

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



EVALUACION DEL VIGOR DE LA SEMILLA EN  
OCHO LINEAS DE SORGO PARA GRANO (Sorghum  
bicolor L) EN EL MUNICIPIO DE MARIN, N. L.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A

ANTONIO ELIZONDO ELIZONDO

MARIN, N. L.

MARZO DE 1984

1

SB235

E4

C.1



1080061747

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



EVALUACION DEL VIGOR DE LA SEMILLA EN  
OCHO LINEAS DE SORGO PARA GRANO (Sorghum  
bicolor L) EN EL MUNICIPIO DE MARIN, N. L.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A

ANTONIO ELIZONDO ELIZONDO

MARIN, N. L.

MARZO DE 1984

T  
SB 235  
F4



040.633  
FA 10  
1984  
C.6

A MIS PADRES:

SR. FEDERICO ELIZONDO ELIZONDO

SRA. MANUELA ELIZONDO DE ELIZONDO

Gracias por haberme guiado por el camino  
dándome sus consejos, su amor y su com-  
prensión, ya que sin ésto jamás habría  
llegado hasta este momento tan anhelado.

A MIS HERMANOS:

LILIA

RUBEN

ORALIA

RAUL

Quienes fueron un estímulo más para querer superarme y  
llegar a la culminación de mi carrera.

## CON AGRADECIMIENTO

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Al Dr. R.K. Maiti por sus sabios consejos ya que la ciencia no tiene fronteras para la transmisión de las experiencias vividas.

A los Ingenieros Rogelio Salinas Rodríguez y Marco Vinicio Gómez Meza por su atinado asesoramiento y paciencia durante el desarrollo del trabajo y la revisión del mismo.

A la Srta. Ma. del Socorro Elizondo E. por darme su ayuda y paciencia en la elaboración del mecanografiado.

A todos mis compañeros y amigos.

A todos aquellos que de una forma u otra contribuyeron en la realización de este trabajo.

## CONTENIDO

	Página
LISTA DE CUADROS.....	v
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 Conceptos de vigor.....	4
2.2 Pruebas de vigor.....	9
2.3 Selección de las pruebas de vigor.....	13
2.4 Factores que afectan la emergencia de la plántula	14
2.4.1. Latencia.....	15
2.4.2. Humedad en la semilla.....	17
2.4.3. Temperatura del suelo.....	18
2.4.4. Efecto de la profundidad de siembra.....	19
2.4.5. Efecto de la costra del suelo en el sorgo.....	20
2.4.6. Efecto del tamaño de la semilla.....	22
2.4.7. Deterioro de la semilla.....	24
2.5. Composición química de la semilla.....	28
2.6 Efecto del manejo de la planta madre.....	31
3. MATERIALES Y METODOS.....	33
3.1. Localización geográfica.....	33
3.2. Clima de la región.....	33
3.3. Materiales.....	34
3.4. Tratamientos.....	35
3.5. Métodos usados para evaluar el vigor.....	36
3.6. Selección de la semilla.....	37
3.7. Desarrollo del experimento.....	38
3.7.1. Velocidad de germinación (método uno).....	39
3.7.2. Velocidad de crecimiento del cogollo y peso de este	40
3.7.3. Ladrillo molido.....	41
3.7.4. Tasa de crecimiento y expansión foliar.....	42
3.8. Variables analizadas.....	44
3.9. Análisis estadísticos.....	45

4.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	47
4.1.	Comportamiento general de las ocho líneas en los cuatro métodos para evaluar el vigor....	47
4.2.	Evaluación del vigor por el método de Velocidad de germinación.....	48
4.3.	Evaluación del vigor por el método de Velocidad de crecimiento del cogollo y peso de éste..	48
4.4.	Evaluación del vigor por el método de Ladri- llo molido.....	49
4.5.	Evaluación del vigor por el método de Tasa de crecimiento y expansión foliar.....	50
4.6.	Análisis de correlación.....	53
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
6.	RESUMEN.....	61
7.	BIBLIOGRAFIA.....	63
8.	APENDICE.....	67

## LISTA DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
1	Resumen general de las estadísticas de mayor interés estudiadas en los cuatro métodos de evaluación del vigor de la semilla de sorgo ( <u>Sorghum bicolor</u> L).....	68
2	Principales estadísticas para la variable velocidad de germinación del método uno dentro del método de Velocidad de germinación; en semilla de sorgo para grano ( <u>Sorghum bicolor</u> L).....	69
3	Principales estadísticas para la variable peso total del cogollo, dentro del método de Velocidad de crecimiento del cogollo y peso de éste; en semilla de sorgo para grano ( <u>Sorghum bicolor</u> L).....	69
4	Principales estadísticas para la variable número de plantas pesadas, dentro del método Velocidad de crecimiento del cogollo y peso de éste; en semilla de sorgo para grano ( <u>Sorghum bicolor</u> L).....	70
5	Principales estadísticas para la variable peso promedio de la plántula, dentro del método Velocidad de crecimiento del cogollo y peso de éste; en semilla de sorgo para grano ( <u>Sorghum bicolor</u> L).....	70
6	Principales estadísticas para la variable número de semillas germinadas-emergidas, dentro del método de Ladrillo molido; en semilla de sorgo para grano ( <u>Sorghum bicolor</u> L).....	71

## CUADRO

## PAGINA

7	Principales estadísticas para la variable número de semillas germinadas-no emergidas, dentro del método Ladrillo molido; en semilla de sorgo para grano ( <u>Sorghum bicolor</u> L).	71
8	Principales estadísticas para la variable número total de semillas germinadas, dentro del método Ladrillo molido; en semilla de sorgo para grano ( <u>Sorghum bicolor</u> L).....	72
9	Principales estadísticas para la variable número de semillas muertas, dentro del método de Ladrillo molido; en semilla de sorgo para grano ( <u>Sorghum bicolor</u> L).....	72
10	Principales estadísticas para la variable velocidad de germinación del método cuatro, dentro del método Tasa de crecimiento y expansión foliar; en semilla de sorgo para grano ( <u>Sorghum bicolor</u> L).....	73
11	Principales estadísticas para la variable área de las hojas liguladas a los ocho días, dentro del método de Tasa de crecimiento y expansión foliar; en semilla de sorgo para grano ( <u>Sorghum bicolor</u> L).....	73
12	Principales estadísticas para la variable área de las hojas liguladas a los 15 días, dentro del método Tasa de crecimiento y expansión foliar; en semilla de sorgo para grano ( <u>Sorghum bicolor</u> L).....	74
13	Principales estadísticas para la variable número de raíces, dentro del método Tasa de crecimiento y expansión foliar; en semilla de sorgo para grano ( <u>Sorghum bicolor</u> L).....	74

