratory. Mississippi State University. U.S.A. 14: 53-68.
- _____.1972. Harvesting, handling and storage of soybean seed. Seed Technology Laboratory. Mississippi State University. USA. Misc. Publication. p. 17-22.
- _____.1973a. Precepts of seed storage (revised). Proc. Short Course for Seedsmen. Seed Technol. Laboratory Mississippi. State University. U.S.A. 16: 19-122.
- _____.1973b. Seed vigor in soybeans. In: Proc. 3rd. Soybean Research Conference. ASTA. Washington D.C. U.S.A. p. 56-72.
- _____.1974a. Maintaining soybean seed quality. In: Soybean, Production, Marketing and Use. NFDC-TUA, Muscle Shoals. Ala. U.S.A. Bull. Y-69: 46-62.
- _____.1974b. Seed quality and storage of soybeans. In: Whigham, D.K. (Ed.) Soybean production, protection and utilization. Proc. Conf. Scient. of Africa. The Middle East and South Asia. Univ. Illinois-Champaign. INTSOY Ser. 6: 86-107. U.S.A.
- _____.1982. Physiological changes during storage that affect soybean quality. In: Sinclair, J.B and J. A.Jacobs (Ed). Soybean Seed Quality and Stand Establishment. INTSOY ser.22: 57-66. U.S.A.
- Dornbos, D.L.Jr. 1989. Soybean seed yield, viability and vigor, and chemical composition resulting from drought and high temperature stress during seed full. Seed Abstracts. 12(10): 3286. U.K.
- García, J.C. 1981. Control de calidad de semilla en post-cosecha. Curso avanzado en protección y control de calidad de semillas. CIAT, Cali, Colombia.
- Green, D.E.; E.L. Pinnell; L.E. Cavanah and L.F. Williams. 1965. Effect of planting date and maturity date on soybean seed quality. Agron.J. 57(2):165-168. U.S.A.
- Harris, H.B.; M.B. Parker and B.J. Johnson. 1965. Influence of molybdenum content of soybean seed and other factors associated with seed source on progeny response to applied molybdenum. Agron.J. 57(5):397-399. U.S.A.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1985. International rules for seed testing. Seed Sci.Technol. 13 (2): 300-520. The Netherlands.

- Kueneman, E.A. 1981. Genetic differences in soybean seed quality: Screening methods for cultivar improvement. In: Sinclair, J.B. and J.A. Jackobs (Ed.). Soybean Seed Quality and Stand Establishment. Proc. Conf. Scient. of Asia, Colombo, Sri Lanka. p. 31-41.
- Larcher, J.; P. Godon and P. Salez. 1984. Conservation des semences de soja (*Glycine max* (L) Merr.) en zone Tropicale. L'agronomie Tropicale. 39(3):252-257. Brasil.
- Longer, D.E. and Degago. 1992. Field weathering effects on normal and hard-seeded soybean genotypes. Seed Abstracts 15(3): 755. U.K.
- Maldonado, M.N. 1992. Que tipo de variedades de soya se necesitan en el Trópico Húmedo?. Agromundo 8(43): 12-20. México.
- Mayers, J.D.; R.J. Lawn and D.E. Byth. 1992. Adaptation of soybean (*Glycine max* (L) Merr.) to the dry season of the tropics. II. Effects of genotype and environment on biomass and seed yield. Seed Abstracts 15(3):815. U.K.
- Minor, H.C. and Paschal. 1982. Variation in storability of soybean under simulated tropical conditions. Seed Sci. and Technol. 10(1): 131-139. The Netherlands.
- Miranda, M.F. 1977. Influence of some seed borne pathogens and field weathering on soybean (*Glycine max* (L) Merr.) seed quality. Thesis M.S., Mississippi State University . U.S.A. Summary.
- Mohammed, M.A.; A.H. Ali; M.Y. Al-Fhady and A.A. Khadir. 1989. Effect of seed size some soybean and maize varieties on germination and other characters. Seed Abstracts. 12(6):1888. U.K.
- Moreno, M.E. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Instituto de Biología de la UNAM. México. 383 p.
- Neergaard, P. 1979. Seed Pathology. Vol.I. MacMillan Press L.T.D. Great Britain. 839 p.
- Nugraha, U.S. and S. Soejadi. 1992. Evaluation on seed storability of soybeans genotypes. Seed Abstracts 15 (8): 2588. U.K.
- Paschal, E.H. and M.A. Ellis. 1978. Variation in seed quality characteristics of tropically grown soybeans. Crop Sci. 18(5): 837-840. U.S.A.

