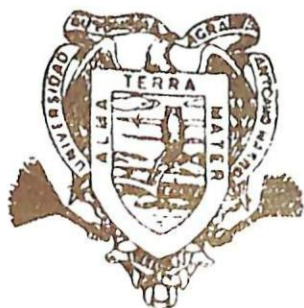


DETERIORO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS,  
FISIOLOGICAS, QUIMICAS Y GENETICAS DE  
SEMILLA DE SOYA (Glycine max (L.) MERR) EN EL  
ALMACENAMIENTO

FERNANDO RAMON HERRERO JAZMIN

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS



Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

JUNIO DE 1991

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

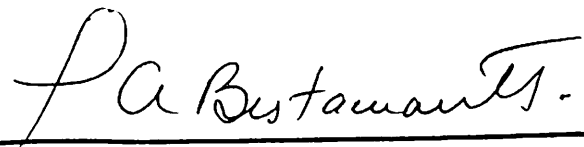
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS

COMITE PARTICULAR

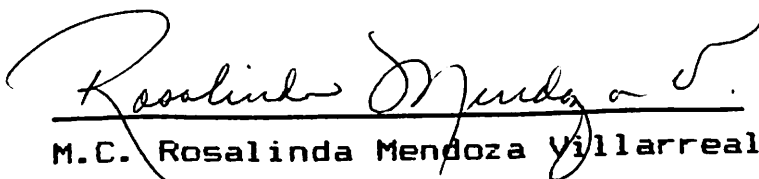
Asesor principal:


  
M.C. Alejandro Moreno Núñez

Asesor:

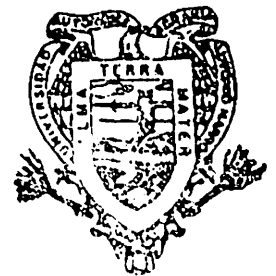
  
M.C. Leticia Bustamante García

Asesor:

  
M.C. Rosalinda Mendoza Villarreal

  
Dr. J. Manuel Fernández Brondo  
Subdirector de Asuntos de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coah.  
Junio de 1991



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

## AGRADECIMIENTOS

Sirvan estos reconocimientos como forma de agradecer a todas las personas e instituciones que, de una u otra manera colaboraron para que yo pudiera culminar con éxito mis estudios de Maestría.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por permitirme llevar a cabo un invalorable acopio de experiencias y conocimientos.

Al Ministerio de Agricultura, Ganadería, Industria y Comercio de la Provincia de Santa Fe, Argentina, por facilitarme la oportunidad de llevar a cabo esta Maestría.

Al Rotary Club de Saltillo, Coahuila, México, por su gran apoyo, solidaridad y cordialidad durante la realización de mis cursos.

Al Asesor Principal, M.C. Alejandro Moreno Núñez, por su valioso asesoramiento en el desarrollo de esta tesis.

A la M.C. Leticia Bustamante García, por su aporte incondicional y su inmensa calidad humana.

A la M.C. Rosalinda Mendoza Villarreal, por su permanente predisposición y asesoramiento oportuno las veces que se lo requerí.

Al Biol. Armando Rodríguez García, por su importante colaboración en las determinaciones citogenéticas y por su aporte técnico.

A la Señora Alba López Maynes y familia, por su ayuda e increíble calidad humana.

A los tantos mexicanos cordiales, afables y generosos de Saltillo y Ramos Arizpe, Coahuila, por habernos tratado como si fuésemos hermanos.

## DEDICATORIA

A mi esposa, María Inés, con inmenso amor,  
A mis hijos, Natalia Fernando, Valeria, Bernardo y Melisa,  
Por el sacrificio, paciencia comprensión y crearme las  
condiciones propicias para estudiar y superarme en el  
estudio de esta Maestría.

COMPENDIO

Deterioro de las Características Físicas, Fisiológicas,  
Bioquímicas y Genéticas de Semillas de Soya  
(*Glycine max* (L.) Merr) en Dos Ambientes  
de Almacenamiento

Por

FERNANDO RAMON HERRERO JAZMIN

MAESTRIA EN

TECNOLOGIA DE SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JUNIO 1991

M.C. Alejandro Moreno Núñez Asesor

Palabras claves: Soya, deterioro, almacenamiento,  
composición química, cromosomas.

El presente estudio contempla los siguientes  
objetivos:

Determinar la capacidad germinativa y el vigor de  
distintas variedades de soya bajo diferentes condiciones de

de almacenamiento; cuantificar los cambios en componentes químicos (carbohidratos, proteínas, lípidos) de las diferentes variedades bajo las condiciones de almacenamiento; y determinar la posible aparición de anomalías cromosómicas.

Los resultados indicaron que el ambiente fue el elemento que más incidió sobre la calidad de semillas, ya que el ambiente controlado produjo el deterioro casi total de las variedades a los 90 días, y el no controlado produjo todavía buen grado de sobrevivencia en las semillas a los 180 días de almacenamiento.

La condición genética de algunos genotipos resultó importante en cuanto al comportamiento frente al deterioro, ya que Júpiter, por ejemplo, se comportó mejor fisiológicamente (germinación y vigor) en los dos ambientes. El envase, por su parte, proporcionó mejor protección en el ambiente no controlado que en el controlado.

Los componentes bioquímicos sufrieron mayores alteraciones en el ambiente controlado que en el no controlado, y dentro de ellos, proteínas, cenizas, carbohidratos solubles (pentosas, hexosas) y ácidos grasos, fueron los componentes que más efectos tuvieron sobre la germinación; ácidos grasos tuvo el descenso más pronunciado en ambos ambientes y proteínas también descendió, aunque en

forma menos notable, con el deterioro del almacenamiento.

Los cambios citogenéticos más relevantes que se produjeron con el deterioro fueron aneuploidía, fragmento, puentes, huso múltiple y la aparición del núcleo en fases donde supuestamente no se da.

ABSTRACT

DETERIORATION OF FISICAL, PHYSICOLOGICAL,  
BIOCHEMICAL AND GENETIC CHARACTERISTICS  
IN SOYBEAN (*Glycine max* (L.) Merr.)  
DURING STORAGE

BY

FERNANDO RAMON HERRERO JAZMIN

MASTER OF SCIENCE

SEED TECHNOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JUNE 1991

M.C. ALEJANDRO MORENO NUÑEZ - ADVISOR

Key words: soybean, deterioration, germination,  
vigour, storage, chemical composition,  
chromosomes.

The present work was undertaken to determine germination capacity, vigour, changes in chemical composition (carbohydrates, proteins and lipids) as well as the possible chromosomal aberrations of different varieties of soybean seeds under adverse conditions.

According to the results quality was severely affected by extreme environmental conditions after 90 days

while seed still survived after 180 days under natural conditions.

The genotypes were important in relation to seed deterioration, as the Jupiter cultivar had the best germination and vigour in booth storage conditions, giving better protection the seed container at the natural environment.

Biochemical components were highly affected under extreme condition being the proteins, ashes, charbohidrates (pentose and exosa) and fatty acids those which had an effect upon germination. The fatty acids followed by Proteins showed the highest decrease in booth conditions.

Cytogenetical changes common in this study after deterioration were aneuploid, fragment, multiple huse and appearance of nucleoli at stages where it is not usual.

## INDICE

|   |     |
|---|-----|
| INDICE DE CUADROS. . . . .  | xi  |
| INDICE DE FIGURAS. . . . .  | xvi |
| INTRODUCCION . . . . .  | 1   |
| REVISION DE LITERATURA . . . . .  | 5   |
| EFECTO DEL ALMACENAMIENTO EN LA GERMINACION<br>Y EL VIGOR DE LAS SEMILLAS . . . . . | 6   |
| COMPOSICION BIOQUIMICA DE LAS SEMILLAS . . . . .                                    | 15  |
| CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO Y ALTERACIONES<br>GENETICAS. . . . .                    | 22  |
| MATERIALES Y METODOS . . . . .  | 28  |
| MATERIAL GENETICO UTILIZADO. . . . .  | 28  |
| TRATAMIENTOS . . . . .  | 29  |
| DISEÑO EXPERIMENTAL. . . . .  | 30  |
| ALMACENAMIENTO DE SEMILLA. . . . .  | 30  |
| ANALISIS DE LA SEMILLA . . . . .  | 32  |
| GERMINACION ESTANDAR . . . . .  | 32  |
| PESO SECO TOTAL DE PLANTULAS . . . . .  | 33  |
| PESO DE 100 SEMILLAS . . . . .  | 33  |
| ANALISIS BIOQUIMICOS. . . . .   | 34  |
| CARBOHIDRATOS SOLUBLES EN ALCOHOL. . . . .  | 34  |
| DETERMINACION DE POLISACARIDOS Y SUS<br>DERIVADOS. . . . .                          | 36  |
| DETERMINACION DE CARBOHIDRATOS TOTA-<br>LES . . . . .                               | 37  |
| DETERMINACION DE ALMIDON . . . . .  | 39  |
| DETERMINACION DE PROTEINA. . . . .  | 40  |
| EXTRACTO ETereo. . . . .  | 43  |
| FIBRA CRUDA. . . . .  | 45  |
| CENIZAS. . . . .  | 47  |
| DETERMINACION DEL NUMERO DE SAPONI-<br>FICACION . . . . .                           | 48  |
| DETERMINACION DE PENTOSAS. . . . .  | 49  |
| ANALISIS CITOGENETICOS . . . . .  | 49  |
| ANALISIS CROMOSOMICOS PRO-METAFASE . . . . .  | 50  |
| ANALISIS CROMOSOMICO: ANAFASE. . . . .  | 53  |
| ANALISIS ESTADISTICO . . . . .  | 54  |
| RESULTADOS Y DISCUSION . . . . .  | 62  |
| CONCLUSIONES . . . . .  | 194 |
| RESUMEN . . . . .   | 200 |
| LITERATURA CITADA. . . . .  | 203 |

## INDICE DE CUADROS

| Cuadro No. |   | Página |
|------------|---|--------|
| 3.1        | Características de las variedades utilizadas de soya . . . . .  | 31     |
| 4.1        | Medias de contenido de humedad en porcentaje de semilla de soya a distintos períodos de almacenamiento bajo dos ambientes . . . . .                           | 63     |
| 4.2        | Cuadrados medios y significancia del peso de 100 semillas de nueve variedades de soya durante el almacenamiento bajo una condición de 33°C y 82% HR . . . . . | 71     |
| 4.3        | Medias de peso y de 100 semillas con ajuste de humedad en dos ambientes de almacenamiento en nueve variedades de soya . . . . .                               | 72     |
| 4.4        | Cuadrados medios y significancia de capacidad de germinación para nueve variedades de soya en dos ambientes de almacenamiento . . . . .                       | 80     |
| 4.5        | Medias de capacidad de germinación de nueve variedades de soya en dos ambientes de almacenamiento . . . . .   | 82     |
| 4.6        | Cuadrados medios y significancia de peso seco total para nueve variedades de soya en dos ambientes de almacenamiento. . . . .                                 | 97     |

|      |   |      |
|------|---|------|
| 4.7  | Medias de peso seco total de plántulas de -<br>nueve variedades de soya en dos ambientes -<br>de almacenamiento . . . . .                 | 100  |
| 4.8  | Cuadrados medios y significancia para cam-<br>bios bioquímicos de nueve variedades de so-<br>ya en dos ambientes de almacenamiento. . . . | 106  |
| 4.9  | Medias de contenido de proteínas (%) de -<br>nueve variedades de semilla de soya almace-<br>nadas en dos ambientes . . . . .              | 107  |
| 4.10 | Medias del contenido de cenizas (%) de se -<br>milla de nueve variedades de soya almacena-<br>das en dos ambientes . . . . .              | 113. |
| 4.11 | Medias del contenido de extracto etéreo (%) de<br>semilla de nueve variedades de soya almacena -<br>das en dos ambientes. . . . .         | 118  |
| 4.12 | Medias de contenido de fibra (%) de semilla de<br>nueve variedades de soya almacenadas en dos<br>ambientes . . . . .                      | 123  |
| 4.13 | Medias del contenido de carbohidratos solu -<br>bles (%) en semillas de nueve variedades de<br>soya almacenadas en dos ambientes. . . . . | 127  |
| 4.14 | Medias del contenido de ácidos grasos (%) en<br>semilla de nueve variedades de soya almacena<br>das en dos ambientes . . . . .            | 131  |
| 4.15 | Medias del contenido de hexosas (%) en semi-<br>lla de nueve variedades de soya almacenadas -<br>en dos ambientes . . . . .               | 136  |

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 4.16 | Medias del contenido de pentosas(%) en semilla de nueve variedades de soya almacenadas en dos ambientes . . . . .   | 140 |
| 4.17 | Medias del contenido de almidón (%) en semillas de nueve variedades de soya almacenadas en dos ambientes . . . . .  | 144 |
| 4.18 | Matriz de correlación entre peso de 100 semillas ajustado y componentes bioquímicos de semillas de soya almacenadas a 33°C y 82% HR durante 45 días . . . . . | 147 |
| 4.19 | Matriz de correlación entre peso de 100 semillas ajustado y componentes bioquímicos en semilla de soya almacenados a 33°C y 82% HR durante 90 días . . . . .  | 150 |
| 4.20 | Matriz de correlación entre germinación, peso seco total y componentes bioquímicos de semillas de soya almacenadas a 33°C y 82% HR durante 45 días . . . . .  | 152 |
| 4.21 | Matriz de correlación entre germinación, peso seco total y componentes bioquímicos en semillas de soya almacenadas a 33°C y 82% HR durante 90 días. . . . .   | 153 |
| 4.22 | Matriz de correlación entre germinación, peso seco total y componentes bioquímicos de semillas de soya almacenadas a 22°C y 82% HR durante 45 días. . . . .   | 155 |
| 4.23 | Matriz de correlación entre germinación, peso seco total y componentes bioquímicos en semillas de soya almacenadas a 22°C y 64% HR durante 90 días. . . . .   | 158 |

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 4.24 | Matriz de correlación entre germinación, peso seco total y componentes bioquímicos en semillas de soya almacenadas a 22°C y 64% HR durante 135 días . . . . .                                      | 159 |
| 4.25 | Matriz de correlación entre germinación, peso seco total y componentes bioquímicos en semillas de soya almacenadas a 22°C y 64% HR durante 180 días . . . . .                                      | 161 |
| 4.26 | Efectos directos e indirectos de un análisis de sendero entre germinación y componentes bioquímicos de semillas de soya bajo condición de 33°C y 82% HR a los 45 días de almacenamiento . . . . .  | 163 |
| 4.27 | Efectos directos e indirectos de un análisis de sendero entre germinación y componentes bioquímicos de semillas de soya bajo condición de 33°C y 82% HR a los 90 días de almacenamiento . . . . .  | 165 |
| 4.28 | Efectos directos e indirectos de un análisis de sendero entre germinación y componentes bioquímicos de semillas de soya bajo condición de 22°C y 64% HR a los 45 días de almacenamiento . . . . .  | 170 |
| 4.29 | Efectos directos e indirectos de un análisis de sendero entre germinación y componentes bioquímicos de semillas de soya bajo condición de 22°C y 64% HR, a los 90 días de almacenamiento . . . . . | 173 |

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 4.30 | Efectos directos e indirectos de un análisis de sendero entre germinación y componentes bioquímicos de semillas de soya bajo condición de 22°C y 64% HR, a los 135 días de almacenamiento . . . . . | 177 |
| 4.31 | Efectos directos e indirectos de un análisis de sendero entre germinación y componentes bioquímicos de semillas de soya bajo condición de 22°C y 64% HR, a los 180 días de almacenamiento . . . . . | 179 |

## INDICE DE FIGURAS

| Figura<br>No. |   | Página |
|---------------|---|--------|
| 3.1           | Diagrama de causa y efecto entre germinación y componentes bioquímicos de semillas de soya . . . . .  | 61     |
| 4.1           | Niveles de humedad en porcentaje, para ambiente controlado (33°C y 82% HR) y no controlado (22°C y 64% HR) en variedad Santa Rosa . . . . . | 65     |
| 4.2           | Niveles de humedad en porcentaje, para ambiente controlado (33°C y 82% HR) y no controlado (22°C y 64% HR) en variedad Rosales . . . . .    | 65     |
| 4.3           | Niveles de humedad en porcentaje, para ambiente controlado (33°C y 82% HR) y no controlado (22°C y 64% HR) en variedad Bragg . . . . .      | 66     |
| 4.4           | Niveles de humedad en porcentaje, para ambiente controlado (33°C y 82% HR) y no controlado (22°C y 64% HR) en variedad Davis . . . . .      | 66     |
| 4.5           | Niveles de humedad en porcentaje, para ambiente controlado (33°C y 82% HR) y no controlado (22°C y 64% HR) en variedad Cajeme . . . . .     | 67     |

|      |  |    |
|------|--|----|
| 4.6  | Niveles de humedad en porcentaje, para ambiente controlado (33°C y 82% HR) y no controlado (22°C y 64% HR) en variedad Tama - zula . . . . .         | 67 |
| 4.7  | Niveles de humedad en porcentaje, para ambiente controlado (33°C y 82% HR) y no controlado (22°C y 64% HR) en variedad UFV/1                         | 68 |
| 4.8  | Niveles de humedad en porcentaje, para ambiente controlado (33°C y 82% HR) y no controlado (22°C y 64% HR) en variedad Júpiter                       | 68 |
| 4.9  | Niveles de humedad en porcentaje, para ambiente controlado (33°C y 82% HR) y no controlado (22°C y 64% HR) en variedad Tapa - chula . . . . .        | 69 |
| 4.10 | Niveles de peso de 100 semillas en gramos, para ambiente controlado (33°C y 82% HR) y no controlado (22°C y 64% HR) en variedad Santa Rosa . . . . . | 74 |
| 4.11 | Niveles de peso de 100 semillas en gramos, para ambiente controlado (33°C y 82% HR) y no controlado (22°C y 64% HR) en variedad Rosales . . . . .    | 74 |
| 4.12 | Niveles de peso de 100 semillas en gramos, para ambiente controlado (33°C y 82% HR) y no controlado (22°C y 64% HR) en variedad Bragg . . . . .      | 75 |

|      |   |    |
|------|---|----|
| 4.13 | Niveles de peso de 100 semillas en gramos, para ambiente controlado (33°C y 82% HR) y no controlado (22°C y 64% HR) en variedad Davis . . . . .     | 75 |
| 4.14 | Niveles de peso de 100 semillas en gramos, para ambiente controlado (33°C y 82% HR) y no controlado (22°C y 64% HR) en variedad Cajeme . . . . .    | 76 |
| 4.15 | Niveles de peso de 100 semillas en gramos, para ambiente controlado (33°C y 82% HR) y no controlado (22°C y 64% HR) en variedad Tamazula . . . . .  | 76 |
| 4.16 | Niveles de peso de 100 semillas en gramos, para ambiente controlado (33°C y 82% HR) y no controlado (22°C y 64% HR) en variedad UFV-1 . . . . .     | 77 |
| 4.17 | Niveles de peso de 100 semillas en gramos, para ambiente controlado (33°C y 82% HR) y no controlado (22°C y 64% HR) en variedad Júpiter . . . . .   | 77 |
| 4.18 | Niveles de peso de 100 semillas en gramos, para ambiente controlado (33°C y 82% HR) y no controlado (22°C y 64% HR) en variedad Tapachula . . . . . | 78 |
| 4.19 | Germinación estándar (%) de nueve variedades de soya almacenadas en dos ambientes   | 86 |
| 4.20 | Sobrevivencia de semillas de soya a través del almacenamiento en dos ambientes. Variedad Santa Rosa . . . . .                                       | 89 |

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 4.21 | Sobrevivencia de semillas de soya a través del almacenamiento en dos ambientes.<br>Variedad Rosales . . . . .   | 89  |
| 4.22 | Sobrevivencia de semillas de soya a través del almacenamiento en dos ambientes.<br>Variedad Bragg . . . . .     | 90  |
| 4.23 | Sobrevivencia de semillas de soya a través del almacenamiento en dos ambientes.<br>Variedad Davis . . . . .     | 90  |
| 4.24 | Sobrevivencia de semillas de soya a través del almacenamiento en dos ambientes.<br>Variedad Cajeme. . . . .     | 91  |
| 4.25 | Sobrevivencia de semillas de soya a través del almacenamiento en dos ambientes.<br>Variedad Tamazula. . . . .   | 91  |
| 4.26 | Sobrevivencia de semillas de soya a través del almacenamiento en dos ambientes.<br>Variedad UFV-1 . . . . .     | 92  |
| 4.27 | Sobrevivencia de semillas de soya a través del almacenamiento en dos ambientes.<br>Variedad Júpiter . . . . .   | 92  |
| 4.28 | Sobrevivencia de semillas de soya a través del almacenamiento en dos ambientes.<br>Variedad Tapachula . . . . . | 93  |
| 4.29 | Peso seco total (%) de nueve variedades de soya almacenadas en dos ambientes . . .                              | 103 |

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 4.30 | Comportamiento del contenido de proteínas (%) en nueve variedades de semilla de soya almacenada en dos ambientes. . . . .       | 109 |
| 4.31 | Comportamiento del contenido de cenizas (%) en nueve variedades de semilla de soya almacenada en dos ambientes. . . . .         | 116 |
| 4.32 | Comportamiento del contenido de extracto etéreo en % en nueve variedades de semilla de soya almacenadas en dos ambientes. . . . | 121 |
| 4.33 | Comportamiento del contenido de fibra (%) en nueve variedades de semilla de soya almacenada en dos ambientes. . . .             | 124 |
| 4.34 | Comportamiento del contenido de carbohidratos solubles (%) en nueve variedades de semilla de soya almacenada en dos ambientes   | 129 |
| 4.35 | Comportamiento del contenido de proteínas (%) en nueve variedades de semilla de soya almacenada en dos ambientes. . . . .       | 133 |
| 4.36 | Comportamiento del contenido de pentosas (%) en nueve variedades de semilla de soya almacenada en dos ambientes. . . . .        | 137 |
| 4.37 | Comportamiento del contenido de hexosas (%) en nueve variedades de semilla de soya almacenada en dos ambientes. . . . .         | 141 |
| 4.38 | Comportamiento del contenido de almidón (%) en nueve variedades de semilla de soya almacenada en dos ambientes. . . . .         | 145 |

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 4.39 | Diagrama causal entre germinación y componentes bioquímicos para nueve variedades de soya en ambiente controlado a los 45 días de almacenamiento. . . . .                              | 166 |
| 4.40 | Diagrama causal entre germinación y componentes bioquímicos para nueve variedades de soya en ambiente controlado a los 90 días de almacenamiento. . . . .                              | 166 |
| 4.41 | Diagrama causal entre germinación y componentes bioquímicos para nueve variedades de soya en ambiente no controlado a los 45 días de almacenamiento. . . . .                           | 174 |
| 4.42 | Diagrama causal entre germinación y componentes bioquímicos para nueve variedades de soya en ambiente no controlado a los 90 días de almacenamiento. . . . .                           | 174 |
| 4.43 | Diagrama causal entre germinación y componentes bioquímicos para nueve variedades de soya en ambiente no controlado a los 135 días de almacenamiento. . . . .                          | 180 |
| 4.44 | Diagrama causal entre germinación y componentes bioquímicos para nueve variedades de soya en ambiente no controlado a los 180 días de almacenamiento. . . . .                          | 180 |
| 4.45 | a) Pro-metafase en mitosis normal. Var.<br>Santa Rosa<br>b) Pro-metafase en mitosis. Aneuploidía.<br>Var. Bragg<br>c) Pro-metafase en mitosis. Aneuploidía.<br>Var. Tamazula . . . . . | 187 |

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 4.46 | <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Anafase normal en mitosis. Var.<br/>Santa Rosa</li> <li>b) Anafase normal en mitosis. Var. Santa Rosa</li> <li>c) Metafase en mitosis. Cromosoma o nucleolo. Var. Cajeme</li> </ul>  | 188 |
| 4.47 | <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Metafase en mitosis con dos nucleolos. Var. Rosales</li> <li>b) Metafase en mitosis con dos nucleolos. Var. Júpiter</li> <li>c) Metafase en mitosis con un nucleolo. Var. Júpiter</li> </ul>   | 189 |
| 4.48 | <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Metafase en mitosis con dos nucleolos ligados a los cromosomas. Var. Júpiter</li> <li>b) Comienzo de anafase en mitosis con nucleolo detrás de los cromosomas. Var. Cajeme</li> <li>c) Presencia del nucleolo en un ángulo extremo de la anafase inicial. Var. Bragg. . . . .</li> </ul> | 190 |
| 4.49 | <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Anafase en mitosis. Presencia del nucleolo en uno de los polos. Var. Davis</li> <li>b) Puente en anafase mitótica y nucleolo. Var. Júpiter.</li> <li>c) Presencia del nucleolo en anafase mitótica envejecida. Var. Rosales . . .</li> </ul>   | 191 |
| 4.50 | <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Anafase mitótica con huso múltiple. Var. Davis</li> <li>b) Anafase mitótica con puente y fragmento. Var. Rosales</li> <li>c) Anafase mitótica con puentes múltiples. Var. Davis . . . . .</li> </ul>   | 192 |

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 4.51 | a) Anafase mitótica con puente. Var. Bragg |     |
|      | b) Anafase mitótica con varios puentes.    |     |
|      | Var. Davis . . . . .                       | 193 |

## INTRODUCCION

El creciente deterioro que produce una condición ambiental adversa sobre algunas semillas de corta longevidad puede ser la resultante de muchos factores extrínsecos e intrínsecos de las mismas.

En la especie *Glycine max*(L.) Merr. (soya), que es del tipo de corta longevidad, sus semillas resultan muy susceptibles a elevadas temperaturas y humedades del medio ambiente, ya que su testa sumamente frágil es higroscópica y muy sensible a los golpes ; y por su constitución química resulta ser propensa a degradarse con facilidad y producir rancidez y ataque de microorganismos. Debido a esto, varios son los cuidados que deben tenerse en el manejo, almacenamiento y conservación.

Por otra parte, su constitución genética es susceptible de alteraciones que afectan a la semilla en el curso de su multiplicación y en las generaciones siguientes, y que también abrevian su longevidad.

Ciertas investigaciones revelan que las semillas de esta especie, bajo condiciones extremas de almacenamiento, suelen alterarse en sus sistemas biológicos. Por otra parte, los componentes bioquímicos y fisiológicos de las

mismas han conformado reacciones de distinto tipo al confrontar diversas condiciones en climas adversos. La respuesta genética también ha sido variable en las diversas especies, entre lotes, entre semillas y aún en el interior de las mismas.

Otros factores que desde siempre han estado presentes en el deterioro no han sido todavía estudiados a fondo dada la complejidad de elementos que se conjugan para consumir el mismo.

Cuando la semilla de soya confronta condiciones extremas, incluso dentro de un corto período, la magnitud del deterioro puede ser elevada, por esto deben implementarse adecuadas técnicas de almacenamiento, que para ser eficaces deben basarse en estudios minuciosos de los componentes intrínsecos de la semilla, así como las respuestas de sus componentes de calidad frente a ciertas condiciones adversas.

El componente genómico de la especie *Glycine* ofrece cromosomas demasiado pequeños y numerosos, cuya complejidad y técnicas para estudiarlos han creado algunas dificultades a los investigadores.

De igual manera, los estudios sobre sus variables bioquímicas, en consonancia con los elementos ambientales

adversos, no han arrojado mucha luz para explicar los procesos o cambios bioquímicos que son consecuencia del deterioro o que conducen al mismo.

Con el propósito de incursionar en estas interrogantes, se implementó la presente investigación cuyos objetivos son los siguientes:

1. Determinar la capacidad germinativa y el vigor de distintas variedades de soya bajo diferentes condiciones de almacenamiento.
2. Cuantificar los cambios en componentes químicos (carbohidratos, proteínas, lípidos ) de las diferentes variedades bajo las condiciones de almacenamiento del presente estudio.
3. Determinar la posible aparición de anomalías cromosómicas bajo las condiciones de almacenamiento de este estudio.

Se plantearon las siguientes hipótesis:

1. Diversas variedades de soya responden en forma diferente a la pérdida de la calidad fisiológica bajo condiciones adversas de almacenamiento.

2. Existe variación en la composición química entre variedades durante el almacenamiento.
3. Los cambios químicos en la semilla durante el almacenamiento afectan la calidad fisiológica.
4. Las semillas durante el almacenamiento pueden presentar aberraciones cromosómicas.

## REVISION DE LITERATURA

En la vida de una semilla muchos son los factores que afectan su calidad. Se ha debido investigar a fondo la marcha minuciosa de todos los aspectos que determinan el comportamiento de una semilla cuando ésta se enfrenta a ciertas condiciones adversas.

En ambientes extremos, como se da en los climas tropical y subtropical, se han establecido técnicas de almacenamiento que prolongan el período de vida útil de las semillas a fin de que éstas permanezcan el tiempo que es deseable sin pérdida de su calidad.

En otros casos, algunos ambientes cerrados han podido controlarse condicionando sus estructuras, orientación, espacios y climas en el que se almacenan las semillas, manejando procesos de control de humedad relativa y temperatura, implementando condiciones combinadas en envases, según tipo de semillas y longevidad; a efectos de atenuar reacciones inconvenientes y dándole a sus procesos vitales una mínima posibilidad de respuesta negativa. Así, bajo condiciones adversas y aún aquellas hasta cierto punto óptimas, es conveniente conocer los cambios que pueden darse en las semillas.

## Efecto del Almacenamiento en la Germinación y En El Vigor de las Semillas

Los mecanismos fisiológicos de las semillas son controlados por numerosas actividades biológicas que dan como resultado una serie de manifestaciones como la germinación, el vigor, la viabilidad, etc., a través de los cuales las mismas revelan su condición.

Esa calidad fisiológica puede verse afectada en gran medida por el deterioro, principalmente cuando éste es causado por el almacenamiento adverso.

De manera general, algunos autores se han esforzado en explicar los procesos deteriorativos y deletéreos ante estas situaciones : Matthews y Powell (1986) sugieren que las semillas envejecidas sufren una serie de cambios degenerativos irreversibles permitiendo pérdida de viabilidad. Este envejecimiento comienza después de la madurez fisiológica, cuando las semillas son de una óptima calidad. Continúan sosteniendo que la sobrevivencia de una población de semillas sigue el patrón típico inicial de muchos organismos vivos, con un prolongado período al comienzo donde sólo unas pocas mueren, luego sigue una rápida declinación de la viabilidad y finalmente sólo un pequeño número de semillas mantiene la viabilidad por un largo período. Por último, estos autores afirman que en

leguminosas, el envejecimiento es una causa de las diferencias en vigor, y la estructura de sus granos, con grandes cotiledones, es probablemente en gran parte causa de esas diferencias de vigor.

Otros autores resumen, opinando que, conforme la viabilidad de las semillas comienza a declinar, ocurren varios cambios en las propiedades de las mismas (Duffus y Slaughter, 1980).

Algunos de los atributos a través de los cuales la semilla manifiesta su calidad, como es la germinación, se han estudiado en particular y en diversas especies, pero es ciertamente una condición de permanente decrecimiento, sobre todo si está influenciado por la irreversibilidad del deterioro. Halder y Gupta (1982) al almacenar semillas de girasol (*Helianthus annuus*) en un ambiente de 95 por ciento de humedad relativa y 28 grados centígrados durante 90 días encontraron un deterioro completo, pero al bajar la humedad relativa al 85 por ciento se mantuvieron viables. Manteniendo esta misma humedad, pero por un lapso de tiempo más prolongado de 150 días, sí se notó considerable disminución de germinación; mientras que la misma no fue afectada al estar almacenadas a 50 por ciento de humedad relativa.

Sobre la leguminosa forrajera *Voandzeia subterranea* Thouars se han realizado investigaciones en cuanto a calidad de semillas. En una de ellas, Sreeramulu (1981) determinó distintos períodos de almacenamiento; a saber, 0,6,12,18 y 24 meses en bolsas cerradas a 25 - 35 grados centígrados de temperatura. El deterioro de las semillas durante el almacenamiento se puso de manifiesto por una capacidad de germinación reducida e incrementado número de plántulas con crecimiento suspendido, culminando en una total falta de germinación después de dos años.

En cebada, Murata et al. (1982) trabajaron con elevadas temperaturas y contenidos de humedad en las semillas, lo que produjo germinaciones más reducidas y dilatadas, todo bajo seis condiciones de almacenamiento. El control mostró el 99 por ciento de germinación. En cada una de las seis condiciones de almacenamiento el porcentaje de germinación decreció junto con el aumento del tiempo de almacenamiento. Señalan los autores que hubo emergencias retardadas de raíces y decrecimiento también en el desarrollo, lo que se asoció con el aumento del tiempo de almacenamiento y al por ciento de germinación disminuido. Los efectos de la temperatura y el contenido de humedad actuaron sobre la capacidad de germinación. No se encontró germinación alguna después de 18 días a 38 grados centígrados y 18 por ciento de contenido de humedad de la semilla; 27 días con 32 grados centígrados y 18 por ciento

de contenido de humedad; 90 días a 38 grados centígrados y 12 por ciento de contenido de humedad; 120 días a 21 grados centígrados y 18 por ciento de humedad y finalmente a 160 días con 32 grados centígrados y 12 por ciento de contenido de humedad. En cambio, con una condición de 21 grados centígrados y 12 por ciento de contenido de humedad, la germinación se mantuvo en un 85 por ciento después de un año de almacenamiento. Esto indicó que la pérdida de capacidad de germinación fue acelerada con el aumento de temperatura y el contenido de humedad de las semillas. Concluyen los autores que los 38 grados centígrados de temperatura indujeron una más rápida disminución de la capacidad germinativa entre las tres temperaturas, mientras que el tratamiento a 18 por ciento tuvo más grande efecto sobre la germinación que el de 12 por ciento de contenido de humedad de las semillas.

En un trabajo donde trataron de definir aspectos fisiológicos del almacenamiento de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), Agrawald et al. (1981) obtuvieron interesantes conclusiones de comportamientos en cuanto a germinación. Las semillas se almacenaron a 80 por ciento de humedad relativa y temperaturas de 20 y 30 grados centígrados. Cada uno de los híbridos probados junto con sus progenitores. No hubo disminución en la germinación en las semillas en el híbrido CSH-1 y su progenitor femenino CK-60 sino hasta los 80 días de almacenamiento a 20 grados

centígrados ya que su progenitor masculino IS-84 perdió su germinación desde el comienzo del almacenamiento. Prosiguen afirmando que resultados similares se obtuvieron en el híbrido CSH-5 y sus progenitores. La tasa de pérdida de germinación fue más rápida en CSH-5 y sus padres que en el híbrido CSH-1 y sus progenitores. Ninguna o muy poca germinación se obtuvo al final de los 360 días de almacenamiento en todos los genotipos. En contraste, las semillas almacenadas a 33 grados centígrados perdieron completamente la viabilidad después de 60 y 80 días de almacenamiento en el híbrido CSH-5 y sus progenitores y en CSH-1 y sus padres, respectivamente.

Otros aspectos de la calidad fisiológica, como la viabilidad, el vigor y rendimiento de semilla también se han estudiado, solos o en conjunto. A veces también junto a la capacidad germinativa. En este sentido, Aswthaiah et al. (1989) almacenaron semillas de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) en cámara acondicionada al efecto por 30 días a 60 por ciento de humedad relativa y 30 grados de temperatura; transferidos luego a 75 por ciento, 60 por ciento y 80 de humedad relativa y 30 grados centígrados por cuatro días y luego a condiciones de 70 por ciento y 25 grados centígrados por 15 días. La viabilidad, la germinación y el vigor de las semillas almacenadas por 87 días bajo condiciones de ambiente no fueron afectadas. Sin embargo, bajo las condiciones variables de la cámara hubo un aumento

de la humedad relativa que ayudó a disminuir la viabilidad, la que fue más baja después del almacenamiento a 80 por ciento de humedad relativa y 30 grados centígrados más 70 por ciento y 25 grados centígrados. La germinación decreció del 86 por ciento al 19 por ciento y el vigor disminuyó después del almacenamiento en alta humedad relativa.

Por su parte, los investigadores Huber y Mc Donald (1982) relacionan el aspecto germinación con otros atributos tan importantes como el vigor medido por el peso seco y el largo de plúmula. Afirman que semillas de cebada (*Hordeum vulgare*) de alto vigor exhibieron la más alta germinación, el más alto peso seco y la mayor plúmula que aquellas semillas de medio y bajo vigor. El envejecimiento artificial disminuyó la germinación y todos los niveles de vigor, y las más grandes disminuciones fueron exhibidas por los lotes de medio y bajo vigor. También por esta causa disminuyó el peso seco.

El vigor y la germinación también se vieron alterados en un trabajo de Mora y Echandi (1976), quienes almacenaron semillas de arroz (*Oryza sativa*) y maíz (*Zea mays*) durante 24 semanas bajo diferentes ambientes. La viabilidad de las semillas de arroz se vio afectada sólo cuando se almacenó a 30 grados centígrados y 13.5 por ciento de contenido de humedad. Sin embargo, la viabilidad de la semilla de maíz disminuyó cuando las condiciones de

almacenamiento fueron de 30 grados centígrados y 12.4 por ciento y 14.1 de contenido de humedad.

En el cultivo base de este estudio, esto es la soya (*Glycine max* (L.) Merr.) existen importantes estudios sobre almacenamiento y deterioro ante condiciones adversas; así por ejemplo, Arulnandy y Herath (1987) establecieron que semillas de 83 cultivares de soya se almacenaron en bolsas de papel sobre estantes abiertos en condiciones ambientales (temperatura máxima de 26-36 grados centígrados y humedad relativa de 76 por ciento + o - 5.9) por nueve meses en Sri Lanka. Germinaron las semillas y se evaluó el vigor y viabilidad cada tres meses de almacenamiento. Ambos declinaron lentamente después de los primeros tres meses y después lo hicieron más rápido. La capacidad media de almacenamiento fue de 5.1 meses y el rango de 2.3 a 8.6 meses. Doce cultivares de países de clima tropical y subtropical tuvieron capacidad de almacenamiento mayor que los tres cultivares. La vida media de almacenamiento más largo se correlacionó con el más alto porcentaje de germinación inicial y las más pequeñas semillas. El vigor de las semillas decreció con el aumento del período de almacenamiento. Solo tres cultivares tuvieron un porcentaje de germinación mayor del 80 por ciento después de seis meses de almacenamiento.

Baskin y Vieira (1980) notaron cambios en la germinación de 22 lotes de semillas de soya (*G. max* (L.) Merr.), cuando bajo condiciones de almacenamiento abierto se compararon varias combinaciones de tiempo-temperatura en envejecimiento acelerado, para determinar la exactitud de predicción de la capacidad de almacenamiento de lotes desde los meses de Marzo, Junio, Agosto, Octubre y Diciembre. Hubo considerables diferencias en la declinación de la germinación de los lotes de almacenamiento abierto en las condiciones ambientales de Mississippi. Los lotes que anduvieron desde 90 a 100 por ciento de germinación en Marzo, luego tuvieron 70 a 98 por ciento en Agosto y de 23 a 89 por ciento en Diciembre. En tanto que algunos lotes que tuvieron de 85 a 89 por ciento de germinación en Marzo, luego tuvieron de 62 a 86 por ciento en Agosto, y 13 a 57 por ciento en Diciembre. Otros lotes que exhibieron 73 a 76 por ciento de germinación en Marzo, en Agosto dieron de 30 a 70 por ciento y en Diciembre de 30 a 39m por ciento. Se ha demostrado también que hay diferente capacidad de almacenamiento en los lotes de semilla de soya; concluyéndose también que las combinaciones tiempo-temperatura predijeron la germinación bajo las condiciones de almacenamiento en el calor y ambiente húmedo del sudeste de Estados Unidos.

Otro estudio sobre viabilidad en el mismo cultivo realizado por James et al. (1967) reveló que semillas de

soya con 11.4 por ciento de contenido de humedad murieron a las 34 semanas cuando se almacenaron a 32.2 grados centígrados; y hubo algún daño cuando las semillas tuvieron 7.9 por ciento de humedad bajo 32.2 grados centígrados de temperatura. En el mismo ensayo, las semillas de cártamo (*Carthamus tinctorius*) experimentaron similares condiciones y el contenido de humedad fue demasiado alto con almacenamiento a 21.1 grados centígrados y 32 grados centígrados; el deterioro se inició aquí a 21.1 grados centígrados. Se concluyó que las semillas aceitosas generalmente deterioraron rápidamente bajo altas temperaturas y humedades relativas. En cártamo se deterioraron solo semillas con alto contenido de humedad a 21.1 y 32.2 grados centígrados de temperatura.

Algunos autores sacaron sus conclusiones sobre los ambientes con respecto al vigor, así por ejemplo, Priestley y Leopold (1979) afirman que una condición de ambiente controlado como puede ser el envejecimiento acelerado puede causar pérdida de vigor en una forma distinta al envejecimiento natural (ambiente no controlado) en soya.

Finalmente, Moreno (1987) almacenó semilla de soya bajo tres condiciones : en almacenamiento controlado con 3 grados centígrados y 85 por ciento de humedad relativa; bajo almacén en la localidad de Taxco (Guerrero), a 19.3 grados centígrados y 82 por ciento de humedad relativa y en

almacén en la localidad de Cocula (Guerrero) bajo 26.7 grados centígrados y 68 por ciento de humedad relativa. Resultó que se mantuvo la calidad fisiológica (germinación y vigor) en sus niveles después de cosecha en el ambiente controlado por 12 meses, mientras que bajo las condiciones de almacén de Taxco, se mantuvieron solamente por nueve meses y bajo las condiciones de almacén de Cocula la calidad se redujo en un período menor de seis meses.

### Composición Bioquímica de las Semillas

*Intro*

✓ Se producen cambios bioquímicos cuando los componentes de las semillas, tanto el endosperma, embrión, testa, capa de aleurona, etc., se alteran dando paso a reacciones químicas que inactivan procesos vitales o bien aceleran o retardan aquellos que son necesarios para el desempeño normal de las mismas. Deben considerarse cambios cualitativos y cuantitativos en el contenido y composición química cuando se presenta un deterioro ostensible bajo condiciones adversas de almacenamiento; cambios que afectarán la viabilidad y longevidad de la semilla. Los diversos cambios que se producen afectan los carbohidratos, proteínas, lípidos, cenizas, etc.

Se han utilizado diversas técnicas para determinar cambios bioquímicos que se relacionen con el deterioro de las semillas, análisis químicos de harinas, de solutos en

lixiviados (electroconductividad) y otros que han marcado notorias diferencias entre semillas viables y de óptima calidad con las deterioradas bajo condiciones extremas. En uno de los trabajos realizados, Halder y Gupta (1982) experimentaron con semillas de girasol (*Helianthus annuus*) en deterioro, en las que determinaron lixiviados de electrolitos, carbohidratos solubles y nitrógeno soluble, los que a su vez disminuyeron al almacenarse las semillas con altas humedades relativas, como en el caso de los niveles de carbohidratos del embrión y del cotiledón. Niveles de aminoácidos, sin embargo, aumentaron en semillas no viables, mientras que los niveles de proteínas solubles se mantuvieron sin cambios. Tales resultados no relacionados crearon dificultad en la explicación de los cambios deteriorativos.

450

✓ Los cambios en carbohidratos han sido estudiados por varios investigadores : Likhachev et al. (1978) trabajaron con semillas de trigo (*Triticum* sp.) y cebada (*Hordeum vulgare*) y comprobaron que el envejecimiento a 37 grados centígrados durante 52-63 días aumentó considerablemente los contenidos de monosacáridos y disacáridos, indicando que el mismo fue intensivo. También variaron los carbohidratos en un estudio que llevó a cabo Yaklich (1985), quien estableció que los azúcares solubles disminuyeron con condiciones extremas y el contenido de oligosacáridos y la germinación se determinaron a las 48

horas en semillas de soya, (*G. max* (L.) Merr.). Los solutos filtrados de cotiledones se incrementaron con el deterioro de una manera lineal. Luego el contenido total de oligosacáridos decreció, debido a la pérdida primaria de estaquiosa y rafinosa.

Otros autores se ocuparon de estudiar el nivel de otros componentes bioquímicos como son las proteínas; esto se pudo apreciar en un trabajo de Likholat y Lyubarskaya (1983), quienes en semillas de trigo verificaron alteraciones en el nivel de proteínas, estableciendo luego que en las semillas de trigo de primavera (*Triticum* sp.) con alto contenido de proteína (21.2 por ciento) y otras con bajo contenido (13.8 por ciento) bajo condiciones de envejecimiento acelerado exhibieron bajos promedios de germinación; sólo que las semillas con alta proteína tuvieron menos respuesta al envejecimiento, y también las plántulas crecidas de semilla de baja proteína sometidas al envejecimiento crecieron menos en promedio que las provenientes de semillas con alta proteína. Asimismo, con semillas de trigo (*Triticum* sp.), cebada (*Hordeum vulgare*) y arroz (*Oryza sativa*), Jarosh y Antonova (1980) mencionan que los análisis mostraron cambios sustanciales en las proteínas de las simientes, las que bajo almacenamiento por largos períodos de tiempo casi perdieron su viabilidad comparadas con las altamente viables. En semillas de arroz los cambios en la composición de las fracciones albúminas

(proteínas) fueron más grandes en el embrión que en el endosperma, el que perdió el 25, 40 y 50 por ciento respectivamente, de la fracción albúmina. En cebada, se encontraron 19 fracciones de proteínas en los embriones de semillas viables y 17 fracciones en las de baja viabilidad. En las de trigo hubo pérdidas de fracciones albúminas, y se observaron en semillas no viables después del almacenamiento por largo tiempo.