CUADRO	PAGINA
14 Principales estadísticas para la variable largo del mesocoptilo, dentro del método Tasa de crecimiento y expansión foliar; en semilla de sorgo para grano ( <u>Sorghum bicolor</u> L).....	75
15 Principales estadísticas para la variable número de hojas a los 15 días, dentro del método Tasa de crecimiento y expansión foliar; en semilla de sorgo para grano ( <u>Sorghum bicolor</u> L).....	75
16 Principales estadísticas para la variable altura de la planta, dentro del método Tasa de crecimiento y expansión foliar; en semilla de sorgo para grano ( <u>Sorghum bicolor</u> L).....	76
17 Principales estadísticas para la variable peso seco de la planta, dentro del método Tasa de crecimiento y expansión foliar; en semilla de sorgo para grano ( <u>Sorghum bicolor</u> L).....	76
18 Resumen de los análisis de varianza de las variables estudiadas en los cuatro métodos de evaluación del vigor en la semilla de sorgo para grano ( <u>Sorghum bicolor</u> L).....	77
19 Presentación de la comparación de medias y resultados de la prueba de Duncan al $\alpha = 0.01$ para las variables bajo estudio dentro de los cuatro métodos de evaluación del vigor de la semilla de sorgo para grano ( <u>Sorghum bicolor</u> L).....	78

CUADRO	PAGINA
20 Efecto de correlación para cada variable dentro del método de Velocidad de crecimiento del cogollo y peso de éste.....	79
21 Efecto de correlación para cada variable dentro del método de Ladrillo molido.....	79
22 Efecto de correlación para cada variable dentro del método de Tasa de crecimiento y expansión foliar.....	80
23 Análisis del agua utilizada en la evaluación del vigor de la semilla de sorgo para grano ( <u>Sorghum bicolor</u> L).....	81

## 1. INTRODUCCION

Desde el inicio de la agricultura se han empleado técnicas de manejo para el cultivo, las cuales han sido perfeccionadas a través del tiempo con el fin de obtener los mejores rendimientos al evitar que el cultivo fuese afectado por plagas, enfermedades y fenómenos adversos del ambiente. Sin embargo esta tecnología pudiera no resultar efectiva si se siembra semilla de mala calidad, la cual tendrá efectos negativos en la germinación, vigor, pureza y producción del cultivo por establecer.

Dentro de la calidad de la semilla, el vigor de ésta es un factor importante que debe tomarse en cuenta ya que de ésta dependerá el porcentaje de germinación, la resistencia de la planta a condiciones de "stress", la producción y el potencial de almacenaje del cultivo.

El grado y extensión del deterioro en las semillas es un indicador bastante confiable del vigor que las semillas exhiban, de aquí se tiene que una de las responsabilidades mayores de un programa de producción de semillas es la de minimizar la cantidad de deterioro y de la pérdida de la calidad de las semillas que ocurren durante las etapas del programa de producción.

El uso de pruebas de evaluación de la calidad de las semillas pueden detectar grados relativamente pequeños de deterioro y se pueden tomar medidas correctivas para minimizar el deterioro ó prevenir que ocurra de nuevo. Algunas pruebas es tán basadas en observaciones directas como lo sería la prueba del frío, tasa de crecimiento, velocidad de germinación, prue ba del ladrillo molido, etc; y otros basados en exámenes det lla dos de laboratorio como lo serían las pruebas basadas en la actividad de las enzimas.

El uso de una ó más pruebas para la determinación del vi gor en semillas nos daría un resultado más confiable sobre es ta propiedad y con base a ello hacer recomendaciones más segu ras.

El presente experimento tiene la finalidad de detectar mediante diferentes pruebas de evaluar el vigor aquellas lí-  
neas mas promisorias, ya que como se ha referido anteriormen-  
te ésta es una cualidad que está es tá estrechamente relaciona  
da con la calidad de la semilla y su posterior desempeño en  
el campo, lo cual puede redundar en un mayor potencial produc  
tivo, que a la postre pudiera servir como un criterio de se-  
lección de líneas susceptibles a intervenir en la formación de  
híbridos ó bien de variedad de polinización libre.

Sin embargo es importante considerar que la evaluación del vigor de la semilla por métodos de laboratorio y su relación con los resultados finales tendría que corroborarse mediante pruebas de campo conducidas hasta la finalización del ciclo vegetativo de la planta, lo cual pudiera ser motivo de futuros trabajos.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Conceptos de vigor

En un sentido negativo el vigor de la semilla es generalmente tomado como "algo" o adecuadamente medido o reflejado por la prueba de germinación estándar. Por el lado positivo no ha sido posible hacer una definición con precisión. ( 5 ) Se han hecho muchos intentos para definir rigurosamente el término de vigor para ser aplicado a la semilla. Ha habido conceptos y definiciones con poca validez y los cuales en conjunto cubren totalmente el concepto. ( 7 )

En los Estados Unidos se dieron los primeros conceptos y definiciones de vigor, los cuales fueron enfocados a las diferencias del potencial de producción entre los lotes de semi-lla y a la equivalencia en la germinación.

