

---

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS  
DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS



"CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE  
SEMILLAS DE SORGOS ISOGENICOS  
CON DIFERENTE COLOR DE PLANTA"

---

T E S I S   P R O F E S I O N A L  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
I N G E N I E R O   A G R O N O M O  
P R E S E N T A :  
EDUARDO AUBREY ALBERTO EDGERTON ARAUJO

LAS AGUJAS, MPIO. DE ZAPOPAN, JALISCO      1995

---



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
 CENTRO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS  
 COM. DE TIT.  
 DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS OFI91046/95

SOLICITUD Y DICTAMEN

SOLICITUD

M.C. SALVADOR MENA MUNGUÍA.  
 PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN.  
 P R E S E N T E.

Conforme lo indica la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara y su Reglamento, así como lo establece el Reglamento Interno de la Facultad de Agronomía, he reunido los requisitos necesarios para iniciar los trámites de Titulación, por lo cual solicito su autorización para realizar mi TESIS PROFESIONAL, con el tema:

CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS DE SORGOS ISOGENICOS CON DIFERENTE COLOR DE PLANTA

ANEXO ORIGINAL Y DOS COPIAS DEL PROYECTO DEL TRABAJO DE TITULACION.

MODALIDAD: Individual (X) Colectiva ( ).

NOMBRE DEL SOLICITANTE: EDUARDO AUBREY ALBERTO EDGERTON ARAUJO CODIGO: 086786435

GRADO: \_\_\_\_\_ PASANTE: X GENERACION: 86-91 ORIENTACION O CARRERA: FITOTECNIA

Fecha de solicitud: 10 DE MARZO DE 1995

Firma del Solicitante

DICTAMEN

APROBADO (X) NO APROBADO ( ) CLAVE: OFI91046/95

DIRECTOR: M.C. JOSE SANCHEZ MARTINEZ

ASESOR: M.C. ELIAS SANDOVAL ISLAS ASESOR: ING. SALVADOR GONZALEZ LUNA

M.C. SALVADOR MENA MUNGUÍA  
 PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACION

AUTORIZACION DE IMPRESION

M.C. JOSE SANCHEZ MARTINEZ  
 DIRECTOR

M.C. ELIAS SANDOVAL ISLAS  
 ASESOR

ING. SALVADOR GONZALEZ LUNA  
 ASESOR

M.C. SALVADOR MENA MUNGUÍA  
 VO. BO. PDTE. DEL COMITE

FECHA: 16 DE MAYO DE 1995

A mis hermanas,  
Norma, Judith y Adriana  
con cariño y agradecimiento.

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor gustaría agradecer al Ing. Elías Sandoval Islas, coordinador de investigación; al Ing. José Sánchez Martínez, maestro e investigador; al Ing. Salvador González Luna, maestro e investigador; al Dr. A.J. Bockholt, mejorador de maíz; al Lic. Juan Miguel González Gutiérrez, al Lic. Claudio Enrique Jimeno Arce y al Ing. Alejandro Castillo-Ayala, por su ayuda y comentarios en relación con determinadas secciones de esta tesis.

## INDICE DE CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| RESUMEN.....   | 9  |
| 1. INTRODUCCION.....                                 | 10 |
| 1.1 Objetivo.....                                    | 11 |
| 1.2 Hipótesis.....                                   | 11 |
| 2. REVISION DE LITERATURA.....                       | 12 |
| 2.1 Importancia del Color de la Planta de Sorgo..... | 12 |
| 2.2 Almacenamiento de Semilla de Sorgo.....          | 13 |
| 2.2.1 Humedad.....                                   | 13 |
| 2.2.2 Temperatura.....                               | 14 |
| 2.2.3 Enfermedades.....                              | 15 |
| 2.2.4 Insectos.....                                  | 15 |
| 2.2.5 Secado.....                                    | 17 |
| 2.2.6 Fumigación.....                                | 18 |
| 2.3 Calidad de Semillas.....                         | 18 |
| 2.4 Latencia.....                                    | 20 |
| 2.5 Longevidad.....                                  | 20 |
| 2.6 Germinación.....                                 | 21 |
| 2.6.1 Ensayos de Germinación.....                    | 21 |
| 2.7 Respiración.....                                 | 22 |
| 2.8 Viabilidad.....                                  | 23 |
| 2.9 Vigor.....                                       | 23 |
| 2.10 Envejecimiento.....                             | 24 |
| 3. MATERIALES Y METODOS.....                         | 25 |
| 3.1 Descripción del Area de Estudio.....             | 25 |
| 3.1.1 Primera Etapa.....                             | 25 |
| 3.1.2 Segunda Etapa.....                             | 26 |
| 3.2 Materiales.....                                  | 26 |
| 3.2.1 Materiales Físicos.....                        | 26 |
| 3.2.2 Materiales Genéticos.....                      | 27 |
| 3.3 Métodos.....                                     | 28 |
| 3.3.1 Metodología Experimental.....                  | 28 |
| 3.3.1.1 Diseño Experimental Utilizado.....           | 28 |

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| 3.3.1.1.1 | Número de Tratamientos y Repeticiones.....  | 28 |
| 3.3.1.2   | Análisis Estadístico Empleado.....  | 28 |
| 3.3.1.3   | Variables Evaluadas.....  | 29 |
| 3.3.1.3.1 | Porcentaje de Germinación Normal.....   | 29 |
| 3.3.1.3.2 | Longitud de Plúmula.....  | 30 |
| 3.3.1.3.3 | Longitud de Radícula ....   | 30 |
| 3.3.1.3.4 | Porcentaje de Germinación de Semillas Sometidas a un Proceso de Envejecimiento Acelerado..... | 30 |
| 3.3.2     | Desarrollo del Experimento.....   | 31 |
| 4.        | RESULTADOS Y DISCUSION.....   | 32 |
| 4.1       | Resultados y Discusión de Pruebas Iniciales en (1991).  | 32 |
| 4.2       | Resultados y Discusión de Pruebas Finales en (1995).  | 41 |
| 4.3       | Comparación de Resultados de 1991 y 1995.....   | 51 |
| 5.        | CONCLUSIONES.....   | 59 |
| 6.        | BIBLIOGRAFIA.....   | 60 |
| 7.        | APENDICE.....   | 63 |

## INDICE DE CUADROS

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Cuadro 1.  | Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación normal. (1991).....   | 34 |
| Cuadro 2.  | Prueba de medias para la variable porcentaje de germinación normal (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad). (1991).....   | 34 |
| Cuadro 3.  | Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación de semillas sometidas a un proceso de envejecimiento acelerado. (1991).....                                       | 36 |
| Cuadro 4.  | Prueba de medias para la variable porcentaje de germinación de semillas sometidas a un proceso de envejecimiento acelerado (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad). (1991)..... | 36 |
| Cuadro 5.  | Análisis de varianza para la variable longitud de plúmula. (1991).....  | 38 |
| Cuadro 6.  | Prueba de medias para la variable longitud de plúmula (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad). (1991).....  | 38 |
| Cuadro 7.  | Análisis de varianza para la variable longitud de radícula. (1991).....   | 40 |
| Cuadro 8.  | Prueba de medias para la variable longitud de radícula (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad). (1991).....   | 40 |
| Cuadro 9.  | Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación estándar después de haber sido almacenada la semilla 42 meses. (1995).....  | 43 |
| Cuadro 10. | Prueba de medias para la variable porcentaje de germinación estándar (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad) después de haber sido almacenada la semilla 42 meses. (1995).....  | 43 |

- Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación de semillas sometidas a la prueba de envejecimiento acelerado después de haber sido almacenadas 42 meses. (1995).....45
- Cuadro 12. Prueba de medias para la variable porcentaje de germinación de semillas sometidas a la prueba del envejecimiento acelerado (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad) después de haber sido almacenadas 42 meses. (1995).....45
- Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable longitud de plúmula después de haber sido almacenada la semilla 42 meses. (1995).....47
- Cuadro 14. Prueba de medias para la variable longitud de plúmula (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad) después de haber sido almacenada la semilla 42 meses. (1995).....47
- Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable longitud de radícula después de haber sido almacenada la semilla 42 meses. (1995).....50
- Cuadro 16. Prueba de medias para la variable longitud de radícula (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad) después de haber sido almacenada la semilla 42 meses. (1995).....50



## INDICE DE GRAFICAS

- Gráfica 1. Comparación del porcentaje de germinación estándar en la prueba inicial (1991) y después de 42 meses de almacenamiento en la prueba final (1995).....55
- Gráfica 2. Comparación del porcentaje de germinación después de haber sido sometidas las semillas a un proceso de envejecimiento acelerado en la prueba inicial (1991) y después de 42 meses de almacenamiento en la prueba final (1995).....56
- Gráfica 3. Comparación de longitud de plúmula en la prueba inicial en (1991) y después de 42 meses de almacenamiento en la prueba final en (1995).....57
- Gráfica 4. Comparación de longitud de radícula en la prueba inicial en (1991) y después de 42 meses de almacenamiento en la prueba final en (1995).....58



## RESUMEN

Se evaluó la capacidad de almacenamiento de semillas de sorgo que provienen de líneas isogénicas y sus respectivas cruizas, que difieren en color de planta.

Se hicieron pruebas de germinación, de envejecimiento acelerado, de longitud de plúmula y de longitud de radícula en 1995, después de haber sido almacenados los tratamientos durante 42 meses, para conocer la viabilidad y el vigor de las semillas después del almacenamiento.

Los tratamientos LRB-102AC X LRB-25C y LRB-102AR X TX-430 mostraron mayor capacidad de almacenamiento, como lo indican las diferentes pruebas a las que fueron sometidos.

Previamente, en 1991, fueron evaluados los mismos tratamientos, después de la cosecha, utilizando las mismas variables y, como se verá en el capítulo de resultados y discusión, aun cuando hubo tratamientos que sobresalieron, el color de planta no tuvo ninguna relación ni con viabilidad ni con vigor.

En todas las pruebas de calidad que se realizaron, los tratamientos presentaron diferencias altamente significativas. Sin embargo, tampoco hubo diferencias significativas entre tratamientos en función del color de planta en ninguna de las pruebas enumeradas anteriormente.

---

\* Ver nota de pie de página en la página 12.

## 1. INTRODUCCION

En los países que se encuentran en los trópicos semiáridos el sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) es un alimento indispensable. En países como Sudán, si escasea este grano, la población empieza a sufrir los estragos del hambre.

El sorgo es originario del continente africano. Su domesticación, de acuerdo a la evidencia arqueológica, según Doggett, se introdujo de Egipto a Etiopía alrededor del año 3,000 A.C. (House 1982).

El cultivo de este cereal, por su alta resistencia a la sequía, es la única solución viable en algunos países para aliviar el problema alimentario de sus habitantes cuando no cuentan con alternativas para sembrar y cultivar otro tipo de cereales que no se adaptan fácilmente a las condiciones climáticas de los trópicos semiáridos. El almacenamiento de este grano también es de importancia vital para poder satisfacer las necesidades alimentarias de las poblaciones ubicadas en estas latitudes.

Este grano, aun cuando su calidad proteica se reduce con el tiempo cuando es almacenado, conserva su vigor y su viabilidad incluso después de varios años de almacenamiento en una proporción mucho mayor que los demás cereales de consumo básico.

## 1.1 Objetivo

Evaluar la capacidad de almacenamiento de semillas de sorgo, que provienen de líneas isogénicas y sus respectivas cruizas, que difieren en color de planta.

## 1.2 Hipótesis

Ho = El color de la planta de sorgo no influye en la viabilidad y el vigor de las semillas después de ser almacenadas durante un periodo de tiempo determinado.

Ha = El color de la planta de sorgo influye en la viabilidad y el vigor de las semillas después de ser almacenadas durante un tiempo determinado.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Importancia del Color de la Planta de Sorgo

Indi y Gaud (1981) observan que el color de la planta canela se ha asociado con mayor resistencia a enfermedades comparado con las plantas rojas.<sup>1)</sup>

Utikar y Shinde (1985) mencionan que las plantas canela se han asociado con una mayor resistencia a enfermedades, resistencia a la sequía, mayor eficiencia fotosintética y calidad de grano.

Miller (1981) señala que los genotipos más comunes en México presentan un color púrpura en el follaje después de sufrir un daño mecánico o bien un daño causado por insectos o por enfermedades. otras plantas, en cambio, presentan un color amarillento debido a la pigmentación canela que los caracteriza.

El programa de sorgo del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara ha realizado evaluaciones de materiales cuya reacción a enfermedades foliares depende de su color, habiendo observado que las plantas con reacción canela toleran más estas enfermedades; sin embargo se ha visto que

---

<sup>1)</sup> El término "planta roja" se refiere al color rojo o púrpura que presenta la planta en el lugar donde sufre un daño mecánico o un daño ocasionado por insectos o enfermedades. Se maneja el término "reacción púrpura" para referirse a este fenómeno. A las plantas que presentan una reacción color canela, en lugar de púrpura, cuando sufren daño mecánico, por insectos o por enfermedades, suele llamárseles "plantas canelas".

las plantas con reacción púrpura resisten más el daño de plagas tanto rizófagas como las que atacan al follaje. Williams y Rodriguez (1985) han venido desarrollando trabajos para generar líneas androestériles isogénicas que sólo difieren en la reacción de la planta -canela o púrpura- con la finalidad de estudiar la calidad de la semilla con respecto a su color.