Otros autores, en cambio, trataron de centrar sus estudios en aspectos más integrales y abarcaron mediciones en los niveles de carbohidratos, proteínas y lípidos en forma conjunta; en algunos casos integrándolos con algunos temas fisiológicos. Nautiyal y Purohit (1985) constataron aspectos fisiológicos y bioquímicos del envejecimiento después de analizar partes individuales de semillas de *Triticum robusta* en cuanto a humedad, carbohidratos, proteínas, ácidos fenólicos, actividad ácido fosfatasa e integridad de la membrana; luego corroboraron que, en concomitancia con el envejecimiento acelerado, hubo un aumento en la concentración de los solutos de los extractos, declinación completa en el contenido de carbohidratos, proteínas y actividad ácido fosfatasa, un ligero incremento en ácidos fenólicos y pérdida de viabilidad de la semilla.

Trabajando con trébol carmesí (*Trifolium* sp.) y rye grass (*Lolium perenne*), Ching y Schoolcraft (1968) reportaron cambios en los contenidos de azúcares, almidón y proteína en semillas nuevas y de 10 años. En el material envejecido se notó un aumento en los aminoácidos. Al aumentar el nivel de humedad y temperatura, las semillas de trébol carmesí y de rye grass mostraron aumentos en los aminoácidos libres y la cantidad de aminoácidos filtrados fue dramáticamente incrementada con el contenido de humedad y la temperatura de almacenamiento en trébol, pero fue liberado un alto porcentaje de aminoácidos en rye grass sin tener en cuenta la condición de almacenamiento; en tanto que el contenido de proteína insoluble en rye grass se redujo con alta temperatura.

En maíz (*Zea mays*), Ovcharov et al. (1980) reportó disminución en el contenido de azúcares en semillas viejas y no viables, al igual que se vieron disminuídos los fosfolípidos y el contenido de proteínas.

Varios componentes y sus cambios fueron estudiados también por Mathur y Sinha (1978) en un especie forrajera denominada *Pennisetum tiphoides*, la que en sus semillas sufrió alteraciones al permanecer almacenadas durante ocho meses en envases de barro, en una granja, en bolsas en un local comercial y en un laboratorio. Se hicieron determinaciones de azúcares reductores y no reductores,

proteínas, aceites totales, ácidos grasos y aminoácidos a cero, cuatro y ocho meses después. Durante los primeros momentos de almacenamiento los azúcares reductores disminuyeron y luego aumentaron. En tanto que los azúcares no reductores disminuyeron firmemente durante el almacenamiento en las tres localidades. Los cambios en el nitrógeno proteico y el contenido total de aceite fueron lentos, y el espectro de aminoácidos varió con el período de almacenamiento. Finalmente, aumentó firmemente el nivel de ácidos grasos.

✓ Otros autores (Duffus y Slaughter, 1980) no coinciden en forma general en que haya grandes cambios en el nivel de carbohidratos, proteínas y lípidos y sostienen que el nivel de almidón sufre una ligera declinación debida a la respiración y al deterioro. Las semillas tienden a perder los azúcares. Antes de perder su capacidad de germinación, la capacidad de sintetizar carbohidratos y proteínas se reduce a la mitad, en tanto que el contenido de fosfolípidos sufre grandes pérdidas en semillas maduradas artificialmente.

✓ En vigna subterránea (*Voandzeia subterranea* Thouars), Sreeramulu (1981) comprobó una ligera pérdida de las reservas que ocurren durante el almacenamiento de la semilla. La pérdida de grasas fue más allá que la del almidón o la proteína. Los azúcares solubles totales

disminuyeron, mientras que el contenido de ácidos grasos totales, aminoácidos y proteínas solubles se incrementó.

En lo referente al estudio de las alteraciones producidas en los lípidos en otros cultivos diferentes a las semillas objeto de este estudio, se han producido experiencias en semillas de arroz (*Oryza sativa*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*). En el primer caso, Ramarathnam y Kulkarni (1983) colocaron sus semillas en bolsas cerradas y almacenadas a temperatura de almacén por 120 días, sufriendo deterioro y cambios químicos. Se examinó el contenido de los lípidos de todas las variedades estudiadas cada 30 días (concretamente los ácidos esteárico, palmítico y linoleico). El contenido total de lípidos de todas las variedades se mantuvo constante durante el período de almacenamiento completo. Los niveles de ácido palmítico y esteárico disminuyeron. Conformando una diferenciación genética, la variedad Basmati 257 tuvo el máximo contenido de ácido oleico, comprobándose asimismo que el ácido araquidónico desapareció durante el almacenamiento. excepto en una variedad. Finalmente, también en un trabajo sobre lípidos, Priestley y Leopold (1979) sometieron semillas de soya (*G. max* (L.) Merr.) al envejecimiento acelerado, y la cantidad de lípidos totales extraídos del total de semillas aumentó con la edad de las mismas, pero los fosfolípidos extractables decrecieron ligeramente. Los niveles de ácidos grasos no saturados en la semilla y en el eje de la misma

no mostraron declinación durante el envejecimiento. Se sugirió luego que la oxidación de los lípidos no podría estar relacionada con los procesos de envejecimiento de la misma.

### Capacidad de Almacenamiento y Alteraciones Genéticas

Las semillas pertenecen a especies que poseen un caudal genético que, en función de la constitución genotípica de las mismas, les posibilitan reaccionar en forma específica ante los diversos estímulos ambientales. Esta repuesta la puede establecer la semilla que contiene un lote, una muestra, un pequeño grupo o aún si se tratara de otra semilla en forma diferencial a expensas de su conformación genética. Ampliando estos conceptos, Harrington (1973) estableció que el impulso o cambio genético puede ser debido a, por lo menos dos causas : primero, si un lote almacenado envejece, muchas semillas mueren y se ha asumido que las pocas que sobreviven no tendrán la misma composición química ni genética que ostentaban en el lote original. Define este autor que la vida de una semilla en un lote es una función del ambiente durante su desarrollo y consecuente preparación para el almacenamiento, tanto como una tendencia genética a la longevidad. Segundo, el cambio genético en las semillas es causado por un incremento en la proporción de mutaciones cuando el tiempo de almacenamiento aumenta.

Como ya se dijo, la constitución genética de la semilla podría intervenir como un elemento diferencial en la calidad de la misma. Varios estudios han demostrado la correlación entre longevidad o capacidad de almacenamiento y componente genético, el que en sus genes se determina la constitución anatómica de la semilla, concretamente la dureza de las mismas. Roberts (1981) especifica que el hecho de desarrollar una cubierta dura por parte de la simiente, y que parte de esa dureza se deba a algunos componentes anatómicos (hilio, micrópilo, parénquimas celulares de la testa, disposición y composición celular de las paredes de la cubierta seminal), podrían otorgar mayor longevidad ante elementos ambientales adversos.

En la semilla de soya (*Glycine max* (L.) Merr.), el aspecto genotípico de la dureza fue puesto de manifiesto para diferenciar la reacción superior de un cultivar sobre otro. Potts et al. (1979) compararon semillas de la línea experimental D67-5677 con las del cultivar Dare. La resistencia a la reabsorción de humedad de las semillas de plantas no cosechadas en la línea de semilla dura D67-5677 fue superior a Dare, indicando una posible solución a problemas de viabilidad en áreas donde las semillas maduras fueron expuestas por períodos extensos de calor y tiempo húmedo. Concluyen afirmando que las temperaturas altas disminuyeron el por ciento de germinación y aumentaron el porcentaje de semillas duras en la línea D67-5677. Las

semillas de esta línea exhibieron mejor potencial de almacenamiento.

El potencial genético evidenciado por las líneas de semilla dura fue analizado en otro trabajo por Minor y Paschal (1982), quién almacenó en forma simulada 257 genotipos de soya (*G. max* (L.) Merr.). El porcentaje de germinación de la mayor parte de los mismos disminuyó después del rápido envejecimiento hasta cerca de cero a las ocho semanas de iniciación del almacenamiento. Observada la correlación de los coeficientes, estos indicaron la tendencia de que el más largo almacenamiento está asociado con el más alto porcentaje de germinación, con el más alto porcentaje de semilla dura, con el más elevado por ciento de semillas pequeñas y la más temprana madurez. Un solo genotipo produjo un almacenamiento más largo que nueve semanas, fue el denominado "Barchet", el que tuvo el más alto porcentaje de semilla dura de todos. Y aunque hubo una tendencia central indicando una pequeña cantidad de variación genética, un número de genotipos fue superior en capacidad de almacenamiento. De las características estudiadas por este autor, la impermeabilidad de la cubierta seminal parece ofrecerse como la más promisoría para el uso en mejoramiento de la capacidad de almacenamiento, siempre sobre condiciones de alta temperatura y humedad relativa.

Pero también se han manifestado diferencias entre cultivares en donde el genotipo, de una manera más global, fue el elemento que estableció diferencias de capacidad de almacenamiento. En el girasol (*Helianthus annuus*), Tewari y Gupta (1981) estudiaron tres cultivares diferentes y uno de ellos resultó mejor que los otros en germinación al ser colocados en cámara fría y condición ambiental adversa (con alta temperatura y humedad relativa). El promedio de porcentajes de germinación en la condición ambiental adversa fue de 18.2 por ciento.

En semillas de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) se corroboraron diferencias genéticas cuando Selvaraj y Ramaswamy (1983) probaron semillas pertenecientes a cuatro líneas de macho estériles y a cuatro líneas restauradoras junto con sus respectivas semillas parentales; mostraron que los granos de las cruzas entre las líneas macho estériles y cualquiera de los progenitores machos marcaron la más alta germinación, indicando buena capacidad de almacenamiento. Las variaciones en los caracteres de las semillas fueron influenciados por los padres femeninos. Moreno et al. (1978) llevaron a cabo estudios sobre la capacidad de almacenamiento de semillas de maíz (*Zea mays*), almacenando líneas puras, cruzas simples y cruzas dobles a 25 grados centígrados y 85 por ciento de humedad relativa. De las líneas que se probaron hasta los 60 días, tres de ellas exhibieron el más alto porcentaje de germinación, y

un híbrido simple se comportó en forma similar hasta los 60 y 90 días; el mejor de los híbridos dobles fue tan bueno como los híbridos simples,, pero a los 120 días solo tuvo 33 por ciento de germinación.

En el mismo cultivo, Medina (1989) probó la capacidad germinativa de semillas de 12 híbridos y sus progenitores durante 40 días a 35 grados centígrados y 85 por ciento de humedad relativa. La capacidad germinativa de la semilla se redujo fuertemente al incrementarse el tiempo de almacenamiento, y existieron diferencias entre genotipos en la velocidad de deterioro de la semilla. Las diferencias de longevidad se atribuyeron a la constitución genética, puesto que la semilla de los genotipos se produjo bajo las mismas condiciones ambientales.

Con referencia a la soya (*G. max* (L.) Merr.), otros trabajos se remiten al componente genético de la especie. Emerson y Minor (1979) midieron la variabilidad entre 289 genotipos y verificaron la tolerancia por arriba de las temperaturas óptimas, a 32 y 38 grados centígrados. 21 genotipos con semillas almacenadas y germinadas no fueron afectados por 36 grados centígrados, cuatro tuvieron resistencia a alta temperatura y otros cuatro no la toleraron. También Kuenemann (1983) hizo observaciones sobre longevidad en el mismo tipo de semillas, mencionando que las mismas tienen corta vida de almacenamiento en

climas adversos, pero en algunas variedades ha habido excepción. Para determinar si la longevidad está influenciada por la planta madre, realizó pruebas con cuatro cruas recíprocas entre genotipos con buena y pobre longevidad. Sus resultados indicaron que hubo diferencias entre cruas recíprocas que fueron significativas para las cuatro pruebas. Sugirió además que el genomio de la planta madre puede influenciar la longevidad de la semilla de soya.

Pero otros cambios que ocurren en la semilla como consecuencia del almacenamiento adverso, son de naturaleza más intrínseca, y se remiten al componente cromosómico, el cual pareciera sufrir alteraciones durante las divisiones que se producen en los ápices de plántulas provenientes de semillas deterioradas en germinación. Estos cambios citogenéticos han sido observados por varios autores en algunas prácticas de envejecimiento artificial, por aplicación de rayos, semeando a lo que pudiera ser un envejecimiento natural y sobretodo con cromosomas grandes y fácilmente visibles, como es el caso de la cebada (*H. vulgare*). Estos cromosomas presentarían anomalías en su comportamiento denominadas aberraciones que aparecen con deterioro ambiental, aunque los autores no se han puesto de acuerdo en cuanto a su prolongación hereditaria.

Estos cambios citogenéticos han sido observados por varios autores. Duffus y Slaughter (1980) de manera general explican que en los cromosomas ocurren cambios durante el almacenamiento, conforme éste tiene lugar, el número de aberraciones cromosómicas en el embrión aumenta.

Gunthard et al. (1953) usaron semillas de trigo (*Triticum* sp.), cebada (*Hordeum vulgare*), centeno (*Secale cereale*) y chícharo o arveja (*Pisum sativum*), que fueron almacenadas y muestreadas periódicamente. Hubo cambios citológicos y genéticos durante el envejecimiento y disminución de la viabilidad. Las aberraciones cromosómicas y mutaciones ocurrieron en semillas y los cambios genéticos aumentaron su frecuencia con la edad. Muchos de los puentes fueron causados por cromosomas no separados, indicando que fueron probablemente cromátidas, o más, concretamente tipos de cromosomas.

El daño al cromosoma en semillas envejecidas puede ser inducido por irregularidades mitóticas durante los primeros estados de la germinación (Murata et al., 1982). Sin especificar el origen ni la causa, Palmer y Kilem (1987) establecieron que en los últimos años han sido descritas en soya anormalidades tales como intercambios cromosómicos, inversiones y aneuploides. Otros autores (De la Loma, 1963; Garber, 1972), reportan las condiciones en que deben presentarse los cromosomas durante las fases de

división celular y señalan que el nucleolo está presente durante la profase, desaparece en prometafase y anafase y vuelve a reaparecer en telofase.

## MATERIALES Y METODOS

El experimento y los distintos análisis y procedimientos tuvieron lugar en los Laboratorios de Almacenamiento y Conservación y de Análisis de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS); así como en los Laboratorios de Apoyo a la Investigación de Ciencias Básicas y en el Laboratorio de Citogenética del Departamento de Fitomejoramiento, todos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

### Material Genético Utilizado

Se utilizaron nueve variedades de semilla de soya (Glycine max (L.) Merr.). Cinco de estas fueron producidas en la Ciudad de Delicias (Chihuahua) por empresas semilleras locales (Siembra 89-90); se trata de Bragg, Davis, Cajeme, Tamazula y Rosales; el resto de las variedades, Júpiter, UFV-1, Tapachula y Santa Rosa fueron producidas en Ciudad Mante (Tamaulipas) por Productora Nacional de Semillas (PRONASE). Las características varietales de éstas se encuentran en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Características de las variedades utilizadas de soya.\*\*, \*\*

|                          | Sta. Rosa                         | Rosales              | Bragg                                       | Davis                                       | Cajeme  | Tamazula             | UVF-1   | Júpiter   | Tapachula                                   |
|--------------------------|-----------------------------------|----------------------|---|---|---|----------------------|---|---|---|
| Color flor               | Blanco                            | Blanco               | Blanco                                      | Blanco                                      | Morado  | Blanco               | Morado  | Morado  | Blanco                                      |
| Días a flor.             | 42                                | 40-43                | 55  | 52  | 60  | 36-45                | 42  | 50  | 45  |
| Días a cosecha           | 111                               | 123-128              | 160   | 140   | 140   | 124-131              | 116   | 135   | 125   |
| Altura de planta (cm)    | 65                                | 86                   | 90-100                                      | 85-100                                      | 90  | 72                   | 56-65   | 100-105   | 72  |
| Altura vaina (cm)        | 10-15                             | 8-9                  | 15-20                                       | 10-20                                       | 15-20   | 10-15                | 10-15   | 15-25   | 14  |
| Color pubesc             | Café                              | Gris                 | Café  | Café  | Café  | Gris                 | Café  | Café  | Café claro                                  |
| Hábito crec.             | Determ.                           | Determ.              | Determ.                                     | Determ.                                     | Determ.   | Determ.              | Determ.   | Determ.   | Determ.                                     |
| Color sem.               | Amarillo                          | Amarillo             | Amarillo                                    | Amarillo                                    | Amarillo  | Amarillo             | Crema   | Crema   | Crema                                       |
| Peso 100 semillas (g)    | 12                                | 18-20                | 15  | 13  | 18  | 16-18                | 12  | 14  | 13-15                                       |
| Estados donde se siembra | Chiapas<br>Tamaulipas<br>Veracruz | Sinaloa<br>Chihuahua | Chihuahua<br>Guajuato<br>Jalisco<br>Sinaloa | Sinaloa<br>Chihuahua<br>Sonora<br>Michoacán | Baja Calif.<br>Chihuahua<br>Guajuato<br>Jalisco<br>Michoacán<br>Sinaloa<br>Sonora | Chihuahua<br>Sinaloa | Tamaulipas<br>Veracruz<br>Colima<br>Chiapas<br>S.L.P. | Tamaulipas<br>Veracruz<br>Yucatán<br>Campeche<br>Colima<br>Chiapas<br>Guerrero<br>N. León | Chiapas<br>Tamaulipas<br>Campeche<br>Colima |

\*: Promese

\*\*: SARH (1981a, 1981b y 1986)

## Tratamientos

Los tratamientos constituyeron las nueve variedades de semilla de soya, las que se instalaron en dos ambientes, uno controlado, que consistió en una cámara ambiental cuyas condiciones fueron de 33 grados centígrados y 82 por ciento de humedad relativa; y un ambiente de laboratorio, cuya temperatura y humedad relativa fueron 22 grados centígrados y 64 por ciento respectivamente (medio ambiente).

## Diseño Experimental

Estos tratamientos fueron establecidos bajo un Diseño Completamente al Azar con tres repeticiones, dando un total de 27 unidades experimentales para el ambiente controlado. Los mismos tratamientos se colocaron en envases individuales y se establecieron en un ambiente no controlado. Las unidades experimentales fueron los envases.

## Almacenamiento de Semilla

Se procedió en primera instancia al acondicionamiento de la semilla. La semilla de cada genotipo, tal como llegó proveniente de su zona de producción, se uniformizó pasándolas por mallas ranuradas se pesaron un promedio de 500 g de semilla que se colocaron

en envases de papel kraft.

Previa definición de un calendario de muestreos y análisis, se colocaron las bolsas cerradas en cada uno de los ambientes. Las mediciones de temperatura y humedad relativa se llevaron a cabo diariamente con higrómetro constituido de termómetros de bulbo húmedo y seco y a través de tablas se calculó la humedad relativa (Torres.1983). El ambiente controlado fue proporcionado por la cámara ambiental, la cual presenta dos compartimientos de 70 x 55 cm de lámina de acero inoxidable, revestida de lámina de hierro, y aislada completamente con fibra de vidrio.

Simultáneamente, se envasaron semillas de las mismas variedades en el mismo tipo de envases, que se colocaron en un ambiente no controlado de laboratorio, construido en paredes de ladrillos y techo de cemento, con tres puertas y una ventana.

El periodo de almacenamiento estipulado *a priori*, fue de 180 días, desde los meses de Abril a Octubre.

Los envases en que se almacenaron las semillas fueron confeccionados con material de envases de uso comercial de papel tipo Kraft, de tres capas, con lámina de polietileno envolviénd<sup>o</sup> la capa externa ; sus medidas

fueron 20x15 cm ; cosiéndose en su perímetro y se reforzaron en la base con papel para evitar el paso del vapor de humedad al interior, sellando la boca de entrada.

### Análisis de la Semilla

#### Germinación Estándar

La capacidad germinativa de todas las muestras almacenadas, se determinó siguiendo el método de las toallas (ISTA, 1975), para lo cual se tomaron 200 semillas de cada bolsa, colocando cuatro repeticiones de 50 semillas tratadas con fungicida Arasan 75 entre toallas de papel tipo Anchor, humedecidas a saturación, enrolladas, identificadas y colocadas en forma vertical dentro de bolsas de polietileno perforadas en las puntas inferiores. Estas permanecieron en cámara de germinación a 25 grados centígrados ( $\pm$  uno) constante, con luz fluorescente durante ocho horas diarias. A los siete días se evaluaron las plántulas, anotándose las normales, anormales, semillas duras y semillas muertas; obteniéndose como porcentaje de germinación el promedio de las plántulas normales más las semillas duras de cada repetición, tanto en ambiente controlado como no controlado. Las medias del ambiente controlado se obtuvieron promediando las tres repeticiones experimentales y las del ambiente no controlado promediando las dos repeticiones consideradas.

### Peso Seco Total de Plántulas

Se determinó el Peso Seco Total de plántulas normales provenientes de la germinación estandar, a fin de calificar el vigor, para esto se descartaron los cotiledones, luego se colocaron, previamente a un secado ambiental, en bolsas de papel por una noche, y posteriormente en horno a 80 grados centígrados durante 24 horas. Luego se pesaron en balanza analítica y se anotaron los resultados a 0.0001 g. Las media de Peso Seco Total se sacaron para el ambiente controlado promediando las tres repeticiones experimentales, en tanto que para el ambiente no controlado se promediaron las dos repeticiones observadas.

### Peso de 100 Semillas

En ocasión de los diferentes muestreos, se eligieron semillas de los distintos envases que estuvieron en ambos ambientes, se hicieron los respectivos conteos y se pesaron las semillas de las variedades en número de 100 en balanza electrónica. Los resultados se anotaron a 0.0001 g. Las medias se obtuvieron en el ambiente controlado promediando las tres repeticiones experimentales y en el ambiente no controlado las dos repeticiones consideradas.

## Análisis Bioquímicos

Se llevaron a cabo determinaciones periódicas de algunos componentes químicos de las semillas en los ambientes prefijados.

Las mismas tuvieron por objeto verificar cambios cualitativos y cuantitativos en la composición de las semillas.

Seguidamente se hacen expresas y detalladas descripciones de los materiales y métodos utilizados para esta fase:

### Carbohidratos Solubles en Alcohol (AOAC, 1980)

#### Principio

El alcohol se evapora y condensa continuamente y al pasar a través de la muestra extrae los carbohidratos solubles. El extracto se recoge en un matraz bola fondo plano y cuando el proceso se completa, el alcohol se destila y se recolecta en otro recipiente: los carbohidratos que quedaron en el matraz se secaron y se pesaron.

## Procedimiento

Una muestra previamente molida se secó a 80 grados centígrados durante toda la noche. Se pusieron matraces para extracción en estufa a 100 grados centígrados con perlas de vidrio por una noche; al día siguiente se colocaron en un desecador, se dejaron enfriar por 30 minutos y se pesaron; se volvieron a poner en estufa para volver a tomar el peso hasta peso constante.

Se pesaron cuatro gramos de muestra molida y se colocaron en un dedal limpio e identificado que luego se tapó con algodón. Se colocó el dedal con la muestra en el sifón y se fijó bajo el condensador del aparato de extracción (refrigerante) ; al matraz bola fondo plano se le agregaron aproximadamente 200 ml de alcohol y se colocó bajo el sifón y sobre la manta de calentamiento \* . Se abrió la llave del agua que enfrió los refrigerantes y se prendieron las mantas de calentamiento. La extracción fue de 10 horas. Después de completar la extracción se sacó el dedal del sifón, se recuperó el alcohol y se evaporó el agua; enseguida se apagaron las mantas y se cerró la llave del agua. Los matraces con carbohidratos se pusieron en estufa

-----  
\* El punto de ebullición del etanol es 78.5 grados centígrados, por lo que el calentamiento no debe ser mayor a esta temperatura.

a 80 grados centígrados por toda la noche, se sacaron, se dejaron enfriar por 30 minutos y se pesaron; se volvió a meter en la estufa para tomar el peso constante.

### Cálculos

Porcentaje de Carbohidratos =

$$\frac{**matraz + carbohidratos - matraz solo}{gramos de muestra} \times 100$$

### Determinación de Polisacáridos y sus Derivados

Metil (Dubois et al., 1956)

### Principio

Los azúcares simples, oligosacáridos, polisacáridos y sus derivados, incluyendo éteres metílicos con grupos reductores libres o potencialmente libres producen un color amarillo - naranja cuando se trataron con fenol y ácido sulfúrico concentrado. La reacción es sensible y el color estable. Debido al uso del reactivo ácido sulfúrico fenólico el método ha sido desarrollado para determinar microcantidades de azúcar y sustancias relacionadas. En conjunto con cromatografía de papel (partición), el método es útil para determinar la composición de polisacáridos y sus derivados metil.

-----  
 \*\* El matraz debe estar a peso constante.

## Determinación de Carbohidratos Disponibles Totales (TCA)

### Extracción (determinación de hexosas)

Se pesaron 250 mg de tejido molido y se colocaron en un matraz Erlenmeyer con 50 ml de  $H_2SO_4$  0.2 N (ST) y se refluaron por dos horas bajo un condensador. La solución ácida se filtró a través de papel de filtro número 42. El filtrado se enfrió y se diluyó a volumen hasta completar 100 ml (matraz volumétrico). Se tomó una alícuota y se analizó por el método del ácido sulfúrico fenólico.

Se tomó una alícuota del extracto que contuvo entre 10 - 70  $\mu g$  de azúcar, se pipeteó dentro de una celda. se añadió un ml de solución fenólica al 5 por ciento, después se añadió 5 ml de  $H_2SO_4$  concentrado (se dejó resbalar por las paredes para mezclar bien), se dejó reposar 20 minutos en un baño de agua a 25 - 30 grados centígrados antes de que las lecturas fueran tomadas. El color fue estable por varias horas y las lecturas se hicieron después al considerarse necesario.

La absorbancia del color amarillo-naranja característico se midió a 490 nm para hexosas y a 480 nm para pentosas y ácidos urónicos. El balance fue preparado sustituyendo la solución de azúcar por agua destilada.

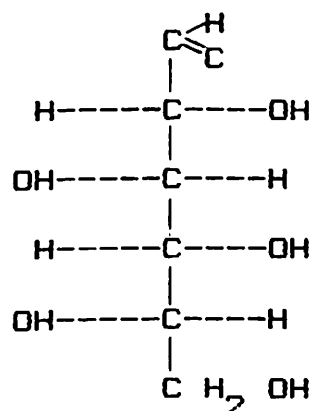
La cantidad de azúcar se determinó por una curva estandar previamente construida para el azúcar particular bajo estimación.

Preparación de la curva de glucosa

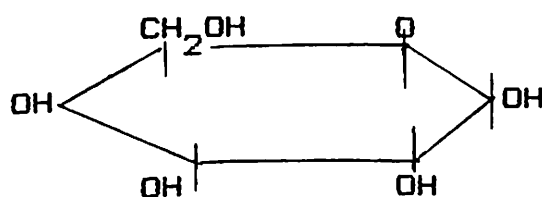
Glucosa - PM = 180

Fórmula condensada =  $C_6H_{12}O_6$

Fórmula estructural =



Fórmula cíclica =



Se pesaron 0.10 g de glucosa y se disolvieron en agua destilada hasta completar un volumen de 100 ml en un matraz de aforación (1000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ).

De esta solución, aplicando la fórmula  $V_1 C_1 = V_2 C_2$  se prepararon diferentes concentraciones de glucosa dentro del rango de 10 - 100  $\mu\text{g}$  del monosacárido.

## Determinación de Almidón (AOAC, 1980)

(Para muestras libres de calcio)

### 1. Método de Hidrólisis Directo

Se pesaron cinco gramos de muestra molida y seca, agitando una hora en un matraz de 250 ml que contenía 50 ml de agua fría. Se transfirió para filtrar y lavar con 250 ml de agua y 20 ml de HCl (gravedad específica 1.125), se usó un matraz provisto con condensador de reflujo. Se enfrió y neutralizó con NaOH. Se transfirió a un matraz de 250 ml, calentando a ebullición (mechero o parrilla eléctrica), hasta precipitación completa del óxido cuproso (precipitado rojo ladrillo). Se filtró la solución poco a poco a través de un crisol de vidrio de capa porosa (como el poro era grande, se colocó un círculo de papel de filtro Whatman número 42 para evitar que se pase el precipitado de óxido cuproso), llevado anteriormente a peso constante. Se lavó el precipitado con agua destilada para quitar el exceso de sulfato cúprico.

Se colocó el crisol y precipitado en la estufa a 100 grados centígrados y se obtuvo el peso constante.

Por diferencia de peso se obtuvo el óxido cuproso que se convirtió en glucosa por medio de la tabla de Hammond (AOAC, 1980. Tabla de 52.019). Esta última se

multiplicó por 0.925 y se obtuvo el porcentaje de almidón en la muestra.

## Determinación de Proteína

### Principio

El nitrógeno de las proteínas y otros compuestos se transforman a sulfato por medio de la digestión con ácido sulfúrico en ebullición. El residuo se enfría, se diluye con agua y se le agrega hidróxido de sodio. El amonio presente se desprende y a la vez se destila y recibe en una solución de ácido bórico que luego se titula con ácido sulfúrico estandarizado.

### Equipo

1. Aparato de digestión y destilación macro Kjeldhal.
2. Matraces de Kjeldhal de 80 ml-
3. Frascos Erlenmeyer de 500 ml.
4. Dos buretas.

## Procedimiento

### Digestión

1. Se pesó una muestra de semilla seca (estufa) de 1.5 g.

Nota : dependiendo del material se incluye o no el papel donde se pesó, el cual no debe presentar nitrógeno, es conveniente hacer un blanco con cada serie de determinaciones.

2. Una vez colocada la muestra se colocó en un matraz Kjeldhal y se añadió una cuchara de mezcla catalítica.

3. Se añadió 250 ml de  $H_2SO_4$  concentrado (96 por ciento) por las paredes del matraz.

4. Se introdujeron unas perlas de vidrio al matraz Kjeldhal para poner a ebullición, en donde la temperatura no debió ser mayor de 300 grados centígrados para no perder nitrógeno.

5. La digestión se terminó cuando el líquido estuvo claro, se apagaron las parrillas, se dejó enfriar y antes de la solidificación de la sal, se agregó 250 ml de agua destilada.

## Destilación

1. Se prepararon matraces Erlenmeyer de 500 ml y se añadieron 50 ml de  $H_3BO_3$  al 4 por ciento, añadiendo colorante mixto (3 - 5 gotas).

2. Se colocaron los matraces bajo los condensadores, introduciendo los tubos dentro de los mismos para recibir el destilado y coleccionar 250 o 300 ml de volumen.

3. A los matraces Kjeldhal digeridos y con agua se añadieron 110 ml de NaOH al 45 por ciento y unos gránulos de zinc (catalizador), conectando el destilador rápidamente. Una vez ajustado el tapón del condensador se mezcló el contenido del balón rotándolo suavemente, se prendieron las parrillas y se destiló el volumen suavemente.

4. Se tituló el amonio recogido con  $H_2SO_4$  estandarizado (0.1 N) ó HCl (0.1 N), hasta que desapareció el color verde.

Cálculos:

Porcentaje de Nitrógeno =

$$\frac{(\text{ml de ácido}) (\text{NAC}) - (\text{ml bco}) (\text{N bco}) \times 0.014}{\text{gramos de muestra}} \times 100$$

Proteína = porcentaje de nitrógeno x \*5.71

### Extracto Etéreo (AOAC, 1980)

#### Principio

El eter (solvente) se evapora y condensa continuamente, y al pasar a través de la muestra, extrae materiales solubles. El extracto se recoge en un matraz de extracción y cuando el proceso se completa, el eter se destila y se recoge en otro recipiente; la grasa queda en el matraz, se seca y se pesa.

#### Procedimiento

Se secó la muestra a 80 grados centígrados durante la noche. Los matraces para extracción se pusieron con perlas de vidrio en la estufa a 100 grados centígrados durante toda la noche; al día siguiente se colocaron en un desecador, se dejaron enfriar por 30 minutos y se pesaron, se volvieron a meter en la estufa para verificar el peso.

Las muestras se sacaron y dejaron enfriar en un desecador, este proceso se repitió hasta obtener el peso constante del matraz.

-----  
\* Factores que cambian con el tipo de material.

Nota: 0.014 son los meq/gr de Nitrógeno

Se pesaron cuatro gramos de muestra y colocaron en un dedal limpio e identificado y se lo tapó con algodón. Se colocó el dedal con la muestra en el sifón y se fijó bajo el condensador del aparato de extracción (refrigerante).

Al matraz de extracción se le agregaron 200 ml de solvente (hexano o eter de petróleo) y se lo colocó bajo el sifón y sobre la manta de calentamiento asegurándose que quedara bien fijo. Se abrió la llave del agua que enfriaba los refrigerantes y se prendieron las mantas de calentamiento. La extracción se dejó sola y se realizaron observaciones periódicas. La extracción fue de 16 horas (tiempo suficiente para evitar errores en los resultados).

Después de completar la extracción se sacó el dedal del sifón dos o tres gotas por segundo y se guardó la muestra para fibra cruda; se recuperó el solvente y poco antes de que se evapore a sequedad se sacaron los matraces y se terminó de evaporar a temperatura de laboratorio. Se apagaron las mantas y se cerró el agua (conexiones del aparato Soxhlet).

Se pusieron los matraces en la estufa a 80 grados centígrados por toda la noche, al día siguiente se colocaron en un desecador y se dejó enfriar por 30 minutos, se pesaron y volvieron a introducir en la estufa para verificar el peso.

Cálculos:

Porcentaje de grasa =

$$\frac{\text{Peso cte (matraz + grasa)} - \text{Peso cte del matraz solo}}{\text{gramos muestra}} \times 100$$

**Fibra Cruda (AOAC, 1980; JAOAC, 1959, 1960, 1961 y 1968)**

Este método cuantifica las sustancias resistentes a la digestión ácida o alcalina de la muestra.

Equipo:

1. Aparato de extracción que consiste de calentadores con regulador y refrigerante.

### Digestión Ácida

1. Se pesó con exactitud dos gramos de muestra seca y extraída con eter de petróleo o hexano y se colocó en un matraz Erlenmeyer de 600 ml.

2. Se añadió aproximadamente un gramo de asbesto, 200 ml de solución sulfúrica hirviendo y unas gotas de solución antiespumante, además perlas de vidrio. Se hirvió la solución por 30 minutos (tomando el tiempo desde que empezó a ebulir).

3. Se filtró el contenido del matraz a través de la tela de lino y se lavó con agua caliente (desmineralizada o destilada) hasta quitar el ácido.

### Digestión Alcalina

1. Se transfirió el residuo del filtrado anterior al matraz Erlenmeyer, se añadió 200 ml de solución hirviendo de NaOH y se hirvió por 30 minutos.

2. Se filtró el contenido del matraz en un crisol Gooch y se lavó con agua destilada o desmineralizada hasta quitar el exceso de hidróxido.

### Secado y Calcinación

1. Se secó el crisol con su contenido a 120 grados centígrados durante dos horas, se enfrió en desecador y se pesó.

2. Se calcinó a 600 grados centígrados por 30 minutos, se enfrió en desecador y pesó nuevamente.

Cálculos:

Porcentaje de fibra cruda en muestra seca y sin grasa =

$$\frac{(\text{Peso del crisol estufa} - \text{Peso crisol mufla})}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

## Cenizas (Lorin, 1970)

### Principio

La muestra seca se incinera a 600 grados centígrados para quemar todo el material orgánico. El material inorgánico, que no se destruye a esta temperatura y se le llama ceniza.

### Procedimiento:

Se colocaron los crisoles limpios e identificados en una mufla a 600 grados centígrados durante una hora. Luego se pasaron los crisoles de la mufla al desecador y se dejó enfriar por una hora. Se pesaron los crisoles y volvieron a poner en la mufla para verificar el peso.

Se pesaron dos gramos de muestra seca y se pasaron al crisol, se quemó la muestra en un mechero y luego se pasó a la mufla a temperatura de 600 grados durante la noche. A la mañana siguiente se pasó el crisol a un desecador y se dejó enfriar por una hora. Se pesó el crisol y se lo volvió a llevar a la mufla para verificar el peso (peso constante).

Cálculos:

Porcentaje de cenizas =

$$\frac{\text{*Peso del crisol + ceniza} - \text{*Peso del crisol solo}}{\text{*Peso del crisol solo}} \times 100$$

Acidos Grasos Libres (Número de Saponificación)

(AOAC, 1980)

### Determinación del Número de Saponificación

Se pesaron cinco gramos y se colocaron en un matraz Erlenmeyer de 250 ml, se pipeteó 50 ml de solución de KOH alcohólica dentro del matraz, se reflujo el matraz por 30 minutos hasta saponificación completa.

Se enfrió y tituló con HCl 0.5 N usando fenolftaleína como indicador hasta producción de color rosa que perduró un minuto al estar agitando.

Se hizo un blanco con el mismo procedimiento, pero en lugar de cinco g de solución problema se añadió cinco g de agua.

-----  
\* El peso debió ser constante para tomarlo como base de cálculo.

Cálculos:

Número de saponificación (mg de KOH requerido para saponificar un g de grasa) =

$$\begin{array}{r} \text{KOH} \text{-----} 56 \text{ g} \text{-----} 1 \text{ N} \text{-----} 1 \text{ lt de solución} \\ \quad \times \text{ g} \text{-----} 0.5 \text{ N} \text{-----} 1 \quad " \quad " \quad " \\ 28 \text{ g} \text{-----} 0.5 \text{ N} \text{-----} 1000 \text{ ml de alcohol absoluto} \\ \quad \times \text{ g} \text{-----} \text{-----} 100 \text{ ml} \end{array}$$

Se pesó 2.8 g y se llevó en un matraz vol a 100 ml con alcohol absoluto.

Determinación de Pentosas (Dubois et al., 1956)

### Extracción

Se pesaron 250 mg de muestra y se colocaron en un matraz Erlenmeyer con 50 ml con 50 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.2 N y refluaron por dos horas bajo un condensador

La solución ácida se filtró a través de papel de filtro Whatman número 42. El filtrado se enfrió y diluyó a volumen de 100 ml en un matraz volumétrico. Se tomó una alícuota y se analizó por el método de ácido sulfúrico fenólico.

Se tomó una alícuota del extracto que contuvo entre 0.01 - 0.1 g de pentosas, se colocó dentro de una celda, se añadió un ml de reactivo de Bial, se colocó el tubo en baño María hirviendo por media hora, se enfrió y leyó a 460 nm, se corrió un blanco para cada serie de determinaciones.

Se preparó una serie estandar de pentosas pesando 0.10 g de ribosa, se disolvió en agua destilada y completó a volumen de 1000 ml, utilizando concentraciones de 0.01----- 1 mg de ribosa.

### Análisis Citogenéticos (García, 1977)

#### A) Análisis Cromosómico: Pro-metafases

##### Obtención del material

Se sembraron 20 semillas de las variedades de soya en estudio, de muestra de cada unidad experimental de ambos ambientes de almacenamiento. La siembra se realizó en cajas de Petri, las que contenían vermiculita; esto con el fin de retener la humedad, cubriendo la vermiculita con una hoja de papel de filtro tipo Whatman número 42, sembrando arriba las 20 semillas y rociando papel y vermiculita con una solución compuesta de agua y Arasan 75. Con el fin de evitar ataques fungosos a las semillas.

La temperatura usada para su germinación fue de 30 grados centígrados en germinadora, con ocho horas luz. Una vez germinadas (48 horas) las semillas, se llevaron a cabo cortes de los meristemas radiculares a las 8:30 horas; se cortaron de un largo aproximado de 2-3 mm, para pasarlos luego a una solución pretratadora denominada paradiclorobenceno, que tiene la función de romper las fibras del huso acromático y de esta manera hacer que prevalezcan pro - metafases mitóticas, que son esenciales para el análisis cromosómico.

El tiempo de duración de los meristemas en paradiclorobenceno fue de tres horas; posteriormente se fijaron utilizando Farmer, solución fijadora compuesta por tres partes de alcohol etílico absoluto y una parte de ácido acético glacial, permaneciendo en ésta por espacio de 24 horas.

Una vez listo el material, se procedió a hidrolizarlo con ClH, lo que consiste básicamente en romper la lámina media celular y así poder tener células individuales para su análisis.

Otro aspecto importante de la hidrólisis es que es la base fundamental del reactivo de Schiff, ya que sin esta hidrólisis no se logra colorear con Feulgen, el cual es un colorante específico para ADN.

Transcurrida una hora en colorante se sacaron del mismo, se enjuagaron con agua destilada y se colocaron en caracolasa (citasa), conjunto de enzimas extraídas del estómago del caracol de jardín (*Helix* sp.). La caracolasa produce la separación de células, reblandecimiento del material y extracción de grasas. Terminado este proceso, se enjuagaron los meristemas y se procedió a colorear con aceto - carmín, quedando listo este material para su procesamiento.

Las preparaciones mejores (pro-metafases o anafases) se hicieron permanentes por medio de enfriamiento a temperatura bajo cero con aplicación de  $CO_2$  a presión. Luego portaobjeto y cubreobjeto se colocaron en inmersión en alcohol butílico 96 por ciento y alcohol ter-butílico (constituído por dos partes, una más diluída que la otra). Finalmente se completó la permanencia con una gota de bálsamo de Canadá.

Enseguida se observaron las preparaciones, determinando por coordenadas la ubicación de la aberración se procedió a la toma de fotografías.

## B) Análisis Cromosómico: Anafases

### Obtención del Material

En este procedimiento no se llevó a cabo el pretratamiento con paradiclorobenceno, siendo esta la diferencia fundamental con el procedimiento antes mencionado.

Se sembraron 20 semillas de soya de cada uno de los genotipos almacenados en ambiente controlado (dos variedades que quedaron) y nueve que se almacenaron en ambiente no controlado, con 180 días de almacenamiento. Se pusieron a germinar en forma similar al método anterior en germinadora con 30 grados centígrados durante 72 horas; para completar la aparición de las plántulas anormales, las que se seleccionaron para el corte de los ápices. Sin efectuar el pretratamiento, se cortaron los ápices y pasaron a mezcla Farmer durante 24 horas; luego se sumergieron en alcohol 70 por ciento.

Se lavó con agua destilada sumergiéndolas durante 10 minutos. Se extrajo el agua destilada y se colocó en CLH para hidrolizar durante 10 minutos a 60 grados centígrados (baño María). Luego se extrajo el ClH con jeringa y se colocó en Feulgen (sin lavar) en forma directa por una hora. Se quitó el Feulgen, se lavó con agua destilada y se

retiró el agua.

Se agregaron 10-20 gotas de caracolasa (citasa), dejando luego los frascos en posición oblicua durante 180 minutos. Se extrajo la caracolasa, se colocaron los meristemas en aceto - carmín, quedando listas para aplastar, diferenciar y observar al microscopio.

Los ápices que mostraron divisiones (anafases) con anomalías se hicieron permanentes. Después de ubicar las presuntas aberraciones por coordenadas, quedaron listas para elevar los aumentos y fotografiar.

#### Análisis Estadístico

Todos los valores observados expresados en porcentaje fueron transformados a unidades angulares mediante el Arcoseno  $\sqrt{\text{porcentaje}}$  (Reyes, 1978). Así ocurrió con los valores de germinación estándar, humedad y aquellos provenientes de los diferentes análisis bioquímicos.

El modelo estadístico utilizado fue el de un Diseño Completamente al Azar, con un nivel de significancia del 0.05 y 0.01 por ciento.

El modelo estadístico fue:

$$Y_{ij} = \mu + R_i + T_j + E_{ij}$$

Donde :

$Y_{ij}$  = efecto de la  $i$ -ésima repetición en el  $j$ -ésimo tratamiento.

$\mu$  = media general.

$R_i$  = efecto de la  $i$ -ésima repetición.

$T_j$  = efecto del  $j$ -ésimo tratamiento.

$E_{ij}$  = efecto del error aleatorio.

En una de las variables en estudio, el Peso de 100 semillas, para eliminar los efectos de humedad del peso de 100 semillas se utilizó la fórmula:

$$\hat{Y} = Y (1 - Z)$$

Donde:

$\hat{Y}$  = valor ajustado del Peso de 100 Semillas.

$Y$  = peso de 100 semillas observado.

$Z$  = humedad observada de la semilla.

De todas las medias surgidas de los diferentes análisis se llevaron a cabo comparaciones múltiples de medias. La prueba de rango múltiple adoptada fue la Diferencia Mínima Significativa (DMS), con un nivel de

significancia al 0.05 por ciento, con el objetivo de apreciar las diferencias entre los tratamientos en estudio.

También para establecer las variadas relaciones que se dieron en los diferentes ambientes a través de lapsos de tiempo uniformes para los distintos tratamientos, y con el objeto de verificar el grado de asociación entre los componentes bioquímicos, físicos y fisiológicos, se realizaron matrices de correlación, analizándose en detalle aquellos que resultaron significativos.

Para complementar la información sobre las posibles relaciones entre componentes fisiológicos y los bioquímicos, se empleó la metodología de coeficientes de sendero (Wright, 1923) para determinar los efectos directos e indirectos que pudieron haberse dado entre componentes bioquímicos y la germinación, la variable fisiológica elegida para esta prueba.

La metodología parte de coeficientes de correlación entre los componentes elegidos; para ello se estructura un diagrama de causa-efecto, el que se presenta en la Figura 3.1; donde  $G$  es el valor de la variable efecto;  $E$  es la raíz cuadrada del coeficiente de determinación del error;  $b_i$  es la magnitud del coeficiente de sendero de la  $i$ -ésima variable hasta la variable efecto y  $r_{ij}$  son los coeficientes de correlación entre las variables.