Cuando se discute sobre las pruebas de vigor en semillas, el término puede ser definido de diferentes maneras debido a que las personas con diferente experiencia o intereses no es-tán probablemente de acuerdo con respecto a su significado. ( 22 )

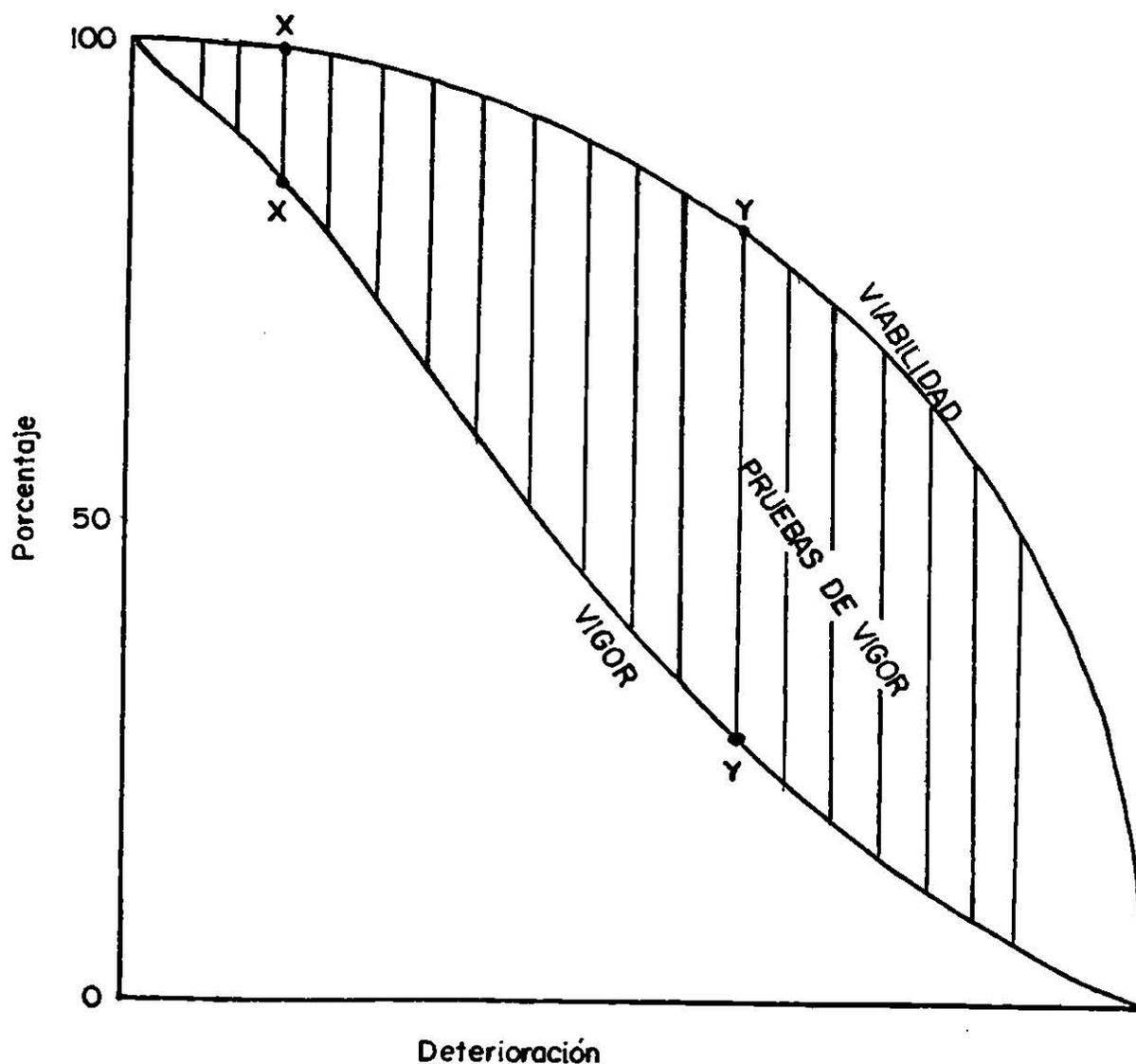
Los avances en la tecnología de semillas dependen de la ganancia sobre muchos y diversas disciplinas científicas. Es importante, por lo tanto, que con el tiempo se vaya desarro-

llando una definición de vigor de semillas útil para el semi-llista. Por ésta razón especial el término de "vigor" puede tener un significado relativamente pequeño en un grupo de especialistas. Conceptos tales como viabilidad, enfermedades, resistencia y otros por los cuales se implica otra característica importante de la semilla que no podría ser relacionada con el vigor aunque en cierto modo ésto puede ser relativo.

( 22 )

Isely hizo uno de los primeros intentos de conscientizar y definir el vigor de la semilla: Vigor es "la suma de todos los atributos los cuales favorecen el óptimo establecimiento bajo condiciones desfavorables". Delouche y Caldwell dijeron que la definición de Isely es muy restrictiva en el sentido que estuvo limitada al establecimiento bajo condiciones desfavorables y propusieron una modificación a la definición anterior: Vigor "es la suma total de todos los atributos de la semilla que favorecen un establecimiento rápido y uniforme". Esta modificación toma en cuenta la velocidad de germinación y desarrollo de plántulas o la idea de vigor per se y se extiende a la influencia de vigor a todo el rango de condiciones de campo que pueden ocurrir durante la germinación, emergencia y período de establecimiento. En su representación gráfica del vigor figura ( 1 ), Delouche y Caldwell adelantaron la idea de que la pérdida de vigor y germinabilidad son consecuencia del proceso del deterioro en la semilla, pero una pérdida significativa del vigor usualmente ocurre antes de

Figura 1. Relaciones entre vigor de semilla, viabilidad (germinabilidad) y deterioración, y el área de aplicación de las pruebas de vigor. Los puntos X e Y, en las curvas de viabilidad y vigor ilustran el incremento de la "garganta" entre germinabilidad y vigor con el incremento de la deterioración. De Delouche y Caldwell ( 1960 )



Fuente: Delouche J.C. 1982 ( 10 )

que sea afectada la germinabilidad. ( 10 )

En los últimos años ha habido una variedad de definiciones de conceptos de vigor de semilla que han sido propuestos:

Woodstock citado por James C. Delouche define el vigor como: "La condición activa de buena salud y robustés natural en la semilla que al ser plantadas permiten a la germinación proceder rápidamente y completarse bajo una gran variedad de condiciones ambientales".