- Potts, H.C.; J. Duangpatra; W.G. Hairston and J.C. Delouche 1978. Some influences of hardseededness on soybean seed quality. *Crop Sci.* 18(2): 221-224. U.S.A.
- Sionit, N. and P.J. Kramer 1977. Effect of water stress during different stages of growth of soybeans. *Agron.J.* 69(2): 274-278. U.S.A.
- Soplin, V.H. 1981. Enfoques al problema de deterioro en el campo. Publicación Miscelanea. Departamento Académico de Fitotecnia. Universidad Agraria, Lima, Perú. 21 p.
- Sripichitt, A.; E. Nawata and S. Shigenaga. 1989. Deterioration of stored soybean seeds in simulated humid tropical conditions. *Seed Abstracts.* 12(10): 3302. U.K.
- Steel, R.G. and H.J. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach. 2ed. McGraw Hill Inc. New York, U.S.A. 622 p.
- Tekrony, D.M.; D.B. Egli and A.D. Phillips. 1980. The effect of field weathering on the viability and vigor of soybean seed. *Agron. J.* 72(5): 749-753. U.S.A.
- Tully, R.E. 1982. A new technique for measuring permeability of dry soybean pods to water. *Crop Sci.* 21(6): 437-440. U.S.A.
- Vanangamudi, K. 1989. Storability of soybean seed as influenced by variety, seed size and storage container. *Seed Abstracts.* 12(11): 3785. U.K.
- Van-Toai, T.T.; M.B. McDonald Jr. and G.L. Staby. 1986. Cultivar, fungicide seed treatment and storage environment interactions on carry-over soybean seed quality. *Seed Sci. and Technol.* 14: 191-211. The Netherlands. U.S.A.
- Vaughn, C.E. 1982. Quality assurance techniques. The chlorox soak test mechanical damage. Proc. Short Course for Seedmen. The Mississippi Seedmen's Assoc. Mississippi State University. Mississippi. U.S.A. 24: 117-118.
- Warham, J.E. 1986. A comparison of packaging materials for seed with particular references to humid tropical environments. *Seed Sci. Technol.* 14: 191-211. The Netherlands.
- Welch, B.G. and J.C. Delouche 1985. Requisitos estructurales y de medio ambiente para almacenamiento de semillas. En Memoria de Cursos sobre Tecnología de Semillas realizados en América Latina. EAP-ADI-Fundación-Rockefeller-Universidad del Estado de Mississippi

E.U.A. 14 p.

Yaklick, R.W. 1981. Field weathering of soybeans seeds.
Agron. Abstracts 2: 122. U.S.A.

A P E N D I C E

Cuadro A.1 Cuadrados medios de los contrastes ortogonales de la comparación de medias del Daño Mecánico (DM), Peso de Mil Semillas (PMS) y Peso Volumétrico (PVol) de semilla de soya producida a través de ciclos de siembra en la Región Huasteca.

CONTRASTE	GL	DM	PMS	PVol
C1 T2 vs T1, T4, T5	1	15.0426 **	721.927 **	122.799 **
C2 T1 vs T4, T5	1	83.6310 **	8350.93 **	1.03346 **
C3 T4 vs T5	1	0.51667 NS	1.02039 NS	0.02087 **
Error	25	2.18848	1.8225	0.035
Ft (1, 25)				
* $\alpha = 0.05$		4.24	4.24	4.24
** $\alpha = 0.01$		7.77	7.77	7.77

Cuadro A.2 Cuadrados medios de los contrastes ortogonales de la comparación de medias de la semilla de Primer Grado (SPG), Color de Semilla normal (CS), Daño Ambiental (DA) de semilla de soya producida a través de ciclos de siembra en la Región Huasteca.

CONTRASTE	GL	SPG	CS	DA
C1 T2 vs T1, T4, T5	1	1751.62 **	15372.9 **	1664.06 **
C2 T1 vs T4, T5	1	2466.46 **	680.161 **	20.2491 **
C3 T4 vs T5	1	5.65784 **	1.80977 NS	0.59862 NS
Error	25	0.56187	1.22344	0.66461
Ft (1, 25)				
* $\alpha = 0.05$		4.24	4.24	4.24
** $\alpha = 0.01$		7.77	7.77	7.77

Cuadro A.3 Cuadrados medios de los contrastes ortogonales de la comparación de medias de Germinación Estandar (GE), Viabilidad (Vb), Germinación después de Envejecimiento Acelerado (EA) y Peso Seco de Plántulas de semilla de soya producida a través de ciclos de siembra en la Región Huasteca.

CONTRASTE	GL	GE	Vb	EA	PS
C1 T2 vs T1, T4, T5	1	9457.5**	9559.9**	7772.1**	1943.2**
C2 T1 vs T4, T5	1	237.37**	431.60**	4.5654**	98.23*
C3 T4 vs T5	1	0.6817NS	16.032NS	19.051NS	46.38NS
Error	25	2.4075	7.4244	5.2992	16.69
Ft (1, 25)					
* $\alpha = 0.05$		4.24	4.24	4.24	4.24
** $\alpha = 0.01$		7.77	7.77	7.77	7.77