Con la información obtenida de la matriz de correlaciones para ambos ambientes y por separado se obtuvo el siguiente sistema de ecuaciones simultáneas:

$$\begin{array}{r}
 b_1 r_{1.1} + b_2 r_{1.2} + \dots + b_8 r_{1.8} = r_{1.8} \\
 b_1 r_{1.2} + b_2 r_{2.2} + \dots + b_8 r_{2.8} = r_{2.8} \\
 \cdot \quad \quad \cdot \quad \quad \quad \quad \cdot \quad \quad \cdot \\
 \cdot \quad \quad \cdot \quad \quad \quad \quad \cdot \quad \quad \cdot \\
 \cdot \quad \quad \cdot \quad \quad \quad \quad \cdot \quad \quad \cdot \\
 \cdot \quad \quad \cdot \quad \quad \quad \quad \cdot \quad \quad \cdot \\
 \cdot \quad \quad \cdot \quad \quad \quad \quad \cdot \quad \quad \cdot \\
 b_1 r_{9.1} + b_2 r_{9.2} + \dots + b_8 r_{9.8} = r_{9.8}
 \end{array}$$

La solución del sistema de ecuaciones anterior nos proporciona los coeficientes de sendero  $b_i$ , donde  $r_{ij}$  es el coeficiente de correlación entre las variables entre el  $i$ -ésimo y  $j$ -ésimo carácter y el subíndice 9 representa la variable efecto.

En el caso del presente estudio, el coeficiente de sendero del factor residual se obtuvo como sigue:

$$e_2 = 1 - (\sum b_i^2 + 2\sum b_i b_j r_{ij})^{1/2}$$

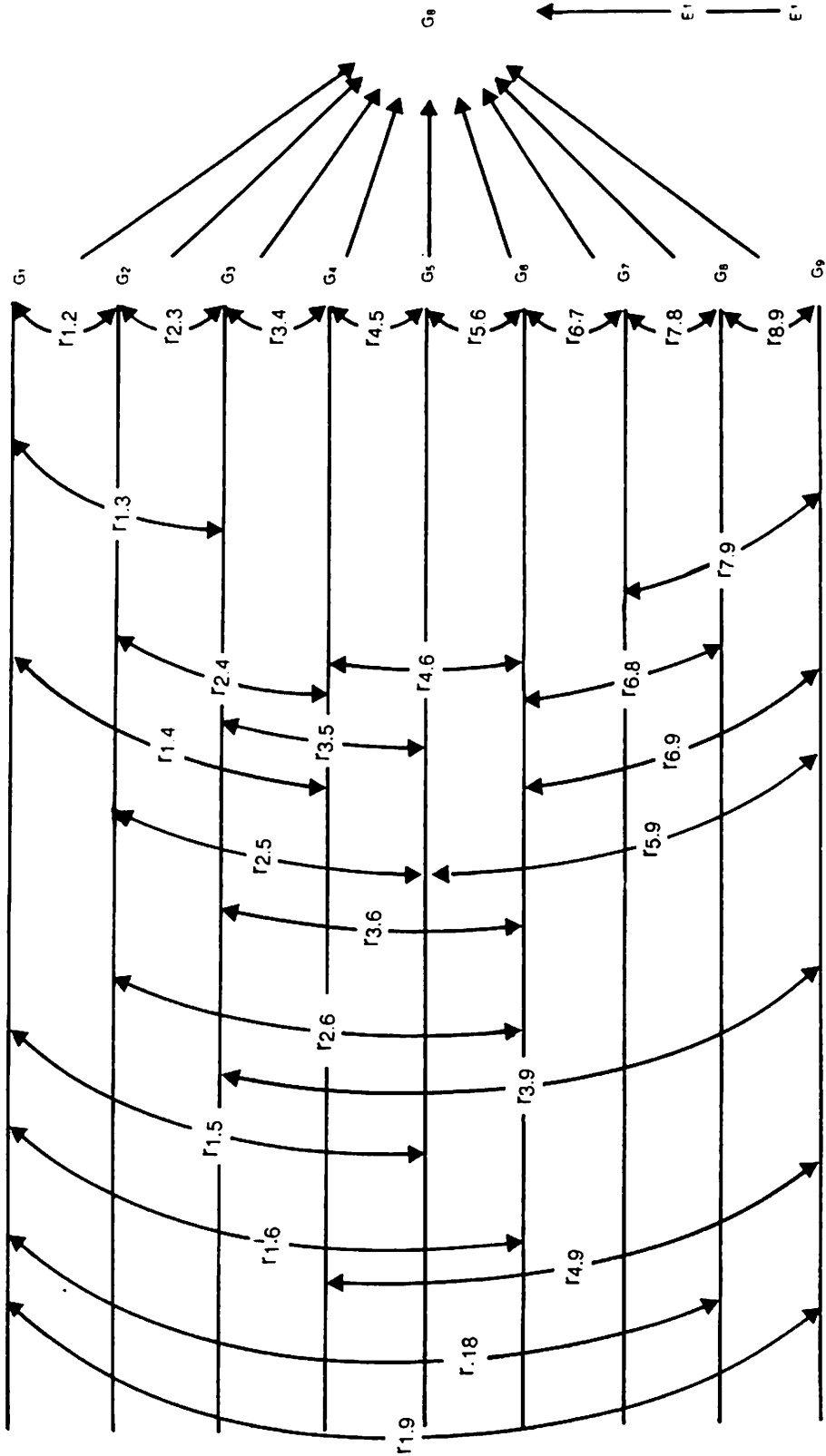


Figura 3.1. Diagrama de causa y efecto entre germinación y componentes bioquímicos de semillas de soya.

La representación matricial de las ecuaciones:

$$\begin{array}{rcl}
 r_{1.8} & 1 + r_{1.2} + \dots + r_{1.8} & b_1 \\
 r_{2.8} & r_{1.2} + 1 + \dots + r_{2.8} & b_2 \\
 \cdot & \cdot & \cdot \\
 \cdot & \cdot & \cdot \\
 \cdot & \cdot & \cdot \\
 \cdot & \cdot & \cdot \\
 r_{9.8} & r_{1.9} + r_{1.9} + \dots + 1 & b_9 \\
 r & R & B
 \end{array}$$

La solución al sistema anterior es :

$$B = R^{-1} r$$

Donde :

$R^{-1}$  = es la matriz inversa de las correlaciones entre las variables causa.

$r$  = es un vector de correlación entre las variables efecto y las variables causa.

$B$  = es un vector de coeficiente de sendero de las variables causa sobre la variable efecto.

El programa computacional utilizado para analizar los datos y obtener los coeficientes de sendero y residuales fue el Matlab (1984).

## RESULTADOS Y DISCUSION

En base a los resultados obtenidos, y de acuerdo con los objetivos planteados para este trabajo, se explican las distintas transformaciones o alteraciones que sufrieron las semillas, cambios que afectaron a las condiciones físicas, fisiológicas, bioquímicas y citogenéticas en los ambientes a los que se expusieron las semillas a distintos períodos de tiempo.

### Contenido de Humedad

Todas las variedades iniciaron con niveles bajos de contenido de humedad el período de almacenamiento, producto de la historia previa de cada semilla.

Como se puede ver en el Cuadro 4.1, en el ambiente controlado hubo cambios bruscos de cero a 90 días de almacenamiento, este incremento en promedio de todas las variedades fue de 150 por ciento; sin embargo, el incremento más notable sucedió a los 45 días, donde prácticamente fue del 100 por ciento, y a los 90 días sólo se incrementó un 50 por ciento. Esto explica la tendencia del proceso de absorción de la semilla que al estar con niveles bajos de humedad absorbe rápidamente mayor humedad y posteriormente la velocidad de absorción disminuye

Cuadro 4.1. Medias de contenido de humedad (porcentaje) de semillmill de soya a distintos periodos de almacenamiento bajo 2 ambientes.

| Variedad  | Ambiente controlado<br>33 C, 82% HR |             |             | Ambiente no controlado<br>22 C, 64 % HR |             |              |              |
|-----------|-------------------------------------|-------------|-------------|---|-------------|--------------|--------------|
|           | 0 días (%)                          | 45 días (%) | 90 días (%) | 45 días (%)                             | 90 días (%) | 135 días (%) | 180 días (%) |
| Bragg     | 7.75                                | Ca 13.73    | Ca 19.57    | Ca 8.40                                 | Tp 7.96     | Tp 9.65      | Tz 10.00     |
| Rosales   | 7.80                                | SR 15.60    | SR 19.33    | Ro 8.00                                 | Ro 7.66     | Ca 9.45      | Ca 10.00     |
| Júpiter   | 7.12                                | Tp 13.46    | Tp 15.56    | UFV 8.60                                | SR 7.84     | UFV 9.45     | SR 9.80      |
| Sta. Rosa | 8.20                                | IFV 14.73   | UFV 18.53   | Da 8.00                                 | UFV 7.96    | Ju 9.85      | Tp 10.20     |
| Tapachula | 8.10                                | Ju 15.00    | Ju 18.13    | Br 7.80                                 | Ca 7.79     | SR 9.65      | Br 10.40     |
| Tamazula  | 5.60                                | Ro 14.13    | Ro 16.46    | Tp 9.00                                 | Ju 8.13     | Ro 9.45      | Da 10.80     |
| Davis     | 5.80                                | Tz 12.66    | Tz 16.46    | Ju 8.60                                 | Tz 7.79     | Da 9.45      | Ju 9.20      |
| UFV-1     | 6.90                                | Br 14.93    | Br 16.00    | Tz 8.00                                 | Br 7.96     | Br 9.25      | UFV 10.20    |
| Cajeme    | 6.20                                | Da 13.33    | Da 15.45    | SR 8.80                                 | Da 7.79     | Tz 9.35      | Ro 10.20     |

Valores dentro de cada columna con letras diferentes son significativos con probabilidad del 0.05.

con la capacidad de almacenamiento del agua.

Por otra parte, en el ambiente no controlado no se observaron los mismos cambios bruscos, debido a que los valores de humedad relativa del aire y temperatura fueron apareciendo conforme se presentaron las condiciones estacionales, y también a que la semilla no fue sometida a un tipo de absorción más rápido, y esto permitió incrementos más suaves de humedad.

Dentro del ambiente controlado, las variedades Cajeme, Tamazula y UFV-1 fueron las más higroscópicas, dado que ganaron 215.6, 193.9 y 168 por ciento de humedad, respectivamente, desde los cero a 90 días; por su parte, las variedades Rosales, Bragg y Tapachula aumentaron 110.02, 113 y 132 por ciento de humedad, respectivamente.

En el ambiente no controlado, desde cero a 180 días, las variedades más higroscópicas fueron Tamazula, Davis y Júpiter, con 78.57, 74.13 y 51.6 por ciento de humedad, respectivamente, mientras que las variedades Tapachula, Cajeme y Rosales, alcanzaron 25.92, 30.76 y 30.76 respectivamente. (Figura 4.1-4.9)

Las variedades, pues, presentaron diferentes grados de higroscopicidad en los dos ambientes, excepto la variedad Tamazula, que fue de las que más humedad

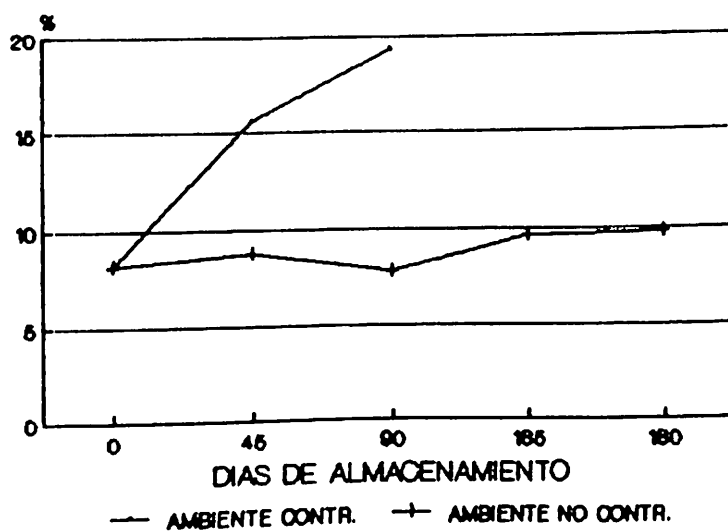


Figura 4.1. Niveles de humedad en porcentaje para ambiente controlado ( $33^{\circ}\text{C}$  y  $82\%$  HR) y no controlado ( $22^{\circ}\text{C}$  y  $64\%$  HR) en variedad Santa Rosa..

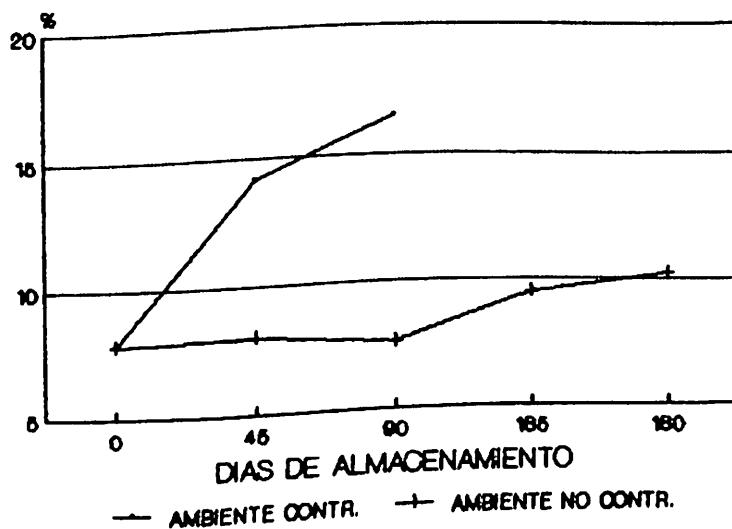


Figura 4.2. Niveles de humedad en porcentaje para ambiente controlado ( $33^{\circ}\text{C}$  y  $82\%$  HR) y no controlado ( $22^{\circ}\text{C}$  y  $64\%$  HR) en variedad Rosales

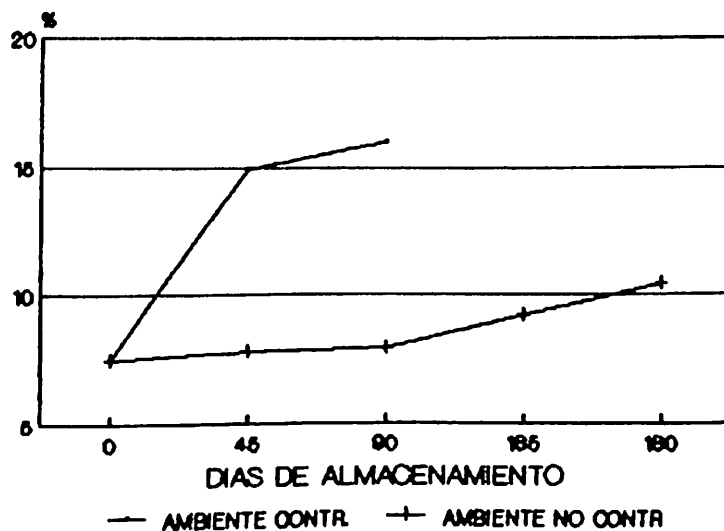


Figura 4.3. Niveles de humedad en porcentaje para ambiente controlado (33°C y 82% HR) y no controlado (22°C y 64%) en variedad Bragg

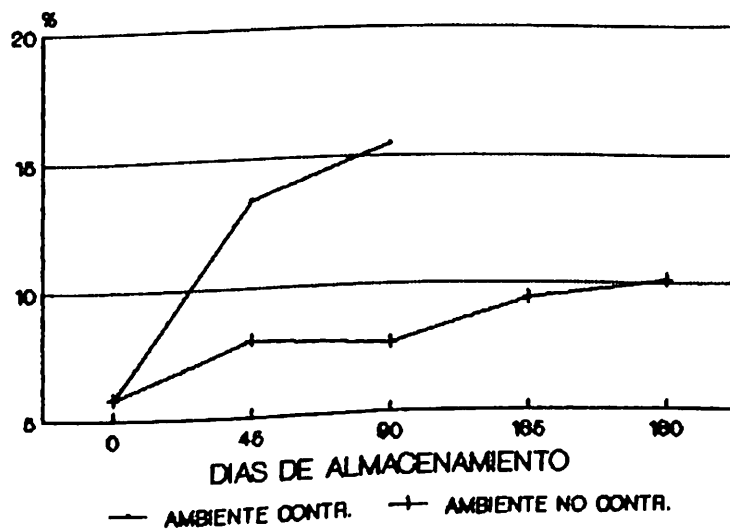


Figura 4.4. Niveles de humedad en porcentaje para ambiente controlado (33°C y 82% HR) y no controlado (22°C y 64%) en variedad Davis

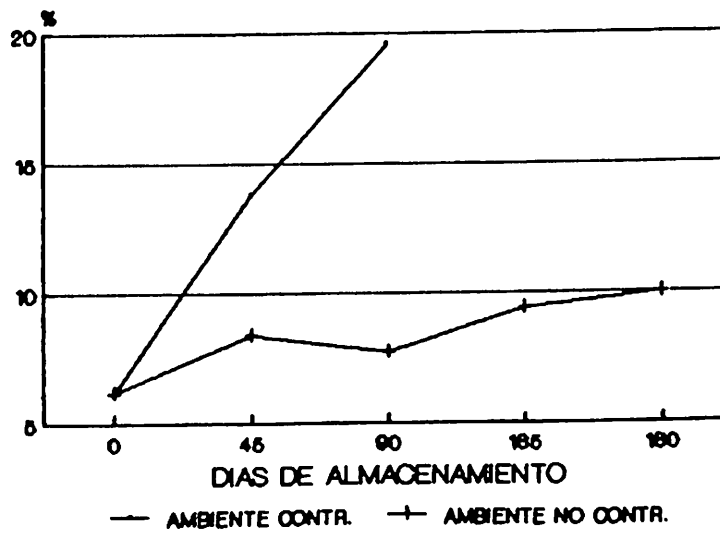


Figura 4.5. Niveles de humedad en porcentaje para ambiente controlado ( $33^{\circ}\text{C}$  y 82% HR) y no controlado ( $22^{\circ}\text{C}$  y 64%) en variedad Cajeme

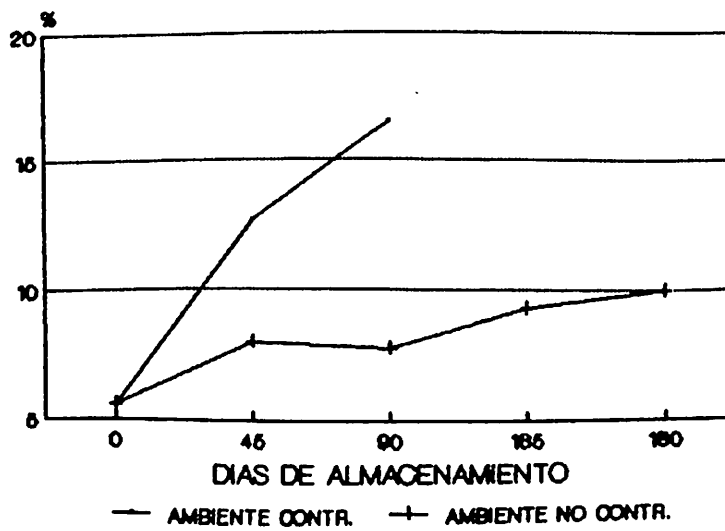


Figura 4.6. Niveles de humedad en porcentaje para ambiente controlado ( $33^{\circ}\text{C}$  y 82% HR) y no controlado ( $22^{\circ}\text{C}$  y 64%) en variedad Tama-zula.

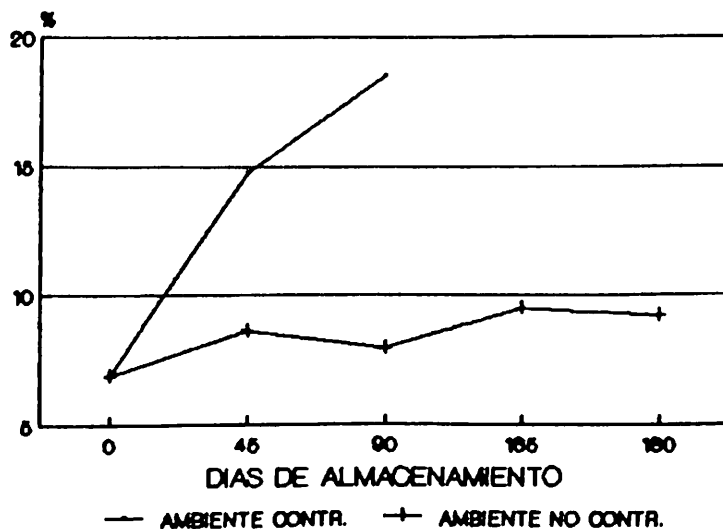


Figura 4.7. Niveles de humedad en porcentaje para ambiente controlado ( $33^{\circ}\text{C}$  y  $82\%$  HR) y no controlado ( $22^{\circ}\text{C}$  y  $64\%$  HR) variedad UFV/1.

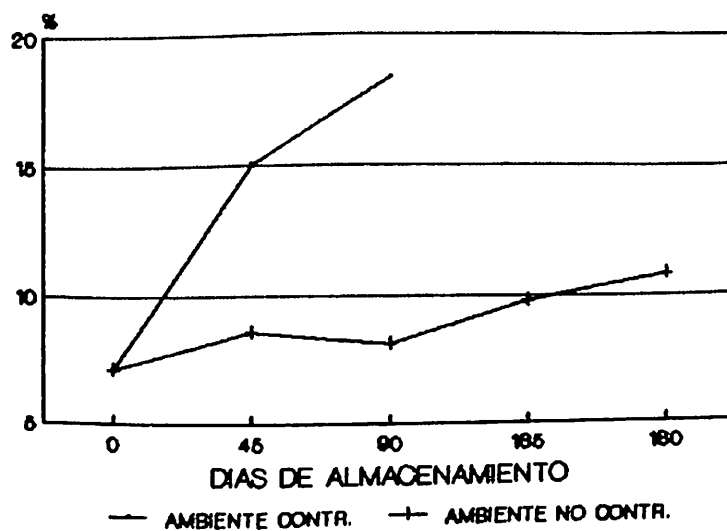


Figura 4.8. Niveles de humedad en porcentaje para ambiente controlado ( $33^{\circ}\text{C}$  y  $82\%$  HR) y no controlado ( $22^{\circ}\text{C}$  y  $64\%$ ) en variedad Júpiter.

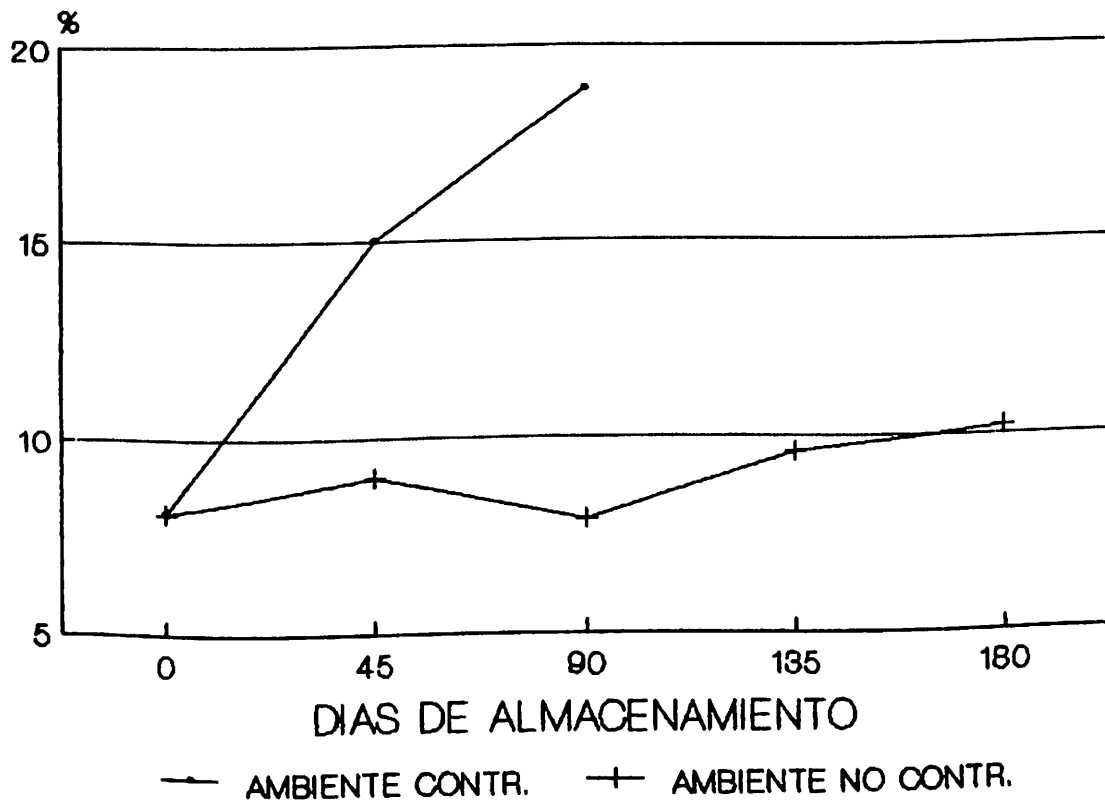


Figura 4.9. Niveles de humedad en porcentaje para ambiente controlado (33°C y 82% HR) y no controlado (22°C y 64%) en variedad Tapachula.

absorbió en ambos ambientes.

El envase fue otro aspecto importante de almacenamiento en los genotipos en los dos ambientes, puesto que al estar constituido por tres capas de papel y una de polietileno externa, la protección que ejerció sobre las semillas en el ambiente controlado no fue la mejor, dado que la humedad y temperatura lograron afectar la calidad de la semilla al rebasar las cubiertas externas y alcanzar a las semillas, provocando un mayor deterioro. Incluso la temperatura y humedad relativa pudieron alterar las moléculas de polímeros del polietileno y llegar a las semillas con mayor facilidad.

En el ambiente no controlado, el envase ofreció mayor protección, observándose que el deterioro al final del almacenamiento no fue tan acentuado.

#### **Peso de 100 Semillas**

El peso de 100 semillas, bajo la condición del ambiente controlado a los 45 y 90 días, reveló alta significancia entre los tratamientos, según los cuadrados medios del análisis de varianza obtenidos (Cuadro 4.2). Esto se debió a las diferencias entre las variedades en peso y posiblemente al grado de deterioro que éstas mostraron y por la influencia diferente en cada genotipo de las

condiciones altas de temperatura y humedad relativa del aire que las rodeó. Los coeficientes de variación de 4.902 y 4.674, respectivamente, para 45 y 90 días, son aceptables para las condiciones de este estudio.

Para el ambiente controlado (Cuadro 4.3) a los 90 días, los genotipos disminuyeron en promedio 3.63 por ciento; sin embargo, algunas variedades en particular perdieron pesos aún mayores a este porcentaje, esto se debe a que pocas de ellas sufrieron alteraciones en sus valores.

En el ambiente no controlado (Cuadro 4.3), desde los cero a 180 días, las disminuciones en las diferentes variedades promediaron 4.72 por ciento en el peso. Las variaciones a los 45, 90 y 135 días desde cero días fueron de 4.72, 0.072 y 6.73 por ciento, respectivamente.

Las variedades que tendieron a perder peso en el ambiente controlado al final de los 90 días fueron UFV-1,

Cuadro 4.2. Cuadrados medios y significancia del peso de 100 semillas de nueve variedades de soya durante el almacenamiento bajo una condición de 33°C y 82% HR.

| Fuente de variación | 45 días   | 90 días    |
|---------------------|-----------|------------|
| Tratamientos        | 23.2389** | 20.5367 ** |
| Error               | 0.4323    | 0.3839     |
| CV (%)              | 4.90      | 4.67       |

\*\* Alta significancia al nivel de  $\alpha = 0.01$

Cuadro 4.3. Medias de peso de 100 semillas con ajuste de humedad en dos ambientes de almacenamiento en nueve variedades de soya.

| Variedad  | Ambiente controlado<br>(33 C, 82% HR) |                |                | Ambiente no controlado<br>(22 C, 64% HR) |                 |                 |       |       |
|-----------|---------------------------------------|----------------|----------------|--|-----------------|-----------------|-------|-------|
|           | 45 días<br>(%)                        | 90 días<br>(%) | 45 días<br>(%) | 90 días<br>(%)                           | 135 días<br>(%) | 180 días<br>(%) |       |       |
| Cajeme    | 17.54                                 | 17.15 a        | Ca             | 16.34 a                                  | Da              | 16.99           | Da    | 16.54 |
| Tamazula  | 15.95                                 | 16.22 a        | Ca             | 15.82 a                                  | Ca              | 16.56           | Ca    | 16.47 |
| Rosales   | 15.49                                 | 15.72 b        | Tz             | 15.28 a                                  | Tz              | 15.50           | Tz    | 15.57 |
| Davis     | 15.26                                 | 15.05 c        | Ro             | 15.17 b                                  | Ro              | 14.86           | Br    | 13.98 |
| Bragg     | 14.24                                 | 13.78 d        | Br             | 13.57 c                                  | Br              | 13.69           | Ro    | 13.94 |
| Júpiter   | 12.40                                 | 11.83 e        | Ju             | 12.87 c                                  | Ju              | 10.65           | SR    | 10.73 |
| Tapachula | 11.51                                 | 10.95 e        | Tp             | 10.46 d                                  | Tp              | 10.10           | Ju    | 10.39 |
| UFV-1     | 10.98                                 | 10.10 f        | UFV            | 9.94 d                                   | UFV-1           | 9.87            | Tp    | 10.03 |
| Sta. Rosa | 10.46                                 | 9.89 f         | SR             | 9.81 d                                   | SR              | 9.71            | UFV-1 | 9.79  |

Valores con letras distintas dentro de cada columna, son estadísticamente diferentes con probabilidad al 0.05.

Tapachula, Cajeme, Santa Rosa, Bragg, Tamazula y Rosales, con 9.47, 9.21, 9.08, 6.21, 4.70, 4.20 y 2.03 por ciento, respectivamente, lo cual indicó la tendencia a perder peso en las variedades con el deterioro.

En el ambiente no controlado las pérdidas de peso más importantes las tuvieron las variedades Rosales, Tapachula, Bragg, Júpiter, Cajeme y UFV-1, con 12.58, 9.47, 8.77, 7.90, 6.10 y 4.91 por ciento, respectivamente, en tanto que Santa Rosa perdió sólo 1.72 por ciento.

En el ambiente no controlado la declinación de los niveles en general resultó ser más moderada que en el ambiente controlado, con caídas no tan bruscas pero también se marcaron pérdidas importantes de peso de 100 semillas que produjo el deterioro en este ambiente. (Figura 4.10-4.18)

### Germinación Estándar

En el ambiente controlado, a los 45 días los cuadrados medios presentaron alta significancia en los tratamientos, en cambio, a los 90 días no hubo significancia, esto se debió a que las semillas, durante los primeros 45 días, reaccionaron en forma diferente según los genotipos, debido al cambio brusco del ambiente. La temperatura y humedad relativa influyeron en forma

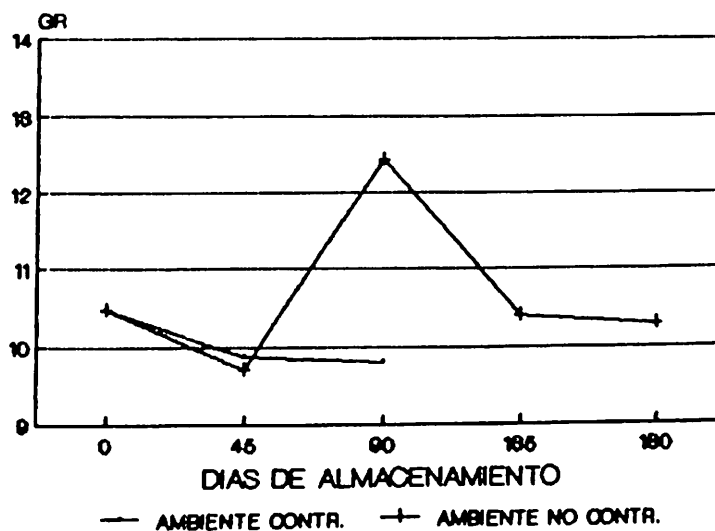


Figura 4.10. Niveles de peso de 100 semillas, en gramos, para ambiente controlado ( $33^{\circ}\text{C}$  y 82% HR) y no controlado ( $22^{\circ}\text{C}$  y 64% HR) en variedad Santa Rosa.

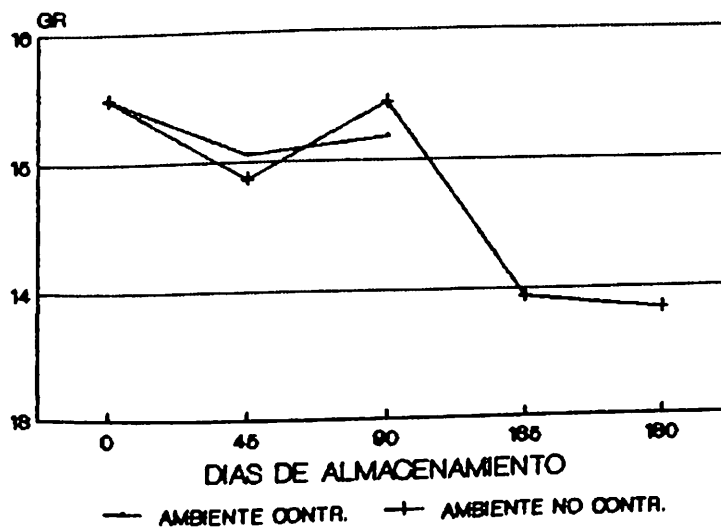


Figura 4.11. Niveles de peso de 100 semillas, en gramos, para ambiente controlado ( $33^{\circ}\text{C}$  y 82% HR) y no controlado ( $22^{\circ}\text{C}$  y 64% HR) en variedad Rosales.

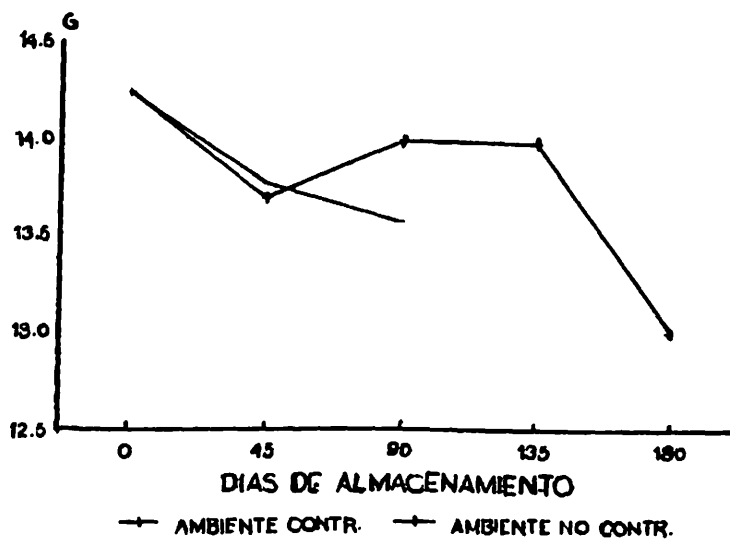


Figura 4.12. Niveles de peso de 100 semillas, en gramos, para ambiente controlado ( $33^{\circ}\text{C}$  y  $82\%$  HR) y no controlado ( $22^{\circ}\text{C}$  y  $64\%$  HR) en variedad Bragg.

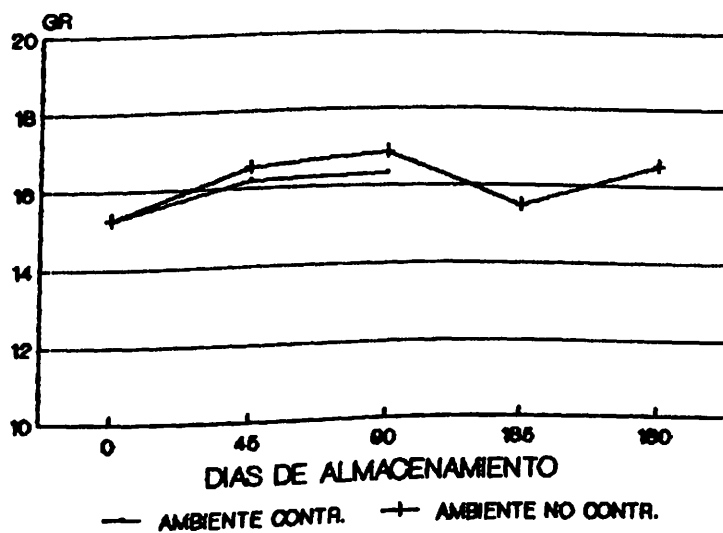


Figura 4.13. Niveles de peso de 100 semillas, en gramos, para ambiente controlado ( $33^{\circ}\text{C}$  y  $82\%$  HR) y no controlado ( $22^{\circ}\text{C}$  y  $64\%$  HR) en variedad Davis.

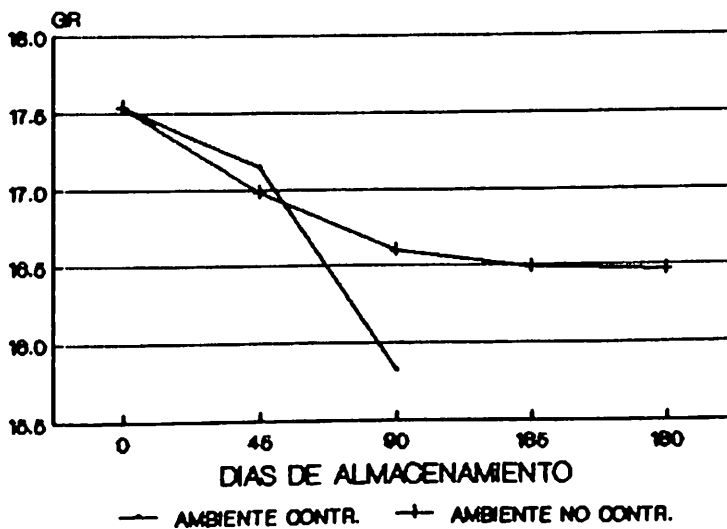


Figura 4.14. Niveles de peso de 100 semillas, en gramos, para ambiente controlado ( $33^{\circ}\text{C}$  y 82% HR) y no controlado ( $22^{\circ}\text{C}$  y 64% HR) en variedad Cajeme.

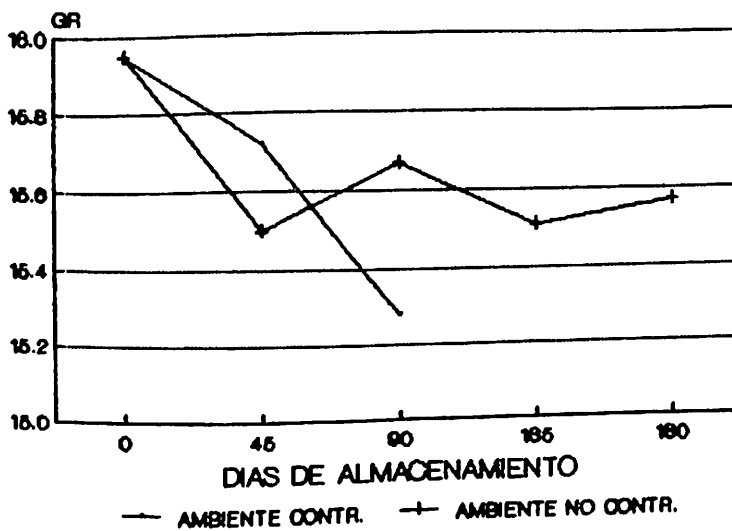


Figura 4.15. Niveles de peso de 100 semillas, en gramos, para ambiente controlado ( $33^{\circ}\text{C}$  y 82% HR) y no controlado ( $22^{\circ}\text{C}$  y 64% HR) en variedad Tamazula.

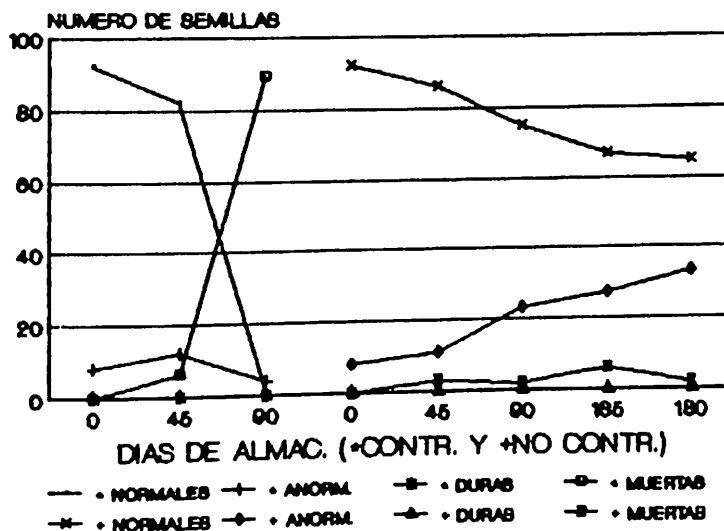


Figura 4.10. Niveles de peso de 100 semillas, en gramos, para ambiente controlado (33°C y 82% HR) y no controlado (22°C y 64% HR) en variedad UFV-1.

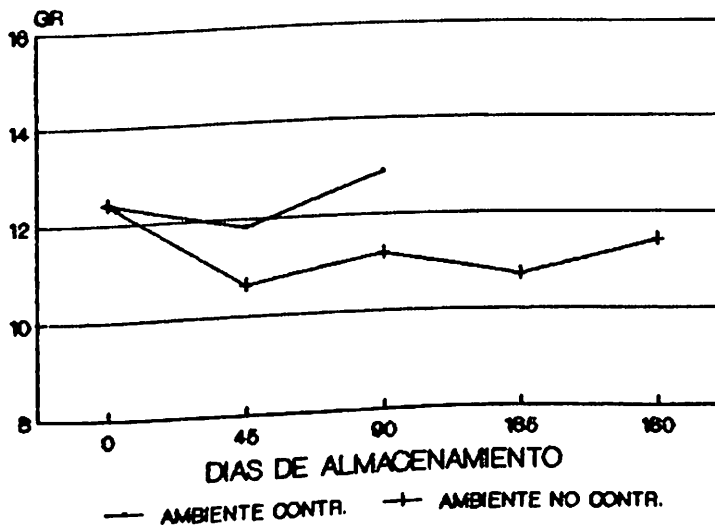


Figura 4.17. Niveles de peso de 100 semillas, en gramos, para ambiente controlado (33°C y 82% HR) y no controlado (22°C y 64% HR) en variedad Júpiter.

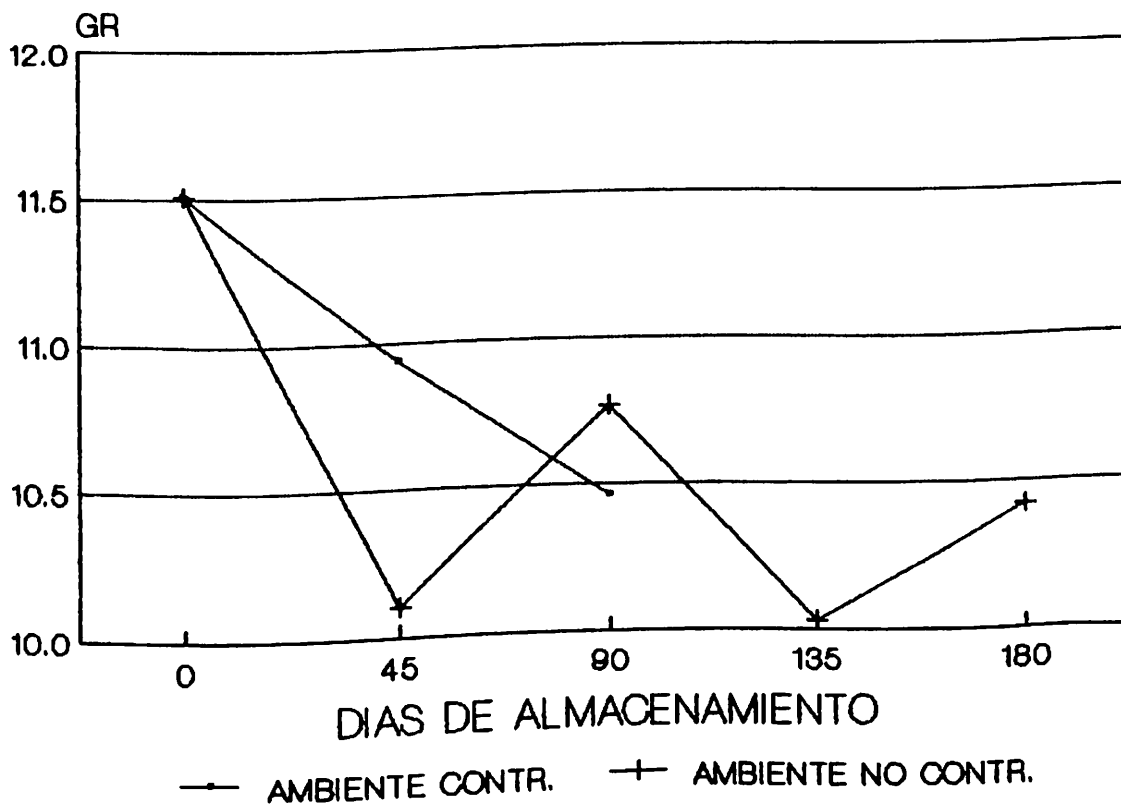


Figura 4.18. Niveles de peso de 100 semillas, en gramos, para ambiente controlado ( $33^{\circ}\text{C}$  y 82% HR) y no controlado ( $22^{\circ}\text{C}$  y 64% HR) en variedad Tapachula.

diferente según las variedades. También tuvo importancia el envase que no ofreció en este ambiente la protección adecuada. En cambio, a los 90 días las semillas habían decaído en forma casi total en su germinación y por lo tanto, no hubo significancia en los cuadrados medios para los tratamientos. Los coeficientes de variación en este ambiente fueron 4.25 y 220.41 por ciento para los 45 y 90 días, respectivamente; a los 90 días la gran variación que ofrecieron los tratamientos se debió, seguramente, a la condición de deterioro acentuada (Cuadro 4.4).