Perry D. A. citado por James C. Delouche define el vigor como "una propiedad fisiológica determinada por el genotipo y modificado por el ambiente, lo cual gobierna la habilidad de la semilla para producir rápidamente el semillero en el suelo hasta cierto punto donde la semilla tolera ciertos niveles de factores ambientales". La influencia del vigor de la semilla puede persistir durante la vida de la planta y afectar el rendimiento.

Heydecker W. citado por James C. Delouche determinó el término de vigor como "la condición de la semilla cuando está en su alto poder potencial, cuando todos los factores que la pueden afectar en su calidad están ausentes y aquellos que hacen una "buena" semilla están presentes en la proporción correcta proporcionando una satisfactoria actuación sobre un máximo nivel de condiciones ambientales". ( 7 )

Pollock B.M. citado por James C. Delouche dijo que el concepto de vigor puede ser considerado como "el máximo potencial de establecimiento del semillero, y como un segundo concepto puede considerarse como un continuo decrecimiento del potencial desde un máximo hasta que la semilla se muere donde i. e., tiene cero potencial para establecerse". El máximo potencial es dado por la constitución genética de la planta y normalmente obtenida por parte de cada población. ( 7 )

En 1980 la Asociación de Analistas Oficiales de Semillas (AOSA) adoptó la siguiente definición de vigor de semilla: "Vigor de semilla comprende aquellas propiedades de las semillas que determinan el potencial para una rápida y uniforme emergencia y desarrollo de plántulas normales bajo un amplio rango de condiciones de campo". ( 10 ) .

Podemos sugerir que vigor puede ser indicado por la actividad de un organismo. En semillas la actividad es germinación y más fácilmente medido como "manifestación de energía", la rapidez de germinación. De acuerdo a lo anterior vigor de semilla puede ser definido como sigue: "Condición de alto poder activo y natural que hay en cada semilla plantada, permitiendo el proceso de germinación rápido y completamente bajo un amplio rango de condiciones ambientales". ( 22 )

Webster (diccionario internacional) define vigor como "potencia activa o fuerza animal o vegetal natural" y estado

que implica buena sanidad y robustez, manifestando su energía o derivando para ello su vigorosidad. ( 22 )

Según Hunter Andrews el vigor de la semilla puede ser definido como sigue: "Es la suma de todas las propiedades de las semillas que resultan en una rápida y uniforme producción de plántulas sanas bajo una amplia gama de medios ambientales incluyendo condiciones tanto favorables como de stress" ( 2 )

El vigor de la semilla es altamente complejo, a nivel bioquímico, incluye la energía y el metabolismo biosintético, coordinación de actividades celulares, transporte y utilización de alimentos de reserva. Al nivel de germinación incluye la velocidad de germinación y la totalidad de ésta, poder de empuje del cogollo, gama de condiciones del medio ambiente tales como temperatura y humedad bajo las cuales la germinación ocurrirá y resistencia a la enfermedad. ( 2 )

## 2.2. Pruebas de vigor

Las pruebas de germinación pueden indicar la necesidad de introducir cambios en los métodos de recolección, en el almacenamiento y en el diseño de la maquinaria para tratar a las semillas. ( 12 )

El proverbio de "lo que el hombre siembra eso cosechará" se aplica a las semillas que se siembran en los campos,

prados y bosques. Sembrar semillas que no nacen o que son de baja viabilidad es una pérdida de tiempo y dinero. Para ahorrar ambas cosas, tenemos las pruebas de germinación de laboratorio. Estas pruebas están diseñadas para indicar tan cercanamente como es posible, la proporción que pueda esperarse que brote y se desarrolle hasta formar plantas fuertes en el campo. La mayor parte de las pruebas se hacen en substratos no tóxicos; tales como papel secante, toallas de papel o papel filtro, los cuales se usan sólo o dentro de cajas de Petri o en otros recipientes. ( 12 )

Numerosas pruebas han sido desarrolladas para medir el deterioro de las semillas. Algunas están basadas en observaciones hechas durante la germinación y crecimiento del cogollo, por ejemplo tasa de crecimiento del cogollo, prueba del frío, emergencia a través de una capa de ladrillo molido, tasa de respiración de los cogollos germinantes, velocidad de germinación y germinación después de condiciones de stress. Otras pruebas están basadas en observaciones detalladas de las semillas, por ejemplo determinar la actividad de las enzimas, evaluación del tetrazolium y medidas de conductividad eléctricas. ( 2 )

De acuerdo a lo anterior podemos determinar el vigor como la medida de la velocidad de germinación bajo una amplia gama de condiciones ambientales. Probablemente las pruebas de vigor podrían ser usadas solamente cuando se requiera in-

formación adicional. En cierto caso donde un particular tiene condiciones ambientales adversas se necesita anticipar en modo especial, las "pruebas de vigor" las cuales pueden ser usadas para la evaluación de semillas. ( 22 )

Además de factores genéticos, la causa del vigor bajo puede incluir condiciones ambientales durante el desarrollo de la semilla y su maduración tales como niveles de nutrición de la tierra, humedad de la tierra, lastimaduras por heladas y daño por el frío, teñimiento por el sol como en los frijoles de lima, daños mecánicos durante la recolecta, procesamiento y embarque, daños del calor durante el secado, deterioro durante el transporte o el bodegaje, ataques de hongos o insectos, tratamientos químicos de las semillas y otros. ( 2 )

Las pruebas de vigor en semillas son rodeadas por mucha confusión y controversias. La confusión está principalmente asociada con la multitud de pruebas desarrolladas y promovidas durante los pasados 25 años, la falta de trabajos en vigor de semillas y pruebas de vigor, variaciones excesivas en los resultados de éstas y su interpretación. ( 8 )

Una de las responsabilidades mayores de un programa de control de producción de semillas es la de minimizar la cantidad de deterioro y la pérdida de calidad de las semillas que ocurren durante las varias etapas del programa de producción. El uso apropiado de pruebas de vigor pueden detectar grados

relativamente pequeños de deterioro en las semillas y se pueden tomar medidas correctivas para minimizar el deterioro o prevenir que ocurra de nuevo. El grado y la extensión del deterioro en las semillas es un indicador bastante confiable del vigor que las semillas exhiban. ( 2 )