## 2.2. Almacenamiento de Semilla de Sorgo

### 2.2.1 Humedad

Sorenson et al (1957) menciona que para climas calurosos y húmedos es necesario almacenar el grano de sorgo a un contenido de humedad menor que el requerido en climas fríos y secos. El propósito para el cual el grano ha de ser destinado es un factor que determina el máximo contenido de humedad para almacenamiento. Por ejemplo, si se desea mantener la germinación de la semilla o prevenir un aumento en el valor de ácidos grasos, el contenido de humedad deberá ser menor que si se trata de grano cuyo único propósito es mantenerse en buen estado para la comercialización.

Allen y Sorenson (1958) advierten que un alto contenido de humedad y materia orgánica (paja, restos de tallos y hojas) en exceso, conducirán a un daño serio debido al calor y a la presencia de hongos e insectos, causantes de los mayores problemas que ocurren en granos almacenados.

Fenner (1985) dice que dentro de un rango de cerca del 10 por ciento de humedad en semillas oleaginosas o cerca del 13 al 18 por ciento en semillas de almidón, los hongos de

almacenamiento crecen activamente destruyendo el embrión de la semilla. Así, arriba de un 10 a un 13 por ciento de humedad en las semillas, la germinación, el calor y la infestación de hongos pueden destruir rápidamente la viabilidad de éstas.

Coleman et al (1928) hacen mención de que los granos de sorgo sufren cambios considerables en su contenido de humedad cuando están expuestos a humedades relativas diferentes. Cuando existen diferentes cantidades de granos quebrados mezclados con granos completos o enteros, los granos quebrados van a acelerar la respiración de todos los granos almacenados cuando hay exceso de humedad.

Zhang et al (1994) indican que el contenido de humedad de la semilla se incrementa cuando aumenta la humedad relativa rodeando la semilla.

### 2.2.2 Temperatura

Sorenson et al (1957) observan que cualquier aumento en la temperatura en grano de sorgo almacenado es un indicador de que ha habido un incremento en la humedad debido a la presencia de materia orgánica (paja, restos de tallos y hojas), de insectos, o debido a la simple infiltración del agua hacia el interior del silo.

Las bajas temperaturas son necesarias para prevenir pérdidas en la germinación y el incremento del valor de los ácidos grasos durante el almacenamiento. También son importantes para reducir la actividad de los insectos. (Sorenson et al 1957).

Allen y Sorenson (1958) explican que en sorgo desgranado y almacenado el exceso de materia orgánica

(paja, hojas, restos de tallos y todo material extraño) puede causar calentamiento aun cuando el contenido de humedad del grano sea muy bajo. Los tallos y las hojas de las plantas de sorgo tienen normalmente un mayor contenido de humedad que el grano en el momento de la cosecha.

Coleman et al (1928) indican que el periodo de tiempo en que el exceso de humedad ha estado presente en el grano, tiene relación directa con el incremento del calor en el grano durante el almacenamiento.

### 2.2.3 Enfermedades

Sorenson et al (1957) señalan que los hongos que infectan al grano antes de la cosecha no parecen tener relación con el deterioro de la semilla de sorgo durante el almacenamiento. Christensen designó al género fungi, que ataca a la semilla, como 1) hongo del campo (que ataca a la planta en pie) y 2) hongo del almacenamiento. Un incremento en la infestación de grano por especies *Aspergillus* y *Penicillium* durante el almacenamiento se asoció con deterioro en la calidad de la semilla y deterioro en su capacidad de germinar.

### 2.2.4 Insectos

Sorenson et al (1957) dicen que la cantidad de granos agrietados y de granos quebrados es un factor importante en el almacenamiento de sorgo. Estos, en grandes concentraciones, proveen condiciones favorables a los insectos. Estos insectos se alimentan primeramente de semillas quebradas o de granos dañados por otros insectos.

La actividad de un gran número de estos insectos puede causar calor e incrementar el contenido de humedad del grano almacenado. Es sumamente difícil lograr una fumigación efectiva en granos mezclados con altos porcentajes de granos agrietados y semillas quebradas.

La actividad de los insectos se reduce grandemente a temperaturas de 15.5°C o menos. El incremento proporcional de desarrollo en el número de insectos es mayor en granos de alto contenido de humedad que en granos de bajo contenido de humedad (Sorenson et al 1957).

Seifelnasr (1992) indica que para la mayoría de las especies de insectos, a una humedad relativa del 60% o más, existe un rango óptimo de temperaturas dentro del cual el incremento porcentual de insectos es mayor (Howe 1965). El rango de 33-37°C es óptimo para T. granarium (Banks 1977), 32-35°C para R. dominica (Birch 1953), T. castaneum (Howe 1962) y C. ferrugineus (Smith 1965), 31-34°C para O. surinamensis y O. mercator (Howe 1956), 30-33°C para T. confusum (Howe 1960), 27-31°C para S. oryzae (Birch 1953) y 26-30°C para S. cerealella (Castro 1951).

T. granarium es uno de los insectos de granos almacenados más temidos en el mundo por su capacidad de destruir granos almacenados, por su habilidad de sobrevivir bajo condiciones de inanición por largos periodos de tiempo y por su tolerancia relativa a insecticidas y condiciones ambientales extremas. De cualquier manera se ha declarado que áreas con una temperatura media mensual de 20°C o más por lo menos durante cuatro meses consecutivos y con una media en la humedad relativa del 50% o menos durante estos meses, favorecerá la distribución y la abundancia de T. granarium (Banks 1977) y de la mayoría de los insectos de granos almacenados (Howe 1965). T. granarium y R. dominica son más tolerantes a condiciones de sequía que S. oryzae y otros insectos que presentan menos tolerancia en climas con humedad relativa más baja. (Seifelnasr 1992).

El ICRISAT (1983) en el Manual Para la Identificación de las Plagas Insectiles del Suelo menciona que S. oryzae es la plaga insectil más destructora de los granos almacenados en el mundo.

Hope (1986) enfatiza que el sorgo es muy susceptible al ataque de insectos.

Giles (1965) indica que S. cerealella casi siempre se encuentra en gran número en sorgo no desgranado. No es importante en sorgo desgranado debido a que no puede penetrar a la profundidad del grano para ovipositar.

La infestación de S. Cerealella puede comenzar en el campo. En el almacén, la infestación queda confinada a la capa superior del grano. (Manual Para la Identificación de las Plagas Insectiles del Suelo, ICRISAT, 1983)

#### 2.2.5 Secado

Sorenson et al (1957) mencionan que si el grano de sorgo se va a utilizar como semilla para la siembra, la germinación es el factor que determinará la velocidad del flujo de aire durante el secado -con aire no caliente -, cuando el contenido de humedad es muy alto en el grano que se va a almacenar. Hubo una pérdida significativa en la germinación a todas las profundidades del silo cuando se utilizó aire caliente para secar el grano.

Fenner (1985) indica que las semillas deben ser secadas tan pronto como sea posible para mantener su viabilidad.

Por otro lado, hablando de semillas en general, si son secadas por debajo del 4-5% de humedad, al parecer su

deterioro es más rápido que en semillas secadas entre un 5 a un 6 por ciento de humedad. (Fenner 1985).

#### 2.2.6 Fumigación

Allen y Sorenson (1958) recomiendan, cuando se trata de fumigantes líquidos, que se apliquen cuando no hay viento y cuando la temperatura por encima del grano es menor que la temperatura del grano que se encuentra en la superficie. Estos fumigantes, que se aplican con rociador a la superficie del grano, se difunden hacia abajo.

Hope (1986) menciona que el malatión se desintegra rápidamente en grano caliente y húmedo.

### 2.3 Calidad de las Semillas

Shedd (1947) encontró que el efecto del contenido de humedad en la calidad del grano de sorgo ensilado, de un 17 a un 38 por ciento de humedad, tenía poco que ver con las proteínas, los lípidos y los carbohidratos que contenía.

Brown et al (1948) indica que la semilla de sorgo sufre un daño severo cuando es expuesta demasiado tiempo a los factores climáticos antes de la cosecha.

Coleman et al (1928) menciona que es común que el grano de sorgo se torne rancio y mohoso, además de sufrir calentamiento, cuando se almacena en grandes volúmenes, especialmente si hay presencia de humedad y materiales orgánicos diversos en cantidades considerables.

Los granos de sorgo dañados por el calor respiran a una velocidad considerablemente más alta que los granos de sorgo normales. (Coleman et al 1928).

Peruanskii y Savich (1989) concluyen que existen en el grano del maíz y del sorgo proteínas estables en presencia de calor.

Reddy y Pushpamma (1986) reportan que el almacenamiento de cereales y leguminosas durante doce meses causó una disminución en la extractibilidad de las proteínas. Hubo disminución significativa en la calidad proteica y en los aminoácidos del sorgo. La infestación de insectos causó una disminución aún mayor en la relación de proteína neta. Una merma significativa en el coeficiente de digestibilidad fue también observada debido al almacenamiento y a la infestación de insectos en sorgo. El almacenamiento por un periodo de seis meses resultó en una disminución del 30 al 50% en la relación de proteína neta en sorgos. La infestación de insectos causó un decremento aún mayor en la calidad proteica del sorgo.

Mitaru y Blair (1984) hacen mención de que la literatura disponible indica que las proteínas del sorgo son menos digeribles que las de otros cereales. La presencia de taninos en algunas variedades de sorgo disminuyen la digestibilidad de sus proteínas aún más. Existe una relación inversa entre el contenido de taninos y la digestibilidad de la proteína en estos sorgos.

Price et al han reportado que el cocimiento de sorgo con un alto contenido de taninos reduce el contenido de taninos encontrados en el mismo, pero no incrementa la calidad nutricional de estos sorgos, como lo indicó el crecimiento raquítrico en ratas. (Mitaru y Blair 1984).

## 2.4 Latencia

Fenner (1985) define latencia como un estado fisiológico peculiar el cual se manifiesta a sí mismo por la incapacidad del embrión imbibido de germinar inmediatamente.

Brown et al (1948) mencionan que cuando la siembra se va a llevar a cabo, cuando el suelo está frío, la semilla debe ser almacenada a una temperatura relativamente alta y estar bien seca.

La latencia es mucho menos común en sorgo que en la cebada y la avena. (Brown et al 1948).

Sánchez et al (1992) menciona que aun en condiciones favorables no todas las semillas germinan al mismo tiempo, sino por etapas; a esta característica se le conoce como latencia.

## 2.5 Longevidad

Fenner (1985) explica que los dos factores más importantes que afectan la longevidad de las semillas son el contenido de humedad de la semilla y la temperatura de la semilla. Enseguida se sugieren dos reglas que expresan en forma muy sencilla y fácil de entender la influencia de la humedad y la temperatura en la rapidez del deterioro de las semillas:

1. Cada punto porcentual de reducción del contenido de humedad de la semilla duplica la vida de la semilla.

2. Cada 5°C de reducción en la temperatura de la semilla duplica la vida de la semilla.

## 2.6 Germinación

Brown et al (1948) mencionan que en plantas de sorgo en pie, expuestas a los factores climáticos después de la maduración del grano, se redujo la germinación del mismo en forma considerable, especialmente en variedades de semillas blandas, panojas compactas y glumas cortas que dejan la semilla a la intemperie.

Bayer de México, S.A. de C.V. (1988) menciona en su Manual Para la Protección del Maíz, que la propia actividad de los insectos, la respiración de los granos y la acción de la microflora producen calor que merma el poder germinativo del grano.

Robertson y Lute (1937) reportan que la germinación del sorgo Black Amber bajó sólo un 2% en seis años. La alta germinación se pudo mantener durante los primeros diez años con una ligera caída en el onceavo año. El sorgo Black Amber todavía mantenía un excelente porcentaje de germinación después de ser almacenado 10 años.

### 2.6.1 Ensayos de Germinación

Fenner (1985) menciona que la capacidad de germinación de un lote de semillas se determina por el porcentaje de semillas capaces de producir una plúmula y una radícula

normales bajo condiciones diseñadas para asegurar una máxima germinación.

Sánchez et al (1992) indican que de los ensayos o pruebas de germinación se puede obtener información de las condiciones germinativas de las semillas comparándolas entre sí. Así, se pueden identificar plántulas consideradas normales o anormales, además de poder identificar también semillas duras y semillas muertas.

## 2.7 Respiración

Eiland et al (1982) mencionan que durante la respiración, el azúcar es oxidada y reducida a bióxido de carbono con liberación de calor.

Coleman et al (1928) explican que los granos de sorgo, como los granos de todos los cereales, son higroscópicos. Estos pierden o ganan humedad de la atmósfera hasta que la humedad higroscópica que contienen se encuentra en equilibrio con la humedad del aire.

Existe una relación directa entre la respiración y la humedad relativa, puesto que conforme el contenido de humedad de los tejidos de las plantas aumenta, se da un aumento correspondiente en la velocidad de respiración. (Coleman et al 1928).

## 2.8 Viabilidad

Sánchez et al (1995) definen que una semilla es viable cuando tiene vida en cualquier parte de la estructura del embrión y que por consiguiente puede dar origen a una plántula normal.