En el ambiente no controlado los cuadrados medios sólo mostraron significancia a los 45 días, pues se repitió, aunque en menor medida, el efecto negativo que ejerció el ambiente sobre los tratamientos, y estos reaccionaron en forma diferente. En cambio, a los 90, 135 y 180 días, no hubo significancia, pues los genotipos adaptados a las condiciones ambientales, fueron decayendo en forma parecida y los tratamientos no fueron tan diferentes ante la temperatura y humedad relativa del ambiente natural. El envase también en esta ocasión fue importante, pues protegió las semillas en forma parecida, permitiéndoles llegar al final de este almacenamiento con mayores posibilidades de calidad fisiológica. Los coeficientes de variación en este ambiente fueron 3.84, 5.08, 8.73 y 7.29 para 45, 90, 135 y 180 días, respectivamente, considerados aceptables.

Cuadro 4.4. Cuadrados medios y significancia de capacidad de germinación para nueve variedades de soja en dos ambientes de almacenamiento.

| Fuente de variación | Ambiente controlado<br>(32 C y 84% HR) |            | Ambiente no controlado<br>(32 C y 64% HR) |            |
|---------------------|--|------------|---|------------|
|                     | 45 días                                | 90 días    | 45 días                                   | 90 días    |
| Tratamientos        | 328.4726 **                            | 13.9719 NS | 78.4775 *                                 | 23.5546 NS |
| Error               | 5.4079                                 | 15.0618    | 6.7039                                    | 9.6319     |
| C.V. (%)            | 4.2500                                 | 220.4100   | 3.8470                                    | 5.0820     |
|                     |  |            |   | 67.9824 NS |
|                     |  |            |   | 27.9809    |
|                     |  |            |   | 8.7300     |
|                     |  |            |   | 135días    |
|                     |  |            |   | 180 días   |
|                     |  |            |   | 29.2358 NS |
|                     |  |            |   | 17.8771    |
|                     |  |            |   | 7.2900     |

\* Significativo al 0.05

Los resultados de los dos ambientes coinciden con lo expuesto por Sreeramulu (1981) y Murata et al. (1982). Hubo también aspectos coincidentes con los experimentos de Halder y Gupta (1982) y Aswthaiah et al. (1989).

En las pruebas de medias (Cuadro 4.5) se observa que el promedio de germinación inicial fue de 87.06 por ciento; las variedades comenzaron con valores altos, teniendo como calidad inicial buena proliferación de raíces, niveles altos a los cuatro días en la evaluación y cotiledones y testas en buen estado que revelaron un mínimo daño mecánico visible en las semillas. Las variedades de más alta germinación, al principio, fueron Júpiter, Tapachula y UFV-1, con 97.08, 97.08 y 92.08 por ciento cada una, y las de menor valor fueron Cajeme, Bragg y Davis, con 85.50, 85.12 y 82.16 por ciento cada una.

El promedio general de germinación inicial fue de 87.06 por ciento. En ambiente controlado a los 45 días fue de 69.6, con lo que bajaron un 28 por ciento. De todos los genotipos, los que más perdieron germinación fueron Santa Rosa y Cajeme, con 66.05 y 44.63 por ciento cada una; Davis, por su parte, sólo perdió 9.1 por ciento de germinación con respecto a su calidad inicial. Aunque la tendencia de todas las variedades en este período fue bajar su germinación, algunas, como UFV-1, Tapachula y Júpiter, continuaron manifestando sus condiciones

Cuadro 4.5. Medias de capacidad de germinación de nueve variedades de soja en dos ambientes de almacenamiento.

| Variedad  | Ambiente controlado<br>(33 C, 82% HR) |               | Ambiente no controlado<br>(22 C, 64% HR) |             |
|-----------|---------------------------------------|---------------|--|-------------|
|           | 45 días (%)                           | 90 días (%)   | 45 días (%)                              | 90 días (%) |
| Júpiter   | 97.08                                 | UFV-1 82.03 a | Ju 96.06 a                               | Ju 87.06    |
| Tapachula | 97.08                                 | Tp 81.41 a    | Ju 91.84 a                               | Br 79.03    |
| UFV-1     | 92.08                                 | Ju 76.18 b    | Br 89.02 b                               | SR 78.20    |
| Sta. Rosa | 87.61                                 | Da 74.68 c    | UFV-1 85.52 b                            | Br 76.72    |
| Tamazula  | 87.54                                 | Ro 72.88 c    | SR 83.87 c                               | SR 75.54    |
| Rosales   | 87.42                                 | BR 65.50 d    | Ro 83.10 c                               | UFV-1 74.51 |
| Cajeme    | 85.50                                 | Tz 63.89 d    | Da 81.56 d                               | Ca 73.56    |
| Bragg     | 85.12                                 | Ca 47.33 e    | Tz 75.49 e                               | Ro 71.52    |
| Da        | 82.16                                 | SR 29.74 f    | Ca 72.53 f                               | Tz 71.51    |
|           |                                       |               |  | Ju 88.99    |
|           |                                       |               |  | Ro 81.37    |
|           |                                       |               |  | Rp 80.00    |
|           |                                       |               |  | Br 79.50    |
|           |                                       |               |  | SR 79.15    |
|           |                                       |               |  | Da 72.20    |
|           |                                       |               |  | Tp 70.02    |
|           |                                       |               |  | Ro 66.08    |
|           |                                       |               |  | UFV-1 67.13 |
|           |                                       |               |  | Tz 61.50    |
|           |                                       |               |  | Br 81.56    |
|           |                                       |               |  | Ju 76.92    |
|           |                                       |               |  | SR 75.00    |
|           |                                       |               |  | Da 74.69    |
|           |                                       |               |  | Tp 72.20    |
|           |                                       |               |  | Ro 70.02    |
|           |                                       |               |  | Ca 66.08    |
|           |                                       |               |  | UFV-1 65.00 |
|           |                                       |               |  | Tz 64.15    |

Valores con letras distintas dentro de cada columna, son estadísticamente diferentes con probabilidad al 0.05.

Cuadro 4.5. Medias de capacidad de germinación de nueve variedades de soja en dos ambientes de almacenamiento.

| Variedad  | Ambiente controlado<br>(33 C, 82% HR) |                |                 | Ambiente no controlado<br>(22 C, 64% HR) |                |                 |
|-----------|---------------------------------------|----------------|-----------------|--|----------------|-----------------|
|           | 45 días<br>(%)                        | 90 días<br>(%) | 180 días<br>(%) | 45 días<br>(%)                           | 90 días<br>(%) | 180 días<br>(%) |
| Júpiter   | 97.08                                 | 97.08          | 97.08           | 96.06 a                                  | 87.06          | 88.99           |
| Tapachula | 97.08                                 | 97.08          | 97.08           | 91.84 a                                  | 79.03          | 81.37           |
| UFV-1     | 92.08                                 | 92.08          | 92.08           | 89.02 b                                  | 78.20          | 80.00           |
| Sta. Rosa | 87.61                                 | 87.61          | 87.61           | 85.52 b                                  | 76.72          | 79.50           |
| Tamazula  | 87.54                                 | 87.54          | 87.54           | 83.87 c                                  | 75.54          | 79.15           |
| Rosales   | 87.42                                 | 87.42          | 87.42           | 83.10 c                                  | 74.51          | 71.92           |
| Cajeme    | 85.50                                 | 85.50          | 85.50           | 81.56 d                                  | 73.56          | 69.02           |
| Bragg     | 85.12                                 | 85.12          | 85.12           | 75.49 e                                  | 71.52          | 67.13           |
| Da        | 82.16                                 | 82.16          | 82.16           | 72.53 f                                  | 71.51          | 61.50           |

Valores con letras distintas dentro de cada columna, son estadísticamente diferentes con probabilidad al 0.05.

iniciales; y Davis ya no fue de las peores, porque su disminución no fue tan brusca como la de las demás. Por su parte, Santa Rosa, a los 45 días fue afectada por los efectos del almacenamiento, ya que perdió 66.05 por ciento, posiblemente debido a su historia previa y a su constitución genética, quedando relegada al último lugar en esta evaluación. Se pudo también observar en este período que los genotipos Davis y Bragg mostraron una buena proliferación de raíces, con buen grosor y considerable cantidad de raíces secundarias, mientras que Santa Rosa y UFV-1 fueron las variedades que observaron desarrollo radicular exiguo y finas y delgadas raíces.

A los 90 días en esta condición de almacenamiento, hubo casi total disminución de la germinación, llegando todas las variedades a alcanzar pérdida total de su calidad. Sólo algunas variedades (Júpiter, Tapachula, Davis, UFV-1 y Rosales) presentaron muy pocas plántulas normales y semillas duras en pequeña medida, la presencia de semillas duras supuso resistencia al deterioro, lo que coincide con las aseveraciones de Roberts (1981), Dickson (1980), Potts *et al.* (1979) y Minor (1982), pero no se puede afirmar que todos los genotipos puedan tener dentro de una especie presencia de semilla dura, y por esto la resistencia al deterioro, pues en este trabajo se dio que Júpiter mostró buen comportamiento en los dos ambientes en que estuvo almacenada y no mostró presencia de semilla

dura, contrariando lo expuesto por los autores mencionados arriba, ya que por sus componentes genéticos, obtuvo el mejor comportamiento en cuanto a germinación.

Las pérdidas en promedio desde la calidad inicial hasta los 90 días fueron desde el 98.57 por ciento en la variedad Júpiter hasta el 100 por ciento en Tamazula, Bragg, Santa Rosa y Cajeme. Morfológicamente, como evidencia de su deterioro, algunas de las variedades revelaron en su superficie manchas grises y formaciones mohosas.

Los resultados dentro de esta condición de deterioro muestran que la germinación fue totalmente declinante en todo momento, lo que no coincide con las explicaciones de Gorecki y Jagielski (1982). Se dio también que en esta condición las semillas aceitosas de soya deterioraron rápidamente, coincidentemente con lo expuesto por James et al. (1967). Asimismo, el porcentaje de germinación declinó en forma ostensible, de acuerdo con Emerson y Minor (1979), Agrawald et al. (1981), Aswthaiah et al. (1989), Baskin y Vieira (1980) y Murata et al. (1982). Algunas variedades, como Júpiter, demostraron también alta germinación y buena capacidad de almacenamiento, con lo que se confirman los resultados de Arulnandy y Herath (1987) y Duffus y Slaughter (1980).

En el ambiente no controlado las variedades se comportaron sin mayores variaciones a los 45 días y la tendencia fue de declinación suave hasta los 180 días. Desde la calidad inicial hasta 180 días las variedades perdieron en promedio 17.83 por ciento, siendo UFV-1, Tapachula y Tamazula las que más perdieron calidad, con 29.40, 25.62 y 26.71 por ciento al final del almacenamiento; por su parte, Bragg y Davis sólo perdieron 4.18 y 9.02 por ciento, respectivamente, desde el inicio. Júpiter siguió siendo la de mejor calidad en este ambiente.

Analizando ambos ambientes con relación a cada variedad, podemos afirmar que las variedades Júpiter, Rosales y Cajeme, pudieron mantener el nivel inicial, aunque Júpiter y Rosales estuvieron dentro de un tono superior.

Las variedades Bragg y Davis pueden considerarse muy buenos genotipos con respecto a almacenamiento, al observar un comportamiento uniforme; comenzaron con un nivel bajo dentro de todas las variedades y terminaron siendo de las mejores por el hecho de mantenerse cerca de sus niveles iniciales. (Figura 4.19).

Considerando los dos ambientes, en el ambiente controlado o más adverso se pudo observar el deterioro casi total a los 90 días, pero a los 45 días todavía hubo buena

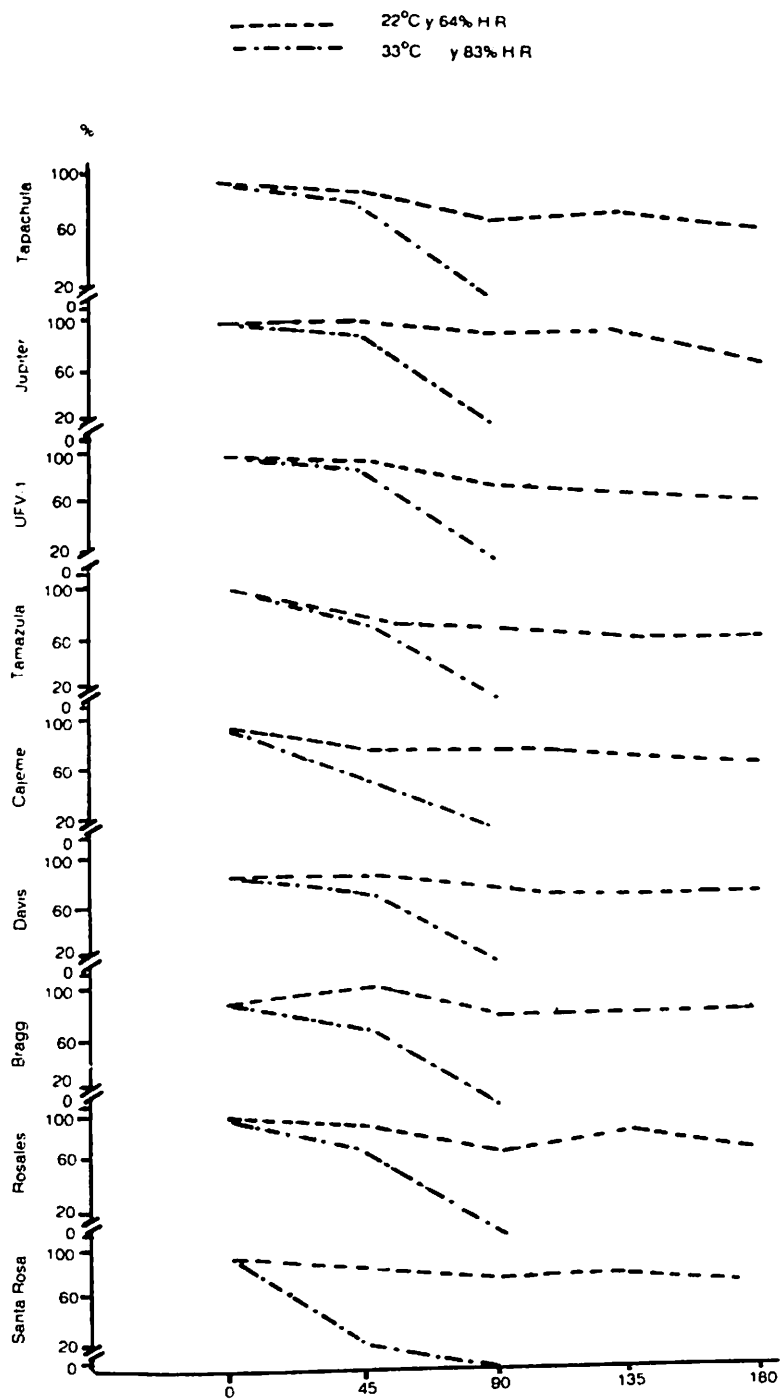


Figura 4.19 Germinación estándar en % de nueve variedades de soya almacenadas en dos ambientes.

calidad en cuanto a germinación; en cambio, en el no controlado la condición de ambiente natural fue superior y permitió a los 45 días una superior calidad de los genotipos en el mismo período que en el controlado; y se mantuvieron más o menos constantes hasta el final del almacenamiento.

En el ambiente controlado ese deterioro fue casi total porque no produjo la muerte total de todas las semillas de las variedades, pero el comportamiento de Júpiter, Tapachula y Davis fue regular dentro de lo malo.

En el ambiente no controlado, si bien hubo deterioro, el mismo no fue tan extremo, ya que algunas variedades terminaron con buenos valores de germinación.

Una última apreciación revela que, en el ambiente controlado se produjo con el deterioro rancidez en las semillas, lo que no ocurrió en el no controlado.

### **Sobrevivencia de las Semillas**

De acuerdo con los números de semillas duras, muertas, plántulas normales y anormales que se pusieron de manifiesto en las diferentes pruebas de germinación, en ambos ambientes, durante los diversos períodos de almacenamiento de las nueve variedades, se pudo constatar

que las distintas curvas de sobrevivencia basadas en los números de plántulas normales, anormales, semillas duras y muertas (Figuras 4.20-4.28) mostraron una tendencia similar con respecto a los diferentes genotipos.

En el ambiente controlado las variedades tuvieron una caída abrupta durante este período desde su calidad inicial hasta los 90 días (en cuanto a plántulas normales), en forma opuesta con el aumento de semillas muertas, con un punto medio de sobrevivencia de un período entre 45 y 90 días (más precisamente a los 55-60 días) podría denominarse, como ya se mencionó, punto medio de sobrevivencia, lo cual no coincide con el punto de inflexión de las plántulas anormales, las que después de los 45 días comenzaron a disminuir hasta llegar a cero a los 90 días. Esto se dio dentro de una condición de riguroso ambiente, donde la cantidad de semillas duras casi no existió, salvo en el caso de Davis, que presentó un mínimo de semillas duras. Las plántulas anormales aparecieron en menor cantidad que normales y muertas, y ésto se debió a que la condición ambiental permitió que las semillas muertas se dieran antes que pudieran nacer plántulas anormales. Pero la variedad que por su condición genética presentó semillas duras, que fue Davis, sí presentó un mínimo. Las plántulas normales fueron disminuyendo velozmente en la medida que las semillas muertas crecieron en número.

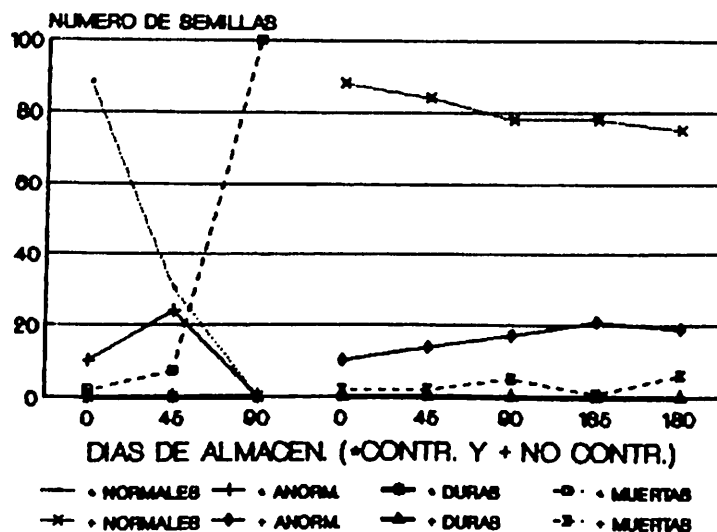


Figura 4.20. Supervivencia de semillas de soya a través del almacenamiento en dos ambientes. Variedad Santa Rosa.  
a) ambiente controlado; b) ambiente no controlado.

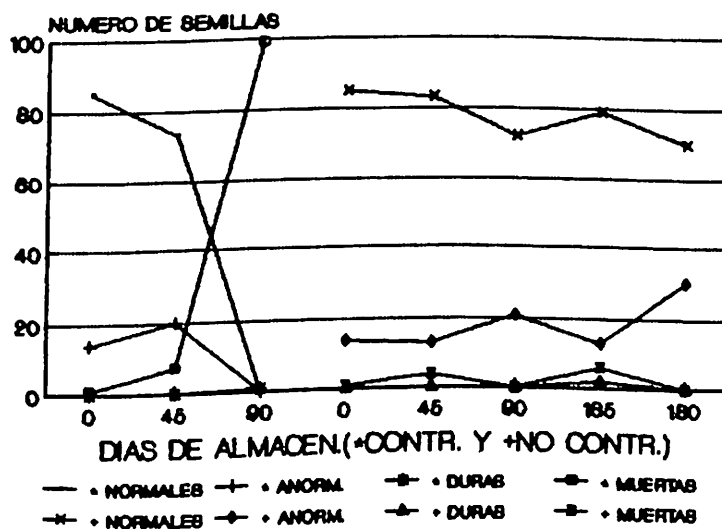


Figura 4.21. Supervivencia de semillas de soya a través del almacenamiento en dos ambientes. Variedad Rosales.  
a) ambiente controlado; b) ambiente no controlado.

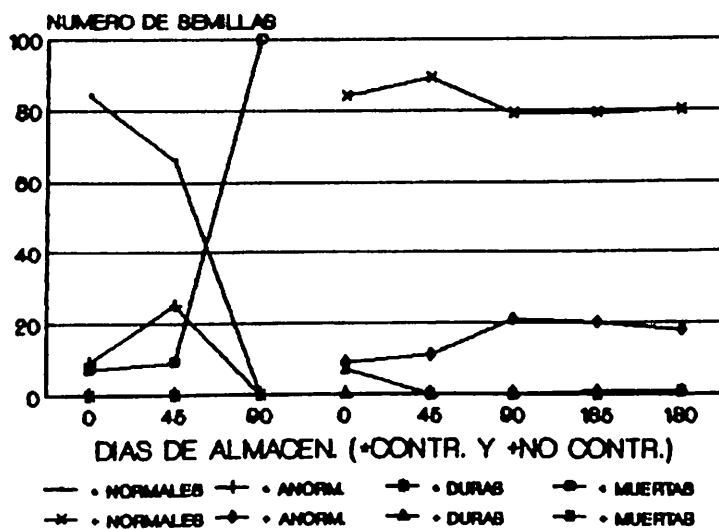


Figura 4.22. Sobrevivencia de semillas de soya a través del almacenamiento en dos ambientes. Variedad Bragg.  
a) Ambiente controlado; b) ambiente no controlado

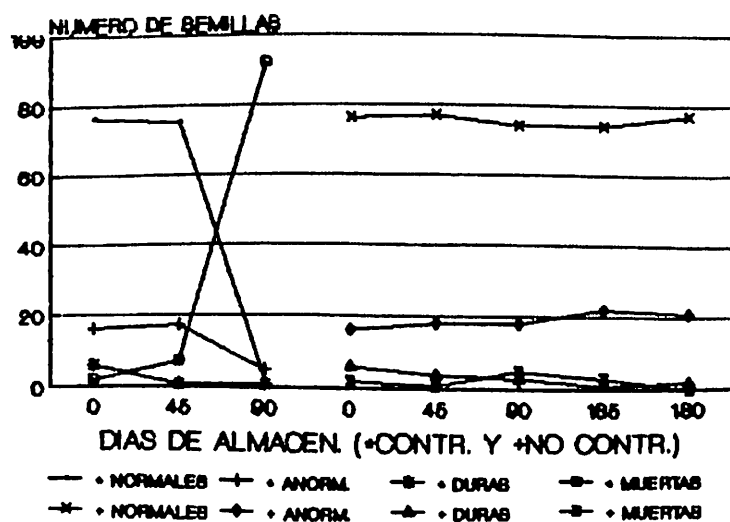


Figura 4.23. Sobrevivencia de semillas de soya a través del almacenamiento en dos ambientes. Variedad Davis.  
a) ambiente controlado; b) ambiente no controlado

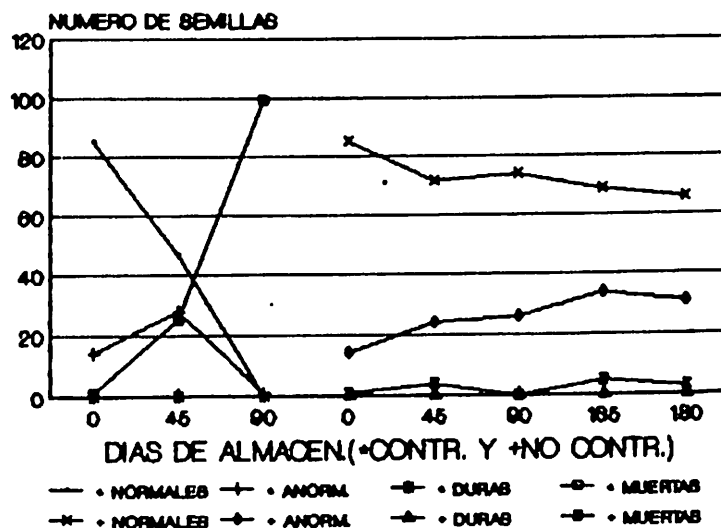


Figura 4.24. Sobrevivencia de semillas de soya a través del almacenamiento en dos ambientes. Variedad Cajeme.  
a) Ambiente controlado; b) ambiente no controlado.

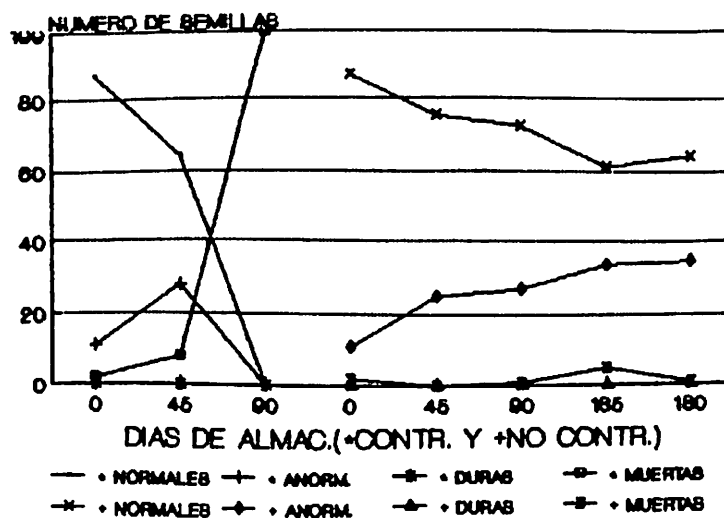


Figura 4.25. Sobrevivencia de semillas de soya a través del almacenamiento en dos ambientes. Variedad Tamazula.  
a) Ambiente controlado; b) Ambiente no controlado.

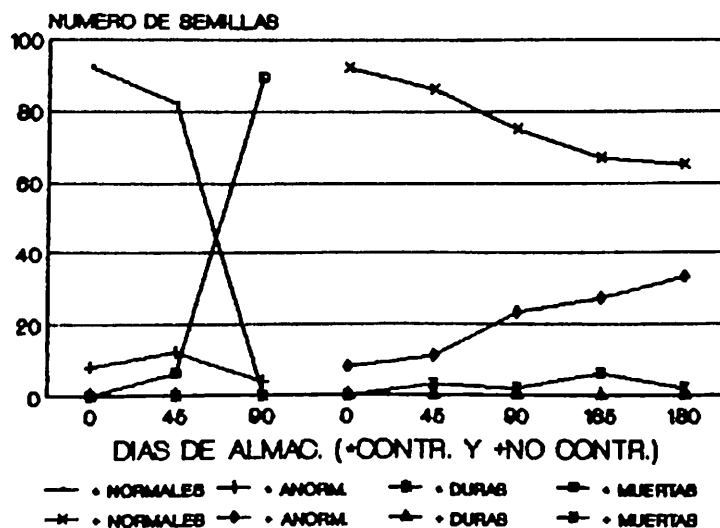


Figura 4.26. Sobrevivencia de semillas de soya a través del almacenamiento en dos ambientes. Variedad UFV-1.  
a) Ambiente controlado; b) Ambiente no controlado.

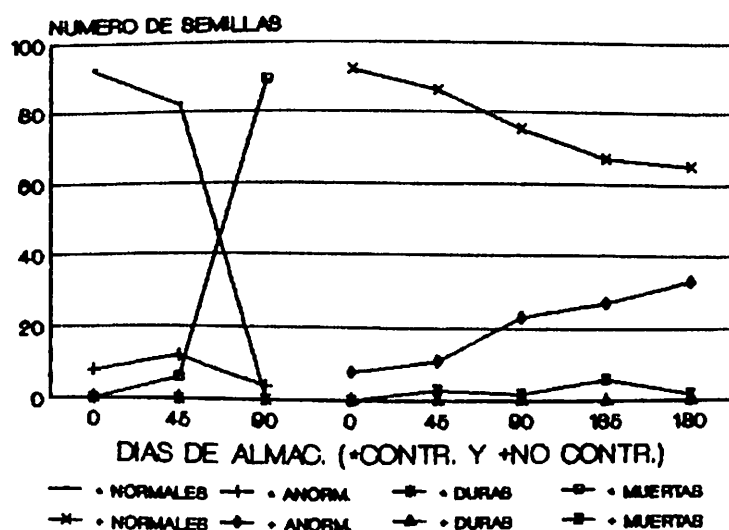


Figura 4.27. Sobrevivencia de semillas de soya a través del almacenamiento en dos ambientes. Variedad Júpiter.  
a) Ambiente controlado; b) Ambiente no controlado.

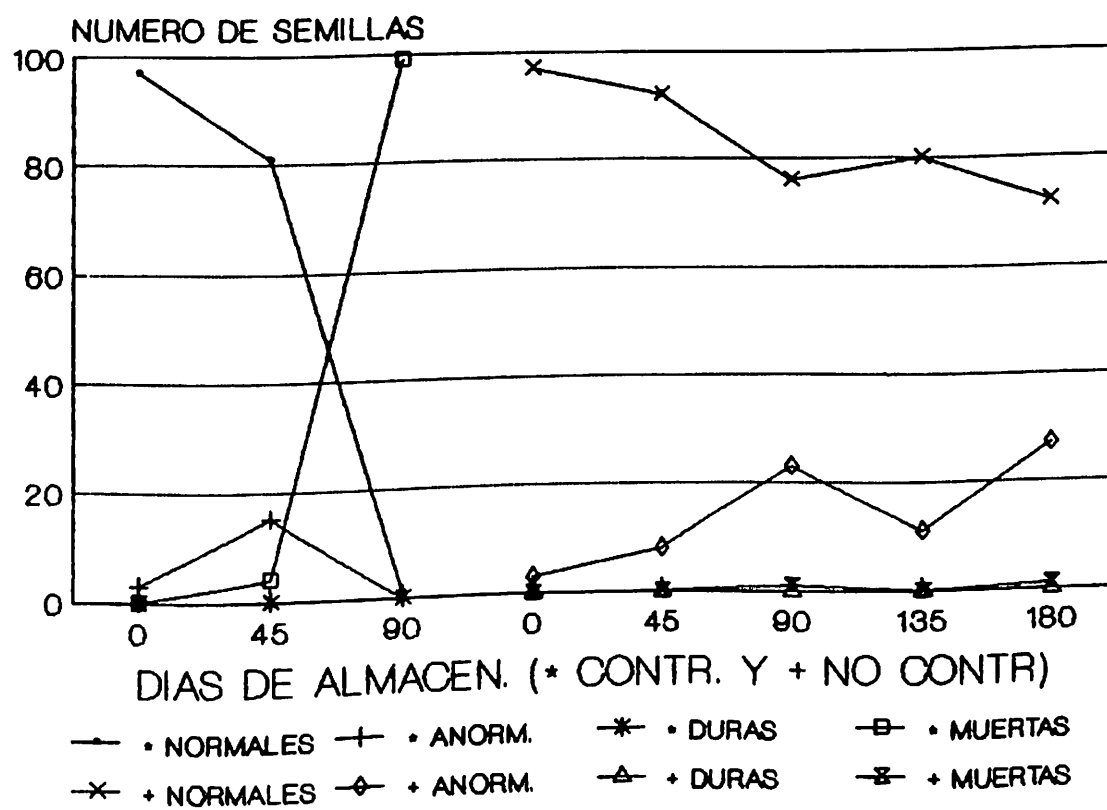


Figura 4.28. Sobrevivencia de semillas de soya a través del almacenamiento en dos ambientes. Variedad Tapachula.  
 a) Ambiente controlado; b) no controlado

El máximo nivel de plántulas anormales se alcanzó a los 45 días de almacenamiento y ninguna variedad alcanzó a sobrepasar el 20 por ciento de germinación, en tanto que el punto medio de sobrevivencia estuvo alrededor del 40 por ciento de germinación. Se puede concluir que en este ambiente las semillas muertas condicionaron una mayor tendencia al deterioro que las plántulas anormales.

En la condición de ambiente no controlado hubo también un movimiento más moderado de plántulas normales y anormales, no ya de semillas muertas, que hasta los 180 días tuvieron una mínima influencia, como tampoco de las semillas duras; pero el punto de sobrevivencia en este ambiente parecería que no va a ser entre normales y muertas, debido a las condiciones de temperatura y humedad relativa naturales del ambiente no controlado. Sin embargo, para definir este punto, deberá pasar más tiempo.

Al parecer, y según la tendencia de las curvas, el punto medio de sobrevivencia se va a presentar más adelante de los 180 días, aunque la variedad Rosales mantiene una tendencia a subir en cuanto a plántulas anormales, y es posible que dentro de los próximos 45 días pudiera encontrar un punto medio de sobrevivencia entre normales y anormales; y en otras, como Davis y Bragg, parecería que va a ir más allá, pues las curvas a los 180 días son casi paralelas, como en la variedad Davis, con algún alza en

plántulas normales después de 180 días según lo muestra la tendencia de su curva. Las plántulas normales han bajado sus valores en forma suave, debido a la temperatura y humedad relativa moderadas en ese ambiente, el envase protegió mejor a la semilla y algunos genotipos se comportaron mejor que otros, con lo que el logro del deterioro se retardó y su capacidad de almacenamiento fue mayor.

En este ambiente los valores de plántulas normales se mantuvieron siempre por arriba del nivel del almacenamiento controlado para las anormales. Hubo en esta condición una mayor expresión de las semillas duras, sobre todo en la variedad Davis. Las muertas, como ya se mencionó, fueron pocas y en ese período de almacenamiento todavía no fueron importantes.

Este tipo de curva es útil para verificar la tendencia de los genotipos en determinada condición de almacenamiento y prever las condiciones de almacenamiento que pueden ser útiles para lograr una mayor sobrevivencia de las semillas.

En el almacenamiento no controlado se dio que al principio hubo pocas semillas muertas, y las mismas se mantuvieron pocas todavía a los 180 días, pero la viabilidad declinó rápidamente bajo la condición de

ambiente controlado y no se pudo constatar en el ambiente no controlado si sólo un pequeño número de semillas pudo mantener su sobrevivencia porque los experimentos culminaron a los 180 días. Lo expuesto precedentemente está de acuerdo con Matthews y Powell (1986), pero sí en cuanto al período en que solo unas pocas mueren, sigue una declinación posterior de la viabilidad y luego solo unas pocas son viables por un tiempo prolongado.

### Peso Seco Total de Plántula

Para calificar la pérdida de vigor a través del almacenamiento, se midió el peso seco total de plántulas después de la germinación. En el ambiente controlado, a los 45 días, los cuadrados medios mostraron alta significancia entre los tratamientos (Cuadro 4.6) esto se debió a que hubo un cambio brusco en las condiciones que soportaron las semillas y los genotipos reaccionaron en forma muy diferente en estas condiciones, observándose pesos secos muy diferentes; y el envase tampoco ofreció condiciones óptimas de protección en el mismo ambiente. A los 90 días no hubo significancia, pues el deterioro casi total fue la constante y las variedades fueron todas afectadas en gran medida. Los coeficientes de variación para ambos períodos fueron 4.737 y 300.469 por ciento, respectivamente, y considerándose que a los 90 días la variación en los resultados fue muy grande debido al deterioro notable en



las semillas, en forma similar a lo ocurrido con germinación.

En el ambiente no controlado hubo significancia a los 45 días, no significancia a los 90 días, y a los 135 días, y alta significancia a los 180 días, según los cuadrados medios de los análisis de varianza. A los 45 días los tratamientos reaccionaron también de forma diferente debido al cambio de condiciones ambientales, pero la significancia ya no fue tan significativa, porque en este caso hubo una condición de temperatura y humedad relativas menores y las diferencias no fueron tan grandes; cada genotipo alteró su peso seco total de acuerdo a su resistencia genética. A los 90 y 135 días no hubo significancia debido a que las variedades reaccionaron en forma similar en razón de la adaptación que lograron a las condiciones ambientales. En este período pudo haber influido el envase, que posibilitó un comportamiento parejo a las condiciones ambientales. La alta significancia a los 180 días se debió a que se acentuó la capacidad genética de las variedades con mayor capacidad de almacenamiento y esta vez sobresalieron aún más unas que otras.

Los coeficientes de variación en esta condición de almacenamiento fueron de 6.78, 17.17, 8.87 y 5.84 por ciento para 45, 90, 135 y 180 días, respectivamente, vale decir que a los 45, 135 y 180 no hubo variaciones en los

análisis; en cambio, a los 90 días se presentó una importante variabilidad en los mismos.

Las medias (Cuadro 4.7) mostraron que los mejores pesos secos totales los presentaron en calidad inicial las variedades Rosales, Bragg, Tamazula y Júpiter, que se destacaron por el crecimiento vigoroso de sus raíces. Davis, que no se destacó por iniciar con buena germinación, tuvo buen peso seco y otros genotipos que en germinación inicial tenían buenos niveles, como fue el caso de UFV-1, Tapachula y Santa Rosa, se encuentran de la mitad hacia abajo en calidad inicial; incluso UFV-1 es la de peor comportamiento lo cual demuestra que no siempre el mejor nivel de germinación coincide con el más alto vigor, por lo menos en cuanto a peso seco total, sólo que esto no se dio en todas las variedades, porque Júpiter, que tuvo la mejor germinación inicial, terminó con algún resto de peso seco total a los 90 días en ambiente controlado, mostrando el mejor vigor y se comportó de regular hacia arriba en el no controlado.

Desde los cero a 90 días los tratamientos disminuyeron en forma ostensible su peso seco total, alcanzando un 99.28 por ciento de disminución en el ambiente controlado, siendo que las variedades Bragg, Tamazula, Cajeme y Santa Rosa perdieron el 100 por ciento de su peso seco total; y otras variedades todavía



conservaron un pequeño resto, pero perdieron también mucho (Júpiter, UFV-1 y Tapachula, con 96.88, 98.51 y 98.56 por ciento, respectivamente, de su vigor).

En el ambiente no controlado, desde los cero a los 180 días, se acentuó la disminución, pero todavía Bragg, Santa Rosa, Cajeme y Davis, fueron las mejores (perdieron 73.31, 73.40, 71.7 y 71.35 por ciento de su peso seco total inicial) y Rosales y Tamazula las peores (perdieron 76.84 y 79.19 por ciento cada una) en este ambiente las variedades perdieron en promedio un 75.08 por ciento desde la calidad inicial hasta los 180 días. Nótese que en el mismo período de almacenamiento el porcentaje de pérdida de vigor fue mayor que el de germinación.

Algunas de las variedades más destacadas en cuanto a peso seco total fueron: Bragg, Júpiter, Rosales y Davis; en varios muestreos presentaron como prueba de su buen vigor, un exuberante desarrollo de raíces primarias y secundarias. UFV-1 y Santa Rosa comenzaron con buena germinación, pero tuvieron un pobre crecimiento radicular; Cajeme y Tamazula fueron variedades que siempre se mantuvieron en un nivel regular con respecto a peso seco.

Sólo en algunos genotipos se puso de manifiesto una relación directa entre germinación y vigor, lo que no coincide con las observaciones de Huber y Mc Donald (1982);

esta relación directa podría depender no sólo del genotipo, sino de la especie, pero en este estudio Júpiter no sólo tuvo la mejor germinación sino el mejor vigor en el ambiente controlado.

En forma general, los resultados obtenidos coinciden con lo expuesto por Arulnandy y Herath (1987) y Mora y Echandi (1976).

Al ir aumentando en el almacenamiento controlado la humedad de semillas y también la humedad relativa, bajó el vigor, coincidiendo con lo expuesto por James *et al.* (1967) y Aswthaiah *et al.* (1989).

Se pudo apreciar visualmente que la longitud de plántula fue un aspecto del vigor que decreció en algunas variedades, de acuerdo con Huber y Mc Donald (1982) y Emerson y Minor (1979). El ambiente controlado produjo una mayor pérdida de vigor frente al no controlado, lo que coincide con Priestley y Leopold (1979) (Figura 4.29). A raíz de estas alteraciones fisiológicas, que se dieron en forma diferente en los diversos genotipos, se puede concluir que la relación germinación/peso seco total, no es siempre directamente proporcional dentro de la soya, sino que también depende del genotipo en estudio y también de la condición ambiental; o sea que el vigor y la germinación en este caso están condicionados por la constitución genética

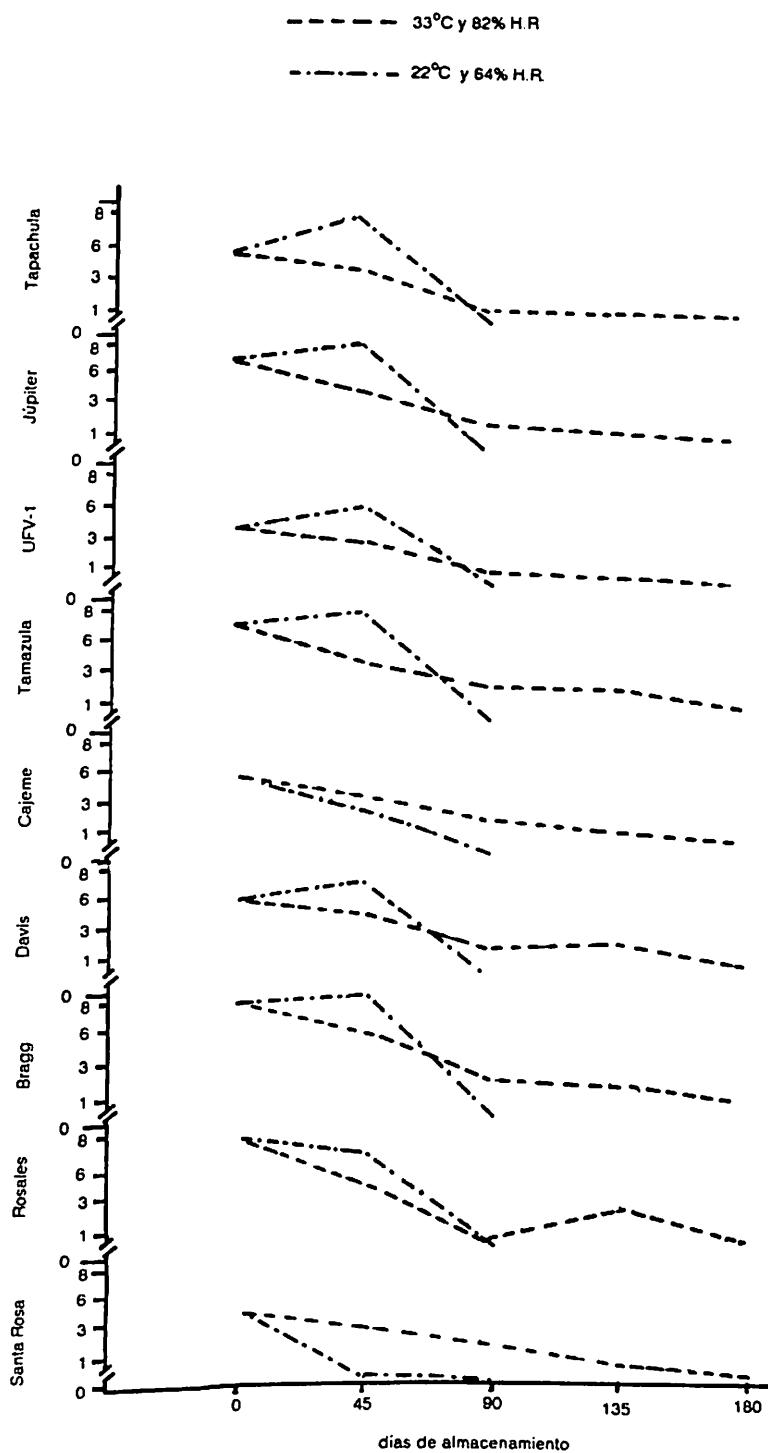


Figura 4.29 Peso seco total en % de nueve variedades de soya almacenadas en dos ambientes.

de la especie, como lo prueba el diferente comportamiento de las variedades en estudio, ya que a veces los genotipos se comportaron en forma similar dentro de diferente ambiente, pero en forma diferente en el mismo ambiente.

### Alteraciones Bioquímicas

Se hicieron estudios de algunos de los componentes bioquímicos de las semillas, con el propósito de seguir la marcha de los distintos estados en que se presentaron esos componentes después de haber sido sometidas a dos condiciones de almacenamiento. De este modo, se verificó qué cambios cualitativos y cuantitativos sufrió la semilla en ambos ambientes.

Los elementos en estudio fueron: proteínas, cenizas, extracto etéreo, fibra, carbohidratos solubles, ácidos grasos, hexosas, pentosas y almidón, aunque no en todos los casos, pues en el muestreo o calidad inicial no se pudo determinar ácidos grasos y pentosas (Figura 4.35-4.36).

### Contenido de Proteínas

Desde el muestreo a 45 días, en el ambiente controlado, se apreció que en los cuadrados medios hubo alta significancia y también a los 90 días. Los

tratamientos sufrieron un intenso movimiento de proteínas, sobre todo de degradación en una condición extrema de almacenamiento (Cuadro 4.8). Los coeficientes de variación fueron 0.416 y 0.477 por ciento, lo cual indica que los análisis fueron satisfactorios.

En el ambiente no controlado hubo también, en los cuadrados medios, alta significancia, a los 45, 90, 135 y 180 días, lo cual revela también un intenso movimiento en los tratamientos en cuanto a proteínas, y sobre todo, porque los genotipos variaron en forma diferente sus contenidos de proteínas, de acuerdo a su constitución genética y calidad inicial. Los coeficientes de variación fueron 0.478, 0.636, 0.349 y 0.304 por ciento, respectivamente, lo cual nos dice que los análisis fueron satisfactorios.