La utilización de las pruebas de vigor en el pasado ha sido relacionada grandemente a estudios de laboratorio como una ayuda en la evaluación del "traspaso" del potencial de las semillas. En el sorgo los estudios de vigor de la semilla han sido dirigidos hacia algunos aspectos de respuesta de laboratorios como una ayuda en la evaluación del potencial de almacenaje. La mayoría de éstos estudios han ignorado la influencia del desempeño del vigor de la planta en la recolección. ( 5 )

La crítica de la prueba de germinación es usualmente basada en el hecho de que éstas son hechas bajo altas condiciones artificiales favorables. Por lo tanto tales pruebas no evalúan adecuadamente la producción potencial de la semilla, sugiriendo que el factor adicional del vigor de la semilla necesita ser considerado. ( 4 )

Hay dos aspectos importantes en el vigor de las plantas en el sorgo, una es la habilidad para establecer un grupo de plantas bajo una variedad de condiciones y la otra es la habilidad para producir plántulas vigorosas que crezcan rápidamente. ( 19 )

La Asociación de Analistas Oficiales de Semillas (AOSA) Comité de pruebas de vigor en semillas formado en 1960 tiene la responsabilidad de coordinar los esfuerzos de investigación de la asociación en el área del vigor de la semilla a nivel investigativo. Estas responsabilidades incluyen las propuestas de nuevas pruebas y recomendaciones a la Asociación concernientes a los métodos de pruebas de vigor de la semilla. ( 2 )

### 2.3. Selección de las pruebas de vigor

Varios criterios deben ser considerados al seleccionar las pruebas para incorporarlas en un programa de control de calidad. Estos incluyen:

- a) Costo
- b) Tiempo necesitado
- c) Personal disponible
- d) El aspecto en particular de calidad a ser sometido a pruebas.

La mayoría de las pruebas que han sido propuestas hacen razonablemente un buen trabajo de detectar las diferencias de calidad entre lotes de semillas. La mayoría de éstas pruebas han sido dirigidas a predecir dificultades al establecer stands bajo condiciones de campo adversas. No se sabe si la mayoría de éstas pruebas pueden ser usadas para medir pérdidas en el potencial de resultados y almacenaje de lotes de semilla.

Para poder predecir el potencial de actuaciones, debemos tener más que pruebas arbitrarias para el vigor. Debemos primero que todo saber qué niveles de deterioro perjudican distintos aspectos de la actuación. Debemos averiguar de qué manera las semillas se deterioran fisiológicamente y luego relacionar la condición de la semilla con la actuación específica. Las pruebas más útiles de vigor serán aquellas que prueben ser las más cercanamente relacionadas a la actuación de la cosecha. ( 2 )

#### 2.4. Factores que afectan la emergencia de la plántula

Se ha mencionado que los granos de sorgo de algunos genotipos logran su germinabilidad mucho antes de alcanzar la madurez fisiológica (Gritton y Atkins, Clark et al., 1967; Maiti et al., 1979) la cual provoca la dormancia. La viabilidad de la semilla es un factor importante para la germinación de la semilla y puede ser medida a través de ésta última en un laboratorio estándar. (Pinthus y Rosenblum, 1961; Vanderlip et al., 1973) las semillas pierden su viabilidad por un almacenaje largo, pero conservadas en cuartos fríos retienen su viabilidad por períodos prolongados. ( 19 )

Se cree, inclusive se desarrolló como una práctica, que el aumento en el contenido de agua de la semilla antes de plantarla mejora la emergencia (Lyles y Fanning, 1964; Phillips y Youngman 1971); sin embargo, la toma de agua en semillas cón-

neas fue mejor al plantarlas en seco que las semillas harinosas, las cuales fueron altamente afectadas por el remojo y el secado (Jowett, 1965) (19 )

Algunos factores que afectan la emergencia de la plántula incluyen las propiedades físicas de la cama de la semilla, la temperatura y las características del suelo. Bajo temperaturas favorables, los dos procesos que gobiernan la germinación son: La tasa de la toma de agua del suelo por imbibición de las semillas y la iniciación del crecimiento. ( 19)

#### 2.4.1 Latencia

La latencia es la condición que impide la germinación, aún cuando la luz, humedad, aereación y temperatura sean satisfactorias. La latencia puede ser una característica hereditaria o puede ser inducida durante la extracción y almacenamiento de las semillas. ( 12 )

La dormancia o letargo de las semillas es una forma natural de mantener la viabilidad de las semillas en ambientes desfavorables, ésto es una protección contra la deterioración evitando la germinación fuera de época. ( 9 )

En la inducción de la germinación de las semillas, el rompimiento de la latencia es un gran problema. Los analistas de semillas consideran como semillas latentes a aquellas

que son potencialmente viables pero que no germinan con prontitud cuando se les coloca bajo condiciones favorables de temperatura, a menos que hayan sido sometidas a algún tratamiento especial. ( 12 )

Las semillas de sorgo logran tener germinación en las primeras fases del desarrollo del grano. La germinación pre-cosecha es uno de los principales problemas en sorgos precoces que terminan su desarrollo en la estación de lluvias, esto conduce a perder viabilidad de la semilla y al desarrollo de mohos. La dormancia durante y después de la maduración podría auxiliar en reducir el secado del grano y mejorar la calidad del cultivo.

El contenido de taninos en la testa, por ejemplo ha sido asociado con la tendencia a reducir la germinación (Harris et al., 1970) y también la mohosidad pre-cosecha (Harris y Burhs, 1973). Se realizó un estudio para determinar la magnitud de las diferencias genéticas en el sorgo para un número de parámetros físicos como los anteriores. Se ha observado que existe una tendencia a aumentar el porcentaje medio de germinación a lo largo del período de llenado del grano. ( 18 )

Los métodos de laboratorio para superar la latencia han sido restringidos en todo lo posible a métodos, técnicas que sean prácticas, rápidas y de fácil ejecución, que no requieran un equipo excesivo y que se aproxime al comportamiento de

las semillas en el campo.