Robertson y Lute (1937) explican que el conocimiento de que las semillas de granja mantienen su viabilidad después de un largo periodo de años, nos puede ayudar a resolver situaciones ya sea de pérdidas totales de las cosechas o bien de años de sequía.

Zhang et al (1994) cita que la influencia más notable del almacenamiento de las semillas de sorgo fue una disminución gradual en su viabilidad.

## 2.9 Vigor

Fenner (1985) menciona que el vigor es una propiedad fisiológica determinada por el genotipo y modificada por el ambiente -el cual gobierna la habilidad de la semilla de producir una plántula rápidamente en el suelo- en la que se mide el grado en que la semilla tolera un número de factores ambientales. La influencia del vigor de la semilla puede persistir a través de la vida de la planta y afectar la producción.

Zhang et al (1994) mencionan que el vigor de la semilla se deteriora con el tiempo.

Sánchez et al (1992) indican que la velocidad de germinación se relaciona con el vigor de la semilla.

## 2.10 Envejecimiento

Fenner (1985) define que envejecimiento es el deterioro de las semillas con el tiempo. El tiempo cronológico no es importante para las semillas; el envejecimiento, fisiológicamente hablando, puede frenarse si existe un medio ambiente apropiado.

Sánchez et al (1992) mencionan que la prueba de envejecimiento acelerado se desarrolló inicialmente para predecir la capacidad de almacenamiento de la semilla, pero que también sirve para predecir el comportamiento de las semillas en el campo. Esta se considera una prueba de vigor directa, ya que simula las condiciones adversas del ambiente que posiblemente encontrará la semilla en el campo.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Descripción del Area de Estudio

La presente investigación se realizó en dos etapas y en dos lugares diferentes.

##### 3.1.1 Primera Etapa

La primera etapa (septiembre de 1991) se desarrolló en el laboratorio del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas (CCDTS) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buena Vista, Saltillo, Coahuila. Este lugar se encuentra entre las coordenadas geográficas 25°26'37" Latitud Norte y 100°51'22" Longitud Oeste a una altura de 1,599 msnm.

El clima correspondiente a esta zona de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificada por García (1973) es muy seco, semicálido, con invierno fresco extremo, con lluvias en verano y con precipitaciones invernales superiores al 10 por ciento anual. La temperatura máxima es de 35°C y la mínima de -5°C. La temperatura media anual es de 18°C. La precipitación media anual es de 289 mm. (Pedroza S/F).

### 3.1.2 Segunda Etapa

La segunda etapa (marzo de 1995, la que se realiza y experimenta en el presente trabajo de tesis) fue desarrollada en el laboratorio de semillas del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara en el predio de Las Agujas, municipio de Zapopan, estado de Jalisco. Este lugar se encuentra localizado en la Latitud Norte 20°45'00'', Longitud Oeste 103°30'40'' y a una altura sobre el nivel del mar de 1583 m. El clima de esta región según la clasificación de Köppen modificado por García (1963) es cálido sub-húmedo.

La temperatura máxima es de 35.8°C y la mínima de 3°C. La temperatura media es de 20.3°C. La precipitación media anual es de 867 mm. (Pedroza S/F). El periodo de mayor precipitación pluvial va de junio a septiembre.

## 3.2 Materiales

### 3.2.1 Materiales Físicos

Se utilizó una cámara de germinación, un horno para la prueba de envejecimiento acelerado, y papel germinador como sustrato.

### 3.2.2 Materiales Genéticos

Los materiales genéticos comprenden 24 híbridos (6 rojo x rojo; 6 rojo x canela; 6 canela x rojo y 6 canela x canela), además de 6 líneas androestériles; 3 de plantas rojas y 3 de plantas canelas.

A continuación se muestran estos materiales:

N.T. = Número de tratamiento

| N.T. | Genealogía                 | Reacción de la planta |
|------|----------------------------|-----------------------|
| 01)  | LRB-104AR X LRB-104BR..... | púrpura               |
| 02)  | " " X TX-430R.....         | púrpura               |
| 03)  | " " X TX-430C.....         | púrpura               |
| 04)  | " " X LRB-25.....          | púrpura               |
| 05)  | " " X LRB-25C.....         | púrpura               |
| 06)  | LRB-104AC X LRB-104BC..... | canela                |
| 07)  | " " X TX-430.....          | púrpura               |
| 08)  | " " X TX-430C.....         | canela                |
| 09)  | " " X LRB-25.....          | púrpura               |
| 10)  | " " X LRB-25C.....         | canela                |
| 11)  | LRB-109AR X LRB-109BR..... | púrpura               |
| 12)  | " " X TX-430.....          | púrpura               |
| 13)  | " " X TX-430C.....         | púrpura               |
| 14)  | " " X LRB-25.....          | púrpura               |
| 15)  | " " X LRB-25C.....         | púrpura               |
| 16)  | LRB-109AC X LRB-109BC..... | canela                |
| 17)  | " " X TX-430.....          | púrpura               |
| 18)  | " " X TX-430C.....         | canela                |
| 19)  | " " X LRB-25.....          | púrpura               |
| 20)  | " " X LRB-25C.....         | canela                |
| 21)  | LRB-102AR X LRB-102BR..... | púrpura               |
| 22)  | " " X TX-430.....          | púrpura               |
| 23)  | " " X TX-430C.....         | púrpura               |
| 24)  | " " X LRB-25.....          | púrpura               |

- 25) " " X LRB-25C.....púrpura
- 26) LRB-102AC X LRB-102BC.....canela
- 27) " " X TX-430.....púrpura
- 28) " " X TX-430C.....canela
- 29) " " X LRB-25.....púrpura
- 30) " " X LRB-25C.....canela

### 3.3 Métodos

#### 3.3.1 Metodología Experimental

##### 3.3.1.1 Diseño Experimental Utilizado

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar.

##### 3.3.1.1.1 Número de Tratamientos y Repeticiones

Los materiales genéticos suman 30 tratamientos con tres repeticiones en el experimento realizado en septiembre de 1991 y con cuatro repeticiones en el experimento realizado en marzo de 1995.

##### 3.3.1.2 Análisis Estadístico Empleado

Se transformaron los porcentajes de germinación con la fórmula arco seno para la raíz del porcentaje antes de someterlos al análisis de varianza. Para la prueba de medias de todas las variables en estudio se utilizó la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad.

### 3.3.1.3 Variables Evaluadas

Porcentaje de germinación normal, longitud de plúmula, longitud de radícula, y porcentaje de germinación de semillas sometidas a un proceso de envejecimiento acelerado. <sup>2)</sup>

#### 3.3.1.3.1 Porcentaje de Germinación Normal

Para evaluar la capacidad germinativa de la semilla se utilizó papel germinador como sustrato. Al centro, sobre el papel germinador, se pegó una cinta adhesiva sobre la cual se colocaron 25 semillas en forma equidistante y con la misma orientación para lograr un crecimiento uniforme durante y después de la germinación. Una vez hecha la siembra (cuatro repeticiones por tratamiento en 1995) se procedió a enrollar los pliegos de papel germinador, ya humedecidos, y a colocarlos en bolsas de plástico con perforaciones para que pudiera escurrir el agua. Estas bolsas con cuatro pliegos de papel germinador -sembrados, humedecidos y enrollados- cada una, se colocaron dentro de una cámara germinadora. Las 30 bolsas permanecieron dentro de esta cámara durante siete días a una temperatura de 25°C + - 2. Transcurrido este tiempo se realizó la evaluación de la variable porcentaje de germinación normal, tomando en cuenta el conteo de plantas normales (PN), plantas anormales (PA) y semillas muertas (SM) habiendo obtenido el porcentaje de germinación de cada uno de los treinta tratamientos.

---

<sup>2)</sup> Los términos "porcentaje de germinación normal" y "porcentaje de germinación estándar" se manejan indistintamente en el presente trabajo.

### 3.3.1.3.2 Longitud de Plúmula

Una vez hecha la prueba de porcentaje de germinación normal, todas las plántulas normales fueron medidas de la base de la plúmula o inserción de la semilla a su parte terminal determinándose la media en cm.

### 3.3.1.3.3 Longitud de Radícula

Una vez seleccionadas las plantas normales se midieron de la base de la radícula o inserción de la semilla hasta el ápice para determinar longitud de radícula. Se determinó la media de longitud de radícula en cm.

### 3.3.1.3.4 Porcentaje de Germinación de Semillas Sometidas a un Proceso de Envejecimiento Acelerado.

Fueron colocadas 300 semillas de cada tratamiento sobre mallas de alambre colocadas en recipientes de plástico. En el interior de cada recipiente fueron vaciados 100 ml. de agua para crear una atmósfera saturada, es decir, una humedad relativa del 90 al 100% dentro del horno donde fueron colocados los recipientes. El horno mantuvo las semillas en estas condiciones de humedad a una temperatura de 42°C aproximadamente, durante 72 horas.

Estas semillas sometidas a envejecimiento acelerado se sembraron en papel germinador humedecido en la misma forma que se sembraron las semillas no sometidas a esta prueba. Finalmente se procedió a medir el porcentaje de germinación de la misma forma en que se midió el porcentaje de germinación de las semillas no sometidas a envejecimiento.

### 3.3.2 Desarrollo del Experimento

En la primera etapa (1991) los materiales genéticos fueron cosechados en la etapa fenológica de madurez fisiológica y secada la semilla a un 14% de humedad para realizar posteriormente las pruebas de calidad.

Estos materiales, una vez utilizados después de la cosecha para el trabajo experimental de 1991, fueron almacenados durante un periodo de 42 meses (tres años y medio) en bolsas de papel dentro de una caja de cartón en una bodega con ambiente natural ubicada en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara. Una vez que transcurrió este periodo de almacenamiento se utilizó esta semilla para realizar la presente tesis en 1995.

Los valores de las variables obtenidos en este experimento (1995) se van a comparar - en el capítulo dedicado a resultados y discusión- con los valores obtenidos para las mismas variables en 1991.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

En este capítulo se analizan los resultados obtenidos en 1991 de las variables:

- a) Porcentaje de germinación normal
- b) Porcentaje de germinación de semillas sometidas a un proceso de envejecimiento acelerado.
- c) Longitud de plúmula y
- d) Longitud de radícula,

poco después de haber sido cosechados los tratamientos. Los cuadros 1 a 8 presentan esta información.

En este mismo capítulo también se analizan los resultados obtenidos en 1995 para las mismas variables después de transcurrido un periodo de 42 meses -tres años y medio- de almacenamiento de los mismos materiales genéticos utilizados en 1991. Los cuadros 9 a 16 presentan esta información.

##### 4.1 Resultados y Discusión de Pruebas Iniciales (1991)

En el cuadro 1 aparece el análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación normal en el que se puede apreciar una diferencia altamente significativa entre los tratamientos, lo cual indica que unos son superiores a otros en cuanto a porcentaje de germinación alcanzado.

En el cuadro 2 aparece la prueba de medias para la variable porcentaje de germinación normal. Se pueden observar 8 grupos estadísticos, encontrándose en el primero 23 tratamientos -semillas- que resultan de la cruce de

plantas canela x canela, roja x canela, canela x roja y roja x roja. El tratamiento LRB-102AC X LRB-25C -canela x canela- del grupo estadístico 1 obtuvo un porcentaje de germinación relativamente alto, del 77.96%, presentando una diferencia altamente significativa cuando se compara con tratamientos que obtuvieron un porcentaje de germinación menor o igual al 68.05% entre los que se encuentran semillas provenientes de cruzamientos entre plantas canela x canela y rojo por canela.

El tratamiento LRB-109AC X LRB-109BC, con un 57.64% de germinación, presenta una diferencia altamente significativa a la baja con respecto al 86.66% de los tratamientos sometidos a esta prueba de germinación. En estas diferencias altamente significativas ni la reacción canela ni la reacción púrpura influyeron en los resultados.