En el cuadro de medias (Cuadro 4.9) las variaciones se presentaron en el nivel de proteínas en el ambiente controlado desde la calidad inicial hasta los 45 y 90 días indicaron que desde cero a 45 días el contenido de proteínas en promedio disminuyó 8.58 por ciento, en tanto que a los 90 días la disminución fue del 7.68 por ciento. Las variedades que más disminuyeron a los 45 días fueron Davis y Santa Rosa, que perdieron 20.36 y 12.35 por ciento, respectivamente, desde el nivel inicial, y Tamazula sólo perdió 1.61 por ciento, siendo la de valores iniciales más

Cuadro 4.8. Cuadros medios y significancia para cambios bioquímicos de nueve características de soya en dos ambientes de almacenamiento.

| Fuente de variación | Ambiente controlado<br>(32°C y 84% HR) |            | Ambiente no controlado<br>(32°C y 64% HR) |            | 180 días   |
|---------------------|--|------------|---|------------|------------|
|                     | 45 días                                | 90 días    | 45 días                                   | 90 días    |            |
| Proteínas           |  |            |   |            |            |
| Tratamiento         | 1.7676 **                              | 3.8061 **  | 1.0187 **                                 | 5.5441 **  | 2.2416 **  |
| Error total         | 0.0225                                 | 0.0299     | 0.2950                                    | 0.5160     | 0.0206     |
| C.V.                | 0.4160                                 | 0.4770     | 0.4760                                    | 0.6360     | 0.3940     |
| Cenizas             |  |            |   |            |            |
| Tratamiento         | 0.1033 *                               | 0.1787 *   | 0.0766 *                                  | 0.1207 *   | 0.1524 *   |
| Error total         | 0.0091                                 | 0.0096     | 0.0048                                    | 0.0245     | 0.0054     |
| C.V.                | 0.7460                                 | 0.7340     | 0.5480                                    | 1.1810     | 0.5570     |
| Ex. etéreo          |  |            |   |            |            |
| Tratamiento         | 0.2540 *                               | 2.2519 **  | 18.2448 **                                | 3.5292 *   | 3.2994 **  |
| Error total         | 0.0552                                 | 0.3710     | 0.0205                                    | 0.5628     | 0.0500     |
| C.V.                | 0.8350                                 | 0.6770     | 0.4990                                    | 2.7000     | 0.7860     |
| Fibra               |  |            |   |            |            |
| Tratamiento         | 1.8952 *                               | 1.4299 *   | 3.5985 *                                  | 0.8474 *   | 0.1463 NS  |
| Error total         | 0.0916                                 | 0.1305     | 0.2106                                    | 0.1981     | 0.2779     |
| C.V.                | 2.6590                                 | 3.5450     | 4.1410                                    | 4.7130     | 4.9040     |
| Carboh. solubles    |  |            |   |            |            |
| Tratamiento         | 4.2589 **                              | 3.2154 *   | 3.5554 **                                 | 6.0898 **  | 4.7578 **  |
| Error total         | 0.2490                                 | 0.0347     | 0.0175                                    | 0.0201     | 0.0206     |
| C.V.                | 0.5230                                 | 0.6500     | 0.4300                                    | 0.4780     | 0.4600     |
| Ac. grasos          |  |            |   |            |            |
| Tratamiento         | 63.8393 **                             | 15.5609 ** | 57.9628 **                                | 51.4210 ** | 40.0186 ** |
| Error total         | 0.0963                                 | 0.0333     | 0.1684                                    | 0.0351     | 0.0319     |
| Total               | 0.9340                                 | 0.6800     | 1.2520                                    | 0.8420     | 0.0906     |
| Hexosas             |  |            |   |            |            |
| Tratamiento         | 2.0909 **                              | 22.8530 ** | 8.5440 **                                 | 9.2044 *   | 36.3328 ** |
| Error total         | 0.0587                                 | 0.7591     | 0.0677                                    | 0.9837     | 0.0866     |
| C.V.                | 1.3790                                 | 3.7760     | 1.4020                                    | 4.1460     | 1.6120     |
| Pentosas            |  |            |   |            |            |
| Tratamiento         | 5.1168 **                              | 6.9171 *   | 6.6705 **                                 | 18.3825 ** | 9.5031 **  |
| Error total         | 0.0360                                 | 1.8461     | 0.0134                                    | 0.5687     | 0.1625     |
| C.V.                | 1.5230                                 | 7.3820     | 0.9500                                    | 3.7040     | 2.3220     |
| Almidón             |  |            |   |            |            |
| Tratamiento         | 5.1903 **                              | 6.1735 **  | 7.8508 **                                 | 4.0169 **  | 5.4978 *   |
| Error total         | 0.0375                                 | 0.0092     | 0.0902                                    | 0.0110     | 0.0085     |
| C.V.                | 1.1110                                 | 0.4960     | 1.6090                                    | 0.5230     | 0.4700     |

\* Significativo al 0.05

\*\* Significativo al 0.01

Cuadro 4.9. Medias de contenido de proteínas (%) de nueve variedades de semilla de soya almacenada en dos ambientes

| VARIEDAD  | Ambiente controlado<br>(33 C y 82% HR) |              |         |         |              | Ambiente no controlado<br>(22 C y 64% HR) |              |              |          |  |
|-----------|--|--------------|---------|---------|--------------|---|--------------|--------------|----------|--|
|           | 0 DIAS                                 | 45 DIAS      | 90 DIAS | 45 DIAS | 90 DIAS      | 45 DIAS                                   | 90 DIAS      | 135 DIAS     | 180 DIAS |  |
| STA. ROSA | 40.30                                  | UFV1 36.80 A | UFV1    | 39.37 A | JUP. 36.40 A | DAV. 37.33 A                              | DAV. 37.00 A | ROS. 40.53 A |          |  |
| DAVIS     | 39.77                                  | JUP. 36.12 B | CAJ.    | 36.41 B | TAP. 35.62 B | S.RO 36.41 B                              | JUP. 36.72 A | TAM. 39.48 B |          |  |
| UFV-1     | 38.99                                  | CAJ. 35.34 C | BRA.    | 35.52 C | UFV1 35.30 B | TAP. 36.41 B                              | CAJ. 36.41 B | DAV. 34.54 C |          |  |
| JUPITER   | 38.15                                  | S.RO 35.32 C | DAV.    | 35.44 C | CAJ. 34.62 C | ROS. 36.38 B                              | BRA. 36.10 C | UFV1 34.45 C |          |  |
| TAPACHULA | 37.70                                  | TAM. 34.63 D | TAM.    | 35.22 C | S.RO 34.31 C | UFV1 34.14 C                              | TAP. 36.10 C | S.RO 33.75 D |          |  |
| CAJEME    | 37.41                                  | ROS. 34.34 D | ROS.    | 35.22 C | DAV. 33.83 D | CAJ. 33.24 D                              | ROS. 35.23 D | JUP. 33.16 E |          |  |
| BRAGG     | 36.80                                  | TAP. 34.22 D | TAP.    | 33.14 D | ROS. 33.40 E | JUP. 32.40 D                              | TAM. 33.70 E | CAJ. 32.55 F |          |  |
| ROSALES   | 36.42                                  | BRA. 33.05 E | JUP.    | 32.66 D | TAM. 33.32 E | BRA. 30.21 E                              | S.RO 32.50 F | TAP. 32.55 F |          |  |
| TAMAZULA  | 35.20                                  | DAV. 31.67 F | S.RO.   | 31.58 E | BRA. 32.01 F | TAM. 30.18 E                              | UFV1 32.50 F | BRA. 30.19 G |          |  |

Valores dentro de cada columna con letras diferentes son significativos con una probabilidad al 0.05

bajos. A los 90 días, con el deterioro casi total de los genotipos, Santa Rosa fue la que más disminuyó, con 21.63 por ciento, en tanto que Tamazula hasta llegó a elevar su nivel de proteínas, con 0.05 por ciento de aumento. Hubo una tendencia general a la disminución en casi todas las variedades al final del almacenamiento controlado.

En el ambiente no controlado, desde 0 a los 180 días, el promedio de pérdida para todas fue del 8.96 por ciento. Hubo variedades, como Santa Rosa y UFV-1, que fueron las que más perdieron nivel de proteínas, al disminuir Santa Rosa un 16.25 por ciento en cada uno de esos muestreos, UFV-1 disminuyó 11.64 por ciento, respectivamente; en tanto que Tamazula llegó a aumentar 9.31 al final de los 180 días. Se puede observar que UFV-1 y Santa Rosa fueron en cuanto a calidad fisiológica de los genotipos más deteriorados. Tamazula fue de las variedades que perdieron poco, pero su calidad inicial fue también de bajo nivel. En el ambiente no controlado no hubo ninguna que se destacara de las demás en los cuatro muestreos.

En la Figura 4.30 se puede apreciar el mismo comportamiento irregular, así como una tendencia general a la disminución en la mayoría de los tratamientos.

Se pudo observar también que UFV-1 y Santa Rosa fueron en calidad fisiológica de los genotipos más

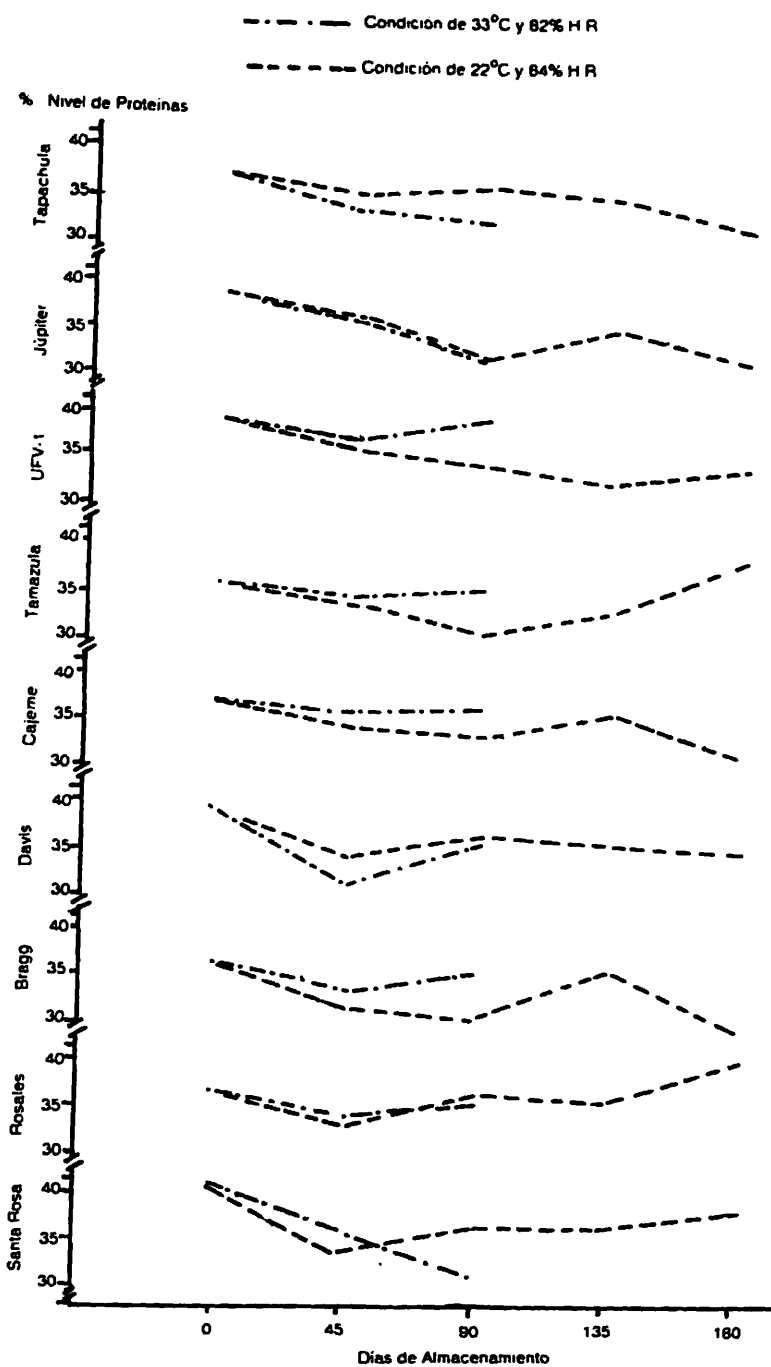


Figura 4.30 Comportamiento del contenido de proteínas en % en nueve variedades de semilla de soya almacenadas en dos ambientes.

deteriorados, Tamazula perdió poco pero también empezó con menor cantidad. Esto indicaría que las proteínas, aún con el deterioro, llegan a un nivel mínimo del que no pueden bajar.

Esta degradación de las proteínas se produce debido a que las mismas son objeto de hidrólisis en presencia de enzimas que catalizan la reacción, produciéndose aminoácidos; éstos pueden reaccionar formando ácido succínico y fumárico, los que a su vez se integran al ciclo de Krebs, o bien, esos aminoácidos pueden transformarse en acetil-coenzima A y este incorporarse al ciclo de Krebs para liberar hidrógeno llevándose a cabo un transporte de electrones y liberar energía bajo la forma de ATP. Pero también puede formarse al degradarse las proteínas produciendo aminoácidos que en algún momento pueden producir hexosas o pentosas y éstas degradarse a su vez por otras vías.

Los resultados indican que hubo algunos genotipos (Bragg y Cajeme), de semillas de soya, teniendo baja proteína, fueron más afectados por el deterioro y que se produjeron cambios en los contenidos de proteínas con ambos almacenamientos, que parece coincidir con Likholat y Lyubarskaya (1983) y Jarosh y Antonova (1980), para cereales no hay coincidencia con Nautiyal y Purohit (1985), ya que no hubo en los genotipos una declinación completa en

el contenido de proteínas.

También se pudo determinar que, con el deterioro, el nivel de proteínas disminuyó, de acuerdo con Ching y Schoolcraft (1968), Ovcharov et al. (1980) y Duffus y Slaughter (1980); aunque no se puede tomar exactamente, pues los estudios se realizaron en otras especies y el comportamiento y contenido de las principales biomoléculas que se encuentran presentes, como son proteínas, carbohidratos y lípidos, no siguen la misma degradación.

Los contenidos de proteínas también, en algunos casos, aumentaron en los genotipos, lo que está de acuerdo con Sreeramulu (1981), pero estos cambios que se produjeron en el nivel de proteínas fueron, en general, rápidos y constantes en los dos ambientes, no estando de acuerdo con Mathur y Sinha (1978).

#### Contenido de Cenizas

En el ambiente controlado hubo significancia en los cuadrados medios del análisis de varianza a los 45 y 90 días, dado que los tratamientos variaron sus contenidos de cenizas en función del contenido genético de cada variedad y por causa de las excesivas condiciones ambientales. Los coeficientes de variación que tuvieron 0.746 y 0.734, demostraron que los análisis fueron satisfactorios (Cuadro

4.8).

En el ambiente no controlado también hubo significancia en los cuadrados medios a los 45, 90, 135 y 180 días de almacenamiento, generándose diferencias en los tratamientos en función de los genotipos y el medio ambiente. Los coeficientes de variación fueron 0.548, 1.181, 0.557 y 1.21 para los 45, 90, 135 y 180 días, respectivamente, lo que demuestra que los análisis fueron satisfactorios.

Las medias mostraron (Cuadro 4.10) en el ambiente controlado una tendencia general a la disminución en los promedios de contenido de cenizas, ya que desde los cero a los 90 días hubo un decrecimiento del 4.45 por ciento, producto de una intensa degradación de componentes biomoleculares.

Probablemente a causa del intenso deterioro, las cenizas disminuyeron debido a que los minerales intervienen, por ejemplo, en reacciones enzimáticas como activadores, forman parte de proteínas conjugadas y vitaminas y si de alguna forma existe degradación protéica o un intercambio de nutrientes minerales de la semilla al medio exterior, se pierden causando una disminución. Las variedades UFV-1 y Bragg fueron las que más perdieron cenizas a los 45 días respecto a los niveles iniciales en

Cuadro 4.10. Medias del contenido de cenizas (%) de nueve variedades de semillas de s de soya almacenadas en dos ambientes

| Variedad  | Ambiente controlado<br>(33 C, 82% HR) |        |             |        | Ambiente no controlado<br>(22 C, 64% HR) |        |             |        |
|-----------|---------------------------------------|--------|-------------|--------|--|--------|-------------|--------|
|           | 45 días (%)                           |        | 90 días (%) |        | 45 días (%)                              |        | 90 días (%) |        |
|           | UFV-1                                 | SR     | UFV-1       | SR     | UFV-1                                    | SR     | UFV-1       | SR     |
| UWF-1     | 6.40                                  | 5.11 a | 5.90 a      | 5.04 a | 5.70 a                                   | 5.50 a | 5.95 a      | 5.76 a |
| Júpiter   | 5.80                                  | 5.10 a | 5.55 b      | 5.01 a | 5.52 a                                   | 5.45 a | 5.76 a      | 5.73 a |
| Bragg     | 5.68                                  | 5.08 a | 5.45 b      | 4.92 b | 5.42 a                                   | 5.35 b | 5.62 b      | 5.46 c |
| Rosales   | 5.65                                  | 5.03 a | 5.40 b      | 4.90 b | 5.38 a                                   | 5.30 c | 5.38 d      | 5.18 e |
| Tapachula | 5.62                                  | 5.01 a | 5.35 c      | 4.80 c | 5.38 a                                   | 5.30 c | 5.38 d      | 5.06 f |
| Cajeme    | 5.50                                  | 4.94 a | 5.30 c      | 4.77 d | 5.29 b                                   | 5.00 d | 5.18 e      | 4.78 g |
| Sta. Rosa | 5.47                                  | 4.86 b | 5.30 c      | 4.74 d | 5.20 c                                   | 5.00 d | 5.06 f      | 4.90 d |
| Tamazula  | 5.20                                  | 4.76 c | 5.10 d      | 4.65 E | 5.15 d                                   | 5.00 d | 5.06 f      | 4.90 d |
| Davis     | 5.18                                  | 4.61 d | 5.00 d      | 4.63 f | 5.14 d                                   | 4.90 d | 4.90 d      | 4.78 g |

Valores dentro de cada columna con letras diferentes son significativos con probabilidad al 0.05

el ambiente controlado, ya que decrecieron 20.15 y 15.75 por ciento, respectivamente; pero a los 90 días las pérdidas fueron menores, con 9.37 y 10.21 por ciento. En cambio, Santa Rosa y Tamazula, habiendo empezado con poco, perdieron también poco (6.76 y 2.30 por ciento, respectivamente). A los 90 días Santa Rosa aumentó un 1.46 y Tamazula disminuyó un 3.84 por ciento, respectivamente. Se notó que a los 45 días el efecto sobre la disminución de cenizas fue más grande como producto del ambiente.

En el ambiente no controlado también las medias indicaron cambio brusco a los 45 días, con una disminución del 14.08 por ciento; y esas disminuciones en los siguientes muestreos se hicieron menores al final del almacenamiento. A los 90, 135 y 180 días las pérdidas fueron del 4.63, 6.77 y 3.20 por ciento, respectivamente. En este ambiente también UFV-1 fue la que más perdió, y más al principio que al final; hasta los 180 días llegó a perder 15.93 por ciento. Santa Rosa, Tamazula y Davis fueron las que menos cenizas perdieron, incluso Tamazula y Davis llegaron a aumentar sus contenidos de cenizas a los 135 días, debido a que probablemente se degradan, por ejemplo, vitaminas y fosfolípidos que pudieran en un momento dado producir minerales que incrementan el contenido de cenizas.

Comparando los dos ambientes, se notó que hubo mayores pérdidas en el almacenamiento controlado que en el no controlado, puesto que en el primero hubo más deterioro que en el segundo; en ambos ambientes UFV-1 tuvo considerables pérdidas de cenizas con respecto a otros genotipos, siendo de las que más contenido tuvieron al inicio, o sea que este genotipo fue de los más afectados por la degradación que ocasionó el deterioro y así como más afectados en cuanto a calidad fisiológica. En la Figura 4.31 se observan las mayores disminuciones al principio en los dos ambientes y que fueron más notorias, por lo que los procesos de degradación de compuestos orgánicos se mantuvieron casi sin variación.

#### Contenido de Extracto Etéreo

En el ambiente controlado los cuadrados medios revelaron significancia a los 45 días y alta significancia a los 90 días, lo que puso de manifiesto las diferentes reacciones que tuvieron los tratamientos ante el deterioro a que fueron sometidas las semillas. Los coeficientes de variación fueron 0.835 y 0.677 por ciento para los 45 y 90 días, respectivamente, lo cual muestra que los análisis fueron satisfactorios.

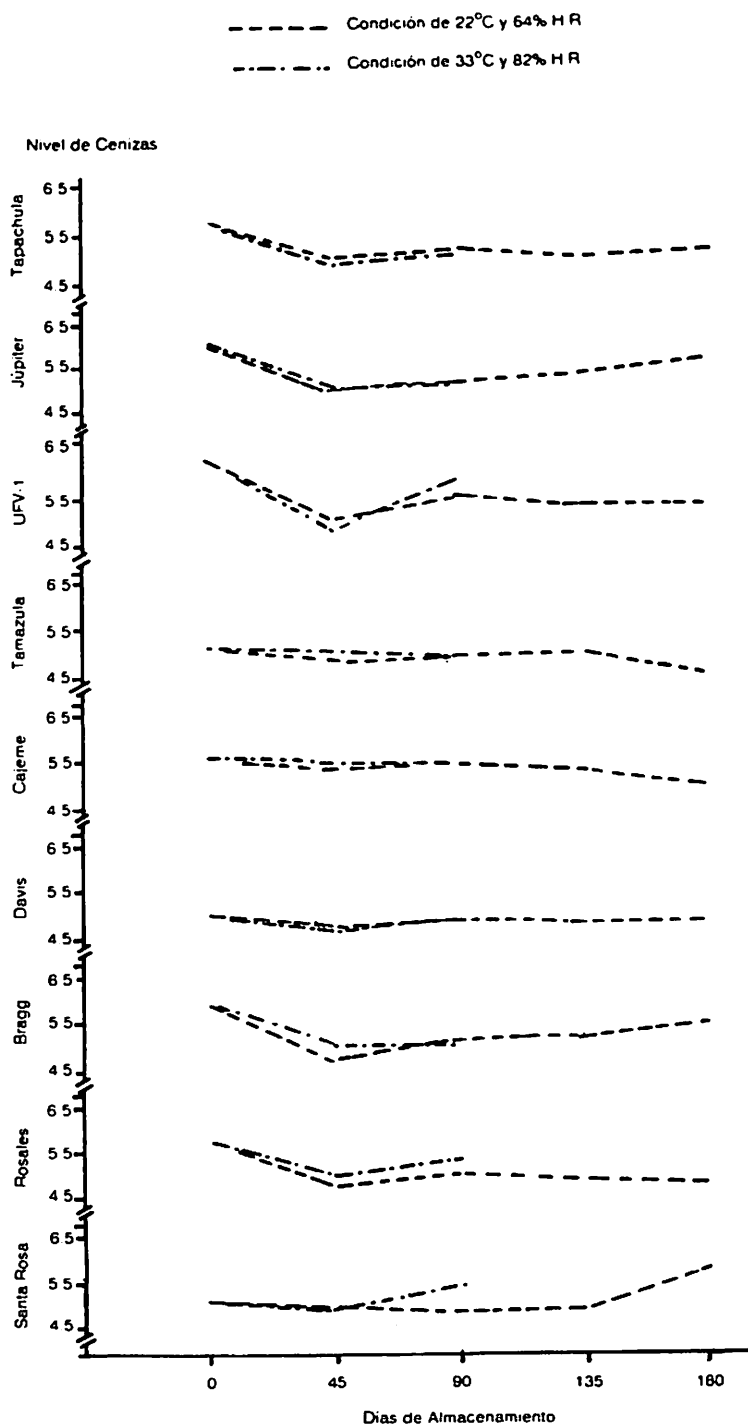


Figura 4.31 Comportamiento del contenido de cenizas en % en nueve variedades de semilla de soja almacenadas en dos ambientes.

En el ambiente no controlado hubo alta significancia a los 45, 90 y 135 días, en tanto que a los 180 días sólo hubo significancia. En esta condición también los genotipos respondieron en forma diferente al efecto del ambiente, y dado que algunos de ellos tuvieron diferentes contenidos de extracto etéreo, también su constitución genética los hizo reaccionar en forma diferente. Los coeficientes de variación para los 45, 90, 135 y 180 días fueron. 0.490, 2.700, 0.786 y 0.852 por ciento, respectivamente, lo que demostró que los análisis fueron satisfactorios (Cuadro 4.8).

Las medias indicaron que, en la calidad inicial, hubo genotipos como Júpiter, UFV-1 y Rosales que exhibieron los niveles más altos en cuanto a contenido de extracto etéreo, mientras que Santa Rosa y Tamazula tuvieron los menores (Cuadro 4.11).

En el ambiente controlado a los 90 días el contenido de extracto etéreo en promedio de todas las variedades aumentó 1.61 por ciento desde la calidad inicial, mientras que en los primeros 45 días, como producto de la intensidad de reacciones, entre los diferentes compuestos orgánicos disminuyó el promedio. La tendencia general desde cero a 90 días fue de aumentos en casi todas las variedades, pero algunas mantuvieron su nivel; en el caso de los aumentos, hubo coincidencia con

Cuadro 4.11. Medias de contenido de extracto etéreo (%) de semilla de nueve variedades de soja almacenadas en dos ambientes.

| Variedad  | Ambiente controlado<br>(33 C, 82% HR) |             |             | Ambiente no controlado<br>(22 C, 64% HR) |              |              |         |       |         |       |         |       |         |
|-----------|---------------------------------------|-------------|-------------|--|--------------|--------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|
|           | 45 días (%)                           | 90 días (%) | 45 días (%) | 90 días (%)                              | 135 días (%) | 180 días (%) |         |       |         |       |         |       |         |
| Júpiter   | 23.53                                 | Br          | 22.80 a     | Ro                                       | 24.72 a      | Tp           | 36.17 a | Ro    | 24.66 a | Ju    | 26.18 a | Ju    | 20.75 a |
| UFV-1     | 23.42                                 | Ju          | 22.76 a     | UVF-1                                    | 24.70 a      | UFV-1        | 25.05 b | SR    | 24.53 a | Ca    | 25.24 b | Ca    | 20.59 a |
| Rosales   | 23.37                                 | Ro          | 22.58 a     | Tz                                       | 24.15 a      | Tz           | 22.90 c | Tp    | 22.40 a | Tz    | 23.15 c | SR    | 20.48 a |
| Cajeme    | 22.47                                 | Ca          | 22.44 a     | Tp                                       | 23.33 b      | Ju           | 22.55 c | Ju    | 22.20 a | UFV-1 | 22.50 c | Br    | 20.26 a |
| Davis     | 22.30                                 | Tz          | 22.42 a     | Ju                                       | 21.94 c      | SR           | 22.55 c | Br    | 21.20 b | Tp    | 22.48 c | Tp    | 19.53 b |
| Tapachula | 21.89                                 | UFV         | 22.35 a     | SR                                       | 21.60 c      | Ro           | 22.19 d | Da    | 21.00 b | Br    | 21.60 d | Da    | 19.34 b |
| Bragg     | 21.64                                 | Da          | 21.89 b     | Ca                                       | 21.50 c      | Br           | 22.00 e | UFV-1 | 20.60 b | Ro    | 21.49 d | UFV-1 | 19.13 b |
| Sta. Rosa | 21.32                                 | Tp          | 21.52 c     | Br                                       | 21.30 d      | Ca           | 21.80 e | Tz    | 20.05 b | SR    | 21.18 d | Tz    | 18.43 c |
| Tamazula  | 20.87                                 | SR          | 21.43 c     | Da                                       | 20.80 e      | Da           | 20.26 f | Ca    | 18.97 c | DA    | 20.50 e | Ro    | 18.40 c |

Valores dentro de cada columna con letras diferentes son significativos con probabilidad al 0.05

Priestley y Leopold (1979) y también con Ramarathnam y Kulkarni (1983) en cuanto a las que mantuvieron su nivel. Pero otras como Júpiter y Cajeme disminuyeron, lo que coincidió con Duffus y Slaughter (1980) y Ovcharov (1980). Los cambios fueron rápidos, lo que no estuvo de acuerdo con Mathur y Sinha (1978).

En el ambiente no controlado las variedades manifestaron tendencia a la disminución desde cero a 180 días (11.89 por ciento de disminución) y Rosales y Davis, las que más bajaron en su contenido lo hicieron con 38.76 y 36.32 por ciento, respectivamente, al término de los 180 días de almacenamiento. Esto también está de acuerdo con las observaciones de Duffus y Slaughter (1980) y Ovcharov *et al.* (1980).

Comparando ambos ambientes se observó que en el ambiente controlado hubo mayor cantidad de variaciones en el contenido de extracto etéreo que en el no controlado, y estas variaciones significan que hubo intensas reacciones y movimientos en el contenido de aceites y grasas como producto de la continua pérdida y ganancia de moléculas constituyentes del extracto etéreo. El extracto etéreo está compuesto de grasas, aceites, fosfolípidos y vitaminas liposolubles. Por hidrólisis en presencia de enzimas esteraras se producen glicerol y ácidos grasos. Los ácidos grasos pueden sufrir una  $\alpha$ -oxidación y generarse ácido

butírico, propiónico, acético, que son ácidos grasos de bajo peso molecular. Estos, a su vez, pueden entrar como productos intermedios de la glucólisis y formar ácido pirúvico que al descarboxilarse y combinarse con la Coenzima A generan acetil-coenzima A, y éste se incorpora luego al ciclo de Krebs para liberar energía,  $H_2$  y finalmente agua en el transporte de electrones y fosforilación oxidativa. No se podría afirmar que determinados aumentos, disminuciones o mantenimientos en el nivel de aceites, sirvan en forma excluyente para explicar el deterioro. Se puede concluir que las oxidaciones en el extracto etéreo están ligadas al deterioro (Figura 4.32), lo que no coincide con Priestley y Leopold (1979).

### Contenido de Fibra

En el ambiente controlado (Cuadro 4.8) los cuadrados medios del análisis de varianza mostraron significancia a los 45 y 90 días, como consecuencia de la diferente cantidad de fibra que mostraron los genotipos y de su diferente reacción ante la influencia del ambiente. Los coeficientes de variación fueron 2.659 y 3.545 por ciento, respectivamente, para los 45 y 90 días, lo que significa que los análisis fueron satisfactorios.

En el ambiente no controlado los cuadrados medios fueron significativos a los 45, 90 y 180 días, pero no

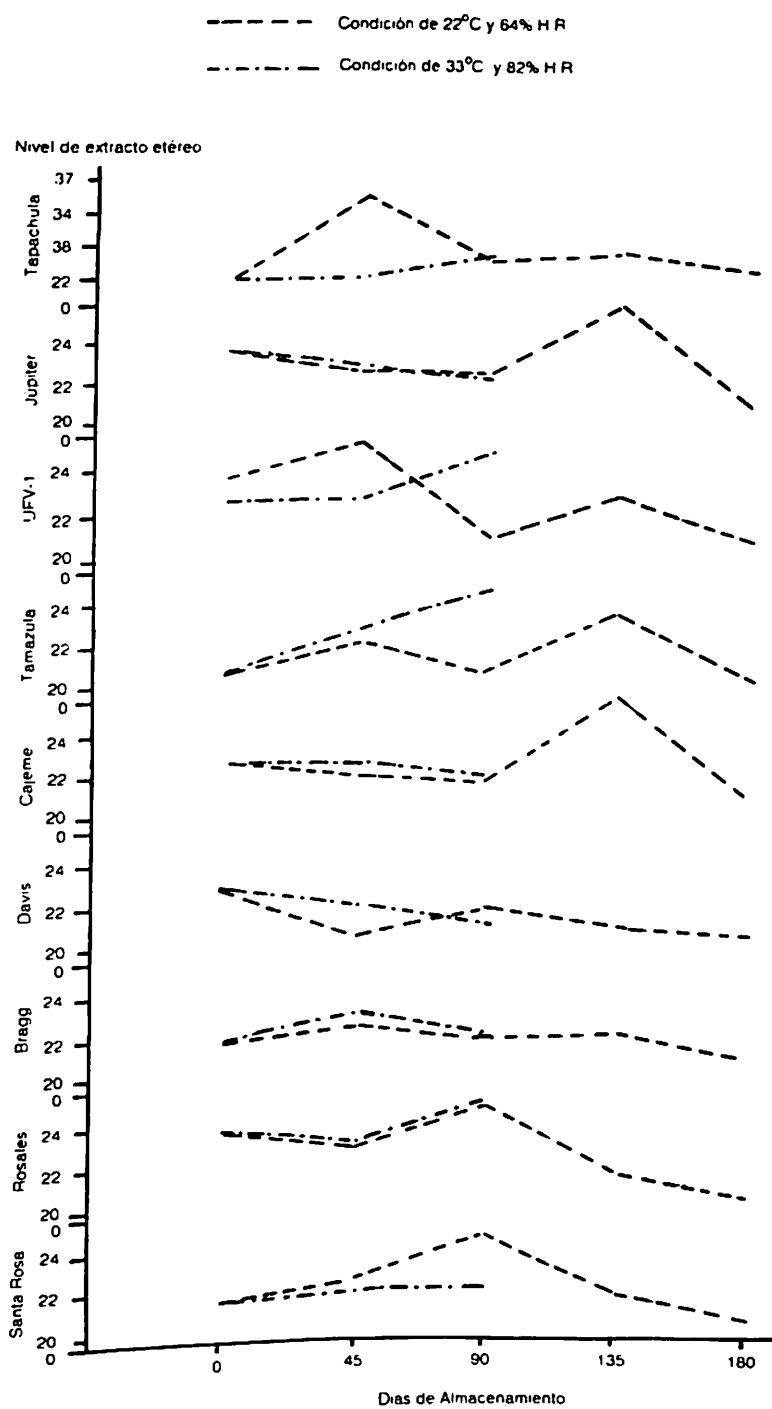


Figura 4.32 Comportamiento del contenido de extracto etéreo en % en nueve variedades de semilla de soya almacenadas en dos ambientes.

significativo a los 135 días. Hubo también diferente reacción de los genotipos ante el ambiente, pero a los 135 días la no significancia indicó que los tratamientos se emparejaron en su contenido de fibra. Los coeficientes de variación fueron: 4.141, 4.713, 4.904 y 2.052 a los 45, 0, 135 y 180 días, respectivamente, lo que indicó lo satisfactorio de los análisis realizados.

Las medias indicaron que en la calidad inicial los genotipos Bragg y Davis exhibieron el mayor nivel de contenido de fibra, en tanto que Cajeme y Júpiter fueron las de menor nivel (Cuadro 4.12).

En el ambiente controlado desde la calidad inicial hasta los 90 días, hubo un promedio de disminución en el contenido de fibra del 38.79 por ciento, siendo Bragg y UFV-1 las que más disminuyeron su nivel de fibra (57.69 y 48.53 por ciento cada una); y Tapachula la que menos perdió (25.53 por ciento) (Figura 4.33).

En el ambiente no controlado, desde los cero a los 180 días, si bien los promedios comenzaron disminuyendo, al final terminaron aumentando los contenidos de fibra en un 10.24 por ciento, debido a que algunas variedades aumentaron en forma notable su nivel. Davis fue la que más perdió fibra desde la calidad inicial hasta 180 días (14.07 por ciento) y Rosales y Tamazula llegaron a aumentar 30 y

Cuadro 4.12. Medias de contenido de fibra (%) de semilla de nueve variedades de soya almacenadas en dos ambientes.

| Variedad  | Ambiente controlado<br>(33 C, 82% HR) |                |                | Ambiente no controlado<br>(22 C, 64% HR) |                 |                 |       |        |
|-----------|---------------------------------------|----------------|----------------|--|-----------------|-----------------|-------|--------|
|           | 45 días<br>(%)                        | 90 días<br>(%) | 45 días<br>(%) | 90 días<br>(%)                           | 135 días<br>(%) | 180 días<br>(%) |       |        |
| Bragg     | 5.89                                  | 4.60 a         | 3.97 a         | 4.55 a                                   | 3.32 a          | 3.69            | Ro    | 6.85 a |
| Davis     | 5.47                                  | 4.53 a         | 3.65 a         | 4.44 a                                   | 3.15 a          | 3.61            | Tz    | 6.42 a |
| UFV-1     | 5.42                                  | 4.42 a         | 3.36 b         | 4.25 a                                   | 2.86 a          | 3.58            | Ju    | 6.33 a |
| Sta. Rosa | 5.37                                  | 4.24 a         | 3.30 b         | 4.12 a                                   | 2.80 a          | 3.49            | Ro    | 5.74 b |
| Rosales   | 5.27                                  | 4.22 a         | 3.28 b         | 4.08 a                                   | 2.77 a          | 3.49            | Br    | 5.68 b |
| Tapachula | 4.96                                  | 3.60 a         | 2.93 c         | 4.08 a                                   | 2.40 b          | 3.48            | UFV-1 | 5.27 b |
| Tamazula  | 4.90                                  | 3.59 b         | 2.88 c         | 3.35 b                                   | 2.38 b          | 3.45            | TP    | 5.18 c |
| Cajeme    | 4.61                                  | 3.31 b         | 2.58 d         | 2.39 c                                   | 2.35 b          | 3.43            | Da    | 4.74 d |
| Júpiter   | 4.29                                  | 2.74 c         | 2.35 e         | 2.38 c                                   | 2.30 c          | 3.08            | SR    | 4.70 d |

Valores dentro de cada columna con letras diferentes son significativos con probabilidad al 0.05

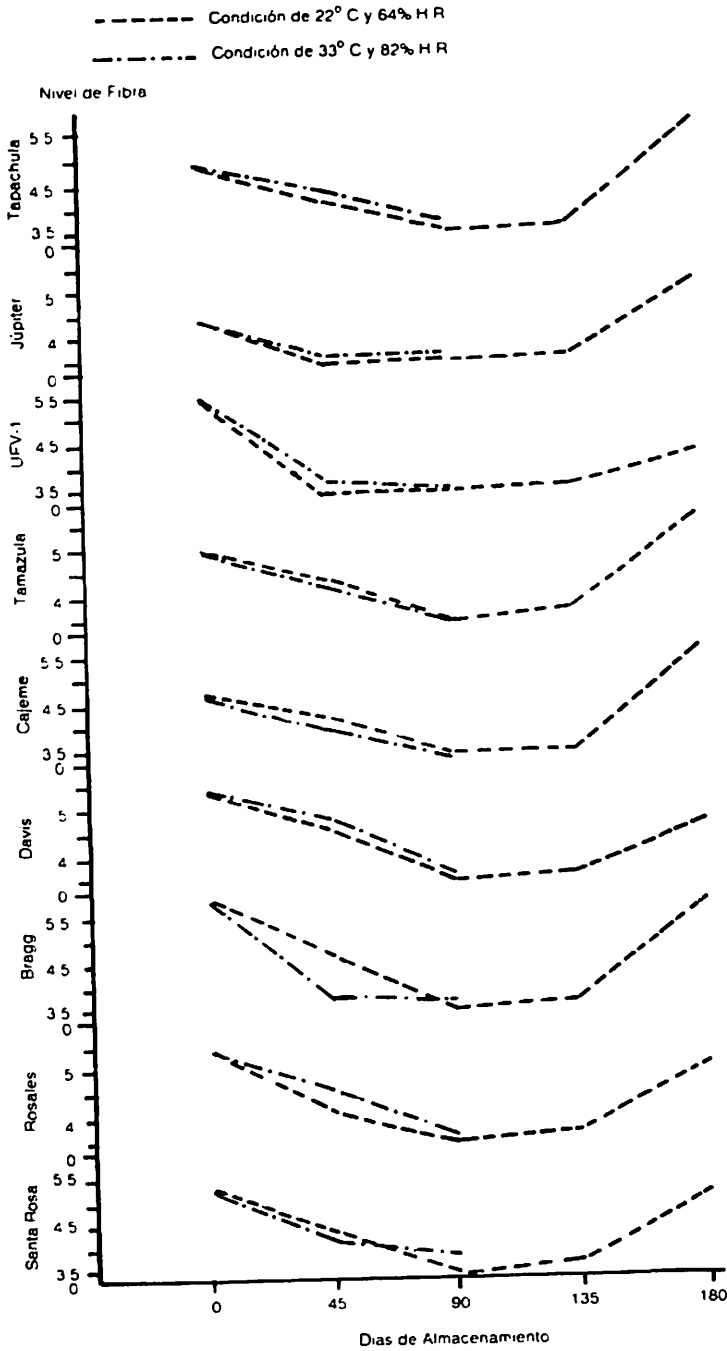


Figura 4.33 Comportamiento del contenido de fibra en % en nueve variedades de semillas de soya almacenadas en dos ambientes.

31 por ciento cada una.

Comparando los dos ambientes, se nota que la situación de mayor deterioro provocó una disminución general en el contenido de fibra, en tanto que en un ambiente menos riguroso como el no controlado, hubo todavía variaciones que anunciaron que el deterioro todavía no era tan avanzado. En estos dos ambientes, el componente fibra, que está compuesto por carbohidratos estructurales de elevado peso molecular, sufrió alteraciones que marcaron en forma diferente su participación en el deterioro.

Las variaciones se explican teniendo en cuenta que la fibra posiblemente se degradó al sufrir sus carbohidratos estructurales (celulosas y hemicelulosas) hidrólisis en presencia de enzimas celulasas que generaron carbohidratos más sencillos que producen energía, monosacáridos como ( $\beta$ -glucosa). Los incrementos se debieron a que, aun en la condición más moderada, con menos humedad (64 por ciento), hubo monosacáridos de los más simples (maltosas) producidos por la degradación que, en presencia de la humedad del aire, conformaron nuevas moléculas de carbohidratos estructurales, aumentando el contenido de fibra.

### Contenido de Carbohidratos

En el ambiente controlado (Cuadro 4.8) hubo alta significancia a los 45 días y sólo significancia a los 90 días. Los tratamientos se comportaron en forma diferente en función de las características genéticas de cada uno y de acuerdo a como actuó la condición ambiental sobre ellos. Los coeficientes de variación fueron del 0.523 y 0.650 por ciento a los 45 y 90 días para cada uno, lo que demuestra que los análisis fueron satisfactorios.

En el ambiente no controlado hubo alta significancia a los 45, 90, 135 y 180 días, lo que demuestra también las distintas formas en que reaccionaron los genotipos en este ambiente en cuanto al contenido de carbohidratos solubles y de acuerdo con las cantidades que tenían al inicio. Los coeficientes de variación fueron también bajos: 0.43, 0.478, 0.460 y 0.520 por ciento a los 45, 90, 135 y 180 días, respectivamente, revelando lo satisfactorio de los análisis.

En la observación de las medias (Cuadro 4.13), los niveles más elevados en la evaluación inicial los mostraron las variedades Tapachula, Tamazula y Rosales, y los menores Bragg y UFV-1. En el ambiente controlado todas las variedades mostraron tendencia a elevar sus contenidos de carbohidratos solubles, lo cual estuvo asociado con el

Cuadro 4.13. Medias del contenido de carbohidratos solubles (%) en semillas de nueve variedades de soya almacenadas en dos ambientes.

| Variedad  | Ambiente controlado<br>(33 C, 82% HR) |                |                | Ambiente no controlado<br>(22 C, 64% HR) |                 |                 |
|-----------|---------------------------------------|----------------|----------------|--|-----------------|-----------------|
|           | 45 días<br>(%)                        | 90 días<br>(%) | 45 días<br>(%) | 90 días<br>(%)                           | 135 días<br>(%) | 180 días<br>(%) |
| Tapachula | 18.40                                 | 29.12 a        | 27.00 a        | 29.18 a                                  | 28.50 a         | 32.14 a         |
| Tamazula  | 17.80                                 | 28.95 a        | 24.43 b        | 28.48 b                                  | 28.20 a         | 28.69 b         |
| Rosales   | 17.43                                 | 25.49 b        | 23.62 c        | 28.38 b                                  | 26.32 b         | 26.60 c         |
| Davis     | 16.83                                 | 24.72 c        | 22.76 d        | 26.66 c                                  | 25.31 c         | 26.30 c         |
| Sta. Rosa | 16.45                                 | 24.37 c        | 22.67 d        | 25.76 d                                  | 23.94 d         | 25.78 d         |
| Júpiter   | 16.37                                 | 24.23 c        | 22.55 d        | 25.28 e                                  | 23.10 e         | 24.16 e         |
| Cajeme    | 16.30                                 | UFV-1          | 23.55 d        | 24.82 f                                  | 22.62 f         | 22.54 f         |
| Brag      | 13.30                                 | Da             | 23.50 d        | 24.11 g                                  | 22.20 f         | 22.30 f         |
| UFV-1     | 13.22                                 | Tz             | 20.71 f        | 23.50 h                                  | 21.20 g         | 21.50 g         |

Valores dentro de cada columna con letras diferentes son significativos con probabilidad al 0.05

deterioro. Desde cero días a 90 días aumentaron un 41.46 por ciento en promedio; siendo UFV-1 y Cajeme los genotipos que más aumentaron su contenido de carbohidratos solubles (85 y 50 para cada una) y Tapachula sólo aumentó 23 por ciento.

En el ambiente no controlado también los genotipos aumentaron sus promedios en contenido de carbohidratos solubles desde los cero a los 180 días (57 por ciento cada una), en tanto que Tapachula sólo aumentó 23 por ciento.

Comparando ambos ambientes se observó que en el controlado hubo menores aumentos que en el no controlado y la Figura 4.34 revela que los contenidos de carbohidratos solubles suben en el ambiente controlado y en el no controlado disminuyen poco, demostrando que los niveles fueron inestables y cambiantes. Tales variaciones se pueden explicar por el hecho de los carbohidratos solubles están compuestos por monosacáridos y disacáridos (hexosas, pentosas) que estuvieron en permanente movimiento desde un componente a otro, y el nivel en general aumentó porque nuevas moléculas de esos monosacáridos y disacáridos se liberaron de otros componentes tales como almidón y pasaron a integrar las de carbohidratos solubles, todo esto como producto del deterioro. En esta ocasión los carbohidratos solubles cumplieron función relevante como sustancias de reserva, llegando a producir energía en forma directa.