Esta evidencia de la dormancia en las semillas de diferentes especies puede ser usado para mantener la viabilidad y calidad. Los mejoradores pueden poner más atención al potencial de la dormancia y otros caracteres para facilitar la producción de semilla de alta calidad. ( 6 )

#### 2.4.2. Humedad en la semilla

Durante todo el período de la prueba de germinación se debe proporcionar a las semillas una humedad adecuada. La humedad excesiva puede ocasionar una restricción en la respiración (la absorción de oxígeno y la expulsión de gas carbónico de las semillas) y detener la germinación de las semillas. También puede ocasionar cierto tipo de desarrollo anormal, tal como la ausencia de pelos radicales y la producción de plántulas transparentes o vidriosas. ( 12 )

El contenido de humedad del ovario ó del óvulo no fertilizado es cerca del 80% (Delouche, 1964). Después de la fertilización el contenido de humedad aumenta y después de pocos días empieza a decrecer con el desarrollo de la semilla hasta llegar a un equilibrio con el medio ambiente del campo, éste va de un 14 a 20%; el tiempo requerido para bajar éste contenido de humedad en las semillas de algunas especies se presenta a continuación:

Cultivo	% de humedad alcanzado	tiempo (días)	localidad
<u>Bromus inermis</u>	18 - 20	25	Iowa
<u>Grossypium hirsutum</u>	15 - 20	50	Mississippi
<u>Zea mays</u>	16 - 24	50	Illinois
<u>Sorghum bicolor(grano)</u>	23	45	Kansas
		28 - 30	Mississippi
<u>Carthamus tinctorius</u>	20	28 - 30	Utah
<u>Glycine max</u>	20	70	Mississippi

Fuente: Delouche J.C., 1964 ( 6 )

La absorción de agua es necesaria para que la hidratación de las células provoca el medio adecuado para acelerar las actividades metabólicas. Las semillas de los cereales y otras gramíneas requieren contenidos de humedad del 30 al 35% para poder germinar. Las semillas de leguminosas ó de otros tipos en los cuales las principales reservas alimenticias están almacenadas en los tejidos cotiledonares, requieren contenidos de humedad de rango de 50 a 55% para la germinación.

#### 2.4.3. Temperatura del suelo

La alta temperatura de la superficie del suelo es una de las causas que limita la emergencia en los trópicos semiáridos; cada planta requiere una temperatura máxima y mínima en la cual la germinación es máxima. La temperatura del suelo

tiene efectos directos tanto en la germinación como en la germinación como en la subsecuente extensión de la plúmula. Se ha informado que la temperatura mínima para la germinación del sorgo es entre 7.2 y 10°C, y 15.6°C para el crecimiento subsecuente (Quinby et al., 1958;; Singh y Dhaliwall; 1972) obtuvieron una nula germinación a 5 y 10°C. ( 19 )

Para el caso del sorgo, la temperatura óptima para la tasa de germinación es de 25 a 27°C, pero se ha observado que al igual que las semillas de maíz, las semillas de sorgo germinan a 40°C pero no a 47°C. Con respecto a la temperatura mínima para la germinación, ésta puede variar dentro de las especies de 4.6 a 16.5°C, con una temperatura óptima entre 25 y 30°C. ( 19 )

#### 2.4.4. Efecto de la profundidad de siembra

La profundidad de siembra muestra efectos significativos en la emergencia de la plántula. En un experimento se sembraron alrededor de 10 genotipos de sorgo con dos semillas por punto en varias repeticiones. Las semillas sembradas a 40 mm de profundidad mostraron una emergencia máxima y a 50 mm ésta fue mínima aunque con una diferencia muy pequeña pero significativa.

En un experimento similar éstos 10 genotipos se sembraron en seco a 4 profundidades ( 20, 30, 40 y 50 mm ) dándoles un pequeño riego único después de la siembra. La emergencia de las plántulas fue en las semillas sembradas más profundamente (50 mm) mientras que las semillas sembradas a menor profundidad (20 mm) no emergieron. Al aplicar nuevamente agua, la semilla de la profundidad menor (20 mm) comenzó a emerger al tiempo que las plántulas de las semillas de mayor profundidad (50 mm) estuvieron ya establecidas. Esto indica que las semillas sembradas superficialmente no perdieron su viabilidad, aún cuando las plántulas estuvieron germinando en condiciones secas.

Por lo tanto, se supone que la profundidad máxima a la cual la plántula de sorgo puede emerger, está determinada por el potencial de alargamiento del mesocoptilo al empujar el coleoptilo a la superficie del suelo. Algunos atributos importantes que influyen la viabilidad de la plántula de sorgo parecen ser una rápida elongación del coleoptilo y una mayor longitud (Wanjari y Bhojar, 1980). ( 19 )

#### 2.4.5. Efecto de la costra del suelo en el sorgo

El encostramiento del suelo y su compactación son problemas importantes en el Trópico Semiárido (Miller y Gifford, 1970), donde después de sembrar, es frecuente la presencia de lluvias fuertes seguidas de días soleados. Las

costras superficiales forman una barrera para la emergencia de las plántulas de diferentes cultivos. El contenido de humedad de los suelos (Hanks y Thorp, 1956) y la estructura y textura del suelo (Mathers et al., 1966) influyen grandemente en la dureza de la costra formada.

El encostramiento tiene efectos directos en el crecimiento de la planta y un efecto indirecto en los procesos del suelo. El efecto directo en el crecimiento de la planta incluye la obstrucción mecánica a la emergencia de la plántula que está germinando y daño a las raíces. El efecto indirecto de la costra en el suelo incluye la tasa de percolación y la inhibición de la actividad microbial. Algunas medidas que se han sugerido para prevenir la formación de la costra es el uso de cubiertas de paja y estiércol, sustancias químicas y el laboreo (Metha y Prihar, 1973; Chaudhary y Prihar 1974; Khera et al., 1976 y Agrawal, 1980) ( 19 )

Los resultados de algunos experimentos indicaron que los genotipos mostraron variabilidad significativa ( $P=0.01$ ) en emergencia de las plántulas a través de la costra en el campo. El vigor de las plántulas (peso seco de las plántulas) estaba positivamente correlacionado a esta habilidad para emerger a través de la costra ( $P=0.01$ ). ( 18 )