**Cuadro 1.-** Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación normal. (1991).

| F.V.         | G.L. | S.C.   | C.M. | F.C.  | F.T.      |
|--------------|------|--------|------|-------|-----------|
| Tratamientos | 29   | 2329.3 | 80.3 | 7.6** | 0.05 0.01 |
| Error        | 60   | 634.9  | 10.6 |       | 1.65 2.03 |
| Total        | 89   | 2964.2 |      |       |           |

C.V. = 4.55%

\*\* = diferencia altamente significativa

**Cuadro 2.-** Prueba de medias para la variable porcentaje de germinación normal (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad). (1991).

| N.T. | Genealogía |             | Media | Grupos        |
|------|------------|-------------|-------|---------------|
|      |            |             | %     |               |
| 30   | LRB-102AC  | X LRB-25C   | 77.96 | A             |
| 15   | LRB-109AR  | X LRB-25C   | 77.83 | A B           |
| 06   | LRB-109AR  | X LRB-104BC | 77.57 | A B           |
| 21   | LRB-102AR  | X LRB-102BR | 77.57 | A B           |
| 27   | LRB-102AC  | X TX-430    | 77.57 | A B           |
| 29   | LRB-102AC  | X LRB-25    | 76.70 | A B C         |
| 11   | LRB-109AR  | X LRB-109BR | 75.95 | A B C D       |
| 03   | LRB-104AR  | X TX-430C   | 75.67 | A B C D       |
| 07   | LRB-104AC  | X TX-430    | 75.67 | A B C D       |
| 10   | LRB-104AC  | X LRB-25C   | 75.67 | A B C D       |
| 22   | LRB-102AR  | X TX-430    | 75.20 | A B C D E     |
| 19   | LRB-109AC  | X LRB-25    | 73.79 | A B C D E F   |
| 20   | LRB-109AC  | X LRB-25C   | 73.04 | A B C D E F   |
| 01   | LRB-104AR  | X LRB-104BR | 72.68 | A B C D E F   |
| 08   | LRB-104AC  | X TX-430C   | 71.26 | A B C D E F G |
| 05   | LRB-104AR  | X LRB-25C   | 71.05 | A B C D E F G |
| 23   | LRB-102AR  | X TX-430C   | 70.95 | A B C D E F G |
| 25   | LRB-102AR  | X LRB-25C   | 70.95 | A B C D E F G |
| 18   | LRB-109AC  | X TX-430C   | 70.08 | A B C D E F G |
| 14   | LRB-109AR  | X LRB-25    | 68.83 | A B C D E F G |
| 17   | LRB-109AC  | X TX-430    | 68.67 | A B C D E F G |
| 02   | LRB-104AR  | X TX-430R   | 68.59 | A B C D E F G |
| 12   | LRB-109AR  | X TX-430    | 68.59 | A B C D E F G |
| 26   | LRB-102AC  | X LRB-102BC | 68.05 | B C D E F G   |
| 28   | LRB-102AC  | X TX-430C   | 66.95 | C D E F G H   |
| 13   | LRB-109AR  | X TX-430C   | 66.52 | D E F G H     |
| 04   | LRB-104AR  | X LRB-25    | 65.45 | E F G H       |
| 24   | LRB-102AR  | X LRB-25    | 64.86 | F G H         |
| 09   | LRB-104AC  | X LRB-25    | 61.57 | G H           |
| 16   | LRB-109AC  | X LRB-109BC | 57.64 | H.            |

En el cuadro 3 se presenta un análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación de semillas sometidas al proceso de envejecimiento acelerado, que sirve para predecir la capacidad de almacenamiento de la semilla y para predecir también el comportamiento de ésta en el campo (Sánchez et al 1992). Este análisis de varianza nos muestra que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos.

En el cuadro 4 podemos encontrar cómo se diferencian los tratamientos entre sí después de haber sido sometidos a la prueba de envejecimiento acelerado. Esta prueba arrojó 6 grupos estadísticos, de los cuales el primero cuenta con 23 tratamientos, mientras que el último cuenta con 13. El tratamiento LRB-102AC X LRB-25C aparece una vez más entre los tratamientos que presentan un porcentaje de germinación mayor al finalizar esta prueba, como sucedió en la prueba de porcentaje de germinación de semillas no sometidas a envejecimiento acelerado (véase cuadro 2). El porcentaje de germinación de este tratamiento al someterse a esta prueba de vigor bajó de 77.96% a 75.38%, lo cual indica que su capacidad de almacenamiento es relativamente buena, como se verá en el cuadro 10. Se puede afirmar que esta planta resultó vigorosa, ya que por el porcentaje de germinación que presentó después de la pruebas de envejecimiento -antes y después de ser almacenada la semilla-, podemos predecir que su comportamiento en el campo puede ser satisfactorio (véase el cuadro 12).

En este cuadro de medias -cuadro 4- no se presentaron diferencias estadísticas entre semillas provenientes de plantas con reacción púrpura o reacción canela.

**Cuadro 3.-** Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación de semillas sometidas a un proceso de envejecimiento acelerado. (1991).

| F.V.         | G.L. | S.C    | C.M. | F.C.  | F.T. |      |
|--------------|------|--------|------|-------|------|------|
|              |      |        |      |       | 0.05 | 0.01 |
| Tratamientos | 29   | 1561.1 | 53.8 | 5.6** | 1.65 | 2.03 |
| Error        | 60   | 575.4  | 9.6  |       |      |      |
| Total        | 89   | 2136.5 |      |       |      |      |

C.V. = 4.28%

\*\* = diferencia altamente significativa.

**Cuadro 4.-** Prueba de medias para la variable porcentaje de germinación de semillas sometidas a un proceso de envejecimiento acelerado (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad). (1991).

| N.T. | Genealogía |             | Media | Grupos      |
|------|------------|-------------|-------|-------------|
|      |            |             | %     |             |
| 15   | LRB-109AR  | X LRB-25C   | 78.66 | A           |
| 11   | LRB-109AR  | X LRB-109BR | 77.71 | A           |
| 27   | LRB-102AC  | X TX-430    | 77.35 | A           |
| 14   | LRB-109AR  | X LRB-25    | 77.12 | A B         |
| 20   | LRB-109AC  | X LRB-25C   | 77.08 | A B         |
| 07   | LRB-104AC  | X TX-430    | 76.70 | A B C       |
| 30   | LRB-102AC  | X LRB-25C   | 75.38 | A B C       |
| 04   | LRB-104AR  | X LRB-25    | 75.10 | A B C       |
| 12   | LRB-109AR  | X TX-430    | 74.69 | A B C       |
| 10   | LRB-104AC  | X LRB-25C   | 74.68 | A B C       |
| 06   | LRB-104AC  | X LRB-104BC | 74.07 | A B C D     |
| 03   | LRB-104AR  | X TX-430C   | 73.93 | A B C D     |
| 08   | LRB-104AC  | X TX-430C   | 73.82 | A B C D     |
| 13   | LRB-109AR  | X TX-430C   | 73.73 | A B C D E   |
| 25   | LRB-102AR  | X LRB-25C   | 73.63 | A B C D E   |
| 17   | LRB-109AC  | X TX-430    | 73.26 | A B C D E   |
| 05   | LRB-104AR  | X LRB-25C   | 72.96 | A B C D E   |
| 22   | LRB-102AR  | X TX-430    | 71.59 | A B C D E F |
| 01   | LRB-104AR  | X LRB-104BR | 71.37 | A B C D E F |
| 29   | LRB-102AC  | X LRB-25    | 71.10 | A B C D E F |
| 26   | LRB-102AC  | X LRB-102BC | 70.99 | A B C D E F |
| 23   | LRB-102AR  | X TX-430C   | 70.24 | A B C D E F |
| 21   | LRB-102AR  | X LRB-102BR | 69.73 | A B C D E F |
| 24   | LRB-102AR  | X LRB-25    | 67.80 | B C D E F   |
| 18   | LRB-109AC  | X TX-430C   | 67.79 | B C D E F   |
| 19   | LRB-109AC  | X LRB-25    | 67.58 | C D E F     |
| 28   | LRB-102AC  | X TX-430C   | 67.40 | C D E F     |
| 09   | LRB-104AC  | X LRB-25    | 65.04 | D E F       |
| 16   | LRB-109AC  | X LRB-109BC | 64.37 | E F         |
| 02   | LRB-104AR  | X TX-430R   | 62.29 | F           |

En el cuadro 5 se presenta el análisis de varianza para la variable longitud de plúmula. Se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos.

En el cuadro 6 aparecen las medias de longitud de plúmula agrupadas en 6 grupos estadísticos, encontrándose en el primero de ellos 18 tratamientos de semilla proveniente de cruzamientos rojo x canela, canela x rojo, canela x canela y rojo x rojo. Los valores dentro de este grupo oscilan entre los 15.07 y los 18.12 cm. de longitud de plúmula.

El tratamiento LRB-102AC X LRB-25C vuelve a aparecer entre los primeros dentro del primer grupo estadístico, como lo hizo en las pruebas de germinación estándar y envejecimiento acelerado, con una media en su longitud de plúmula de 17.08 cm. El tratamiento LRB-102AC X TX-430 también se ha comportado satisfactoriamente en las tres pruebas: a) Germinación Estándar con 77.57% de germinación, b) Envejecimiento Acelerado con 77.35% de germinación y c) en la prueba del cuadro en cuestión donde muestra una longitud de plúmula de 17.70 cm. perteneciendo al primer grupo. Este tratamiento sobresale también en la prueba de medias de longitud de radícula, como se verá más tarde en el cuadro 8.

Tampoco se observa ninguna superioridad por parte de semillas provenientes de sorgos con reacción púrpura o canela en este cuadro.

**Cuadro 5.-** Análisis de varianza para la variable de longitud de plúmula. (1991).

| F.V.         | G.L. | S.C.   | C.M. | F.C.  | F.T. |      |
|--------------|------|--------|------|-------|------|------|
|              |      |        |      |       | 0.05 | 0.01 |
| Tratamientos | 29   | 169.04 | 5.8  | 5.7** | 1.65 | 2.03 |
| Error        | 60   | 61.37  | 1.0  |       |      |      |
| Total        | 89   | 230.41 |      |       |      |      |

C.V. = 6.55%

\*\* = diferencia altamente significativa

**Cuadro 6.-** Prueba de medias para la variable longitud de plúmula (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad). (1991).

| N.T. | Genealogía |             | Media<br>cm. | Grupo       |
|------|------------|-------------|--------------|-------------|
| 23   | LRB-102AR  | X TX-430C   | 18.12        | A           |
| 27   | LRB-102AC  | X TX-430    | 17.70        | A B         |
| 07   | LRB-104AC  | X TX-430    | 17.58        | A B         |
| 09   | LRB-104AC  | X LRB-25    | 17.22        | A B C       |
| 30   | LRB-102AC  | X LRB-25C   | 17.08        | A B C       |
| 25   | LRB-102AR  | X LRB-25C   | 16.75        | A B C D     |
| 29   | LRB-102AC  | X LRB-25    | 16.65        | A B C D     |
| 22   | LRB-102AR  | X TX-430    | 16.19        | A B C D E   |
| 28   | LRB-102AC  | X TX-430C   | 16.19        | A B C D E   |
| 14   | LRB-109AR  | X LRB-25    | 16.03        | A B C D E   |
| 26   | LRB-102AC  | X LRB-102BC | 16.01        | A B C D E   |
| 08   | LRB-104AC  | X TX-430    | 15.94        | A B C D E   |
| 18   | LRB-109AC  | X TX-430C   | 15.87        | A B C D E   |
| 12   | LRB-109AR  | X TX-430    | 15.74        | A B C D E F |
| 13   | LRB-109AR  | X TX-430C   | 15.41        | A B C D E F |
| 01   | LRB-104AR  | X LRB-104BR | 15.16        | A B C D E F |
| 10   | LRB-104AC  | X LRB-25C   | 15.14        | A B C D E F |
| 24   | LRB-102AR  | X LRB-25    | 15.07        | A B C D E F |
| 17   | LRB-109AC  | X TX-430    | 15.06        | B C D E F   |
| 03   | LRB-104AR  | X TX-430C   | 15.00        | B C D E F   |
| 21   | LRB-102AR  | X LRB-102BR | 14.82        | B C D E F   |
| 11   | LRB-109AR  | X LRB-109BR | 14.51        | C D E F     |
| 19   | LRB-109AC  | X LRB-25    | 14.47        | C D E F     |
| 05   | LRB-104AR  | X LRB-25C   | 14.40        | C D E F     |
| 20   | LRB-109AC  | X LRB-25C   | 14.00        | D E F       |
| 15   | LRB-109AR  | X LRB-25C   | 13.79        | D E F       |
| 02   | LRB-104AR  | X TX-430R   | 13.50        | E F         |
| 06   | LRB-104AC  | X LRB-104BC | 13.48        | E F         |
| 16   | LRB-109AC  | X LRB-109BC | 13.34        | E F         |
| 04   | LRB-104AR  | X LRB-25    | 12.72        | F           |

El cuadro 7 del análisis de varianza de la variable longitud de radícula presenta también diferencias altamente significativas entre tratamientos.

En el cuadro 8 se pueden ver agrupados los tratamientos en 8 grupos estadísticos siendo el primero sólo de 15 tratamientos. En este grupo, ocupando el primer sitio, se encuentra el tratamiento LRB-102AC X LRB-25C con 15.92 cm. de radícula seguido del tratamiento LRB-102AC X TX-430 con 15.34 cm. El tratamiento LRB-104AR X LRB-25 aparece en el último grupo estadístico siendo su longitud de radícula de 10.96 cm. Este tratamiento presenta una diferencia altamente significativa a la baja con respecto a todos los tratamientos involucrados en esta prueba. En el cuadro 6 se puede apreciar que la longitud de plúmula de este tratamiento es también relativamente corta de tal suerte que queda encuadrado en el último grupo estadístico, siendo diferente estadísticamente al 43.34% de los tratamientos que lo superaron en la medición de esta variable. Los sorgos no manifestaron diferencias por ser de reacción púrpura o canela.

**Cuadro 7.-** Análisis de varianza para la variable longitud de radícula. (1991).

| F.V.         | G.L. | S.C. | C.M. | F.C.   | F.T. |      |
|--------------|------|------|------|--------|------|------|
|              |      |      |      |        | 0.05 | 0.01 |
| Tratamientos | 29   | 67.3 | 2.3  | 10.7** | 1.65 | 2.03 |
| Error        | 60   | 13.0 | 0.2  |        |      |      |
| Total        | 89   | 80.4 |      |        |      |      |

C.V. = 3.22%

\*\* = diferencia altamente significativa.