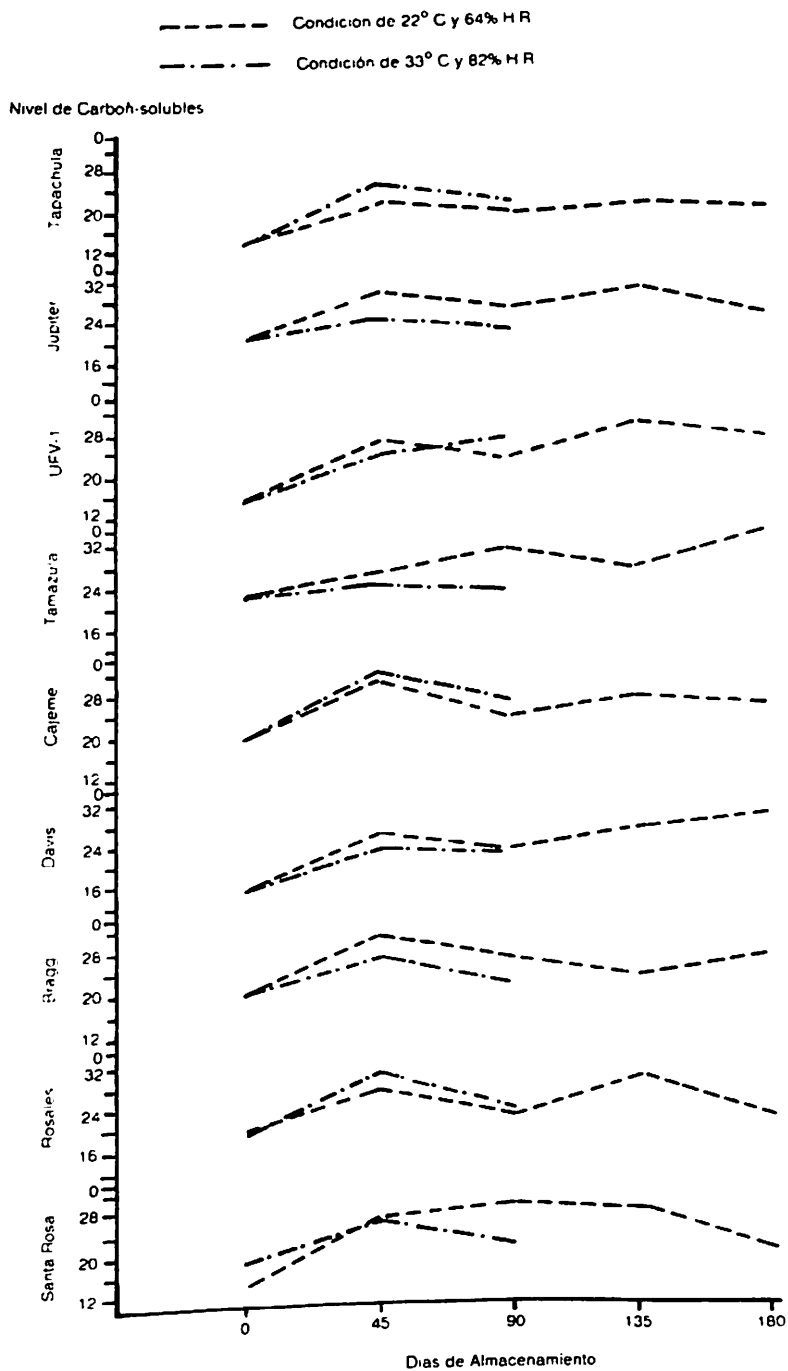


Figura 4.34 Comportamiento del contenido de carbohidratos solubles en % en nueve variedades de semilla de soya almacenadas en dos ambientes.

No hubo coincidencias en cuanto al contenido de carbohidratos solubles en estos resultados con Halder y Gupta (1982) y Yaklich (1985), ya que no disminuyeron.

### Contenido de Acidos Grasos

En el ambiente controlado hubo alta significancia en los tratamientos a los 45 y 90 días, como producto de la distinta reacción de los genotipos ante el ambiente y a su distinta composición desde el inicio. Los coeficientes de variación fueron 0.934 y 0.680 por ciento para los 45 y 90 días, lo que indica lo satisfactorio de los análisis realizados (Cuadro 4.8).

En el ambiente no controlado hubo también alta significancia a los 45, 90, 135 y 180 días, como producto de la diferente reacción de los genotipos ante el ambiente en cuanto al contenido de ácidos grasos. Los coeficientes de variación fueron: 1.252, 0.842, 0.906 y 0.845 por ciento para los 45, 90, 135 y 180 días, ratificando que los análisis fueron satisfactorios.

En las medias se debe partir de 45 días, ya que no hubo calidad inicial. En el ambiente controlado (Cuadro 4.14) los mayores niveles de ácidos grasos los tuvieron Cajeme y Santa Rosa, en tanto que el menor nivel lo ostentaron Davis, Tamazula y Bragg. Desde los 45 a los 90

Cuadro 4.14. Medias de contenido de ácidos grasos (%) en semilla de nueve variedades de soya almacenadas en dos ambientes.

| Variedad  | Ambiente controlado<br>(33 C, 82% HR) |                | Ambiente no controlado<br>(22 C, 64% HR) |                |
|-----------|---------------------------------------|----------------|--|----------------|
|           | 45 días<br>(%)                        | 90 días<br>(%) | 45 días<br>(%)                           | 90 días<br>(%) |
| Cajeme    | 44.02 a                               | Da             | 56.49 a                                  | Br             |
| Sta. Rosa | 43.30 a                               | SR             | 34.00 b                                  | Ro             |
| Rosales   | 35.57 b                               | Br             | 28.87 c                                  | SR             |
| Tapachula | 34.45 b                               | Ju             | 22.54 d                                  | Ca             |
| UFV-1     | 24.90 c                               | Tz             | 16.37 e                                  | DA             |
| Júpiter   | 24.45 c                               | Ca             | 14.38 f                                  | UFV-1          |
| Davis     | 22.60 d                               | Tp             | 13.24 g                                  | Ju             |
| Tamazula  | 22.07 d                               | Ro             | 7.60 h                                   | Tz             |
| Bragg     | 21.69 d                               | UFV-1          | 7.50 h                                   | Tp             |
|           |                                       | Ju             | 39.36 a                                  | Ju             |
|           |                                       | SR             | 39.02 a                                  | SR             |
|           |                                       | Da             | 38.38 a                                  | Da             |
|           |                                       | Tp             | 34.02 b                                  | Tp             |
|           |                                       | UFV-1          | 30.51 c                                  | UFV-1          |
|           |                                       | Da             | 23.95 d                                  | Ca             |
|           |                                       | Tz             | 21.93 e                                  | Tz             |
|           |                                       | Ro             | 21.59 e                                  | Ro             |
|           |                                       | Br             | 17.94 f                                  | Br             |
|           |                                       | Tp             | 30.60 a                                  | Tz             |
|           |                                       | SR             | 20.21 b                                  | SR             |
|           |                                       | Ro             | 14.62 c                                  | Ro             |
|           |                                       | UFV-1          | 13.80 d                                  | UFV-1          |
|           |                                       | Da             | 12.01 e                                  | Da             |
|           |                                       | Ju             | 11.72 e                                  | Ju             |
|           |                                       | Ca             | 11.23 f                                  | Ca             |
|           |                                       | Br             | 10.01 g                                  | Br             |
|           |                                       | Tp             | 8.70 h                                   | Tp             |
|           |                                       | Tz             | 16.02 a                                  | Tz             |
|           |                                       | Da             | 16.00 a                                  | Da             |
|           |                                       | SR             | 15.78 a                                  | SR             |
|           |                                       | Ca             | 15.07 b                                  | Ca             |
|           |                                       | Ro             | 13.78 c                                  | Ro             |
|           |                                       | UFV-1          | 11.80 d                                  | UFV-1          |
|           |                                       | Tp             | 7.34 e                                   | Tp             |
|           |                                       | Br             | 5.33 f                                   | Br             |
|           |                                       | Ju             | 5.02 f                                   | Ju             |

Valores dentro de cada columna con letras diferentes son significativos con probabilidad al 0.05

días la tendencia fue de disminución (26.4 por ciento de pérdida), y las que más disminuyeron fueron Rosales y UFV-1, con 78 y 69 por ciento cada una, mientras que Davis llegó a aumentar 150 por ciento con el deterioro casi total.

En el ambiente no controlado también la tendencia fue de disminución en el contenido de ácidos grasos, desde 45 a 180 días el promedio de disminución fue del 86 por ciento, siendo Bragg, Rosales y Santa Rosa, las que más perdieron, con 92, 92 y 85 para cada una. No se registraron aumentos en esta condición.

Comparando los dos ambientes, se notó que en el ambiente controlado hubo mayores variaciones que en el no controlado, pues en el primero hubo altas y bajas, en tanto que en el segundo hubo sólo tendencia a la baja (Figura 4.35). Hubo en los dos ambientes, pero sobre todo en el controlado de almacenamiento, posiblemente como consecuencia de una degradación acentuada en las semillas que dieron como resultado la liberación de ácidos grasos y transformación de otras sustancias (provenientes de otros componentes) en los mismos, así como también ácidos grasos obtenidos de otras biomoléculas que aumentaron el nivel.

Los resultados indicaron que, salvo en el ambiente, controlado, donde Davis aumentó, en el resto de las

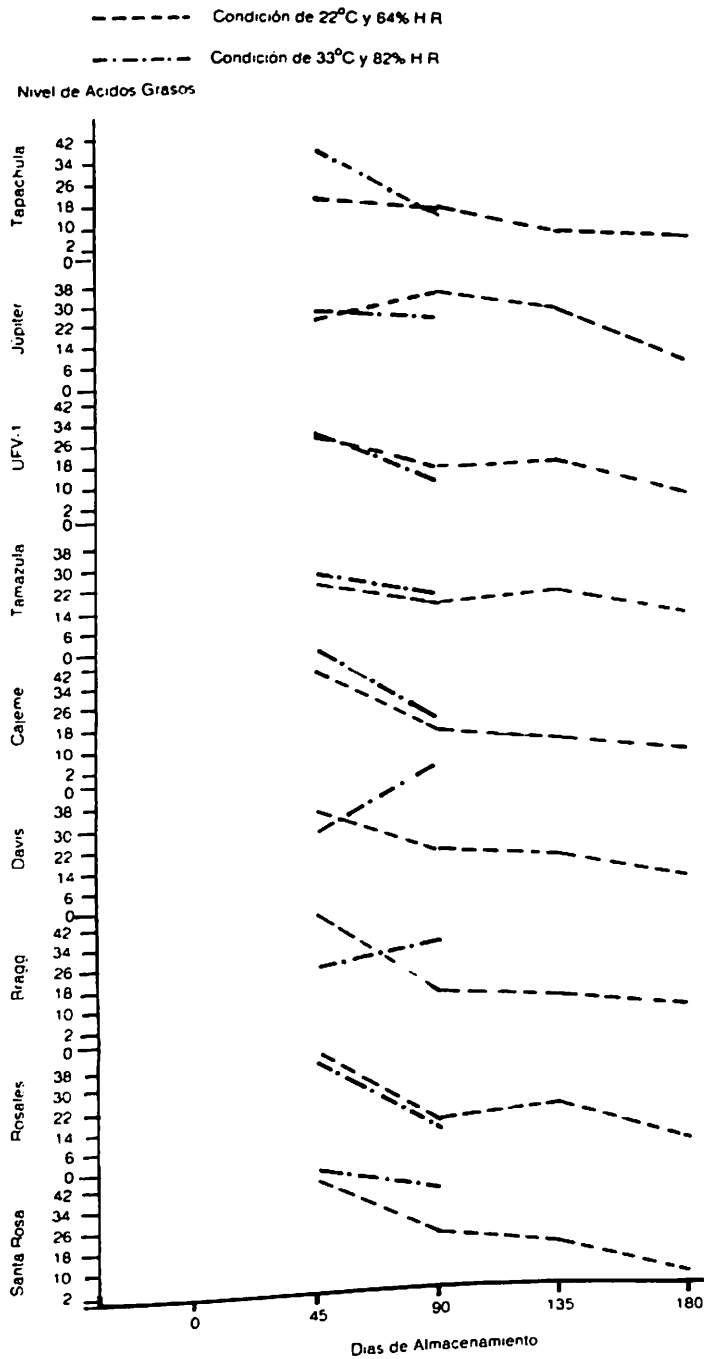


Figura 4.35 Comportamiento del contenido de ácidos grasos en % en nueve variedades de semilla de soja almacenadas en dos ambientes.

variedades en los dos ambientes no hubo aumentos y sí disminución en los contenidos de ácidos grasos, lo que no coincidió con los estudios de Mathur y Sinha (1978), Sreeramulu (1981) y Priestley y Leopold (1979).

#### Contenido de Hexosas

En el ambiente controlado hubo en los cuadrados medios alta significancia a los 45 y 90 días, lo cual significa que los genotipos tuvieron dispar reacción ante el ambiente y de acuerdo con sus diferentes contenidos iniciales. Los coeficientes de variación fueron 1.379 y 3.766 por ciento a los 45 y 90 días, indicando que los análisis fueron satisfactorios (Cuadro 4.8).

En el ambiente no controlado, en cuanto al contenido de hexosas, hubo alta significancia a los 45 y 135 días, significancia a los 90 días y no hubo significancia a los 180 días. En este ambiente a los 45 y 135 días se dieron muy distintas respuestas en los genotipos como respuesta al ambiente; a los 90 días esas reacciones fueron menos dispares por parte de los tratamientos y a los 180 días las variedades se adaptaron mejor al ambiente y sus genotipos tuvieron contenidos de hexosas más similares. Los coeficientes de variación fueron. 1.402, 4.146, 1.612 y 9.254, donde, salvo este último que fue un poco elevado, todos indicaron que los

análisis fueron satisfactorios.

En el cuadro de medias (Cuadro 4.15) en la calidad inicial Júpiter y Tamazula fueron las que exhibieron mayor nivel, mientras que Tapachula y Santa Rosa fueron las de menor nivel. En el ambiente controlado hubo desde los 45 a los 90 días una tendencia a disminuir los contenidos de hexosas por parte de las variedades (disminuyeron 14.65 por ciento). Rosales y Tamazula llegaron a descender 49 y 53 por ciento, en tanto que otras, como Bragg y Davis, llegaron a subir sus contenidos (22 y 8 por ciento cada una).

En el ambiente no controlado, en cambio, los procesos fueron diferentes, porque hubo más variedades que tendieron a aumentar sus contenidos. Hubo desde cero a 180 días un aumento en promedio del 5.31 por ciento en todas las variedades, aunque cuatro de ellas disminuyeron.

En los dos ambientes (Figura 4.36) hubo comportamientos diferentes en cuanto al contenido de hexosas, pues con el mayor deterioro del ambiente controlado las hexosas tendieron a bajar, lo que significa que este monosacárido fue objeto de permanente movimiento, como resultado de descomposición de almidón, por ejemplo, aumentando su nivel, disminuyendo y pasando a integrar otros compuestos o bien, degradándose y volatilizándose. En

Cuadro 4.15. Medias de contenido de hexosas (%) en semilla de nueve variedades de soya almacenadas en dos ambientes.

| Variedad  | Ambiente controlado<br>(33 C, 82% HR) |                |                 | Ambiente no controlado<br>(22 C, 64% HR) |                |                 |       |         |       |         |       |       |
|-----------|---------------------------------------|----------------|-----------------|--|----------------|-----------------|-------|---------|-------|---------|-------|-------|
|           | 45 días<br>(%)                        | 90 días<br>(%) | 180 días<br>(%) | 45 días<br>(%)                           | 90 días<br>(%) | 180 días<br>(%) |       |         |       |         |       |       |
| Júpiter   | 20.30                                 | 10.40 a        | Br              | 23.80 a                                  | Tz             | 12.20 a         | Tz    | 20.50 a | Tz    | 19.82 a | SR    | 14.89 |
| Tamazula  | 20.20                                 | 10.00 a        | Tz              | 9.40 b                                   | Br             | 11.80 a         | Ca    | 18.00 a | Da    | 14.20 b | Ro    | 23.90 |
| Bragg     | 19.45                                 | 10.00 a        | Ju              | 16.80 b                                  | Ro             | 11.40 b         | Br    | 18.00 a | Ca    | 13.21 c | Br    | 17.98 |
| Rosales   | 18.15                                 | 9.80 b         | Da              | 16.80 b                                  | Da             | 11.10 c         | Ju    | 18.00 a | Ro    | 10.25 d | Da    | 20.00 |
| Cajeme    | 18.15                                 | 9.40 c         | Ca              | 15.80 b                                  | Tp             | 10.40 d         | Ro    | 17.40 b | Tp    | 8.70 e  | Ca    | 15.99 |
| Davis     | 15.45                                 | 8.40 d         | Tp              | 15.20 c                                  | UFV-1          | 10.40 d         | Da    | 15.80 b | Ju    | 7.10 f  | Tz    | 17.59 |
| UFV-1     | 15.40                                 | 8.40 d         | UFV-1           | 14.00 d                                  | Ca             | 10.00 d         | SR    | 15.30 b | Br    | 6.30 g  | UFV-1 | 18.19 |
| Tapachula | 14.65                                 | 8.40 d         | SR              | 10.60 e                                  | Ju             | 7.20 e          | Tp    | 14.40 c | UFV-1 | 6.30 g  | Ju    | 15.89 |
| Sta. Rosa | 12.50                                 | 7.40 e         | Ro              | 9.20 e                                   | SR             | 6.20 f          | UFV-1 | 11.20 d | SR    | 5.95 g  | Tp    | 17.99 |

Valores dentro de cada columna con letras diferentes son significativos con probabilidad al 0.05

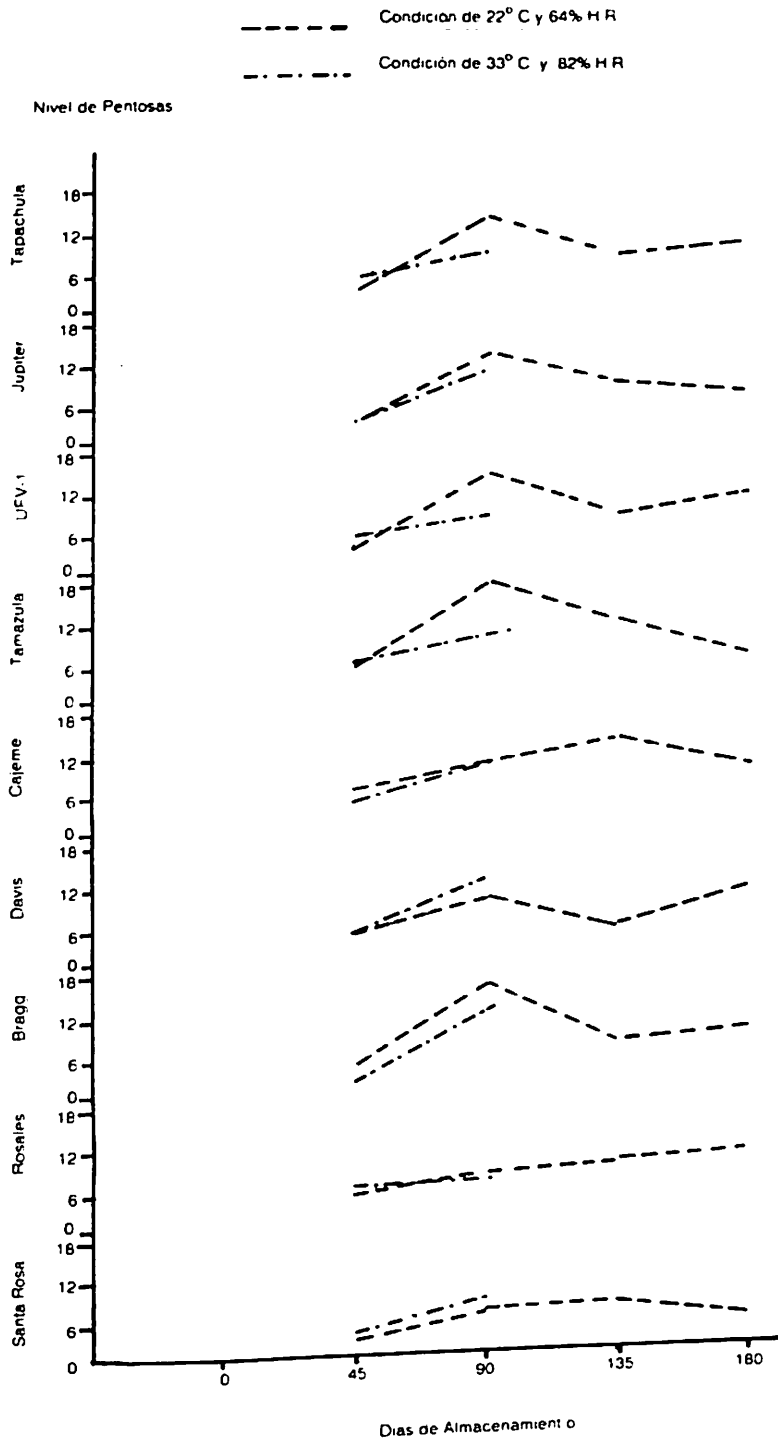


Figura 4.36 Comportamiento del contenido de pentosas en % en nueve variedades de semilla de soya almacenadas en dos ambientes.

el no controlado los procesos fueron más atenuados, y como no hubo alto grado de deterioro, las altas y bajas fueron más dinámicas, mientras se fueron conformando nuevas moléculas de hexosas por descomposición o transformación de otros componentes, otras, en menor medida, disminuyeron al pasar a formar otros compuestos o bien degradarse.

### Contenido de Pentosas

En el ambiente controlado hubo alta significancia en los cuadrados medios a los 45 días y significancia a los 90 días, lo cual reveló que los tratamientos reaccionaron en forma muy diferente a los 45 días y no tanto a los 90 días con el deterioro casi total, en el que las pentosas ya no ofrecieron tanta diferencia en su contenido. Los coeficientes de variación fueron de 1.523 y 7.382 por ciento a los 45 y 90 días respectivamente, con lo que se puede apreciar que los análisis fueron satisfactorios.

En el ambiente no controlado hubo alta significancia en los cuadrados medios a los 45 , 90, 135 y 180 días, lo que significa que en todos los casos los tratamientos tuvieron muy dispares reacciones frente al ambiente, dependiendo del caudal genético de cada uno, los coeficientes de variación fueron 0.950, 3.704, 2.322 y 0.694, lo cual señala que los análisis fueron satisfactorios. (Cuadro 4.8).

En la observación del cuadro de medias, pentosas no se llevó a cabo en la calidad inicial, por lo que las apreciaciones se llevarán a cabo desde los 45 días en ambos ambientes (Cuadro 4.16).

En el ambiente controlado, desde los 45 a los 90 días, las variedades tendieron a aumentar sus promedios en forma considerable (113 por ciento) lo que se explica debido a la considerable cantidad de reacciones que hubo en ese ambiente. Las pentosas aumentaron porque llegaron procedentes de degradaciones de otros componentes. Bragg y Tapachula fueron las que más aumentaron con 404 y 138 por ciento cada una. Rosales sólo aumentó 27 por ciento.

En el ambiente no controlado desde los 45 a los 180 días también hubo aumentos en el contenido de pentosas (107 por ciento). Ocurrió que los niveles de pentosas aumentaron por la considerable cantidad proveniente de otras degradaciones en este ambiente las variedades que más aumentaron su nivel fueron UFV-1 y Cajeme, con 262 y 166 por ciento, respectivamente a los 180 días, en tanto que Rosales apenas aumentó 48 por ciento.

Comparando ambos ambientes (Figura 4.37) se notó que el ambiente controlado tuvo mayor incremento en el nivel de pentosas que el no controlado, con lo que se asume que el deterioro casi total tiende a incrementar la

Cuadro 4.16. Medias de pentosas (%) en semillas de nueve variedades des de soya almacenadas en dos ambientes.

| Variedad  | Ambiente controlado<br>(33 C, 82% HR) |                |                | Ambiente no controlado<br>(22 C, 64% HR) |                 |                 |         |       |         |       |         |
|-----------|---------------------------------------|----------------|----------------|--|-----------------|-----------------|---------|-------|---------|-------|---------|
|           | 45 días<br>(%)                        | 90 días<br>(%) | 45 días<br>(%) | 90 días<br>(%)                           | 135 días<br>(%) | 180 días<br>(%) |         |       |         |       |         |
| Sta. Rosa | 5.40                                  | Bra            | 12.60 a        | Ca                                       | 6.00 a          | Tz              | 18.20 a | Ca    | 13.95 a | Ca    | 16.00 a |
| Tamazula  | 5.40                                  | DA             | 12.40 a        | Ro                                       | 5.79 a          | Bra             | 15.40 b | Tz    | 10.40 b | UFV-1 | 11.60 b |
| Davis     | 5.20                                  | Ju             | 11.20 a        | DA                                       | 5.60 b          | UFV-1           | 14.20 b | Ro    | 9.10 c  | Da    | 10.40 c |
| Cajeme    | 5.20                                  | SR             | 10.80 a        | Br                                       | 5.60 b          | TP              | 13.80 b | Ju    | 9.00 c  | Br    | 9.60 d  |
| Rosales   | 5.20                                  | Ca             | 9.75 a         | Tz                                       | 5.18 c          | Ju              | 12.40 c | SR    | 8.60 c  | Ro    | 9.60 d  |
| UFV-1     | 5.20                                  | Tz             | 9.40 a         | SR                                       | 3.20 d          | Ca              | 10.80 d | UFV-1 | 8.50 c  | TP    | 9.60 d  |
| Tapachula | 5.20                                  | TP             | 9.00 b         | UFV-1                                    | 3.20 d          | Da              | 9.60 e  | Br    | 8.45 c  | Ju    | 8.70 e  |
| Júpiter   | 3.20                                  | UFV-1          | 8.80 b         | Ju                                       | 3.20 d          | SR              | 8.20 f  | TP    | 7.25 d  | Tz    | 6.80 f  |
| Bragg     | 2.50                                  | Ro             | 6.60 c         | TP                                       | 3.20 d          | Ro              | 7.90 f  | Da    | 5.83 e  | SSR   | 5.80 g  |

Valores dentro de cada columna con letras diferentes son significativos con probabilidad al 0.05

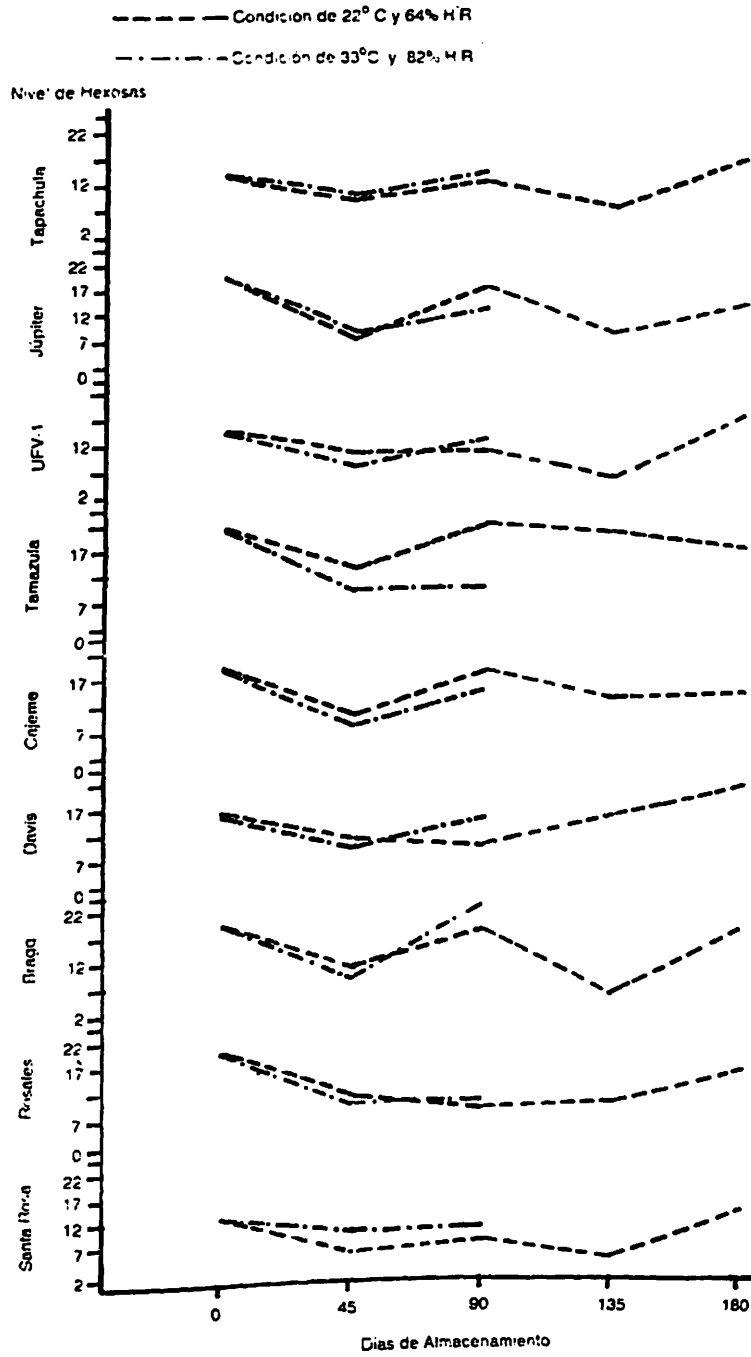


Figura 4.37 Comportamiento de contenidos de hexosias en % en nueve variedades de semilla de soya almacenadas en dos ambientes.

cantidad de pentosas en forma considerable porque las degradaciones son más intensas y los procesos respiratorios también. Los otros componentes bioquímicos que sufrieron degradaciones para incrementar la cantidad de pentosas fueron proteínas, ácidos grasos, extracto etéreo, carbohidratos solubles y hexosas.

Los resultados, al indicar incrementos, no coincidieron con lo expuesto por Yaklich (1985).

#### Contenido de Almidón

En el ambiente controlado hubo alta significancia en los cuadrados medios a los 45 y 90 días, lo que indicó que los tratamientos tuvieron grandes y diferentes reacciones en el contenido de almidón, según sus características genéticas. Los coeficientes de variación fueron. 1.111 y 0.496, con lo que los análisis fueron satisfactorios.

En el ambiente no controlado hubo alta significancia a los 45, 90, 135 y 180 días, indicando que los tratamientos tuvieron dispares contenidos de almidón en esta condición de almacenamiento. Los coeficientes de variación fueron: 1.609, 0.523, 0.470 y 1.299 a los 45, 90, 135 y 180 días, considerándose, por lo tanto, satisfactorios los análisis (Cuadro 4.8).

El cuadro de medias (Cuadro 4.17) mostró que en la calidad inicial los genotipos que más tuvieron contenido de almidón fueron: Tamazula, Santa Rosa y Bragg; Júpiter y Cajeme los de menor contenido.

En el ambiente controlado los 90 días la tendencia fue de disminución en los contenidos de almidón (la pérdida fue de 5.8 por ciento). Tamazula y Santa Rosa fueron las que más perdieron (51 y 25 por ciento cada uno). Cajeme aumentó 15 por ciento, favorecida por las transformaciones de otros carbohidratos que degradaron y aumentaron los niveles de almidón en cuanto a hexosas.

En el ambiente no controlado hubo disminución en los contenidos de almidón (la pérdida fue de 6.8 por ciento), siendo Tamazula y Santa Rosa las que más perdieron (39 y 27 por ciento cada una) y Cajeme aumentó 35 por ciento.

En los dos ambientes (Figura 4.38), las disminuciones fueron parejas y similares, incluso las tres variedades más importantes (Tamazula, Santa Rosa Cajeme) también las mismas, con lo que se observó que no hubo en los dos ambientes, y a pesar de haber grandes diferencias de temperatura y humedad relativa, una situación de deterioro que afectara más al contenido de almidón, pero sí estos resultados coincidieron con lo expuesto por Duffus y

Cuadro 4.17. Medias de contenido de almidón (%) en semillas de nueve variedades de semilla de soya en dos ambientes de almacenamiento

| Variedad  | Ambiente controlado<br>(33 C, 82% HR) |                |                 | Ambiente no controlado<br>(22 C, 64% HR) |                |                 |       |
|-----------|---------------------------------------|----------------|-----------------|--|----------------|-----------------|-------|
|           | 45 días<br>(%)                        | 90 días<br>(%) | 180 días<br>(%) | 45 días<br>(%)                           | 90 días<br>(%) | 180 días<br>(%) |       |
| Tamazula  | 17.36                                 | 10.45 a        | 13.80 a         | 12.71 a                                  | 13.75 a        | 13.74 a         |       |
| Sta. Rosa | 14.36                                 | 10.29 a        | 12.60 b         | 12.67 a                                  | 13.52 a        | 13.19 b         |       |
| Bragg     | 14.27                                 | 9.46 b         | 12.40 c         | 11.81 b                                  | 13.32 b        | 12.74 c         |       |
| Rosales   | 13.81                                 | 9.40 b         | 11.20 c         | 11.25 b                                  | 13.18 c        | 12.71 c         |       |
| UVF-1     | 9.49                                  | 9.33 b         | 10.80 d         | 10.80 c                                  | 11.84 d        | 11.60 d         |       |
| Davis     | 8.89                                  | 9.30 b         | 10.00 d         | 9.69 d                                   | 11.02 e        | 10.56 e         |       |
| Tapachula | 8.70                                  | 9.18 b         | 9.80 e          | 8.76 e                                   | 10.58 f        | 9.98 f          |       |
| Júpiter   | 8.55                                  | UVF-1          | 8.47 c          | 8.52 e                                   | UVF-1          | 9.49 g          |       |
| Cajeme    | 8.55                                  | Ju             | 5.38 d          | 6.72 f                                   | SR             | 8.64 h          |       |
|           |                                       | Br             | 10.45 a         | UVF-1                                    | 13.80 a        | Ca              | Da    |
|           |                                       | Tp             | 10.29 a         | Br                                       | 12.60 b        | Bra             | Br    |
|           |                                       | SR             | 9.46 b          | Da                                       | 12.40 c        | Tz              | Ca    |
|           |                                       | Tz             | 9.40 b          | Ju                                       | 11.20 c        | Tp              | Ro    |
|           |                                       | Da             | 9.33 b          | SR                                       | 10.80 d        | Bra             | Tz    |
|           |                                       | Ca             | 9.30 b          | Ro                                       | 10.00 d        | Ju              | SR    |
|           |                                       | Ro             | 9.18 b          | Ca                                       | 9.80 e         | UVF-1           | UVF-1 |
|           |                                       | UVF-1          | 8.47 c          | Tp                                       | 9.00 f         | Ro              | Ju    |
|           |                                       | Ju             | 5.38 d          | Tz                                       | 8.40 g         | Sr              | Tp    |

Valores dentro de cada columna con letras diferentes son significativos con probabilidad al 0.05

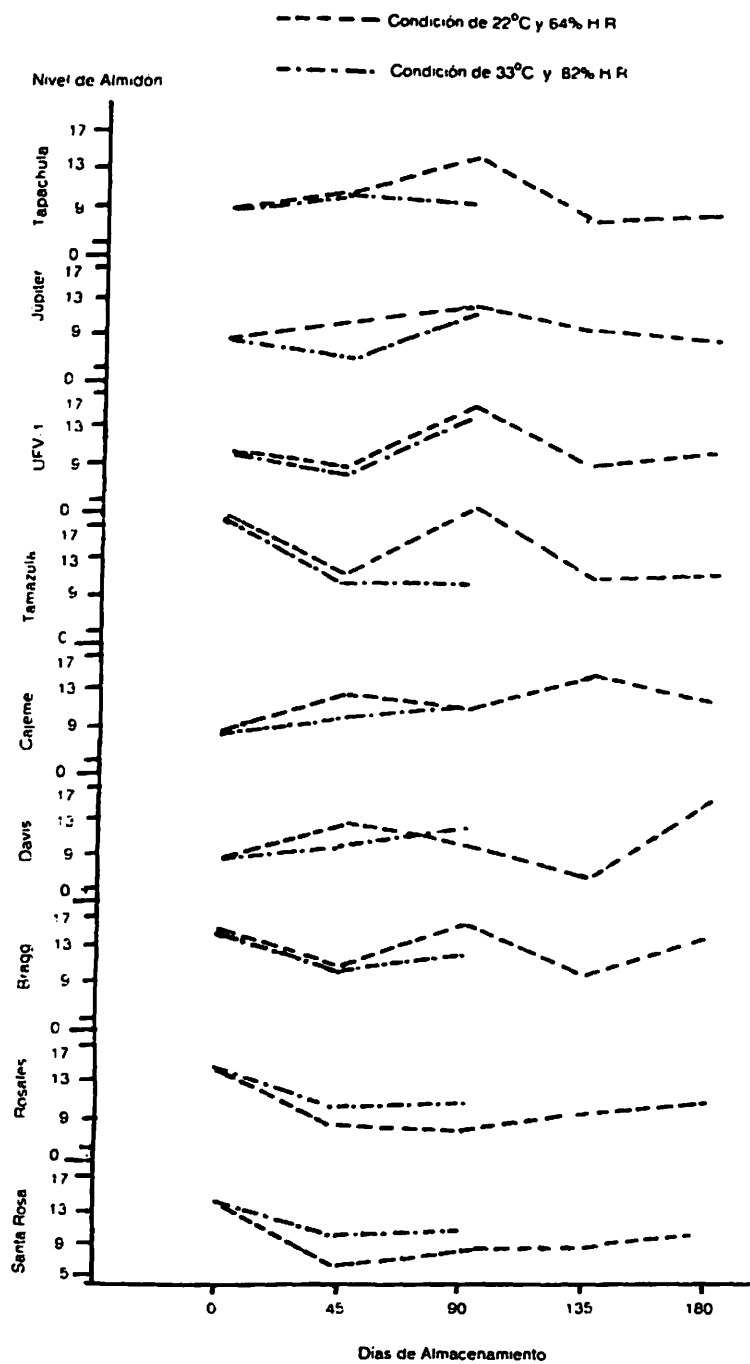


Figura 4.38 Comportamiento de contenidos de almidón en % en nueve variedades de semillas de soya almacenadas en dos ambientes.

Slaughter (1980).

### Correlaciones

En el ambiente controlado se establecieron matrices de correlaciones a los 45 y 90 días entre peso de 100 semillas y componentes bioquímicos y se dieron las siguientes: entre peso de 100 semillas y cenizas se dió correlación negativa a los 45 días y ésto porque el peso de 100 semillas disminuyó y las cenizas aumentaron como producto de las intensas reacciones y degradación que sufrieron los productos orgánicos ante lo elevado de la temperatura y humedad relativa, originando liberación y acumulación de compuestos inorgánicos (Cuadro 4.18).

Hubo correlación significativa y positiva entre proteínas y cenizas, dado que al disminuir proteínas por sus procesos de degradación disminuyeron también cenizas porque las proteínas o parte de ellas pudieron haberse degradado en su condición de compuestos orgánicos y haber menos cantidad de compuestos inorgánicos (cenizas). Existió correlación significativa negativa entre extracto etéreo y fibra en razón de que el extracto etéreo disminuyó al degradarse, por ejemplo, aceites que producen ácidos grasos (ácido propiónico) y hexosas que contribuyeron a aumentar su cantidad de fibra. Entre fibra y hexosas se dió correlación altamente significativa debido a que fibra se

Cuadro 4.18. Matriz de correlación entre peso de 100 semillas ajustado y componentes bioquímicos en semillas de soya almacenadas a 33 C y 82% HR (ambiente controlado) durante 45 días.

|                   | Peso 100 semillas | Proteína | Cenizas | Extracto etéreo | Fibra  | Carboh. sol. | Acido graso | Hexosas  | Pentosas | Almidón |
|-------------------|-------------------|----------|---------|-----------------|--------|--------------|-------------|----------|----------|---------|
| Peso 100 semillas | 1.000             | -0.503 * | -0.694* | 0.370           | 0.127  | 0.448        | -0.071      | 0.058    | 0.077    | 0.202   |
| Proteínas         |                   | 1.000    | 0.728 * | 0.172           | -0.566 | 0.411        | 0.283       | -0.506   | 0.111    | -0.515  |
| Cenizas           |                   |          | 1.000   | -0.045          | -0.357 | -0.389       | 0.020       | -0.316   | -0.082   | -0.186  |
| Ex. etéreo        |                   |          |         | 1.000           | -0.599 | 0.320        | -0.419      | -0.712 * | -0.599   | -0.387  |
| Fibra             |                   |          |         |                 | 1.000  | -0.048       | 0.103       | 0.969 ** | 0.599    | 0.692 * |
| Carb. sol.        |                   |          |         |                 |        | 1.000        | 0.625       | 0.004    | 0.047    | 0.160   |
| Ac. grasos        |                   |          |         |                 |        |              | 1.000       | 0.275    | 0.461    | 0.209   |
| Hexosas           |                   |          |         |                 |        |              |             | 1.000    | 0.637    | 0.668 * |
| Pentosas          |                   |          |         |                 |        |              |             |          | 1.000    | 0.288   |
| Almidón           |                   |          |         |                 |        |              |             |          |          | 1.000   |

\* Significativo (0.05)

\*\* Significativo (0.01)

degradó y liberó hexosas.

Fibra y almidón tuvieron correlación significativa positiva porque al disminuir fibra por degradación debida a la hidrólisis por agua y enzimas del almidón, lo que también causó su disminución. Finalmente se dió correlación significativa y positiva entre hexosas y almidón porque los procesos de degradación en los componentes bioquímicos produjeron moléculas de hexosas que contribuyeron a aumentar el contenido de almidón, ya que éste está constituido por hexosas. Por otra parte, al degradarse las hexosas para producir energía, pudo haber disminuido el contenido de almidón, ya que éste perdió hexosas en ese proceso.

En el ambiente controlado a los 90 días se produjo correlación significativa negativa entre peso de 100 semillas y fibra porque el peso de 100 semillas disminuyó a medida que los contenidos de fibra aumentaron al incrementarse sus moléculas de carbohidratos estructurales por deshidratación de monosacáridos más simples y llevar a cabo su síntesis.

Hubo correlación significativa positiva entre proteínas y carbohidratos solubles porque las primeras se degradaron, liberaron monosacáridos y disacáridos, los que pasaron a integrar los carbohidratos solubles y éstos

diminuyeron por degradación junto con las las proteínas. Existió correlación significativa entre extracto etéreo y ácidos grasos debido a que extracto etéreo, al degradarse y disminuir sus moléculas de ácidos grasos, éstos contribuyeron a aumentar su contenido. La correlación altamente significativa y negativa se produjo entre extracto etéreo y pentosas porque el primero se degradó, por medio de la hidrólisis de ácidos grasos hasta ácido propiónico y Acetil Coenzima A, que pudieron intervenir en el ciclo de las pentosas e incrementarlos, finalmente liberó pentosas y éstas luego fueron a aumentar el contenido de las mismas, aunque también este contenido pudo haberse incrementado por el aporte de pentosas que se originó de reacciones de otros componentes (Cuadro 4.19).

Se dió correlación a los 90 días en la matriz de correlación (peso de 100 semillas y componentes bioquímicos) entre ácidos grasos y pentosas; fue altamente significativa y positiva debido a que al disminuir ácidos grasos su contenido por degradación (hidrólisis y enzimas), pudo disminuir también contenido de pentosas que también se degradaron y se perdieron para producir energía. De otra forma, pentosas pudo aumentar su contenido al recibir moléculas de degradación de otros componentes y contribuir a aumentar los contenidos de ácidos grasos. Finalmente ocurrió una correlación significativa y positiva entre hexosas y pentosas, sobre todo porque al aumentar hexosas

Cuadro 4.19. Matriz de correlación entre peso de 100 semillas ajustado y componentes bioquímicos en semilla de soya almacenados a 33 C y 82% HR (ambiente controlado) durante 90 días.

|                   | Peso 100 semillas | Proteína | Cenizas | Extracto etéreo | Fibra    | Carboh. solubles | Acido graso | Hexosas | Pentosas  | Almidón |
|-------------------|-------------------|----------|---------|-----------------|----------|------------------|-------------|---------|-----------|---------|
| Peso 100 semillas | 1.000             | 0.202    | -0.591  | -0.215          | -0.737 * | -0.090           | 0.232       | 0.249   | 0.073     | 0.155   |
| Proteínas         |                   | 1.000    | 0.193   | 0.365           | -0.406   | 0.703 *          | -0.365      | 0.167   | -0.225    | 0.0402  |
| Cenizas           |                   |          | 1.000   | 0.202           | 0.577    | 0.602            | -0.197      | -0.594  | -0.262    | 0.420   |
| Ex. etéreo        |                   |          |         | 1.000           | -0.342   | 0.420            | -0.791 *    | -0.420  | -0.862 ** | -0.281  |
| Fibra             |                   |          |         |                 | 1.000    | 0.005            | 0.109       | -0.236  | 0.217     | 0.129   |
| Carboh. solubles  |                   |          |         |                 |          | 1.000            | -0.436      | -0.154  | -0.341    | 0.292   |
| Ac. grasos        |                   |          |         |                 |          |                  | 1.000       | 0.244   | 0.789 **  | 0.242   |
| Hexosas           |                   |          |         |                 |          |                  |             | 1.000   | 0.691 *   | 0.327   |
| Pentosas          |                   |          |         |                 |          |                  |             |         | 1.000     | 0.471   |
| Almidón           |                   |          |         |                 |          |                  |             |         |           | 1.000   |

\* Significativo (0.05)

\*\* Significativo (0.01)

aumentó pentosas, pues hubo reacciones que contribuyeron a producir y disminuir juntas pentosas y hexosas.