Estos experimentos muestran claramente que hay suficiente posibilidad de selección para el mejoramiento genético en lo que respecta a la habilidad de emergencia a través de la costra del suelo. ( 18 )

#### 2.4.6. Efecto del tamaño de la semilla

Los niveles de fertilidad del suelo y abastecimiento de humedad afectan el tamaño y peso de las semillas producidas. El tamaño y peso de la semillas está asociado con su germinabilidad y vigor como lo demuestran los trabajos realizados por Hanumaiah y Andrews 1973; Heydecker 1972, etc. ( 16 )

Hanumaiah y Andrews 1973, compararon la germinación, vigor de plántula, tasa de crecimiento, desarrollo de la plántula y rendimiento en repollos y nabos de semillas pequeñas, medianas y grandes y sus resultados indican que para ambas especies las semillas grandes tuvieron más alta germinación y vigor que las semillas pequeñas, también se desarrollaron más rápidamente produciendo mejores plantas y mayores rendimientos que las semillas pequeñas. ( 16 )

Las relaciones entre el tamaño y calidad de semillas han sido estudiadas ampliamente en soya. Smith y Camper, 1970, reportaron que las semillas de soya seleccionadas de un lote y clasificadas en chicas, medianas y grandes produjeron rendimientos mayores que las semillas no seleccionadas de ese mismo

lote; esto representa una ventaja en la siembra de semillas de tamaño uniforme sobre semilla de tamaño variable. ( 13 )

Edwards y Hartwing 1971, compararon la germinación en tres líneas isogénicas de soya las que difieren en su tamaño de semilla, encontrando que en semillas pequeñas la germinación ocurre más rápidamente. ( 13 )

Aguior, 1974 y Wetzal, 1975 citados por Delouche, 1980 informaron que la calidad de la semilla (vigor y germinación) estuvo asociada con el tamaño de la semilla dentro de cada lote o población pero no entre los lotes del mismo cultivar o entre cultivares. Independientemente de la calidad fisiológica de los lotes, las semillas con tamaño de 0.79 a 0.4 mm; dentro de éste rango, las semillas no difieren en su vigor y germinación y fueron superiores a las otras clases de tamaño mayores o menores. ( 9 )

Semillas de sorgo de un mismo genotipo fueron agrupadas en tres tamaños, se sembraron en charolas de madera para hacer estudios de la emergencia de la plántula con relación al tamaño de la semilla. Los resultados mostraron que aparentemente no tiene efecto en la emergencia de la plántula cuando se considera un solo genotipo. ( 19 )

Se ha encontrado que los genotipos que difieren en tamaño de la semilla muestran variación significativa en la emergencia de la plántula. Similarmente, las semillas tomadas de diferentes partes de la panoja (base, parte media y parte superior) trataron una variación significativa en su capacidad para emerger (Maiti, no publicado). ( 19 )

Es necesario investigar si la selección de líneas para un mejor comportamiento en las fases primeras de plántulas está relacionado a su comportamiento en la fase adulta. Los cultivares con semilla grande produjeron plántulas vigorosas (Kauffmann y Guitard 1977) con más altos rendimientos potenciales. ( 18 )

#### 2.4.7. Deterioro de la semilla

Normalmente al aumentar el porcentaje de aceite en la semilla, aumenta también la velocidad de deterioración. En la mayoría de las semillas oleaginosas los aceites o grasas empiezan a degradarse rápidamente después que la semilla alcanza su madurez fisiológica. Esta deterioración puede reducirse secando y colocando las semillas en condiciones apropiadas pero una vez que empieza la deterioración, éste proceso ya no puede ser detenido. ( 20 )

Gill (10) citado por Camargo C.P. y C.E. Vaughan plantó muestras de maíz que variaron ampliamente en grado de deterioro. Encontró que las plántulas y las plantas producidas de semilla deteriorada emergieron y crecieron lentamente alrededor de 50 días después de plantadas. El bajo vigor de plantas de semillas deterioradas, aparentemente influyó en el rendimiento produciendo un 14-18% menos granos que las integras. ( 4 )

Grabe (11) citado por Camargo C.P. y C.E. Vaughan midió los niveles de deterioro en las semillas de maíz y seleccionó a aquellas que produjeron plántulas de vigor alto, mediano y bajo. Cuando crecieron las plantas, las plántulas de bajo vigor recolectaron un 44% menos grano que los de alto vigor y 13% menos que las plántulas de vigor medio. Las plántulas de vigor medio recolectaron 8% menos que las de vigor alto. ( 4 )

Vechí ( 19 ) citado por Camargo C.P. y C.E. Vaughan trabajando con semillas de una especie de garbanzo deterioradas concluyó que las plantas de bajo vigor tienden en conjunto a producir recolecciones más bajas. También observó una tendencia hacia una floración tardía en las plantas producidas de semillas de bajo vigor. ( 4 )

Delouche (6) citado por Camargo C.P. y C.E. Vaughan informó que la pérdida de la germinabilidad es la consecuencia más drástica del deterioro. (4)

Estudiando el efecto de la calidad de las semillas de sorgos híbridos, fueron envejecidas artificialmente durante 3,5,7 y 11 días, que produjeron niveles de vigor (niveles de calidad) distintos: alta calidad (3 días), mediana (5 días), baja (7 días) y muy baja (11 días) respectivamente. Un quinto tratamiento consistió en la mezcla y chequeo (cero días o semilla no envejecidas) y de semilla de menor nivel de vigor, L4 (envejecidas durante 11 días a 42°C - 100% H.R.).

( 3 )

Los resultados mostraron que el vigor de la semilla decreció como se indica con el establecimiento del "stand" y el porcentaje de panojamiento, y la altura de la planta difirió más a los 23 días que a los 90 días (tabla 1)

Tabla 1: Efecto de diferentes niveles de vigor del sorgo

Nivel de vigor	Germ. %	Establec. del "stand" %	Altura promedio de la planta mm		Panojam- iento %
			23 días	90 días	
L <sub>0</sub>	97.0	83.3	448	924	45.8
L <sub>1</sub>	96.0	85.0	429	948	42.3
L <sub>2</sub>	95.5	91.3	421	911	43.7
L <sub>3</sub>	95.0	81.0	400	932	21.3
L <sub>4</sub>	86.0	71.3	347	907	20.0
L <sub>5</sub> (0+11)	91.0		392	897	24.5

Los efectos adversos del vigor de la semilla también fueron observados en el efecto en el número de macollos y rendimiento (Tabla 2) (3)

El tratamiento compuesto que consiste en la mezcla de semilla no envejecida con la semilla de menor calidad actuó más pobremente que cualquiera de los otros tratamientos con respecto a los resultados.