**Cuadro 8.-** Prueba de medias para la variable longitud de radícula (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad). (1991).

| N.T. | Genealogía |             | Media<br>cm. | Grupos        |
|------|------------|-------------|--------------|---------------|
| 30   | LRB-102AC  | X LRB-25C   | 15.92        | A             |
| 22   | LRB-102AR  | X TX-430    | 15.36        | A B           |
| 28   | LRB-102AC  | X TX-430C   | 15.36        | A B C         |
| 27   | LRB-102AC  | X TX-430    | 15.34        | A B C         |
| 05   | LRB-104AR  | X LRB-25C   | 15.26        | A B C D       |
| 29   | LRB-102AC  | X LRB-25    | 15.16        | A B C D E     |
| 03   | LRB-104AR  | X TX-430C   | 15.06        | A B C D E     |
| 21   | LRB-102AR  | X LRB-102BR | 14.95        | A B C D E F   |
| 11   | LRB-109AR  | X LRB-109BR | 14.91        | A B C D E F   |
| 12   | LRB-109AR  | X TX-430    | 14.86        | A B C D E F G |
| 07   | LRB-104AC  | X TX-430    | 14.80        | A B C D E F G |
| 08   | LRB-104AC  | X TX-430C   | 14.77        | A B C D E F G |
| 18   | LRB-109AC  | X TX-430C   | 14.74        | A B C D E F G |
| 17   | LRB-109AC  | X TX-430    | 14.74        | A B C D E F G |
| 23   | LRB-102AR  | X TX-430C   | 14.65        | A B C D E F G |
| 13   | LRB-109AR  | X TX-430C   | 14.48        | B C D E F G   |
| 25   | LRB-102AR  | X LRB-25C   | 14.44        | B C D E F G   |
| 15   | LRB-109AR  | X LRB-25C   | 14.43        | B C D E F G   |
| 20   | LRB-109AC  | X LRB-25C   | 14.41        | B C D E F G   |
| 14   | LRB-109AR  | X LRB-25    | 14.37        | B C D E F G   |
| 01   | LRB-104AR  | X LRB-104BR | 14.31        | B C D E F G   |
| 06   | LRB-104AC  | X LRB-104BC | 14.15        | B C D E F G   |
| 26   | LRB-102AC  | X LRB-102BC | 14.12        | B C D E F G   |
| 09   | LRB-104AC  | X LRB-25    | 14.10        | B C D E F G   |
| 16   | LRB-109AC  | X LRB-109BC | 13.93        | C D E F G     |
| 10   | LRB-104AC  | X LRB-25C   | 13.91        | D E F G       |
| 02   | LRB-104AR  | X LRB-104BR | 13.84        | E F G         |
| 24   | LRB-102AR  | X LRB-25    | 13.55        | F G           |
| 19   | LRB-109AC  | X LRB-25    | 13.47        | G             |
| 04   | LRB-104AR  | X LRB-25    | 10.96        | H             |

#### 4.2 Resultados y Discusión de Pruebas Finales (1995)

El cuadro 9 de análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación estándar después de haber sido almacenada la semilla 42 meses, nos dice que las diferencias entre tratamientos son altamente significativas.

En el cuadro 10 -prueba de medias para la variable porcentaje de germinación estándar- se pueden observar 8 grupos estadísticos, encontrándose 22 tratamientos en el primer grupo. Dentro de este grupo aparece con mayor porcentaje de germinación el tratamiento LRB-102AC X LRB-25 con un 64.59% de germinación después de 42 meses de almacenamiento. Este tratamiento ha sido relativamente superior en todas las pruebas de calidad realizadas antes del almacenamiento. Por ejemplo, en la prueba de porcentaje de germinación estándar, cuadro 2, aparece con un 76.70% de germinación dentro del primer grupo, cuando el mayor porcentaje que se registró en este grupo fue 77.76% de germinación. En este cuadro también se puede apreciar el alto porcentaje de germinación que presentó el tratamiento LRB-102AR X TX-430 al haber registrado una media de 63.66% dentro del primer grupo, donde el porcentaje más alto encontrado fue de 64.59%. Este tratamiento también presentó un porcentaje relativamente alto de germinación en la prueba de germinación estándar realizada antes del almacenamiento -cuadro 2- siendo de 75.20%, cuando el mayor porcentaje registrado en esta prueba fue 77.96% de germinación. Este mismo tratamiento -cuadro 8- con una longitud de radícula de 15.36 cm., cuando la mayor longitud que se registró fue de 15.92 cm., mostró un comportamiento relativamente bueno comparado con algunos de los tratamientos que intervinieron en esta prueba. Este tratamiento ha aparecido en el primer grupo estadístico de

cada prueba de calidad realizada antes del almacenamiento, demostrando buen vigor y viabilidad en su semilla, como quedará demostrado cuando se analice el cuadro 14, donde aparece la prueba de medias para la variable longitud de plúmula, y el cuadro 16, donde aparece la prueba de medias para la variable longitud de radícula, ambas pruebas realizadas después del almacenamiento de los materiales genéticos que se están estudiando. En el presente cuadro el tratamiento LRB-102AC X LRB-25C también presenta un porcentaje de germinación relativamente alto -63.09%- superando estadísticamente al 26.66% de los tratamientos restantes. Este cuadro no presenta diferencias en cuanto a reacción púrpura o canela.

**Cuadro 9.-** Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación estándar después de haber sido almacenada la semilla 42 meses. (1995).

| F.V.         | G.L. | S.C.    | C.M.  | F.C.   | F.T. |      |
|--------------|------|---------|-------|--------|------|------|
|              |      |         |       |        | 0.05 | 0.01 |
| Tratamientos | 29   | 13765.9 | 474.7 | 11.1** | 1.60 | 1.94 |
| Error        | 90   | 3835.2  | 42.6  |        |      |      |
| Total        | 119  | 17601.1 |       |        |      |      |

C.V. = 12.71%

\*\* = diferencia altamente significativa.

**Cuadro 10.-** Prueba de medias para la variable porcentaje de germinación estándar (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad) después de haber sido almacenada la semilla 42 meses. (1995).

| N.T. | Genealogía |             | Media | Grupos      |
|------|------------|-------------|-------|-------------|
|      |            |             | %     |             |
| 29   | LRB-102AC  | X LRB-25    | 64.59 | A           |
| 22   | LRB-102AR  | X TX-430    | 63.66 | A           |
| 30   | LRB-102AC  | X LRB-25C   | 63.09 | A B         |
| 07   | LRB-104AC  | X TX-430    | 62.28 | A B         |
| 25   | LRB-102AR  | X LRB-25    | 61.32 | A B C       |
| 11   | LRB-109AR  | X LRB-109BR | 60.70 | A B C       |
| 01   | LRB-104AR  | X LRB-104BR | 59.63 | A B C D     |
| 05   | LRB-104AR  | X LRB-25C   | 59.49 | A B C D     |
| 21   | LRB-102AR  | X LRB-102BR | 59.43 | A B C D     |
| 16   | LRB-109AC  | X LRB-109BC | 58.77 | A B C D     |
| 03   | LRB-104AR  | X TX-430C   | 57.42 | A B C D     |
| 09   | LRB-104AC  | X LRB-25    | 56.85 | A B C D     |
| 12   | LRB-109AR  | X TX-430    | 56.50 | A B C D     |
| 19   | LRB-109AC  | X LRB-25    | 56.24 | A B C D     |
| 14   | LRB-109AR  | X LRB-25    | 53.25 | A B C D E   |
| 28   | LRB-102AC  | X TX-430    | 52.10 | A B C D E   |
| 18   | LRB-109AC  | X TX-430C   | 52.00 | A B C D E   |
| 27   | LRB-102AC  | X TX-430    | 50.85 | A B C D E   |
| 23   | LRB-102AR  | X TX-430C   | 50.23 | A B C D E   |
| 17   | LRB-109AC  | X TX-430    | 49.73 | A B C D E F |
| 02   | LRB-104AR  | X TX-430R   | 48.55 | A B C D E F |
| 08   | LRB-104AC  | X TX-430C   | 48.53 | A B C D E F |
| 20   | LRB-104AC  | X LRB-25C   | 46.19 | B C D E F G |
| 24   | LRB-102AR  | X LRB-25    | 44.42 | C D E F G   |
| 26   | LRB-102AC  | X LRB-102BC | 43.22 | D E F G     |
| 06   | LRB-104AC  | X LRB-104BC | 42.11 | D E F G     |
| 20   | LRB-109AC  | X LRB-25    | 37.82 | E F G       |
| 13   | LRB-109AR  | X TX-430C   | 32.80 | F G H       |
| 15   | LRB-109AR  | X LRB-25C   | 29.13 | G H         |
| 04   | LRB-104AR  | X LRB-25    | 19.31 | H.          |

El cuadro 11 de análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación de semilla sometida a un proceso de envejecimiento acelerado después de un periodo de almacenamiento de 42 meses presenta también diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Concentrados en el cuadro 12 -prueba de medias para la variable porcentaje de germinación de semilla sometida a un proceso de envejecimiento acelerado- aparecen 9 grupos estadísticos, teniendo el primero 14 tratamientos. En este cuadro se puede apreciar que el porcentaje de germinación del tratamiento LRB-102AC X LRB-25C, con un 64.93%, fue relativamente alto y aparece en el primer grupo superando estadísticamente al 53% de los tratamientos que pasaron por esta prueba. El tratamiento LRB-104AR X LRB-25 demostró ser el más inferior de los tratamientos en esta prueba presentando un 2.88% de germinación, siendo superado estadísticamente por más del 97% de los tratamientos presentes. Este tratamiento en el cuadro 10 -prueba de medias para la variable germinación estándar- también demostró ser inferior estadísticamente al 90% de los tratamientos restantes que se sometieron a esta prueba. Cabe mencionar que el tratamiento LRB-102AR X TX-430 se encuentra en el primer grupo estadístico de este cuadro superando estadísticamente al 53.33% de los diferentes tratamientos con los que se experimentó en esta prueba. Este tratamiento también sobresalió en la prueba de germinación estándar -cuadro 10- formando parte del primer grupo estadístico. En lo que respecta al comportamiento de este tratamiento con las variables longitud de plúmula y longitud de radícula -cuadros 6 y 8 respectivamente- podemos decir que demostró ser bastante vigoroso en comparación con otros tratamientos. En este cuadro no se aprecian diferencias entre tratamientos debidas a reacciones púrpura o canela.

**Cuadro 11.-** Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación de semillas sometidas a la prueba de envejecimiento acelerado después de haber sido almacenadas 42 meses. (1995).

| F.V.         | G.L.       | S.C.           | C.M.  | F.C.   | F.T. |      |
|--------------|------------|----------------|-------|--------|------|------|
|              |            |                |       |        | 0.05 | 0.01 |
| Tratamientos | 29         | 16986.9        | 585.7 | 15.1** | 1.60 | 1.94 |
| Error        | 90         | 3484.9         | 38.7  |        |      |      |
| <b>Total</b> | <b>119</b> | <b>29471.8</b> |       |        |      |      |

C.V. = 13.74%

\*\* = diferencia altamente significativa.

**Cuadro 12.-** Prueba de medias para la variable porcentaje de germinación de semillas sometidas a la prueba de envejecimiento acelerado (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad) después de haber sido almacenadas 42 meses. (1995).

| N.T. | Genealogía |             | Media<br>% | Grupos          |
|------|------------|-------------|------------|-----------------|
| 30   | LRB-102AC  | X LRB-25C   | 64.93      | A               |
| 11   | LRB-109AR  | X LRB-109BR | 60.07      | A B             |
| 25   | LRB-102AR  | X LRB-25C   | 59.51      | A B C           |
| 07   | LRB-104AC  | X TX-430    | 58.57      | A B C           |
| 05   | LRB-104AR  | X LRB-25C   | 55.76      | A B C D         |
| 29   | LRB-102AC  | X LRB-25    | 53.86      | A B C D E       |
| 28   | LRB-102AC  | X TX-430C   | 53.84      | A B C D E       |
| 21   | LRB-102AR  | X LRB-102BR | 53.27      | A B C D E       |
| 03   | LRB-104AR  | X TX-430C   | 52.02      | A B C D E F     |
| 22   | LRB-102AR  | X TX-430    | 51.52      | A B C D E F     |
| 19   | LRB-109AC  | X LRB-25    | 50.95      | A B C D E F     |
| 26   | LRB-102AC  | X LRB-102BC | 50.35      | A B C D E F G   |
| 18   | LRB-109AC  | X TX-430C   | 49.08      | A B C D E F G H |
| 16   | LRB-109AC  | X LRB-109BC | 47.30      | A B C D E F G H |
| 14   | LRB-109AR  | X LRB-25    | 46.73      | B C D E F G H   |
| 23   | LRB-102AR  | X TX-430C   | 46.16      | B C D E F G H   |
| 17   | LRB-109AC  | X TX-430    | 46.15      | B C D E F G H   |
| 24   | LRB-102AR  | X LRB-25    | 44.42      | B C D E F G H   |
| 09   | LRB-104AC  | X LRB-25    | 44.42      | B C D E F G H   |
| 10   | LRB-104AC  | X LRB-25C   | 43.26      | C D E F G H     |
| 27   | LRB-102AC  | X TX-430    | 40.83      | D E F G H I     |
| 06   | LRB-104AC  | X LRB-104BC | 39.80      | D E F G H I     |
| 15   | LRB-109AR  | X LRB-25C   | 39.18      | E F G H I       |
| 01   | LRB-104AR  | X LRB-104BR | 37.87      | E F G H I       |
| 12   | LRB-109AR  | X TX-430    | 35.97      | F G H I         |
| 02   | LRB-104AR  | X TX-430R   | 35.85      | F G H I         |
| 13   | LRB-109AR  | X TX-430C   | 34.25      | G H I           |
| 08   | LRB-104AC  | X TX-430C   | 33.49      | H I             |
| 20   | LRB-109AC  | X LRB-25C   | 25.37      | I               |
| 04   | LRB-104AR  | X LRB-25    | 2.88       | J               |

El cuadro 13, análisis de varianza para la variable longitud de plúmula después de 42 meses de almacenamiento presenta también diferencias altamente significativas entre los tratamientos. El cuadro 14, la prueba de medias para la variable longitud de plúmula, presenta sólo 3 grupos estadísticos con 27 tratamientos en el primer grupo que supera estadísticamente sólo al 10% de los tratamientos que presentan una plúmula más corta. Aquí podemos apreciar que aunque hubo un decremento en la medida de longitud de la plúmula con respecto a la longitud de plúmula de los tratamientos sembrados antes del almacenamiento, un mayor porcentaje de tratamientos, el 90%, pertenecen al primer grupo estadístico. No se observan diferencias en los tratamientos debido al color.