En ambos ambientes se produjeron también correlaciones entre componentes bioquímicos y fisiológicos (peso seco total y germinación). En ambiente controlado, a los 45 días, se produjeron las siguientes: entre germinación y peso seco total hubo correlación altamente significativa porque en la mayoría de los casos en los genotipos ocurrió que el vigor aumentó y disminuyó en forma conjunta con la germinación. Se dio correlación significativa y negativa entre peso seco total y ácidos grasos pues peso seco total disminuyó pero ácidos grasos pudo aumentar su contenido debido a que recibió moléculas provenientes de la degradación de extracto etéreo, proteínas, carbohidratos solubles y fibra, los que contribuyeron en forma directa e indirecta a dicho incremento. Se volvieron a repetir las correlaciones ya explicadas para peso de 100 semillas entre proteína y cenizas, extracto etéreo y hexosas, fibra y hexosas, fibra y almidón y hexosas y almidón (Cuadro 4.20).

En el ambiente controlado a los 90 días, con el deterioro casi total, se produjeron las siguientes correlaciones (Cuadro 4.21): entre germinación y peso seco total debido a que bajaron y subieron juntos en la mayoría de los genotipos. Se produjo también correlación

Cuadro 4.20. Matriz de correlación entre germinación, peso seco total y componentes bioquímicos en semillas de soya almacenadas a 33 C y 82% HR durante 45 días.

|                  | Germ. | Peso seco total | Proteínas | Cenizas | Extracto etéreo | Fibra  | Carboh. solubles | Acidos grasos | Hexosas  | Pentoses | Almidón  |
|------------------|-------|-----------------|-----------|---------|-----------------|--------|------------------|---------------|----------|----------|----------|
| Germinación      | 1.000 | 0.870 **        | -0.084    | -0.158  | 0.258           | -0.013 | -0.285           | -0.620        | -0.056   | -0.021   | -0.226   |
| Peso seco T.     | 1.000 | 1.000           | -0.294    | -0.143  | 0.409           | -0.001 | -0.259           | -0.738 *      | -0.590   | -0.284   | -0.101   |
| Proteínas        |       | 1.000           | 1.000     | 0.728 * | 0.172           | -0.566 | 0.041            | 0.283         | -0.505   | 0.388    | -0.515   |
| Cenizas          |       |                 | 1.000     | 1.000   | -0.045          | -0.357 | -0.380           | 0.020         | -0.316   | 0.045    | -0.186   |
| Ex. etéreo       |       |                 |           | 1.000 * | 1.000 *         | -0.599 | 0.321            | -0.419        | -0.712 * | -0.418   | -0.387   |
| Fibra            |       |                 |           |         | 1.000           | 1.000  | -0.049           | 0.109         | 0.963 ** | 0.175    | 0.692 ** |
| Carboh. solubles |       |                 |           |         |                 | 1.000  | 1.000            | 0.625         | 0.004    | -0.070   | 0.160    |
| Ac. grasos       |       |                 |           |         |                 |        | 1.000            | 1.000         | 0.275    | 0.359    | 0.209    |
| Hexosas          |       |                 |           |         |                 |        |                  | 1.000         | 1.000    | 0.261    | 0.668 *  |
| Pentoses         |       |                 |           |         |                 |        |                  |               | 1.000    | 1.000    | -0.340   |
| Almidón          |       |                 |           |         |                 |        |                  |               |          | 1.000    | 1.000    |

\* Significativo (0.05)

\*\* Significativo (0.01)

Cuadro 4.21. Matriz de correlación entre germinación, peso seco total y componentes bioquímicos en semillas de soya almacenadas 33 C y 82% HR durante 90 días.

|                  | Germ. | Peso seco total | Proteínas | Cenizas | Extracto etéreo | Fibra  | Carboh. solubles | Acidos grasos | Hexosas | Pentosas  | Almidón |
|------------------|-------|-----------------|-----------|---------|-----------------|--------|------------------|---------------|---------|-----------|---------|
| Germinación      | 1.000 | 0.961 *         | -0.273    | -0.023  | 0.266           | 0.240  | 0.221            | 0.070         | 0.001   | 0.083     | 0.271   |
| Peso seco T.     | 1.000 | 1.000           | -0.263    | -0.003  | 0.305           | 0.295  | 0.282            | -0.034        | 0.055   | 0.102     | 0.293   |
| Proteínas        |       |                 | 1.000     | 0.365   | 0.199           | -0.406 | 0.703 *          | 0.365         | 0.167   | -0.226    | 0.042   |
| Cenizas          |       |                 |           | 1.000   | 0.202           | -0.343 | 0.420            | -0.791 **     | 0.420   | -0.862 ** | -0.281  |
| Ex. etéreo       |       |                 |           |         | 1.000           | 0.576  | 0.602            | -0.197        | -0.594  | -0.263    | 0.420   |
| Fibra            |       |                 |           |         |                 | 1.000  | 0.005            | 0.109         | -0.236  | 0.207     | 0.129   |
| Carboh. solubles |       |                 |           |         |                 |        | 1.000            | -0.435        | -0.154  | -0.342    | 0.292   |
| Ac. grasos       |       |                 |           |         |                 |        |                  | 1.000         | 0.244   | 0.789 **  | 0.242   |
| Hexosas          |       |                 |           |         |                 |        |                  |               | 1.000   | 0.691 *   | 0.328   |
| Pentosas         |       |                 |           |         |                 |        |                  |               |         | 1.000     | 0.470   |
| Almidón          |       |                 |           |         |                 |        |                  |               |         |           | 1.000   |

\* Significativo (0.05)

\*\* Significativo (0.010)

significativa y positiva entre proteínas y carbohidratos solubles debido a que proteínas se degradó y liberó sus monosacáridos y disacáridos, en tanto que carbohidratos solubles, actuando como sustancia de reserva, pudo disminuir al degradarse sus moléculas.

Luego se produjo correlación altamente significativa y negativa entre extracto etéreo y ácidos grasos, puesto que el contenido del primero disminuyó al sufrir degradación y liberó ácidos grasos que a su vez contribuyeron a aumentar el contenido de ácidos grasos libres por la oxidación de éstos. Otra correlación altamente significativa negativa entre extracto etéreo y pentosas se dió porque extracto etéreo disminuyó al degradarse y liberó moléculas de pentosas que tendieron a aumentar el nivel de las mismas. Hubo correlación altamente significativa positiva porque ácidos grasos disminuyó por degradaciones que sufrió y liberó pentosas, pero también pentosas, en su condición de sustancias de reserva, se degradaron y se perdieron como energía. Por último, se produjo correlación significativa positiva entre hexosas y pentosas porque hexosas se transformó a pentosas y ambas se degradaron para ser liberadas como energía.

En el ambiente no controlado se produjeron también correlaciones entre componentes fisiológicos y bioquímicos que fueron las siguientes (Cuadro 4.22): a los 45 días hubo

Cuadro 4.22. Matriz de correlación entre germinación, peso seco total y componentes bioquímicos en semillas de soya almacenadas 22 C y 642 HR durante 45 días.

|                  | Germinación | Peso seco total | Proteínas | Cenizas   | Extracto etéreo | Fibra    | Carboh. solubles | Acidos grasos | Hexosas  | Pentosas  | Almidón |
|------------------|-------------|-----------------|-----------|-----------|-----------------|----------|------------------|---------------|----------|-----------|---------|
| Germinación      | 1.000       | 0.324           | 0.558     | 0.240     | 0.393           | -0.429   | 0.154            | -0.332        | -0.379   | -0.633    | -0.298  |
| Peso seco T.     |             | 1.000           | -0.393    | -0.814 ** | -0.167          | 0.248    | 0.457            | 0.282         | 0.372    | 0.509     | 0.310   |
| Proteínas        |             |                 | 1.000     | 0.713 **  | -0.459          | -0.679 * | -0.050           | -0.631        | -0.578   | -0.761 *  | -0.135  |
| Cenizas          |             |                 |           | 1.000     | 0.356           | -0.411   | -0.331           | -0.425        | -0.701 * | -0.879 ** | -0.445  |
| Ex. etéreo       |             |                 |           |           | 1.000           | 0.060    | -0.507           | -0.613        | 0.038    | -0.536    | 0.033   |
| Fibra            |             |                 |           |           |                 | 1.000    | -0.108           | 0.747 *       | 0.236    | 0.161     | 0.091   |
| Carboh. solubles |             |                 |           |           |                 |          | 1.000            | 0.498         | -0.115   | 0.307     | 0.001   |
| Ac. grasos       |             |                 |           |           |                 |          |                  | 1.000         | -0.047   | 0.522     | 0.602   |
| Hexosas          |             |                 |           |           |                 |          |                  |               | 1.000    | 0.657     | 0.545   |
| Pentosas         |             |                 |           |           |                 |          |                  |               |          | 1.000     | 1.000   |
| Almidón          |             |                 |           |           |                 |          |                  |               |          |           | 1.000   |

\* Significativo (0.05)

\*\* Significativo (0.01)

correlación altamente significativa negativa entre peso seco total y cenizas, pues peso seco total tendió a disminuir por los procesos de degradación, en los que se formaron compuestos inorgánicos para acumularse y aumentar los niveles de cenizas. Entre proteínas y fibra hubo correlación significativa y negativa y se debió a que proteínas se degradó y liberó monosacáridos y disacáridos que tendieron a incrementar el contenido de carbohidratos estructurales y de fibra.

De similar manera se dio correlación significativa negativa entre proteínas y pentosas, debido a que proteínas se degradaron y en las interacciones con las biomoléculas se produjeron pentosas, las que luego pasaron a incrementar el contenido de pentosas.

Hubo también correlación significativa negativa entre cenizas y hexosas, puesto que cenizas aumentó a expensas de la degradación de hexosas en forma general, una disminución en el contenido de compuestos orgánicos, por ejemplo monosacáridos en forma global, disminuye las cenizas. Del mismo tipo fue la correlación altamente significativa negativa de cenizas con pentosas. Finalmente, se produjo correlación significativa positiva entre fibra y ácidos grasos, dado que fibra y ácidos grasos pudieron disminuir juntos sus contenidos por la degradación por deterioro y liberar sus componentes destinándolos a la

liberación de energía.

En el ambiente no controlado, a los 90 días (Cuadro 4.23) se produjeron las siguientes correlaciones: hubo correlación altamente significativa positiva entre germinación y ácidos grasos, puesto que germinación disminuyó y se produjo también la liberación de ácidos grasos con el deterioro, los que, o pasaron a integrar otros componentes, o bien se siguieron degradando hasta liberar energía. Se produjo correlación significativa negativa entre proteínas y pentosas, dado que proteínas se degradó y disminuyó, liberando pentosas que pasaron a aumentar el contenido de las mismas. Otra correlación significativa positiva se dio entre cenizas y fibra, puesto que ambas tendieron a disminuir con el deterioro, en la medida que fibra pudo perder compuestos orgánicos que se volatilizaron y no permitir liberación de compuestos inorgánicos que aumenten el contenido de cenizas.

En el ambiente no controlado, a los 135 días, no hubo correlaciones significativas, lo cual podría indicar que los procesos bioquímicos estuvieron dentro de un nivel de equilibrio. (Cuadro 4.24).

En el mismo ambiente, a los 180 días, se dieron las siguientes correlaciones: se dio correlación altamente significativa negativa entre proteínas y extracto etéreo,

Cuadro 4.23. Matriz de correlación entre germinación y componentes bioquímicos en semillas de soya almacenadas a 22 C y 64% HR durante 90 días.

|                  | Gern. | Peso seco total | Proteínas | Cenizas | Extracto etéreo | Fibra   | Carboh. solubles | Acidos grasos | Hexosas | Pentosas | Almidón |
|------------------|-------|-----------------|-----------|---------|-----------------|---------|------------------|---------------|---------|----------|---------|
| Germinación      | 1.000 | 0.333           | -0.151    | 0.189   | 0.164           | -0.112  | 0.332            | 0.824         | 0.044   | -0.027   | 0.221   |
| Peso seco T.     |       | 1.000           | -0.489    | -0.212  | -0.187          | -0.502  | 0.345            | 0.043         | 0.751 * | 0.115    | 0.187   |
| Proteínas        |       |                 | 1.000     | -0.316  | 0.537           | -0.068  | -0.509           | 0.130         | -0.541  | -0.769 * | 0.170   |
| Cenizas          |       |                 |           | 1.000   | -0.246          | 0.677 * | -0.004           | 0.099         | -0.309  | 0.327    | -0.107  |
| Ex. etéreo       |       |                 |           |         | 1.000           | -0.407  | -0.009           | 0.282         | -0.139  | -0.591   | -0.116  |
| Fibra            |       |                 |           |         |                 | 1.000   | -0.213           | 0.008         | -0.385  | 0.502    | 0.009   |
| Carboh. solubles |       |                 |           |         |                 |         | 1.000            | 0.393         | 0.311   | 0.333    | 0.586   |
| Ac. grasos       |       |                 |           |         |                 |         |                  | 1.000         | 0.005   | -0.228   | 0.205   |
| Hexosas          |       |                 |           |         |                 |         |                  |               | 1.000   | 0.163    | 0.318   |
| Pentosas         |       |                 |           |         |                 |         |                  |               |         | 1.000    | 0.333   |
| Almidón          |       |                 |           |         |                 |         |                  |               |         |          | 1.000   |

\* Significativo (0.05)

\*\* Significativo (0.01)

Cuadro 4.24. Matriz de correlación entre germinación y componentes bioquímicos en semillas de sojas a 22 C y 64% HR durante 135 días.

|                  | Germinación | Peso seco total | Proteínas | Cenizas | Ex. etéreo | Fibra  | Carboh. solubles | Acidos grasos | Hexosas | Pentosas | Almidón |
|------------------|-------------|-----------------|-----------|---------|------------|--------|------------------|---------------|---------|----------|---------|
| Germinación      | 1.000       | 0.495           | 0.389     | 0.109   | 0.167      | 0.280  | 0.165            | -0.232        | -0.624  | -0.268   | -0.212  |
| Peso seco T.     |             | 1.000           | 0.636     | -0.205  | -0.131     | -0.033 | -0.043           | -0.086        | 0.091   | -0.111   | 0.269   |
| Proteínas        |             |                 | 1.000     | -0.244  | 0.258      | -0.488 | -0.419           | -0.582        | 0.185   | -0.085   | 0.153   |
| Cenizas          |             |                 |           | 1.000   | 0.568      | 0.147  | 0.184            | -0.083        | -0.364  | 0.473    | 0.277   |
| Ex. etéreo       |             |                 |           |         | 1.000      | -0.331 | 0.216            | -0.211        | 0.060   | 0.648    | 0.062   |
| Fibra            |             |                 |           |         |            | 1.000  | 0.203            | 0.495         | -0.264  | -0.507   | -0.208  |
| Carboh. solubles |             |                 |           |         |            |        | 1.000            | 0.713         | -0.246  | 0.202    | -0.369  |
| Ac. grasos       |             |                 |           |         |            |        |                  | 1.000         | 0.207   | -0.085   | -0.168  |
| Hexosas          |             |                 |           |         |            |        |                  |               | 1.000   | 0.252    | 0.337   |
| Pentosas         |             |                 |           |         |            |        |                  |               |         | 1.000    | 0.456   |
| Almidón          |             |                 |           |         |            |        |                  |               |         |          | 1.000   |

\* Significativo (0.05)

\*\* Significativo (0.01)

debido a que proteínas pudo disminuir liberando monosacáridos y disacáridos que al degradarse producen acetil-coenzima A y éste en el proceso de síntesis, producir ácidos grasos que constituyen aceites y fosfolípidos, principales constituyentes del extracto etéreo. Otra correlación altamente significativa negativa se produjo entre cenizas y pentosas a causa de que cenizas incrementó sus niveles (compuestos inorgánicos) a expensas del contenido de pentosas, las que se degradaron. Finalmente, se dio la correlación significativa negativa entre extracto etéreo y hexosas puesto que extracto etéreo se degradó y produjo liberación de hexosas, las que contribuyeron a incrementar el nivel de las mismas. (Cuadro 4.25).

Comparando el número de correlaciones que se dieron en los dos ambientes, se observa que en el ambiente controlado, con mayor humedad relativa del aire y más elevada temperatura, se produjeron más correlaciones que en el ambiente no controlado, lo cual podría indicar que hubo en ese ambiente mayor cantidad e intensidad de reacciones.

#### Análisis de Senderos

Con el objetivo de establecer efectos directos e indirectos de los componentes bioquímicos sobre germinación, se llevaron a cabo los siguientes coeficientes

Cuadro 4.25. Matriz de correlación entre germinación y componentes bioquímicos en semillas de soya almacenadas a 22 C y 64% HR durante 180 días

|                  | Germ. | Peso seco total | Proteínas | Cenizas | Extracto etéreo | Fibra  | Carboh. solubles | Acidos grasos | Hexosas   | Pentosas  | Almidón |
|------------------|-------|-----------------|-----------|---------|-----------------|--------|------------------|---------------|-----------|-----------|---------|
| Germinación      | 1.000 | 0.582           | -0.555    | 0.376   | 0.537           | -0.185 | -0.196           | -0.348        | -0.103    | -0.281    | 0.267   |
| Peso seco T.     |       | 1.000           | 0.039     | 0.170   | 0.136           | 0.265  | 0.118            | 0.080         | 0.325     | 0.061     | 0.645   |
| Proteínas        |       |                 | 1.000     | -0.138  | -0.814 **       | 0.461  | 0.144            | 0.214         | 0.621     | -0.259    | -0.063  |
| Cenizas          |       |                 |           | 1.000   | 0.146           | -0.104 | 0.147            | -0.066        | -0.458    | -0.874 ** | -0.303  |
| Ex. etéreo       |       |                 |           |         | 1.000           | -0.431 | -0.345           | -0.071        | -0.738 ** | 0.160     | -0.011  |
| Fibra            |       |                 |           |         |                 | 1.000  | -0.143           | -0.145        | 0.999     | -0.132    | -0.185  |
| Carboh. solubles |       |                 |           |         |                 |        | 1.000            | -0.349        | 0.011     | -0.076    | 0.322   |
| Ac. grasos       |       |                 |           |         |                 |        |                  | 1.000         | -0.244    | -0.101    | 0.406   |
| Hexosas          |       |                 |           |         |                 |        |                  |               | 1.000     | 0.120     | 0.257   |
| Pentosas         |       |                 |           |         |                 |        |                  |               |           | 1.000     | 0.200   |
| Almidón          |       |                 |           |         |                 |        |                  |               |           |           | 1.000   |

\* Significativo (0.05)

\*\* Significativo (0.01)

de senderos en ambiente controlado: en ambiente controlado (Cuadro 4.26), a los 45 días hubo resultados con valores muy altos, en los cuales no se pudo establecer la causa. Los efectos directos más importantes fueron los de hexosas (9.3298), fibra (-6.1271), carbohidratos solubles (-6.0601), extracto etéreo (5.1578), cenizas (-4.0024) y proteínas (3.6071), en tanto que el más bajo efecto fue de almidón (0.6578).

Por otra parte, se dieron efectos indirectos también elevados en cuanto a germinación (Figura 4.39) como el efecto de proteínas a través de fibra (3.4679) y de proteínas a través de hexosas (-4.7208), de extracto etéreo a través de fibra y hexosas (3.6701 y -6.6428, respectivamente), fibra a través de hexosas (9.0405) y el de almidón a través de hexosas y fibra (6.2323 y -4.2399, respectivamente).

Estos efectos entre compuestos de carbono se debieron a que el almidón, siendo una importante sustancia de reserva, debería ejercer su influencia aún en forma indirecta, pues sus compuestos carbonados tienen estrecha relación con otros compuestos para liberar componentes degradados y energía ante la intensa respiración que se produce en el ambiente controlado. El residual fue 0.0282, con lo que las variables en estudio resultaron suficientes.

Cuadro 4.26. Efectos directos e indirectos de un análisis de sendero entre germinación y componentes bioquímicos de semillas de soya bajo condición de 33 C y 82% HT, a los 45 días de almacenamiento.

|          | Proteína | Cenizas   | Ex. et.   | Fibra      | Ca. sol.   |
|----------|----------|-----------|-----------|------------|------------|
| Proteína | 3.6071 * | -2.9137   | 0.8871    | 3.4679     | -0.2484    |
| Cenizas  | 2.6259   | -4.0024 * | -0.2321   | 2.1873     | 2.3513     |
| Ex. et.  | 0.6204   | 0.1801    | 5.1578 ** | 3.6701     | -1.9452    |
| Fibra    | -2.0416  | 1.4288    | -3.0895   | -6.1271 ** | 0.2969     |
| Ca. Sol. | 0.1478   | 1.5529    | 1.6556    | 0.3002     | -6.0601 ** |
| Ac. gra. | 1.0208   | -0.0800   | -2.1611   | -0.6678    | -0.7875    |
| Hexosas  | -1.8251  | 1.2647    | -3.6723 * | -5.9371 ** | -0.0242    |
| Pentosas | 1.3995   | -0.1801   | -2.1559   | -1.0722    | 0.4242     |
| Almidón  | -1.8576  | 0.7444    | -1.9960   | -4.2399    | -0.9696    |

|          | Ac. gra. | Hexosas    | Pentosas | Almidón | Ger.    |
|----------|----------|------------|----------|---------|---------|
| Proteína | 0.8398   | -4.7208 *  | -0.6647  | -0.3387 | -0.0845 |
| Cenizas  | 0.0593   | -2.9482    | -0.0770  | -0.1223 | -0.1591 |
| Ex. et.  | -1.2434  | -6.6428 ** | 0.7161   | -0.2545 | 0.2584  |
| Fibra    | 0.3234   | 9.0405 **  | -0.2998  | 0.4551  | -0.0130 |
| Ca. Sol. | 1.8548   | 0.0373     | 0.1199   | 0.1052  | -0.2861 |
| Ac. gra. | 2.9677   | 2.5656     | -0.6150  | 0.1374  | -0.6199 |
| Hexosas  | 0.8161   | 9.3298 **  | -0.4471  | 0.4394  | -0.0560 |
| Pentosas | 1.0654   | 1.6520     | -1.7132  | -0.2236 | -0.0209 |
| Almidón  | 0.6202   | 6.2300 **  | 0.5824   | 0.6578  | -0.2260 |

En el ambiente controlado, a los 90 días (Cuadro 4.27) hubo en los resultados efectos más coherentes no tan elevados, proteínas tuvo el efecto directo más importante (-1.7214) y los carbohidratos afectaron en forma positiva (1.3770). Otros efectos directos de significancia fueron los de pentosas y almidón (con 0.9559 y 0.9464, respectivamente). El más bajo fue de ácidos grasos (0.0399).

En cuanto a los efectos indirectos (Figura 4.40), proteínas incidó sobre germinación a través de carbohidratos solubles (0.800), ya que la permanente degradación de proteínas pudo liberar en un momento dado monosacáridos y disacáridos y a su vez, también carbohidratos solubles, degradándose liberando tales monosacáridos y disacáridos y tales compuestos se degradaron y liberaron energía. Cenizas actuó en forma indirecta a través de pentosas (0.824), ya que pudieron aumentar a expensas de la degradación de éstas y afectar la germinación. Extracto etéreo actuó a través de carbohidratos solubles con menor significancia (0.684), ácidos grasos a través de pentosas (0.754) y finalmente hexosas a través de pentosas (0.660). Todas estas influencias, tanto directas como indirectas, ejercidas en forma muy dinámica, revelan que, al igual que con correlaciones, ha habido en esta condición de deterioro casi total una constante transformación de unos para

Cuadro 4.27. Efectos directos e indirectos de un análisis de sendero entre germinación y componentes bioquímicos de semillas de soya bajo condición de 33 C y 82% HT, a los 90 días de almacenamiento.

|          | Proteína   | Cenizas | Ex. et. | Fibra   | Ca. sol. |
|----------|------------|---------|---------|---------|----------|
| Proteína | -1.7214 ** | -0.0740 | -0.0397 | 0.0891  | 0.8000   |
| Cenizas  | -0.6280    | -0.2038 | -0.0410 | 0.0750  | 0.4780   |
| Ex. et.  | -0.3430    | -0.0400 | -0.1992 | -0.1260 | 0.6840   |
| Fibra    | 0.6997     | 0.0690  | -0.1140 | -0.2194 | -0.0050  |
| Ca. Sol. | -1.2104 *  | -0.0856 | -0.1198 | 0.0010  | 1.3770 * |
| Ac. gra. | 0.6283     | 0.1611  | 0.1588  | -0.0239 | -0.4964  |
| Hexosas  | -0.2867    | 0.0856  | 0.1182  | -0.0518 | -0.1754  |
| Pentosas | 0.3897     | 0.1755  | 0.0524  | -0.0455 | -0.3888  |
| Almidón  | -0.6918    | 0.5730  | -0.0834 | -0.0283 | 0.3318   |

|          | Ac. gra. | Hexosas | Pentosas  | Almidón  | Ger.    |
|----------|----------|---------|-----------|----------|---------|
| Proteína | -0.0140  | 0.0913  | 0.2160    | 0.3800   | -0.2730 |
| Cenizas  | -0.0310  | -0.2300 | -0.8240 * | -0.2660  | 0.2660  |
| Ex. et.  | -0.0310  | -0.3250 | 0.2510    | 0.3970   | -0.0230 |
| Fibra    | 0.0040   | -0.1290 | -0.1980   | 0.1220   | 0.2400  |
| Ca. Sol. | -0.0174  | -0.0845 | 0.3267    | 0.2760   | 0.2210  |
| Ac. gra. | 0.0399   | 0.1338  | 0.7542 *  | 0.2290   | 0.0770  |
| Hexosas  | 0.0097   | 0.5483  | 0.6602    | 0.3100   | 0.0010  |
| Pentosas | 0.0314   | 0.3780  | -0.9559 * | 0.4452   | 0.0830  |
| Almidón  | 0.0096   | 0.1796  | -0.4497   | 0.9464 * | 0.2710  |

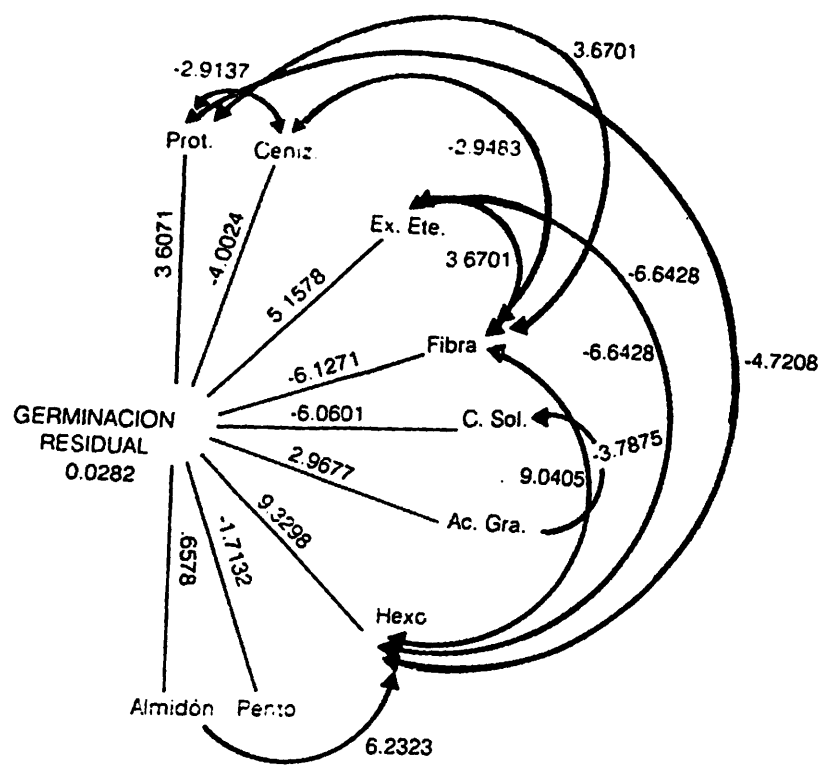


Figura 4.39 Diagrama causal entre germinación y componentes bioquímicos para nueve variedades de soya en ambiente controlado a los 45 días de almacenamiento.

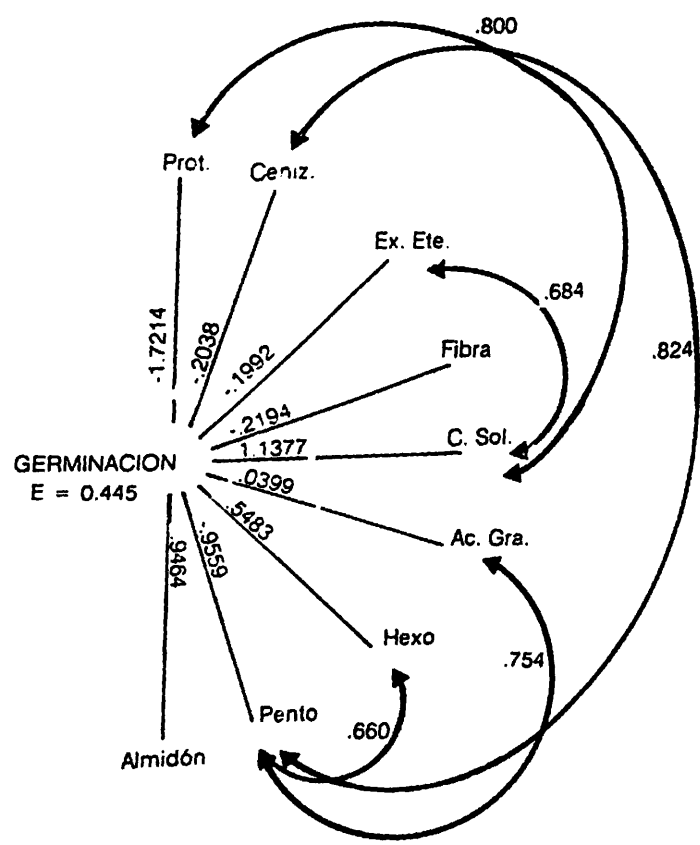


Figura 4.40 Diagrama causal entre germinación y componentes bioquímicos para nueve variedades de soya en ambiente controlado a los 90 días de almacenamiento.

afectar a otros. Proteínas, por ejemplo, afectó decisivamente a la germinación, ya sea aumentando a unos, eliminando compuestos orgánicos que pudieron volatilizarse y perderse y a veces aumentando. En algunos genotipos ha habido, desde cero a 90 días, aumentos en el nivel de proteínas, y en la mayoría de los casos, ha sido la disminución de las mismas la que marcó la constante de las bajas en germinación.

El efecto directo y negativo de proteínas a los 90 días en ambiente controlado pudo originarse porque existen otros compuestos que contienen nitrógeno, como los fosfolípidos, ácidos nucleicos y vitaminas. Fosfolípidos forma parte de extracto etéreo, mientras que ácidos nucleicos, vitaminas y hormonas no fueron considerados en este estudio. Estos componentes aportarían compuestos nitrogenados durante el almacenamiento, lo que contribuiría a elevar el contenido de proteínas en exceso, afectando negativamente a la germinación.

El efecto directo y positivo de carbohidratos solubles sobre germinación se explica porque éstos están constituidos por monosacáridos y disacáridos, los cuales sufren transformaciones (glucólisis) por acción de enzimas hidrolíticas hasta conformar ácido pirúvico; éste se transforma luego por la acción de la coenzima A en acetil-coenzima A, que entra al ciclo de Krebs, sufre

transformaciones, se produce luego un transporte de electrones e hidrógeno y una liberación de energía bajo la forma de ATP. En esta ocasión los carbohidratos solubles cumplen una función más relevante que el almidón, porque actúan como sustancias de reserva y llegan a producir degradación y liberación de energía en forma más directa que el almidón.

Cenizas, que estableció efectos indirectos sobre germinación a través de pentosas, son componentes inorgánicos que se encuentran en la semilla, y cuando las sustancias orgánicas se degradaron, pudieron ser pentosas, ya que éstas sufrieron degradación que afectaron el nivel de cenizas, repercutiendo en la germinación.

Otro efecto indirecto, el de ácidos grasos a través de pentosas, fue porque hubo transformación y degradación de los primeros, liberando ácidos grasos de bajo peso molecular que pudieron formar pentosas, y éstas a su vez se degradaron en forma importante para afectar la germinación por no existir suficiente energía.

Estos efectos se produjeron con la semilla deteriorada y se sugiere que los mismos fueron deletéreos y causados por las condiciones del ambiente controlado, sumamente adversas y culpables también del deterioro.

El residuo (0.445) se considera bajo y se puede decir que en este período y estas condiciones, las variables que intervinieron resultaron suficientes para explicar los fenómenos que se produjeron.

En el ambiente no controlado, a los 45 días hubo efectos directos significativos por parte de pentosas (-2.7548), cenizas (-1.8084) y almidón (0.8620). En el primer caso, pentosas sufrió aumentos por degradación de otros componentes, contribuyendo de esta forma a disminuir germinación, en tanto que cenizas también sufrió aumentos a expensas de la degradación de los compuestos orgánicos, por lo que también fue afectada la germinación. Almidón, por su parte, se degradó como sustancia de reserva, se liberó energía y bajó también la germinación (Cuadro 4.28).

Entre los efectos indirectos a los 45 días en ambiente no controlado (Figura 4.41), fueron importantes los de proteínas a través de cenizas (1-.2893), porque proteínas disminuyó por degradación y que incrementó el contenido de inorgánicos, por lo tanto, el contenido de cenizas. Proteínas a través de pentosas (2.0964) porque ambas se degradaron y disminuyeron su contenido, disminuyendo la germinación. Cenizas a través de pentosas (2.4214), debido a que cenizas aumentó su contenido y se formaron cantidades de pentosas por degradación de otros componentes, luego esas pentosas aumentaron su contenido,

Cuadro 4.28. Efectos directos e indirectos de un análisis de sendero entre germinación y componentes bioquímicos de semillas de soya bajo condición de 22 C y 64% HR a los 45 días de almacenamiento.

|          | Proteína | Cenizas    | Ex. et.    | Fibra   | Ca. sol. |
|----------|----------|------------|------------|---------|----------|
| Proteína | -0.3692  | -1.2893 *  | -0.0073    | 0.4511  | 0.0042   |
| Cenizas  | -0.2632  | -1.8084 ** | -0.0057    | 0.2730  | 0.0282   |
| Ex. et.  | -0.0169  | -0.6437    | -0.0161    | -0.0398 | 0.0432   |
| Fibra    | -0.2506  | 0.7432     | -0.0009    | -0.6644 | 0.0092   |
| Ca. Sol. | 0.1840   | 0.5985     | 0.0081     | 0.0717  | -0.0854  |
| Ac. gra. | 0.2329   | 0.7703     | 0.0098     | -0.3149 | -0.0425  |
| Hexosas  | 0.2133   | 1.2676 *   | -0.0006    | -0.1567 | 0.0098   |
| Pentosas | 0.2809   | 1.5895 **  | 0.0086     | -0.3062 | -0.0262  |
| Almidón  | 0.0498   | 0.8047     | -0.0005    | -0.0604 | 0.0008   |
|          | Ac. gra. | Hexosas    | Pentosas   | Almidón | Ger.     |
| Proteína | -0.4362  | 0.2248     | 2.0964 **  | -0.1163 | 0.5580   |
| Cenizas  | -0.2945  | 0.2726     | 2.4214 **  | -0.3835 | 0.2400   |
| Ex. et.  | -0.4328  | -0.0147    | 1.4760 **  | 0.0284  | 0.2930   |
| Fibra    | 0.5164   | -0.0918    | -1.2699 *  | 0.0784  | -0.4290  |
| Ca. Sol. | 0.3443   | 0.0447     | -0.8457 *  | -0.0086 | 0.1540   |
| Ac. gra. | 0.6914   | 0.0182     | -1.4380 *  | -0.2594 | -0.3320  |
| Hexosas  | -0.0323  | -0.3890    | -1.8099 *  | 0.5489  | -0.3790  |
| Pentosas | 0.3609   | -0.2555    | -2.7548 ** | 0.4697  | -0.6330  |
| Almidón  | -0.2081  | -0.2341    | -1.5013 *  | 0.8620  | -0.2880  |

pero también pudieron bajar su contenido al volatilizarse por lo que bajaron ambas. Con extracto etéreo, que actuó a través de pentosas (1.4765) se dio que extracto etéreo bajó su contenido y aumentó pentosas, pero éstas, al degradarse, bajan también su contenido; de ahí en más, se produjeron efectos indirectos significativos y altamente significativos pero negativos de fibra a través de pentosas (-1.2699); carbohidratos solubles a través de pentosas (-0.8457); ácidos grasos a través de pentosas (-1.4380); hexosas a través de pentosas (-1.8099) y almidón a través de pentosas (-1.5013); como se puede observar, todos estos compuestos sufrieron degradación con liberación de pentosas, las que tendieron a aumentar su contenido; aunque también algunos de ellos (fibra, carbohidratos solubles) pudieron aumentar su contenido y disminuir pentosas (Figura 4.28).

Pentosas fue en este muestreo el elemento que más incidió en forma directa e indirecta, pues este componente pudo haber sufrido intensa actividad y transformaciones que afectaron a la germinación, puesto que sirvió de instrumento de otros componentes y actuó de forma directa.

El valor del residual cuadrado (se elevó al cuadrado por ser demasiado pequeño y negativo) fue de 0.0015, lo que indica la suficiencia de las variables en estudio.

A los 90 días en esta misma condición (Cuadro 4.29) los efectos directos señalaron que fibra (-1.6885); carbohidratos solubles (-1.4892); ácidos grasos (1.8547) y pentosas (1.4211) fueron los más significativos, en tanto que extracto etéreo fue el menos significativo (-0.4295). El efecto directo de fibra se produjo porque la germinación disminuyó, pero fibra aumentó pues hubo monosacáridos (hexosas y pentosas) libres que pudieron en reacciones de síntesis formar estos carbohidratos estructurales. También tuvo efecto directo importante, pues aumentaron los niveles de carbohidratos al producirse reacciones que originaron liberación de monosacáridos y disacáridos que pasaron a conformar e incrementar dicho contenido. La germinación, por su parte, disminuyó.

Acidos grasos tuvo disminuciones porque degradaron sus moléculas, liberaron energía y la disminución también se produjo en germinación. Pentosas también fue objeto de reacciones y liberación de energía, disminuyendo su contenido y el de la germinación (Figura 4.42).

Entre los efectos indirectos importantes se produjo el de cenizas a través de fibra (-1.143) puesto que cenizas aumentó su contenido a expensas de la degradación de los carbohidratos estructurales que componen la fibra, los cuales originaron compuestos inorgánicos que aumentaron las cenizas para que disminuya la fibra. Proteínas también

Cuadro 4.29. Efectos directos e indirectos de un análisis de sendero entre germinación y componentes bioquímicos de semillas de soya bajo condición de 22 C y 64% HR, a los 90 días de almacenamiento.

|          | Proteína | Cenizas | Ex. et. | Fibra   | Ca. sol. |
|----------|----------|---------|---------|---------|----------|
| Proteína | 0.7764   | -0.2810 | -0.2360 | 0.1140  | 0.7580   |
| Cenizas  | -0.2450  | 0.8914  | 0.1080  | -1.1430 | 0.0050   |
| Ex. et.  | 0.4169   | -0.2192 | -0.4395 | 0.6872  | 0.0134   |
| Fibra    | -0.0527  | 0.6034  | 0.1788  | -1.6885 | 0.3171   |
| Ca. Sol. | -0.3950  | -0.0030 | 0.0030  | 0.3590  | -1.4892  |
| Ac. gra. | 0.1000   | 0.0880  | -0.1230 | -0.0130 | -0.5850  |
| Hexosas  | -0.4200  | -0.2750 | 0.0610  | 0.6050  | -0.4640  |
| Pentosas | -0.5970  | 0.2910  | 0.2590  | -0.8470 | -0.4950  |
| Almidón  | 0.1319   | -0.0953 | 0.0509  | 0.0151  | 0.8726   |

|          | Ac. gra. | Hexosas | Pentosas | Almidón | Ger.    |
|----------|----------|---------|----------|---------|---------|
| Proteína | 0.2410   | -0.2890 | -1.0920  | -0.1410 | -0.1510 |
| Cenizas  | 0.1830   | -0.1650 | 0.4640   | 0.0880  | 0.1890  |
| Ex. et.  | 0.5230   | -0.0743 | -0.8398  | 0.0964  | 0.1640  |
| Fibra    | 0.0148   | -0.2060 | 0.7133   | 0.0074  | -0.1120 |
| Ca. Sol. | 0.2780   | 0.1660  | 0.4730   | 0.4870  | 0.3320  |
| Ac. gra. | 1.8547   | -0.0020 | -0.3240  | -0.1700 | 0.8240  |
| Hexosas  | -0.0090  | 0.5351  | 0.2310   | -0.2640 | 0.0440  |
| Pentosas | -0.4220  | 0.0870  | 1.4211   | 0.2760  | -0.0270 |
| Almidón  | 0.3800   | 0.1701  | -0.4732  | -0.8316 | 0.2210  |

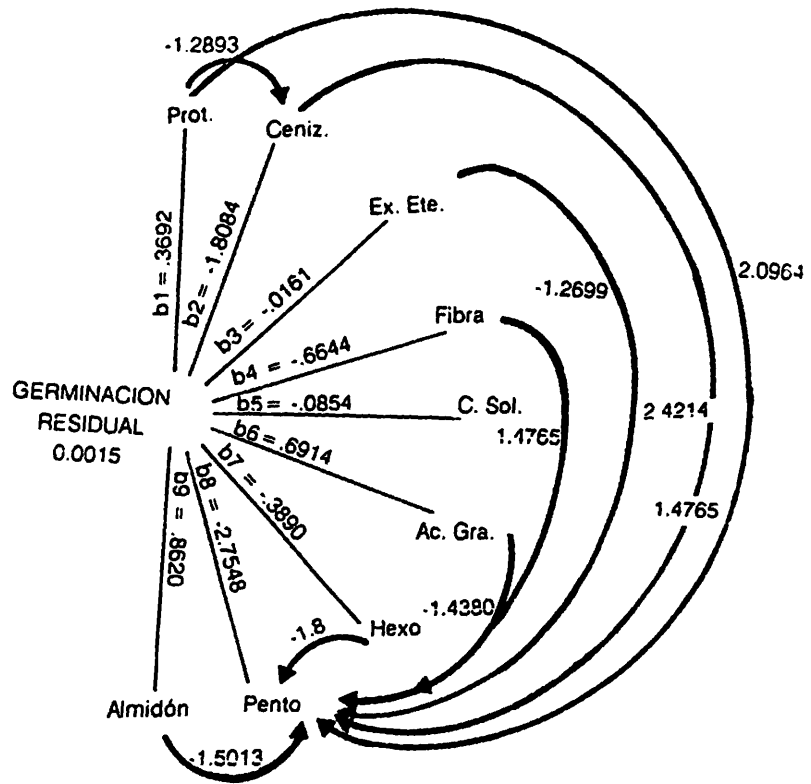


Figura 4.41 Diagrama causal entre germinación y componentes bioquímicos para nueve variedades de soya en ambiente no controlado a los 45 días de almacenamiento.

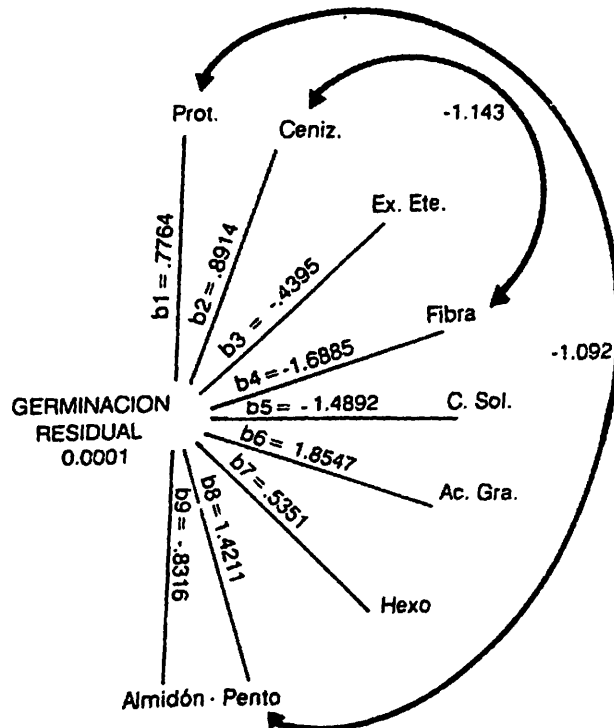


Figura 4.42 Diagrama causal entre germinación y componentes bioquímicos de nueve variedades de soya en ambiente no controlado a los 90 días de almacenamiento.

ejerció efecto a través de pentosas (-1.092), puesto que proteínas sufrió degradación a través de hidrólisis y en presencia de enzimas, liberando pentosas que aumentaron su contenido y afectaron la germinación.

El residual fue de 0.0001, resultando demasiado pequeño para los 45, 90 y 135 días desde cero días, los valores fueron de 4.72, 0.072 y 6.73 por ciento, respectivamente y resultan suficientes las variables en estudio para explicar estos fenómenos.