**Cuadro 13.-** Análisis de varianza para la variable longitud de plúmula después de haber sido almacenada la semilla 42 meses. (1995).

| F.V.         | G.L. | S.C.  | C.M. | F.C.  | F.T. |      |
|--------------|------|-------|------|-------|------|------|
|              |      |       |      |       | 0.05 | 0.01 |
| Tratamientos | 29   | 259.5 | 8.9  | 2.3** | 1.60 | 1.94 |
| Error        | 90   | 351.5 | 3.9  |       |      |      |
| total        | 119  | 611.0 |      |       |      |      |

C.V. = 16.22%

\*\* = diferencia altamente significativa.

**Cuadro 14.-** Prueba de medias para la variable longitud de plúmula (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad) después de haber sido almacenada la semilla 42 meses. (1995).

| N.T. | Genealogía |   |           | Media<br>cm. | Grupos |
|------|------------|---|-----------|--------------|--------|
| 22   | LRB-102AR  | X | TX-430    | 14.88        | A      |
| 07   | LRB-104AC  | X | TX-430    | 14.58        | A B    |
| 21   | LRB-102AR  | X | LRB-102BR | 14.18        | A B C  |
| 15   | LRB-109AR  | X | LRB-25C   | 13.99        | A B C  |
| 12   | LRB-109AR  | X | TX-430    | 13.48        | A B C  |
| 13   | LRB-109AR  | X | TX-430C   | 13.33        | A B C  |
| 03   | LRB-104AR  | X | TX-430C   | 13.26        | A B C  |
| 08   | LRB-104AC  | X | TX-430C   | 13.19        | A B C  |
| 14   | LRB-109AR  | X | LRB-25    | 13.13        | A B C  |
| 01   | LRB-104AR  | X | LRB-104BR | 13.10        | A B C  |
| 23   | LRB-102AR  | X | TX-430C   | 12.94        | A B C  |
| 30   | LRB-102AC  | X | LRB-25C   | 12.93        | A B C  |
| 29   | LRB-102AC  | X | LRB-25    | 12.77        | A B C  |
| 17   | LRB-109AC  | X | TX-430    | 12.60        | A B C  |
| 05   | LRB-104AR  | X | LRB-25C   | 12.46        | A B C  |
| 27   | LRB-102AC  | X | TX-430    | 12.18        | A B C  |
| 26   | LRB-102AC  | X | LRB-102BC | 12.07        | A B C  |
| 25   | LRB-102AR  | X | LRB-25C   | 12.06        | A B C  |
| 10   | LRB-104AC  | X | LRB-25C   | 11.93        | A B C  |
| 11   | LRB-109AR  | X | LRB-109BR | 11.90        | A B C  |
| 06   | LRB-104AC  | X | LRB-104BC | 11.50        | A B C  |
| 18   | LRB-109AC  | X | TX-430C   | 10.98        | A B C  |
| 09   | LRB-104AC  | X | LRB-25    | 10.90        | A B C  |
| 04   | LRB-104AR  | X | LRB-25    | 10.88        | A B C  |
| 02   | LRB-104AR  | X | TX-430R   | 10.84        | A B C  |
| 16   | LRB-109AC  | X | LRB-109BC | 10.70        | A B C  |
| 28   | LRB-102AC  | X | TX-430C   | 10.57        | A B C  |
| 24   | LRB-102AR  | X | LRB-25    | 9.52         | B C    |
| 19   | LRB-109AC  | X | LRB-25    | 9.42         | B C    |
| 20   | LRB-109AC  | X | LRB-25C   | 9.16         | C      |

El cuadro 15 de análisis de varianza para la variable longitud de radícula después de haberse almacenado la semilla 42 meses, presenta diferencias altamente significativas. El cuadro 16 -prueba de medias para la variable longitud de radícula, después de 42 meses de almacenamiento de la semilla,- nos presenta 6 grupos estadísticos con 14 tratamientos en el primero. Aquí podemos ver que el tratamiento LRB-109AC X LRB-25, que se encuentra en el último grupo, presenta una longitud de radícula de 6.10 cm., cuando el tratamiento que midió más en longitud de radícula presenta 12.60 cm. de longitud. Esta diferencia es altamente significativa. Desde otro ángulo podemos observar que este tratamiento no presenta diferencias significativas con tratamientos que miden hasta 9.58 cm. de longitud. Este tratamiento también se encontró en el último grupo en el cuadro 14 con una plúmula de 9.16 cm. mientras que otro tratamiento se encuadró en el primer grupo con 18.88 cm. de plúmula, siendo el primero dentro de este grupo. El tratamiento LRB-102AC X LRB-25C, que apareció en el primer grupo en todas las pruebas iniciales -antes del almacenamiento- con una alta calidad de germinación antes y después de la prueba de envejecimiento acelerado, y con un alto vigor en las pruebas de longitud de plúmula y radícula, observó también un buen comportamiento en las pruebas realizadas después del almacenamiento. Así, aparece en el primer grupo estadístico en la prueba de germinación estándar con 63.09% de germinación cuando 64.59% es lo más alto que se registró. En la prueba de envejecimiento acelerado vuelve a aparecer en el primer grupo superando estadísticamente al 53.33% de los tratamientos sometidos a envejecimiento acelerado. En la prueba de medias para la variable longitud de plúmula, también aparece este tratamiento en el primer grupo estadístico con una longitud de plúmula de 12.93 cm., cuando el valor más alto de esta variable en esta prueba

fue 14.88 cm. Sin embargo, en la prueba de medias para la variable longitud de radícula -cuadro 16- aparece en el segundo grupo con 8.25 cm., siendo sólo superado estadísticamente por el tratamiento LRB-109AR X TX-430C con 12.60 cm. de longitud de radícula. No existen diferencias significativas entre tratamientos por causa de la reacción púrpura o canela que presentan.

**Cuadro 15.-** Análisis de varianza para la variable longitud de radícula después de haber sido almacenada la semilla 42 meses. (1995).

| F.V.         | G.L. | S.C.  | C.M. | F.C.  | F.T. |      |
|--------------|------|-------|------|-------|------|------|
|              |      |       |      |       | 0.05 | 0.01 |
| Tratamientos | 29   | 282.8 | 9.7  | 5.1** | 1.60 | 1.94 |
| Error        | 90   | 171.8 | 1.9  |       |      |      |
| Total        | 119  | 454.6 |      |       |      |      |

C.V. = 15.22%

\*\* = diferencia altamente significativa.

**Cuadro 16.-** Prueba de medias para la variable longitud de radícula (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad) después de haber sido almacenada la semilla 42 meses. (1995).

| N.T. | Genealogía |             | Media<br>cm. | Grupos      |
|------|------------|-------------|--------------|-------------|
| 13   | LRB-109AR  | X TX-430C   | 12.60        | A           |
| 01   | LRB-104AR  | X LRB-104BR | 11.59        | A B         |
| 03   | LRB-104AR  | X TX-430C   | 11.07        | A B C D     |
| 25   | LRB-102AR  | X LRB-25C   | 10.96        | A B C D     |
| 12   | LRB-109AR  | X TX-430    | 10.91        | A B C D     |
| 22   | LRB-102AR  | X TX-430    | 10.91        | A B C D     |
| 29   | LRB-102AC  | X LRB-25    | 10.69        | A B C D     |
| 11   | LRB-109AR  | X LRB-109BR | 10.13        | A B C D E   |
| 05   | LRB-104AR  | X LRB-25C   | 9.78         | A B C D E   |
| 27   | LRB-102AC  | X TX-430    | 9.83         | A B C D E   |
| 10   | LRB-104AC  | X LRB-25C   | 9.58         | A B C D E F |
| 14   | LRB-109AR  | X LRB-25    | 9.48         | A B C D E F |
| 21   | LRB-102AR  | X LRB-102BR | 9.38         | A B C D E F |
| 07   | LRB-104AC  | X TX-430    | 9.13         | A B C D E F |
| 15   | LRB-109AR  | X LRB-25C   | 8.97         | B C D E F   |
| 26   | LRB-102AC  | X LRB-102BC | 8.84         | B C D E F   |
| 04   | LRB-104AR  | X LRB-25    | 8.47         | B C D E F   |
| 18   | LRB-109AC  | X TX-430C   | 8.45         | B C D E F   |
| 23   | LRB-102AR  | X TX-430C   | 8.40         | B C D E F   |
| 02   | LRB-104AR  | X TX-430R   | 8.38         | B C D E F   |
| 08   | LRB-104AC  | X TX-430C   | 8.38         | B C D E F   |
| 30   | LRB-102AC  | X LRB-25C   | 8.25         | B C D E F   |
| 16   | LRB-109AC  | X LRB-109BC | 8.13         | B C D E F   |
| 09   | LRB-104AC  | X LRB-25    | 7.62         | C D E F     |
| 28   | LRB-102AC  | X TX-430C   | 7.59         | C D E F     |
| 24   | LRB-102AR  | X LRB-25    | 7.41         | D E F       |
| 17   | LRB-109AC  | X TX-430    | 7.37         | D E F       |
| 19   | LRB-109AC  | X LRB-25    | 6.99         | E F         |
| 06   | LRB-104AC  | X LRB-104BC | 6.77         | E F         |
| 20   | LRB-109AC  | X LRB-25C   | 6.10         | F           |

#### 4.3 Comparación de Resultados de 1991 y 1995

Con el fin de dar una mejor explicación de los resultados se realizaron gráficas para cada variable tanto de las pruebas de calidad inicial (1991) como de las pruebas de calidad final (1995). Para cada una de las gráficas se muestran los resultados obtenidos en la prueba inicial (1991) y en la prueba final (1995), después de 42 meses de almacenamiento de los materiales genéticos que intervinieron en todas las pruebas.

**Gráfica 1.-** Aquí se puede apreciar en términos generales que se presentó una baja en el poder germinativo de la semilla almacenada. Sin embargo, algunos genotipos muestran mayor capacidad de almacenamiento que otros, por ejemplo, el tratamiento LRB-109AC X LRB-109BC (16) casi no presenta diferencias entre sus porcentajes de germinación antes y después del almacenamiento. De cualquier manera, debemos notar que su capacidad germinativa en números redondos es muy baja, pues este tratamiento apareció en el último grupo estadístico en la prueba de germinación estándar antes del almacenamiento, siendo estadísticamente inferior, con una diferencia altamente significativa, al 80% de los tratamientos que lo superaron en porcentaje de germinación. El tratamiento LRB-102AR X TX-430 (22) sufre una pequeña baja en su poder germinativo del 75.20% al 63.66%, poco más del 10%, después de 42 meses de almacenamiento. Además, tanto en la prueba de germinación antes del almacenamiento como en la posterior al almacenamiento, aparece en el primer grupo estadístico. En la prueba de germinación estándar después del almacenamiento este tratamiento muestra ser superior estadísticamente al 93.33% de los tratamientos sometidos a esta prueba. El cruzamiento LRB-102-AR X LRB-25 (24) mostró

una baja en su germinación del 9.63% y apareció en el primer grupo estadístico tanto en la prueba de germinación estándar inicial como en la final.