En el ambiente no controlado a los 135 días se produjeron los siguientes efectos directos importantes: carbohidratos (1.1383) actuaron directamente a través de su degradación liberando compuestos hidrocarbonados que se perdieron como energía o de algunas reacciones, integraron otros componentes y disminuyó la germinación. Ácidos grasos (-1.1165) se liberaron de las degradaciones, aumentaron su contenido y disminuyó la germinación, y por último fibra (0.9591) disminuyó su contenido por las degradaciones que sufrieron sus carbohidratos estructurales por hidrólisis y enzimas (celulasas) liberando monosacáridos y disacáridos, en tanto que germinación también disminuyó, dado que las semillas, al no poseer tanta cantidad de celulosas y hemicelulosas en su constitución, tendieron a ser más susceptibles al deterioro, o sea a la temperatura y humedad relativa del

Cuadro 4.30. Efectos directos e indirectos de un análisis de sendero entre germinación y componentes bioquímicos de semilla de soya bajo condición de 22 C y 64% HR, a los 135 días de almacenamiento.

|          | Proteína | Cenizas | Ex. et. | Fibra   | Ca. sol. |
|----------|----------|---------|---------|---------|----------|
| Proteína | 0.5133   | 0.1130  | 0.0416  | -0.4680 | -0.4769  |
| Cenizas  | -0.1252  | -0.4663 | 0.0917  | 0.1409  | 0.2094   |
| Ex. et.  | 0.1320   | -0.2640 | 0.1616  | -0.3160 | 0.2450   |
| Fibra    | -0.2500  | -0.0680 | -0.0530 | 0.9591  | 0.2310   |
| Ca. Sol. | -0.2150  | -0.0850 | 0.0340  | 0.1940  | 1.1383   |
| Ac. gra. | -0.2987  | 0.0387  | -0.0340 | 0.4747  | 0.8116   |
| Hexosas  | 0.0940   | 0.1690  | 0.0090  | -0.2530 | 0.2800   |
| Pentosas | -0.0430  | -0.2200 | 0.1040  | -0.4860 | 0.2290   |
| Almidón  | 0.0785   | -0.1290 | 0.0100  | -0.1994 | -0.4200  |

|          | Ac. gra. | Hexosas | Pentosas | Almidón | Ger.    |
|----------|----------|---------|----------|---------|---------|
| Proteína | 0.6498   | -0.0450 | 0.0044   | 0.0560  | 0.3890  |
| Cenizas  | 0.9260   | 0.0880  | -0.0250  | 0.1016  | 0.1090  |
| Ex. et.  | 0.2350   | -0.0140 | -0.0340  | 0.0220  | 0.1670  |
| Fibra    | -0.5520  | 0.0640  | 0.0260   | -0.0760 | 0.2800  |
| Ca. Sol. | -0.7960  | 0.0600  | -0.0100  | -0.1350 | 0.1850  |
| Ac. gra. | -1.1165  | -0.0500 | 0.0044   | -0.0610 | -0.2320 |
| Hexosas  | -0.2310  | -0.2444 | -0.0130  | 0.1230  | -0.6240 |
| Pentosas | 0.0940   | -0.0610 | -0.0529  | 0.1670  | -0.2680 |
| Almidón  | 0.1870   | -0.0820 | -0.0240  | 0.3671  | -0.2120 |

similar, aumentó su contenido por la degradación de compuestos orgánicos y afectó la germinación. Hexosas (-1.3834) actuó de manera parecida a pentosas, pero en menor medida, y ácidos grasos (-1.7099) también, o sea liberándose como consecuencia del deterioro, luego también disminuyó la germinación. Proteínas (-1.0122), como ya se explicó, pudo haber su contenido y bajar la germinación (Cuadro 4.31).

Los efectos indirectos más importantes los produjeron (Figura 4.44) cenizas a través de pentosas (3.9518) puesto que cenizas y pentosas disminuyeron juntos por las degradaciones que hubo con el deterioro. Hexosas a través de cenizas (2.0282), se dio porque hexosas pudo haberse volatilizado sin degradarse, por lo que no liberó compuestos inorgánicos y no se produjeron cenizas, decreciendo su contenido. Lo mismo pudo ocurrir con pentosas a través de cenizas (3.8704) y de almidón a través de cenizas (1.3418) (Figura 4.44).

#### Alteraciones Citogenéticas

Las observaciones condujeron a la determinación de fenómenos conocidos como aberraciones cromosómicas, o sea anomalías ocurridas en los ápices de las raíces de soya durante la mitosis. Aunque antes y durante las observaciones ocurrieron algunos fenómenos como los que se

Cuadro 4.31. Efectos directos e indirectos de un análisis de sendero entre germinación y componentes bioquímicos de semillas de soya bajo condición de 22 C y 64% HR a los 180 días de almacenamiento.

|          | Proteína | Cenizas | Ex. et. | Fibra   | Ca. sol. |
|----------|----------|---------|---------|---------|----------|
| Proteína | -1.0122  | 0.6111  | -0.0488 | -0.1138 | 0.0974   |
| Cenizas  | 0.1396   | -4.4284 | 0.0087  | 0.0256  | 0.0994   |
| Ex. et.  | 0.8239   | -0.6465 | 0.0600  | 0.1064  | -0.2333  |
| Fibra    | -0.4666  | 0.4605  | -0.2580 | -0.2469 | -0.0967  |
| Ca. Sol. | -0.1457  | -0.6509 | -0.0207 | 0.0353  | 0.6765   |
| Rc. gra. | -0.2166  | 0.2922  | -0.0042 | 0.0358  | 0.2360   |
| Hexosas  | -0.6285  | 2.0282  | -0.0448 | -0.0985 | 0.0074   |
| Pentosas | 0.2621   | 3.8704  | 0.0096  | 0.0325  | -0.0514  |
| Almidón  | 0.0637   | 1.3418  | -0.0006 | 0.4560  | -0.6942  |

|          | Rc. gra. | Hexosas | Pentosas | Almidón | Ger.    |
|----------|----------|---------|----------|---------|---------|
| Proteína | -0.3659  | -0.8590 | 1.1710   | -0.0348 | -0.5550 |
| Cenizas  | 0.1129   | 0.6335  | 3.9518   | -0.1674 | 0.3760  |
| Ex. et.  | 0.1214   | 1.0347  | -0.7234  | -0.0060 | 0.5370  |
| Fibra    | 0.2479   | -0.5519 | 0.5968   | -0.1022 | -0.1850 |
| Ca. Sol. | -0.5967  | -0.0152 | 0.3436   | 0.1779  | -0.1960 |
| Rc. gra. | -1.7099  | 0.3375  | 0.4566   | 0.2243  | -0.3480 |
| Hexosas  | 0.4172   | -1.3834 | -0.5425  | 0.1420  | -0.1030 |
| Pentosas | 0.1726   | -0.1660 | -4.5216  | 0.1105  | -0.2810 |
| Almidón  | -0.6942  | -0.3555 | -0.9043  | 0.5526  | 0.2670  |

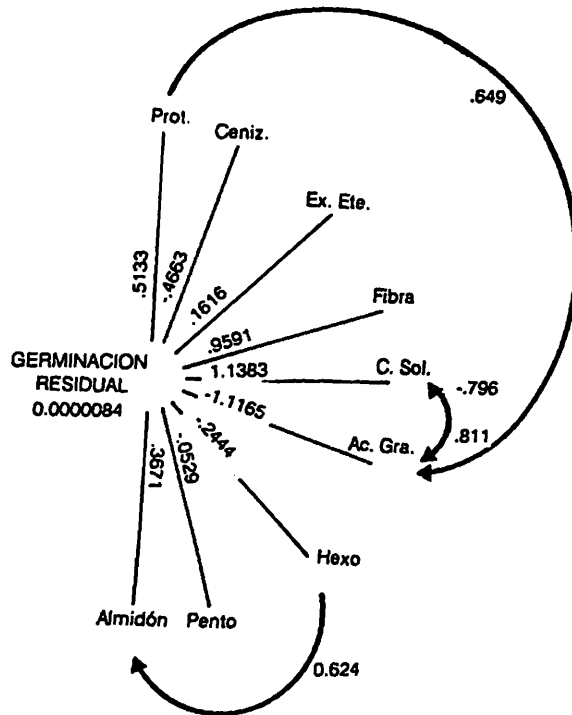


Figura 4.43 Diagrama causal entre germinación y componentes bioquímicos de nueve variedades de soja en ambiente no controlado a los 135 días de almacenamiento.

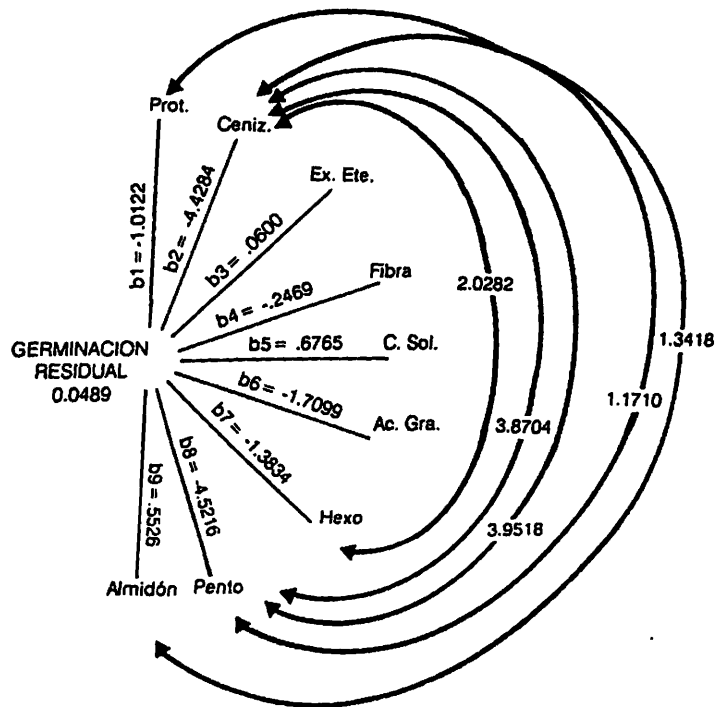


Figura 4.44 Diagrama causal entre germinación y componentes bioquímicos de nueve variedades de soja en ambiente no controlado a los 180 días de almacenamiento.

mencionan:

1) De acuerdo al horario en que se hicieron los cortes (8:30 A.M.), en las observaciones no siempre coincidió que hubieron divisiones en todos los meristemos. La frecuencia de divisiones varió con las variedades, siempre sobre raíces anormales, dado que Cajeme, por ejemplo, con pretratamiento no mostró ningún tipo de divisiones en las raíces observadas, observándose sólo las células con sus nucleolos en estado de profase e interfase.

2) Hubo células de semillas muertas que no exhibieron divisiones y se presentaron deformadas y desechas, en tanto que otras aumentaron su tamaño y dentro de su forma rectangular, presentaron aristas redondeadas.

3) En varios de los tejidos y células que presentaron divisiones (profase, pro-metafase, metafase, anafase y telofase) coincidió que hubo glóbulos de grasa.

4) En las anafases de células provenientes de ápices de semillas anormales (deterioradas) se observó que la marcha de algunos cromosomas (en anafase) hacia los polos pareció no mostrar la misma velocidad que el resto, lo que ocasionó retardo y translocaciones en algunos casos (Figuras 4.49b, 4.49c, 4.50b, 4.50c, 4.51a y 4.51b). Estos últimos resultados concuerdan con los de Murata et al.

(1980).

Si bien se pudieron observar todas las fases, las anomalías ocurrieron en pro-metáfase, metafase y anafase.

En algunos casos se pudieron apreciar y definir las aberraciones tomando como base las opiniones vertidas por Murata *et al.* (1982), Palmer y Kilen (1987), de la Loma (1963) y Garber (1972); los ejemplos más notables fueron casos de aneuploidía, puentes, fragmento, huso múltiple y la aparición de cuerpos o formas similares al nucleolo, o bien, el nucleolo mismo en algunas de las fases en que supuestamente no debería aparecer (metafase y anafase).

Al observar el aspecto de las aberraciones en las fotografías, se pudo apreciar aneuploidía en las variedades Bragg y Tamazula, donde se presentaron más de 40 cromosomas en prometáfase (Figuras 4.45b y 4.45c).

En las anafases normales de la variedad Santa Rosa, se pueden apreciar algunos retrasos en los cromosomas desde el ecuador hacia los polos, pero probablemente alcanzaron a los demás al llegar a los polos (Figuras 4.46a y 4.47b).

En las siguientes fotografías, las anafases mostraron una situación particular, se notó la presencia de

una formación globosa o piriforme en algunos casos, cerca de los cromosomas, lo cual se supone se trata del nucleolo (Figura 4.48c, 4.49a, 4.49b y 4.49c), correspondientes a las variedades Cajeme, Rosales y Júpiter.

En la Figura 4.50a se puede observar en la anafase que los cromosomas migran hacia los polos en dos grupos, pero uno de ellos sufrió otra división en sus cromátidas y conformó un huso múltiple. Es importante mencionar que este fenómeno se observó por única vez en todas las preparaciones que se hicieron (Figura 4.50a, variedad Davis).

En la variedad Rosales se pudo apreciar una anafase mitótica donde se observa un fragmento y algunos cromosomas rezagados separados del resto (Figura 4.50b).

Luego se presentaron puentes en las variedades Bragg y Davis, de tipo simple y múltiple (Figuras 4.50c, 4.51a y 4.51b).

El fenómeno más notable que pudo observarse fue la presencia de la masa globosa que se presentó tanto en las metafases como en las anafases, lo que no concuerda con de la Loma (1963) y Garber (1972), pues no es usual que se observe el nucleolo en estas fases de la mitosis, por lo que se pueden dar tres supuestos para explicar su

presencia: uno de ellos podría ser que en efecto se trata del nucleolo que ha aparecido en estas fases como consecuencia del deterioro; otra podría explicarse sugiriendo que los cuerpos globosos o piriformes que se desprenden del grupo de cromosomas dispuestos en el ecuador, pero que están ligados a ellos, son cromosomas agrandados, engrosados, producto de formación de heterocromatina, o bien, de cantidades de componentes químicos (nucleoproteínas) pertenecientes a los ADN y ARN que se han acumulado; o sea, que los mismos componentes proteínicos que integran los ADN y ARN, como producto del deterioro, pueden acumularse en tal forma en algunos cromosomas hasta hacerles tomar esas formas (Figuras 4.46c, 4.47a, 4.47b, 4.47c, 4.48a y 4.48b). Por último puede sugerirse que el nucleolo, al desaparecer durante la profase, se haya regenerado y vuelto a reaparecer en estas fases.

Con respecto a las masas globosas que aparecen en los lados superiores de la célula, separados de los cromosomas en la anafase y metafase (Figuras 4.48c, 4.49a, 4.49b y 4.49c) es más difícil afirmar que se trate de un cromosoma, quedando solo por suponer que se trata del nucleolo. Cabe mencionar que no se pudo encontrar literatura que coincidiera con lo que muestran las fotografías.

Con respecto a las observaciones de aberraciones en las semillas de soya en base a los resultados obtenidos, probablemente se coincida con la opinión de algunos autores (Gunthard et al., 1953; Roos, 1979; Murata et al., 1980; Palmer y Kilen, 1987 y Garber, 1972) ya que se presentaron en este estudio aberraciones tales como aneuploidía, fragmento, puentes simples y múltiples, sólo que en este trabajo no se dio en la misma especie que en los estudios llevados a cabo por los mencionados autores.

Debido a cierta cantidad de plántulas anormales en el ambiente no controlado, se pudo observar un retardo en la germinación y también la presencia de anomalías cromosómicas en dichas plántulas anormales, lo cual podría relacionarse con ese retardo en la germinación, lo cual coincide con lo expuesto por Murata et al. (1980).

Las semillas presentaron alteraciones en los cromosomas con el almacenamiento, pero no se puede asegurar que las aberraciones sean la causa del deterioro, lo cual está de acuerdo con las explicaciones de Duffus y Slaughter (1980).

Sí se puede afirmar que las fallas que se presentaron en este caso, provienen de semillas deterioradas durante 180 días en ambiente no controlado, y también que provienen de ápices de raíces de plántulas

anormales. Aunque también dentro de esos ápices se encontraron células que presentaron fases mitóticas normales.

Finalmente, cabe mencionar que las fallas cromosómicas (aberraciones) se presentaron con una frecuencia irregular, alternadas, con divisiones normales, pero sólo en los genotipos en que se pudo apreciar las mismas, puesto que Cajeme, como ya se mencionó, con pretratamiento no presentó divisiones y UFV-1 Y Tapachula con pretratamiento tuvieron excesiva presencia de glóbulos de grasa que impidieron observar si las hubo.

anormales. Aunque también dentro de esos ápices se encontraron células que presentaron fases mitóticas normales.

Finalmente, cabe mencionar que las fallas cromosómicas (aberraciones) se presentaron con una frecuencia irregular, alternadas, con divisiones normales, pero sólo en los genotipos en que se pudo apreciar las mismas, puesto que Cajeme, como ya se mencionó, con pretratamiento no presentó divisiones y UFV-1 Y Tapachula con pretratamiento tuvieron excesiva presencia de glóbulos de grasa que impidieron observar si las hubo.



Figura 4.45.

- a) Prometafase en mitosis normal, variedad Santa Rosa (x 800).
- b) Prometafase en mitosis aneuploidía, variedad Bragg (x 800).
- c) Prometafase en mitosis aneuploidía, variedad Tamazula (x 800).

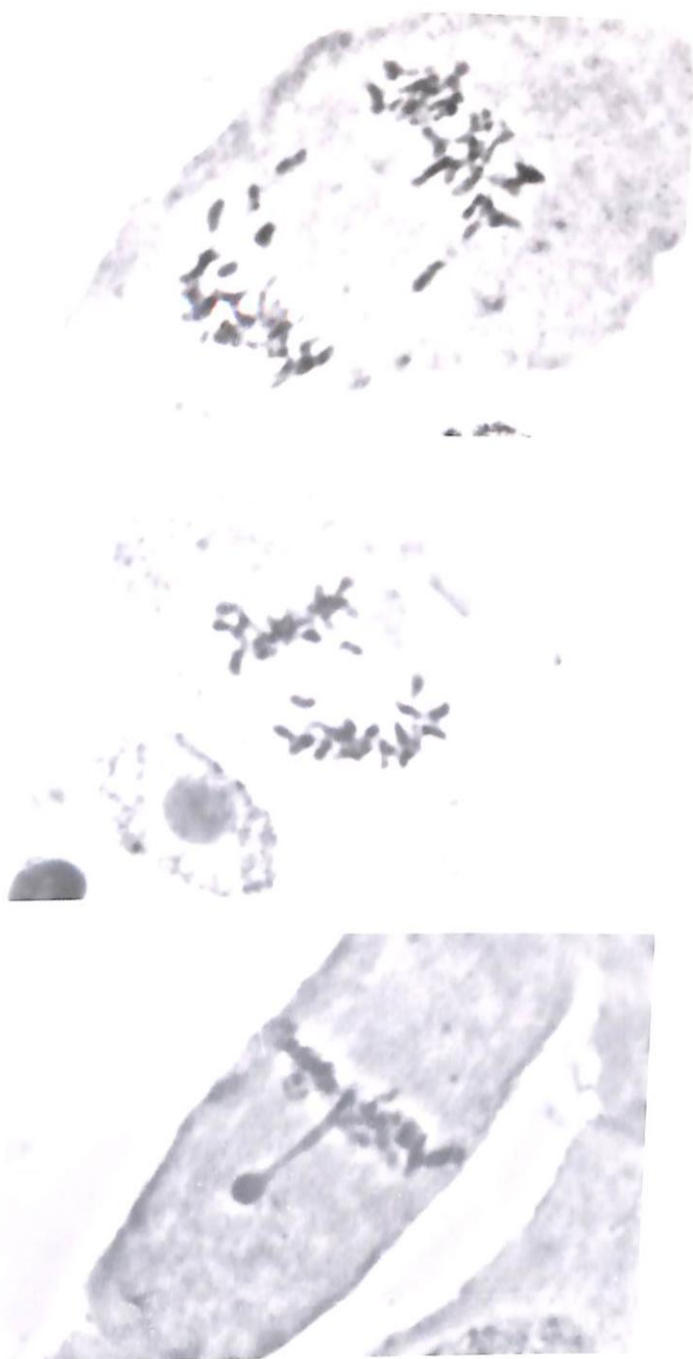


Figura 4.46. a) Anafase normal en mitosis. Algunos cromosomas retardados en su trayecto hacia los polos. Variedad Santa Rosa.  
 b) Anafase normal en mitosis. Dos cromosomas retardados en su trayecto hacia los polos. Variedad Santa Rosa.  
 c) Metafase en mitosis. Cromosoma demasiado crecido, o bien el nucleolo. Variedad Cajeme ( $\times 800$ ).



Figura 4.46. a) Anafase normal en mitosis. Algunos cromosomas retardados en su trayecto hacia los polos. Variedad Santa Rosa.  
 b) Anafase normal en mitosis. Dos cromosomas retardados en su trayecto hacia los polos. Variedad Santa Rosa.  
 c) Metafase en mitosis. Cromosoma demasiado crecido, o bien el nucleolo. Variedad Cajeme (x 800).



Figura 4.47.

- a) Metafase en mitosis con dos nucleolos o bien dos cromosomas demasiado desarrollados. Variedad Rosales ( $\times 800$ ).
- b) Metafase en mitosis con dos nucleolos ligados a los cromosomas demasiado desarrollados. Variedad Júpiter ( $\times 800$ ).
- c) Metafase en mitosis con un nucleolo ligado a los cromosomas. Variedad Júpiter ( $\times 800$ ).

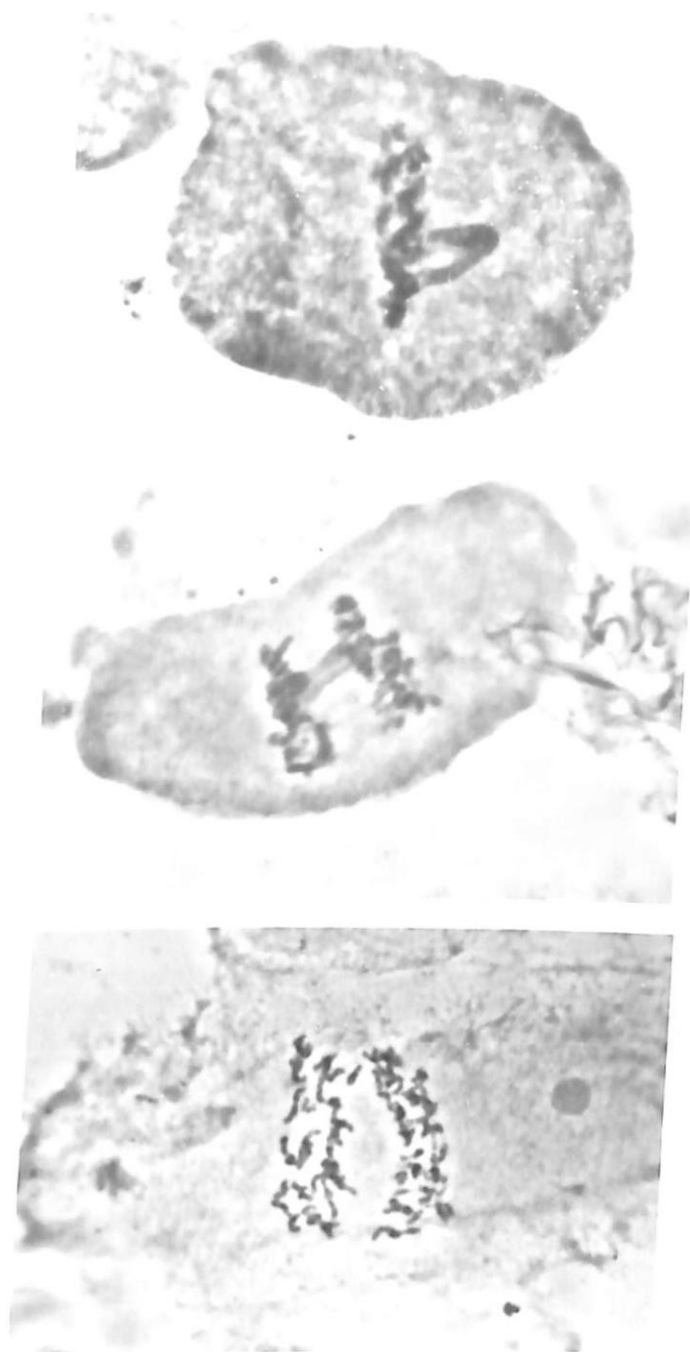


Figura 4.48.

- a) Metafase en mitosis, nucleolo ligado los cromosomas. Variedad Júpiter ( $\times 800$ ).
- b) Comienzo de anafase en mitosis con el nucleolo detrás de los cromosomas que se van separando. Variedad Cajeme ( $\times 800$ ).
- c) Presencia del nucleolo en un ángulo externo de la anafase inicial (mitosis). Variedad Bragg ( $\times 800$ ).



Figura 4.49. a) Anafase en mitosis. Presencia del nucleolo en uno de los polos de la célula. Variedad Davis (x 800).  
 b) Fuente en anafase mitótica y nucleolo. Variedad Júpiter (x 800).  
 c) Presencia del nucleolo en anafase mitótica envejecida. Variedad Rosales (x 800).



Figura 4.50.

- a) Anafase mitótica donde uno de los grupos que migran hacia los polos porta un número más grande de cromosomas, el cual está seccionado, constituyendo un huso múltiple. var. Davis ( $\times 800$ ).
- b) Anafase mitótica con puente y fragmento. Variedad Rosales envejecida ( $\times 800$ ).
- c) Anafase mitótica con puentes múltiples. Variedad Davis envejecida ( $\times 800$ ).

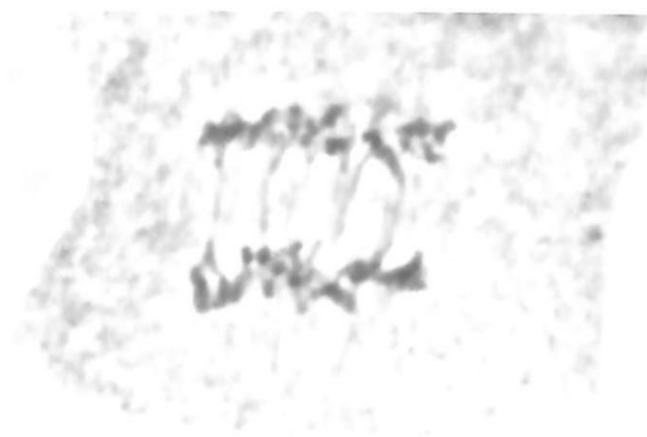
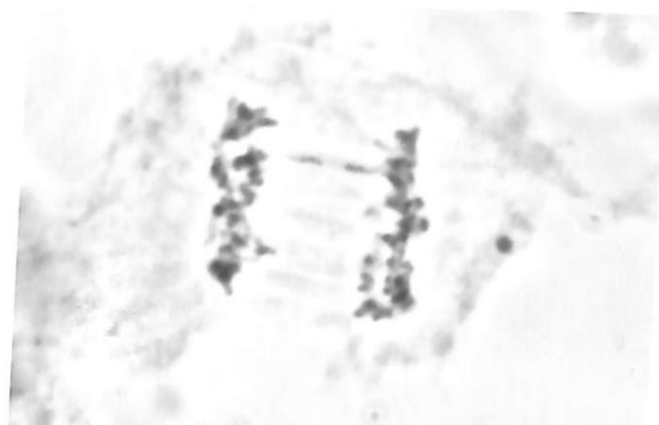


Figura 4.51.

- a) Anafase mitótica con puente. Variedad Bragg envejecida (x 800).
- b) Anafase mitótica con varios puentes. Variedad Davis envejecida (x 800).

## CONCLUSIONES

1. El ambiente (temperatura y humedad relativa del aire) se reveló como el elemento que más incidió sobre la calidad de las semillas en los diferentes períodos de almacenamiento.
2. Las variedades más higroscópicas fueron las que más deterioraron en ambos ambientes.
3. La mayoría de las variedades tendieron a bajar el peso de 100 semillas. En mayor proporción a los 90 días en ambiente controlado que a los 180 días en ambiente no controlado.
4. El peso seco total disminuyó en forma casi total a los 90 días en ambiente controlado, en tanto que a los 180 días en ambiente no controlado la disminución fue menor.
5. La germinación decreció casi totalmente a los 90 días en ambiente controlado, mientras que en ambiente no controlado todavía los valores de germinación fueron buenos.

6. No todos los genotipos presentaron el mismo comportamiento en cuanto a disminución de vigor, sino que hubo algunos como Rosales, Bragg y Davis, que exhibieron de la menor calidad inicial pero terminaron a 180 días en ambiente controlado con el mejor vigor.

7. La condición del ambiente controlado produjo el deterioro casi total en los genotipos a los 90 días, donde murieron casi todas las semillas; en cambio, en el no controlado hubo condiciones adecuadas para almacenar, produciéndose sobrevivencia a los 180 días.

8. La variedad Júpiter tuvo en general el mejor comportamiento fisiológico en los dos ambientes considerados.

9. La constitución genética de las diferentes variedades condicionó un cierto grado de resistencia al deterioro en el almacenamiento.

10. El envase proporcionó protección adecuada a los 180 días, permitiendo sobrevivencia de los genotipos, mientras que no proporcionó protección a los 90 días y fue rebasado por la condición ambiental, produciéndose un elevado deterioro.

11. Los componentes bioquímicos que disminuyeron en ambos ambientes, fueron: proteínas, cenizas, ácidos grasos y almidón; en tanto que los aumentos los produjeron carbohidratos solubles y pentosas.

12. La condición de ambiente controlado produjo mayores alteraciones bioquímicas que la de almacenamiento no controlado, conduciendo a un mayor deterioro.

13. A los 45 días en ambiente controlado, el efecto directo más importante sobre la germinación lo ejerció hexosas, mientras que el efecto indirecto más importante fue el de fibra a través de hexosas.

14. A los 90 días en ambiente controlado, el efecto directo más importante sobre germinación lo ejerció proteínas y el indirecto más importante fue el de carbohidratos solubles a través de proteínas.

15. A los 45 días en ambiente no controlado el efecto directo más importante sobre la germinación fue el de pentosas, en tanto que cenizas a través de pentosas fue el indirecto más importante.

16. A los 90 días en ambiente no controlado el efecto directo más importante sobre la germinación lo ejerció ácidos grasos, en tanto que el indirecto más

importante fue de cenizas a través de fibra.

17. A los 135 días en el ambiente no controlado el efecto directo más importante sobre germinación lo ejerció carbohidratos solubles, mientras que el indirecto más importante lo ejerció ácidos grasos.

18. A los 180 días, el efecto directo más importante sobre la germinación lo ejerció pentosas, en tanto que el indirecto más importante fue el de cenizas a través de pentosas.

19. Proteínas, carbohidratos solubles, y particularmente pentosas en primer lugar, y luego hexosas, demostraron tener la actividad más importante en el deterioro de semillas en los dos ambientes.

20. Se produjeron aberraciones cromosómicas con el deterioro del almacenamiento a los 180 días en ambiente no controlado.

21. Las aberraciones cromosómicas que se presentaron fueron: aneuploidía, fragmento, puentes, huso múltiple y la presencia del nucleolo en fases donde normalmente no se da.

Los resultados y conclusiones del presente trabajo permiten establecer las siguientes recomendaciones:

Se sugiere incrementar los estudios sobre la actividad de hexosas y pentosas en el deterioro, por ser estos componentes los que sufrieron mayores transformaciones con el almacenamiento.

Estudiar más en detalle la forma de mantener ciertos niveles en el contenido de proteínas y ácidos grasos, como una forma de otorgar mayor resistencia al deterioro.

Estudiar más a fondo el papel de las hormonas (por ejemplo citocininas y giberelinas) que condicionan procesos bioquímicos vitales para tratar de minimizar efectos deletéreos ocasionados por el deterioro.

Estudiar otros componentes bioquímicos que no fueron estudiados en este trabajo, como ser vitaminas, enzimas, ácidos nucleicos, etc. a los efectos de abarcar aspectos más completos sobre el deterioro bioquímico.

Por último, sería importante completar estudios sobre los cambios citogenéticos en semillas de soya afectadas por las condiciones ambientales, y sobre todo verificar correlación entre la frecuencia de aberraciones

cromosómicas y la presencia de condiciones ambientales adversas.

## RESUMEN

Con el propósito de establecer el grado de deterioro de las características físicas, fisiológicas, bioquímicas y citogenéticas en semillas de soya bajo dos ambientes de almacenamiento, se colocaron semillas de las variedades Santa Rosa, Rosales, Bragg, Davis, Cajeme, Tamazula UFV-1, Júpiter y Tapachula, dentro de bolsas de papel y se almacenaron en cámara ambiental y en laboratorio bajo diferentes condiciones de temperatura y humedad (33°C y 82 por ciento HR; 22°C y 64 por ciento HR, respectivamente).

Se determinó el comportamiento físico, fisiológico, bioquímico durante 180 días, y citogenéticos al final del almacenamiento, en base a análisis y determinaciones se analizaron estadísticamente los valores observados de humedad en semillas, peso de 100 semillas, germinación, peso seco total y componentes bioquímicos (proteínas, cenizas, extracto etéreo, fibra, carbohidratos solubles, ácidos grasos, pentosas, hexosas y almidón).

Se produjo un mayor deterioro bajo ambiente controlado que no controlado, debido a las condiciones más extremas, llegándose en el primer caso a la muerte casi total de los genotipos a los 90 días, en tanto que en el segundo de los genotipos hubo todavía buen grado de

sobrevivencia a los 180 días. Hubo algunas variedades dentro del ambiente controlado (Cajeme, Tamazula y UFV-1) que por ser más higroscópicas sufrieron mayor deterioro, pero en general hubo diferente higroscopicidad en los dos ambientes.

El envase proporcionó mejor protección en el ambiente no controlado que en el controlado. Con respecto al peso de 100 semillas, hubo disminuciones en los genotipos, aunque en mayor medida dentro del ambiente controlado que en el no controlado con el deterioro. Resultados parecidos se constataron con respecto al peso seco total de plántula. En la germinación se produjeron las mayores disminuciones a los 90 días que a los 180 días, pero no todos los genotipos que comenzaron con buena germinación resultaron con buen vigor, y Bragg y Davis fueron un buen ejemplo de esto, exhibiendo, además, junto con Rosales y Júpiter, buen desarrollo de raíces.

La sobrevivencia de semillas resultó ser un aspecto importante, puesto que en el ambiente controlado el punto medio de sobrevivencia se presentó alrededor del 4 por ciento de germinación, condicionando las semillas muertas un mayor deterioro que las plántulas anormales. Por su parte, en el no controlado, hasta los 180 días, las plántulas anormales incidieron más que las muertas, y es de suponer que el punto medio de sobrevivencia sobrevendrá

después de dicho lapso.

El componente genético de algunas variedades condicionó un mejor comportamiento en cuanto a germinación y vigor en los dos ambientes.

En los constituyentes bioquímicos hubo permanentes variaciones durante el almacenamiento; sin embargo, proteínas, cenizas, almidón y ácidos grasos disminuyeron en los dos ambientes; en tanto que carbohidratos solubles y pentosas aumentaron en ambos ambientes. Los elementos que más sufrieron variación con el deterioro fueron proteínas, cenizas, carbohidratos solubles, pentosas y hexosas, y ácidos grasos. El papel de pentosas fue relevante por sus continuas variaciones durante el almacenamiento, pero más en el ambiente no controlado, en tanto que proteínas fue el más importante dentro del ambiente controlado.

Finalmente, se produjeron aberraciones cromosómicas con el deterioro a los 180 días en el ambiente no controlado, las que resultaron ser aneuploidía, fragmento, puentes, huso múltiple y la presencia del nucleolo en fases donde no se da usualmente.

## LITERATURA CITADA

- Agrawald, P.K., Patil, R.B., Dadlani, M. and Singh, D. 1981. Effect of Temperature on Germination of Seeds of Two F<sub>1</sub> Sorghum Hibrids and their Parents during Storage. J Seed Tech. 6 : 31 - 37.
- A.O.A.C. 1975. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemist. 10.
- 1980. Official Methods of Analysis of Official Analytical Chemist. 13 :241.
- Arulnandy V. and Herath, H.M.E. 1987. Cultivar Variation in Storability of Soybean Seed under a Lowland Humid Environment in Sri Lanka. Seed Abstracts 13 : 92.
- Aswthaiah, B., Prasad, S.R., Reddy, A.S. and Jagadish, G.V. 1989. Loss of Viability and Vigour under Variable Storage Conditions in CHS-9 Hibrid Sorghum Seeds. Seed Abstracts 3 : 115.
- Baskin, CH. and Vieira, E.H.N. 1980. Predicting the Storability of Soybean Seeds Lots. J. of Seed Tech. 5 : 1 - 6.
- Crispín, M.A. 1975. Descripción de Variedades de Soya (*Glycine max* (L.) Merr.). INIA. México. 15 p.
- Ching, T.M. and Schoolcraft I. 1968. Physiological and Chemical Differences in Aged Seeds. Crop. Sci. 8 : 407 - 409.
- Dickson, M.H. 1973. Genetics Aspects of Seed Quality. Hort Sci. 15 (6) 771 - 774
- Dourado, A.M. and Roberts, E.H. 1984a. Chromosome Aberrations Induced during Storage in Barley and Pea Seeds. 4:76. Seed Abstracts.
- Dubois, M.R., K.A., Rebers, P.A. and Smith, F. 1956. Colorimetric Method for Determination of Sugar and Related Sustances. Anal. Chem. 28 : 350 - 356.
- Duffus, C. y Slaughter, C. 1980. Las Semillas y sus Usos. AGT Ed. México. p. 84 - 88.

- Emerson, R.N. and Minor, H.C. 1979. Response of Soybeans to High Temperature during Germination. *Crop Sci.* 19 : 553 - 556.
- Gorecky y Jagielski. 1982. Storage quality of pea field bean and yellow lupin seed of different gravity. *Seed abstract.* 6:75.
- Garber, E.D. 1972. *Cytogenetics : an Introduction.* Mc Graw-Hill. U.S.A. p.24,29,31.
- García V., A. 1977. *Manual de Técnicas de Citogenética.* 2 ed. Colegio de Posgraduados. 118 p.
- Gunthard, H., Smith, L., Haferkamp, M. and Nilan, R.A. 1953. Studies of Aged Seeds II. Relation on Age Seeds to Cytogenetics Effects. *Agron. Journal* 9 : 438 - 441.
- Halder, S. and Gupta, K. 1982. Biochemical Changes in Safflower (*Carthamus tinctorius*) Seed under Accelerated Ageing. *Seed Sci. and Tech.* 10 : 47 -54.
- Harrington, J.F. 1973. Seed Storage and Longevity. In Koslowski, T.T. (Ed.). *Seed Biology.* 3 : 145 - 243. U.S.A.
- Huber, T. and Mc Donald Jr. 1982. Gibberellic Acid Influence on Aged and Unaged Barley Seed Germination and Vigour. *Agron. Journal* 74 : 386 - 389.
- Hughes, P.A. and Sandsted, R.F. 1975. Effect of Temperature, Relative Humidity and Ligth on the Color of "California Ligth Red Kinney" Bean Seed during Storage. *Hort Sci.* 10 : 423.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1975. *International Rules for Seed Testing.* *Seed Sci. and Tech.* 13 (2) : 300 - 520.
- James, E., Bass, L.N. and Clark, D.C. 1967. Effects of Variable and Constant Storage Temperatures and Subsequent Room Storage on the Viability of Certain Seeds. *Crop. Sci.* 10 : 495 - 496.
- Jarosh, N.F. and Antonova, A.G. 1980. Changes in Composition of Readily - Soluble Proteins and Some Oxid - Reductases in Seed of Barley, Rice and Buckwheat under Long - Term Storage. *Seed Abstracts* 3 : 89.

- Journal of Association Official Analytical Chemist. 1954.  
37 : 241. U.S.A.
- 1955.  
38 : 56. U.S.A.
- 1959.  
42 : 22. U.S.A.
- 1960.  
43 : 335. U.S.A.
- 1961.  
44 : 567. U.S.A.
- 1962.  
45 : 578. U.S.A.
- 1968.  
51 : 766. U.S.A.

Kuenemann, E.A. 1983. Genetic Control of Seed Longevity in Soybeans. Crop Sci. 23 : 5.

Li, C.C. 1956. The Concept of the Path Coefficient and its Impact on Population Genetics. Biometrics. 12 : 190 - 209.

Likhachev, B.S., Musorina, L.I., Shevchenko, Z.N., Vitmer, L.G. and Zelenski, G.V. 1978. The Use of Extreme Storage Conditions in Modelling the Processes of their Ageing. Seed Abstracts 3 : 401.

Likholat, N. and Lyubarskaya, P. 1983. Effect of Accelerated Ageing on Germination of Wheat. Seed Abstracts. 6 : 354.

Lorin, H. 1970. Nutrition Research Techniques for Domestic and Wild Animals. University of Florida. Gainesville. Florida. U.S.A. p. 2201 : 2301.

Loma, J.L. de La. 1963. Genética General Aplicada. 2 ed. UTEHA. México. 751 p.

Mathews, S. and Powell, A.A. 1986. Environmental and Physiological Constraint on Field Performance of Seeds. Hort Sci. 21 : 1125 - 1128.

Mathur, K. and Sinha, S. 1978. Certain Biochemical Changes in Bajra (*Pennisetum thipoides*) Seed during Storage. Seed Abstracts. 3 : 166.

- MATLAB. 1984 Anonimous. MATLAB Project Computer Science. University of New Mexico, Albuquerque. NM.U.S.A.
- Medina M., E. 1989. Importancia de la Longevidad de la Semilla en la Producción de Híbridos de Maíz. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Coahuila, México.
- Minor, H.C. y Paschal, E.H. 1982. Variation in storability of soil beans under simulated tropical conditions. Seed and Technology. 131-139.
- Mora, M.A. y Echandi, Z. 1976. Evaluación del Efecto de Condiciones de Almacenamiento Sobre la Calidad de Semillas de Arroz (*Oryza sativa*) y Maíz (*Zea mays* L.). Turrialba. 26 : 413.
- Moreno N., A. 1987. Efecto de Fechas y Métodos de Cosecha y Ambientes del Almacenamiento Sobre la Calidad de Semilla de Soya (*Glycine max* (L.) Merr.). Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Coahuila, México.
- Moreno M., E., R. Morones R. y R. Gutiérrez L. 1978. Diferencias entre Líneas, Cruzas Simples y Dobles de Maíz en su Susceptibilidad al Daño por Condiciones Adversas de Almacenamiento. Turrialba 28 : 233 - 237.
- Murata, M., Roos, E.E. and Tsuchiya, T. 1980. Mitotic Delay in Root Tips of Peas Induced by Artificial Seed Ageing. Bot. Gazette 141 : 19 - 23.
- 1982. Chromosome Damaged Induced by Artificially Ageing in Barley II Types of Chromosomal Aberrations at First Mitosis. Can. J. of Gen. and Cyt. 23 : 267.
- 1984. Chromosome Damaged Induced by Artificial Seed Ageing in Barley. Seed Abstracts. 7 : 218.
- Nautiyal, A.R. and Purohit, A.N. 1985. Seed Viability in Sal II. Physiological and Biochemical Aspects of Ageing in Seeds of *Shorea robusta*. Seed Sci. and Tech. 13 : 69 - 76.
- Ovcharov, K.E., Koshelev, Y.P., Murashova, N.O., Genkel, K.P. and Sedenk, D.M. 1980. Biochemical Changes during Seed Ageing. Seed Abstracts. 3 : 373.

- Palmer, R.G. and Kilen, T.C. 1987. Cualitative Genetics. In Wilcox, J.R. (Ed). 2 ed. Soybeans ; Improvement, Production and Uses. U.S.A. p. 180 -188. U.S.A.
- Potts, H.C., Duangpatra, J., Haiston, W.G. and Delouche, J.C. 1979. Some Influence of Hardseedness on Soybean. Crop Sci. 18 : 221 - 224. U.S.A.
- Priestley, A.A. and Leopold, A.C. 1979. Absence of Lipid Oxidation during Accelerated Ageing on Soybean. Seeds. Seed Abstracts. 3 : 115. U.K.
- PRONASE. (Sin fecha). Catálogo de Variedades de Soya. SARH. PRONASE. México, D.F. 7 p.
- Ramarathnam, N. and Kulkarni, D.R. 1983. Effect of Ageing on the Fatty Acid Composition of Some Indian Varieties of Brown Rice. Seed Abstracts. 8 : 89. U.K.
- Reyes C., P. 1978. Diseño de Experimentos Aplicados. Trillas. México. 343 p.
- Roberts, E.H. 1981. Physiology of Ageing and its Application to Drying and Storage. Seed Sci. and Tech. 2 :350 - 372.
- SARH. DGA. 1981a. Tamazula S80. Solicitud de Inscripción en el RNVP. INIA. CIAPAN. CAEVACV. México, D.F. 3 p.
- 1981b. Rosales S80. Solicitud de Inscripción en el RNVP. INIA. CIAPAN. CAEVACV. México, D.F. 3 p.
- 1986. Tapachula S86. Solicitud de Inscripción en el RNVP. INIA. CIAPAN. CAEVACV. México, D.F. 3p.
- Selvaraj, and Ramaswamy, K.R. 1983. Parental Influences on Seed Storability in Sorghum Hibrids. Seed Abstracts 7 : 248.
- Sreeramulu, N. 1981. Germination and Food Reserves in Bambarra Ground Nut Seed (*Voandzeia subterranea* Thouards) After Different Periods of Storage. SeedAbstracts. 6 : 368.
- Tewari, M.N. and Gupta, P.C. 1981. Effect of Genotipe Grade Environment on Viability and Vigour of Sunflower Seed in Storage. Seed Abstracts. 6 : 368.
- Torres R., E. 1983. Agrometereología. Estaciones Agrometereológicas e Instrumental. Diana, S.A. México. p. 9 - 38.

- Wright, S. 1923. The Teory of Path Coefficients. A Reply to Nile's Criticism. *Genetics*. 8 : 239 - 255.
- Yaklich, R.W. 1985. Effect of Aging on Soluble Oligossacharide Content in Soybean Seeds. *Crop. Sci.* 25 : 701.