Existen genotipos que presentan una caída muy grande en su porcentaje de germinación después del almacenamiento. Este es el caso del cruzamiento LRB-109AR X LRB-25C (15) cuyo porcentaje de germinación en la prueba inicial fue muy alto -77.83%- cuando el porcentaje de germinación más alto en esta prueba fue de 77.96%. En la prueba de germinación estándar después del almacenamiento este tratamiento se encuentra en el último grupo estadístico, siendo estadísticamente inferior al 90% de los tratamientos con los cuales se experimentó en esta prueba. El tratamiento LRB-104AR X LRB-25 (04) es inferior estadísticamente, al 33% de los materiales sometidos a la prueba de germinación estándar antes del almacenamiento. En la prueba de germinación estándar después del almacenamiento, es inferior al 90% de los tratamientos sometidos a esta prueba. Este tratamiento sufrió una caída del 46.14% en porcentaje de germinación después de haber sido almacenado por 42 meses.

En base al análisis de esta gráfica podemos afirmar que ni la reacción púrpura ni la reacción canela influyó en la capacidad de almacenamiento al no haber encontrado semillas que sobresalieran unas más que otras en su poder germinativo después de 42 meses de almacenamiento.

**Gráfica 2.-** Para la variable porcentaje de semilla sometida a proceso de envejecimiento acelerado antes y después del almacenamiento, los resultados fueron muy similares a los resultados de la prueba de porcentaje de germinación estándar antes y después del almacenamiento. Aquí podemos notar también, que no influyó la reacción púrpura o la reacción canela en los resultados de estas pruebas de envejecimiento.

En base al estudio de esta gráfica, respecto a envejecimiento acelerado, no podemos afirmar que existan diferencias en vigor o viabilidad ni por parte de sorgos rojos ni por parte de sorgos canelas, antes y después del almacenamiento.

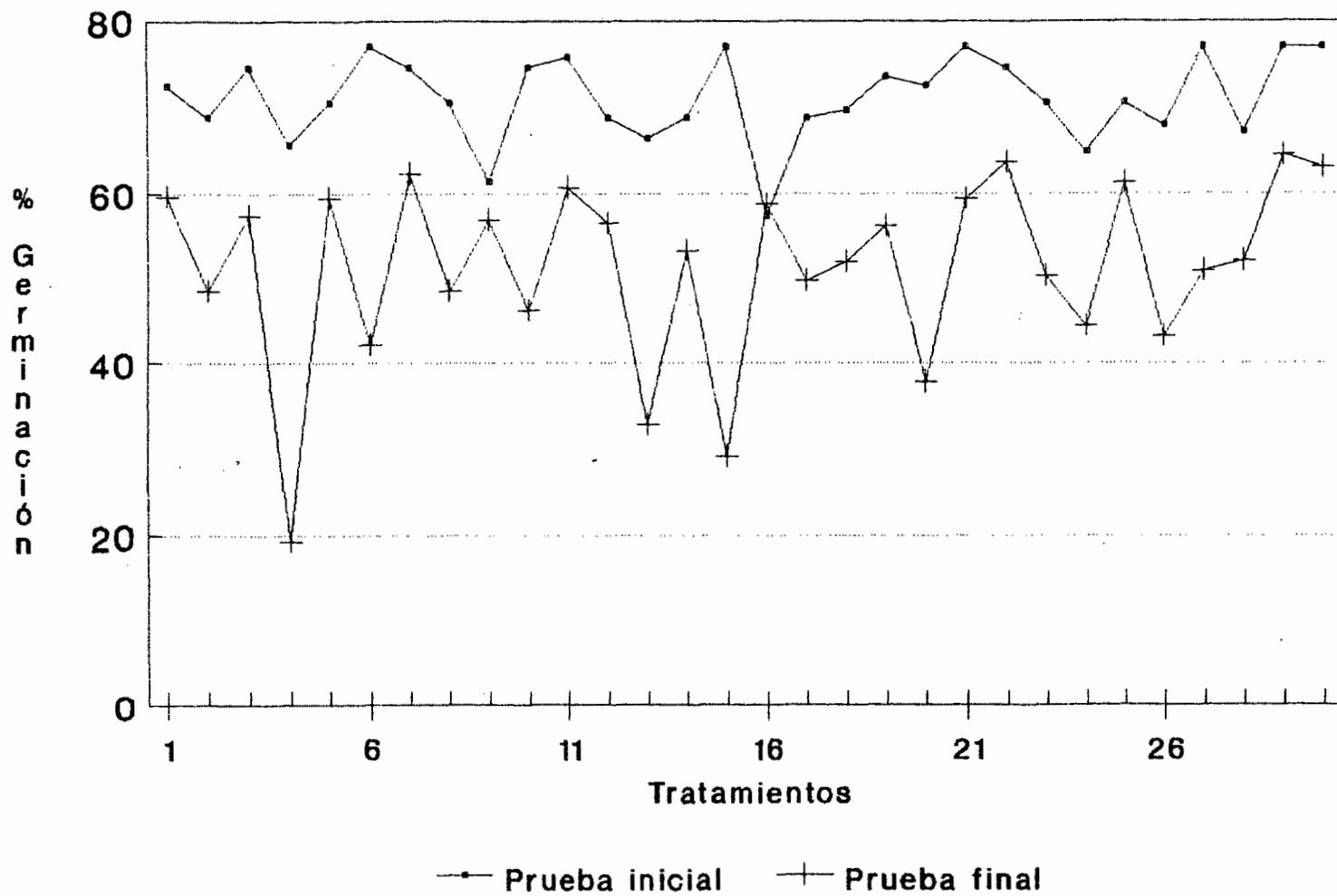
**Gráfica 3.-** En esta gráfica de comparación en la longitud de plúmula entre la prueba inicial y la final, podemos observar que existen genotipos que lograron mantener su vigor respecto a esta variable después del almacenamiento. LRB-102AR X TX-430 (22) que presenta una longitud de plúmula de 16.19 cm. en la prueba de medias antes del almacenamiento cuando la mayor longitud observada fue de 18.12 cm, después del almacenamiento, en la prueba de longitud de plúmula aparece en el primer grupo estadístico, registrando la mayor longitud de plúmula de todos los tratamientos. Como podemos ver, este tratamiento se muestra vigoroso desde el principio y conserva su vigor después del almacenamiento. En contraste, los tratamientos LRB-109AR X LRB-25C (15) y el LRB-102AR X LRB-102BR (01) aun cuando conservan su vigor después del almacenamiento, no figuran entre las semillas más vigorosas en la prueba inicial.

En cuanto a tratamientos provenientes de plantas con reacción púrpura o canela no existen diferencias que permitan observar un predominio de unos sobre otros.

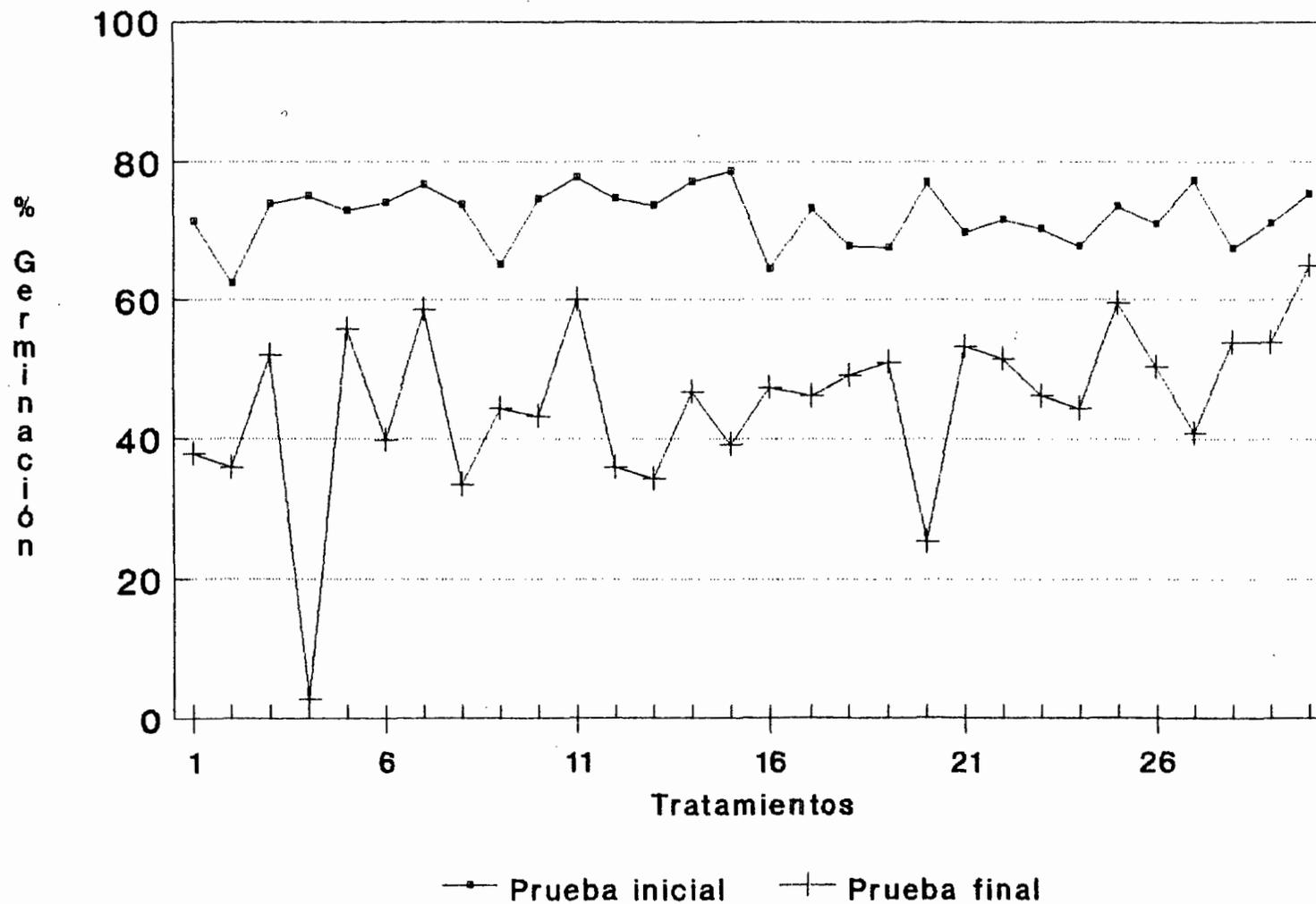
**Gráfica 4.-** En esta gráfica de comparación de longitud de radícula entre la prueba inicial y entre la prueba final podemos observar que el tratamiento LRB-102AR X TX-430 (22) sufre una caída de 4.5 cm. en su longitud de radícula después del almacenamiento, sin embargo, tanto en la prueba inicial como en la final, se encuentra entre los tratamientos que tienen mayor longitud de radícula. En la prueba inicial tiene una longitud de 15.36 cm., cuando la mayor medición para esta característica en esta prueba es

15.92 cm. En la prueba final tiene una longitud de radícula de 10.91 cm., cuando la mayor longitud registrada es de 12.60 cm. Cabe destacar que este tratamiento se encontró en el primer grupo estadístico de todas las pruebas de calidad realizadas antes y después del almacenamiento.

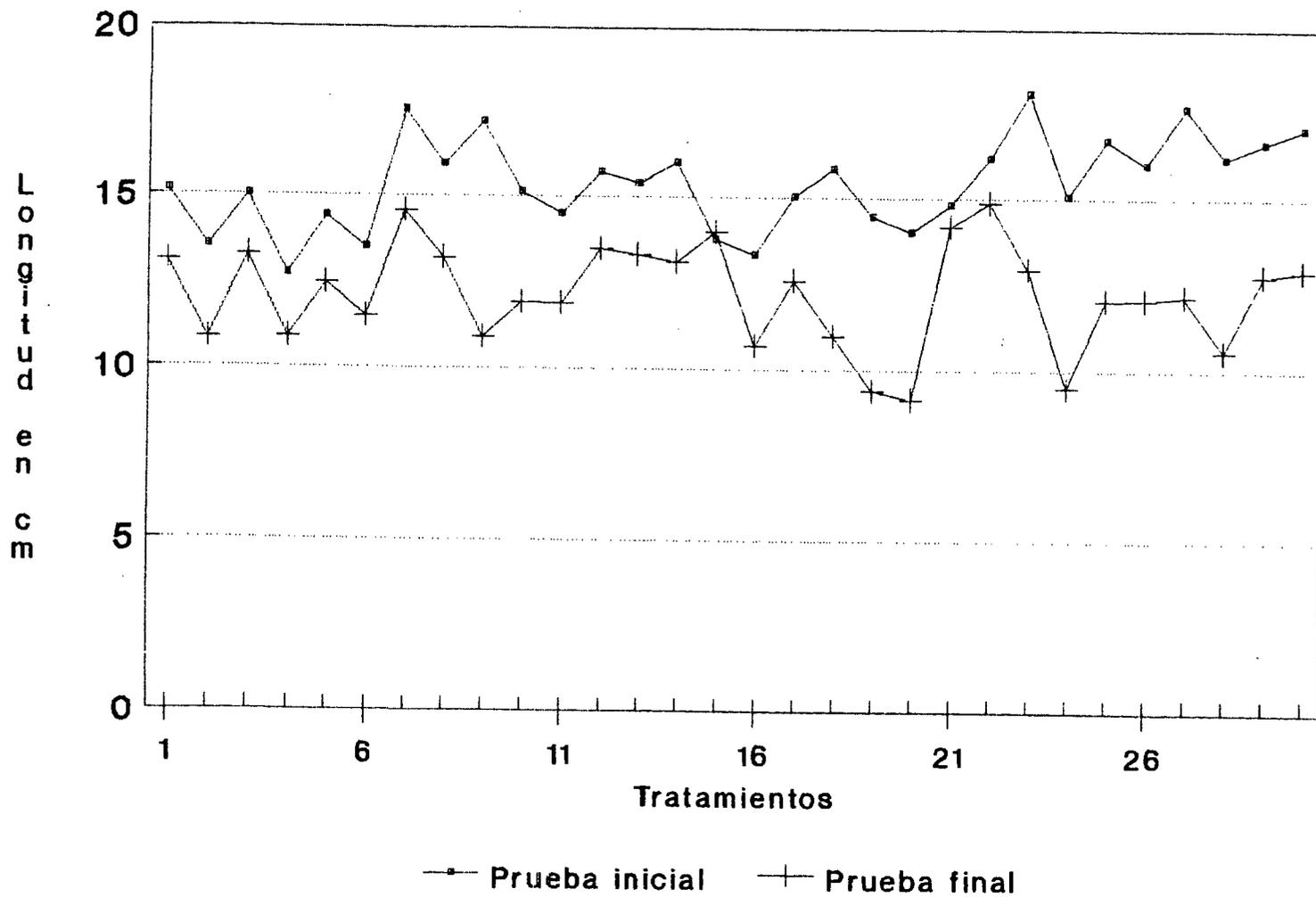
No se presentaron diferencias de longitud de radícula después del almacenamiento que puedan diferenciar a los sorgos provenientes de plantas con reacción púrpura o reacción canela.



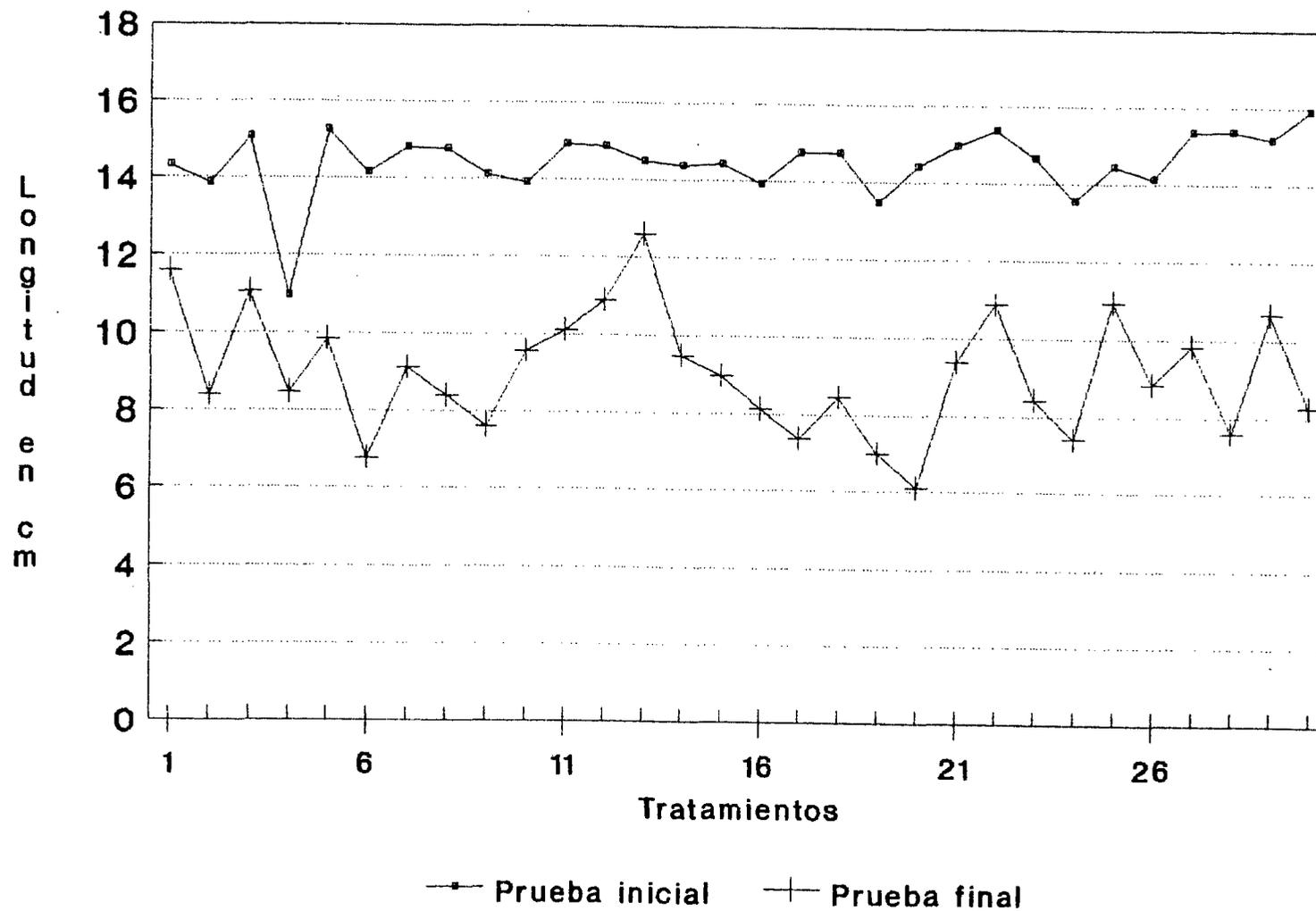
Gráfica 1.- Comparación de germinación estándar en la prueba inicial (1991) y después de 42 meses de almacenamiento en la prueba final (1995).



Gráfica 2.- Comparación de envejecimiento acelerado en la prueba inicial (1991) y después de 42 meses de almacenamiento en la prueba final (1995).



Gráfica 3.- Comparación de longitud de plúmula en la prueba inicial (1991) y después de 42 meses de almacenamiento en la prueba final (1995).



Gráfica 4.- Comparación de longitud de radícula en la prueba inicial (1991) y después de 42 meses de almacenamiento en la prueba final (1995).

## 5. CONCLUSIONES

El tratamiento LRB-102AC X LRB-25C muestra un porcentaje de germinación relativamente alto con respecto al resto de los tratamientos, tanto antes como después del almacenamiento, antes y después de haber sido practicadas las pruebas de envejecimiento acelerado.

El tratamiento LRB-102AR X TX-430 resultó ser estadísticamente superior en todas las pruebas de calidad antes y después del almacenamiento.

Todos los materiales, excepto el LRB-109AC X LRB-109BC sufrieron una caída en su porcentaje de germinación en la prueba de porcentaje de germinación estándar después del almacenamiento.

En la prueba de envejecimiento acelerado todos los materiales sufrieron una caída en su porcentaje de germinación después del almacenamiento.

Después del almacenamiento todos los materiales presentaron una reducción en su longitud de plúmula y en su longitud de radícula siendo esta última aún más evidente.

No hubo diferencias significativas entre tratamientos en función de la reacción púrpura o canela de las plantas de las que provienen en ninguna de las pruebas de calidad realizadas tanto antes como después del almacenamiento. Por lo tanto, en base a las pruebas de significancia estadística, se acepta la hipótesis nula, en la que se establece que: "el color de la planta de sorgo no influye en la viabilidad y el vigor de las semillas después de ser almacenadas durante un periodo de tiempo determinado".

## 6. BIBLIOGRAFIA

Allen,-William-S.; Sorenson,-J.W. 1958. Drying and storing sorghum grain. Bulletin / Texas Agricultural Experiment Station ; 888. College Station: Texas Agricultural Extension Service, Texas A & M College System. 7 p.: ill.

Bayer de México, S.A. de C.V. 1985. Plagas de los granos almacenados. Manual Para la Protección del Maíz. p.49.

Coleman,-D.A.; Rothgeb,-Benton-E.; Fellows,-H.C. 1928. Respiration of sorghum grains. Technical bulletin / United States Department of Agriculture ; no. 100. 16p.: ill.

Eiland,-B.R.; Claiton,-J.E.; Bryian,-W.L. 1982. Losses of fermentable sugars in sweet sorghum during storage. Pap-Am-Soc-Agric-Eng-Microfiche-Collect. St. Joseph, Mich.: The Society. (fiche no. 82-3109) 1 microfiche : ill.

Fenner,-M. 1985. Seed Ecology. Chapman and Hall.

Giles,-P.H. 1965. The insect infestation of sorghum stored in granaries in Northern Nigeria. Samaru-Res-Bull. Zaria, Nigeria : Institute of Agricultural Research. (57) 16. maps.

Hoppe,-T. 1986. Storage insects of basic food grains in Honduras. Trop-Sci. London : Blackwell Scientific Publications. v. 26 (1) p. 25-38. maps.

House,-L.R. 1982. El sorgo, guía para su mejoramiento genético. Universidad Autónoma de Chapingo. Editorial Gaceta. México D.F. p. 34.

ICRISAT. Enero de 1983. Plagas del almacenaje. Manual Para la Identificación de las Plagas Insectiles del Suelo. Boletín de Información No. 12. p. 106-119.

Indi,-S.K.; Goud,-J.V. 1981. Inheritance of tan colour in sorghum. Indian J. Genet. 41. 35-36.

Miller,-F.R. 1989. The sorghum conversion program and its impact on sorghum improvement. In the III Reunión Nacional sobre Sorgo. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México. Sorghum Newsletter. University of Georgia, Griffin, Georgia U.S.A. v. 31. 1988-1990. p. 73.

Mitaru,-B.N.; Blair,-R. Aug. 1984. Comparative effects of cooking and high moisture storage of sorghums on protein digestibility in rats. Nutr-Rep-Int. Los Altos, Calif.: Geron-X, Inc. v. 30 (2) p. 397-405.

Pedroza López Juan. S/F. Climatología de México, 1º parte. Instituto de Astronomía y Meteorología. Universidad de Guadalajara. p 6;19.

Peruanskii,-Yu.V.; Savich,-I.M. 1989. Corn and sorghum storage proteins. Sov-Agric-Sci. New York, N.Y.: Allerton Press. (6) p. 16-20.

Reddy,-M.U.; Pushpamma,-P. May 1986. Effect of storage on amino acid and biological quality of protein in different varieties of rice and sorghum. Nutr--rep-Int. Los Altos, Calif.: Geron-X, Inc. v. 33 (5) p. 753-759. charts.

Robertson,-D.W.; Lute,-A.M. Oct. 1937. Germination of seed of farm crops in Colorado after storage for various periods of years. J-Am-Soc-Agron. Madison, Wis.: American Society of Agronomy. v. 29 (10) p. 822-834.

Sánchez,-M.J.; Sandoval,-I.E.; González.-L.S.; Avendaño.-L.A.; Padilla,-J.M.; Arellano,-R.L. 1992. Morfología y fisiología de semillas. Manual de Prácticas. Ciencias Agronómicas CUCBA Universidad de Guadalajara. Predio Las Agujas, Zapopan, Jal. p. 53-55.

Sánchez,-M.J.; Sandoval,-I.E.; Avendaño,-L.A.; Padilla.-J.M. 1995. Manual de producción de semillas. Centro de Estudios de Fitomejoramiento y Producción de Semillas. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jal. p. 39.

Seifelnasr,-Y.E. 1992. Stored grain insects found in sorghum stored in the central production belt of Sudan and losses caused. Trop-Sci. London : Whurr Publishers Ltd. v. 32 (39 p.223-230.

Shedd,-C.K.; Walkden,-H.H. 1947. Grain sorghum storage. Circular / United States Department of Agriculture , no. 760. 48 p.: ill., 1 map.

Sorenson,-J.W. 1957. Research on farm drying and storage of sorghum grain. Bulletin / Texas Agricultural Experiment Station ; 885. 23, (1) p.: ill., graphs.

Utikar,-P.G.; Shinde,-P.A. 1985. Reaction of tan and non tan plant types to sorghum leaf bright. Sorghum Newsletter. p. 28-90.

Zhang,-Zujie ; Coats, -G. -Euel; -Boyd, -Albert,-H. Jan. / Mar. 1994. Germination and seedling growth of sorghum (Sorghum bicolor) hybrids after seed storage with safeners of varying humidities. Weed - Science .v. 42 p. 98-102.

## 7. APENDICE

Nombres comunes de los insectos que atacan al grano de sorgo almacenado que se mencionan en esta tesis.

---

Nombre científico:

Nombre común:

---

Trogoderma granarium Everts

Escarabajo Khapra  
Gorgojo Khapra

Rhyzopherta dominica (F.)

Gorgojo de los cereales  
Barrenador pequeño del grano

Oryzaephilus surinamensis (L.)

Palomilla del maíz  
Carcoma dentada de los  
granos

Tribolium castaneum (Herbst)

Gorgojo rojo de la harina  
Escarabajo rojo de la harina

Tribolium confusum J, du Val.

Gorgojo castaño de la harina  
Escarabajo de la harina

Sitophilus Oryzae (L.)

Gorgojo del arroz  
Gorgojo de cuatro manchas

Cryptolestes ferrugeni

(Steph.)

Gorgojo plano de los granos

Sitotroga cerealella (Olivier) Palomilla de los graneros  
Palomilla de los cereales  
Palomilla Angumois del grano

---