Tabla 2: Resultados de diferentes niveles de vigor del sorgo

Nivel de vigor	No. de Macollos		Rendimiento Total	Rendimiento por panoja (gm)	Rendimiento Total Kg/trat.
	Productivos	Improductivos			
L <sub>0</sub>	139a	59a	198	225.2a	4.5
L <sub>1</sub>	125ab	50abc	175	187.6ab	4.2
L <sub>2</sub>	100bc	28d	128	171.0abc	4.3
L <sub>3</sub>	72c	41acd	113	104.6d	4.1
L <sub>4</sub>	67	51ab	118	145.9bcd	3.0
L <sub>5</sub>	60c	54bcd	114	127.3cd	3.8

Fuente: C. Hunter Andrews ( 3 )

La humedad en la semilla afecta al porcentaje de germinación en las semillas afectando también muchos procesos y puede ser resumida como sigue:

Humedad en la semilla superior a 45-60% = tiene lugar la germinación.

Humedad en la semilla superior a 18-20% = puede ocurrir calentamiento. ( 17 )

## 2.5 Composición química de la semilla

Hay que recordar que las semillas son higroscópicas; toman la humedad del ambiente hasta llegar a un equilibrio entre el contenido de humedad de la semilla y la humedad relativa de la atmósfera que la rodea. La cantidad de humedad en una semilla a equilibrio está relacionada directamente con su composición química. ( 20 )

Si la humedad en la semilla es mayor que 45-60%, entonces ocurre la germinación. Sin embargo, desde aquella humedad hasta 18-20%, la respiración es sumamente alta, tanto la respiración de la semilla como la respiración de los microorganismos. ( 17 )

Principalmente en cereales, el contenido de proteína está correlacionado con una rápida germinación y alto vigor. ( 9 )

Fox y Alberecht 1957, citado por Delouche 1980, encontraron que colectas de trigo de Nebraska con alto contenido de proteína germinaron más rápido y produjeron plántulas más vigorosas que aquellas colectas con bajo contenido proteínico. ( 9 )

La investigación ha demostrado que el tamaño de la semilla y el contenido de proteína son los dos factores más importantes en la calidad fisiológica de la semilla (asumiendo que la semilla no ha sufrido deterioro). ( 14 )

Es necesario aclarar que el alto porcentaje de proteína por sí sola no garantizará que la semilla sea de alta calidad. La concentración es solo un factor contribuyente a la cantidad total de proteína de cada semilla. (14)

Se ha encontrado que el alto contenido de proteína de la semilla influye en el aumento del vigor de la plántula en el trigo (Mc Fadden 1963; Ries y Everson 1973 a; Ayers et al; 1975); así mismo se encontró que el aumento del vigor está asociado con una producción de grano más alta. (19)

Muchas de las semillas altas en proteína son extremadamente frágiles en contenidos de humedad adecuados para almacenarlas en forma segura como el caso del frijol. Esta fragilidad aumenta cuando el contenido de humedad de la semilla baja y está relacionado directamente con la composición química y estructura celular de estas semillas. (20)

El efecto de la fertilización nitrogenada parece estar asociado al incremento de la cantidad de proteína en la semilla. Recientemente se ha encontrado que también existe una respuesta en calidad de semilla producida. (14)

Más aún parece que es necesario aumentar drásticamente el contenido de proteína en la semilla para que ésto repercuta en diferencias medibles de vigor y productividad. Es posible que otras gramíneas como el arroz, maíz, sorgo, etc. también respondan a la fertilización nitrogenada en calidad de semilla, pero todavía no han sido estudiados. También en leguminosas como el frijol se ha demostrado el efecto de la fertilización nitrogenada, la calidad y capacidad de producción de semilla. (14)

El nitrógeno es absorbido por la raíz, llega a las hojas donde es reducido y luego es transportado a la semilla. En casos donde la fertilización nitrogenada es deficiente y/o cuando en el momento del desarrollo de la semilla ya no hay nitrógeno en el suelo, la semilla dependerá solo del nitrógeno que se encuentre en los diferentes tejidos de la planta madre, por lo que su contenido de proteína será bajo. (14)

Aunque es cierto que el contenido de proteína en la semilla aumenta en proporción a la dosis, el momento de la aplicación del nitrógeno es decisivo en la concentración de proteína en la semilla. La fertilización temprana es importante para el vigor, desarrollo y buen área foliar. Por otro lado las aplicaciones tardías (aquellas aplicaciones desde el momento de la formación del botón floral en adelante) ya no puede dar vigor a la planta y quizás podrían bajar

el rendimiento; pero sí incrementan la concentración de proteína de la semilla muy eficientemente. (14)

Todo esto indica que la planta debe tener nitrógeno disponible en las fases críticas tanto para asegurar altos rendimientos como también para producir un alto contenido de proteína. (14)

## 2.6. Efecto del manejo de la planta madre

El sitio donde se produce y las prácticas de manejo de la planta madre (la planta en que se forma y desarrolla la nueva semilla) afectan la calidad de la semilla. Ya es de conocimiento general que el manejo dado al campo (preparación del terreno, riego, fertilización, densidad de población, control de malezas, pestes y enfermedades, etc) tienen un efecto marcado en el rendimiento. (14)

Pero excluyendo el efecto que la zona de producción pudiera tener en la calidad sanitaria, la zona donde se produce la semilla tiene efectos bien marcados en la calidad fisiológica. Entenderemos como calidad fisiológica los efectos observados en velocidad de germinación, germinación total y vigor, debido a diferencias existentes dentro de la semilla en cantidad y calidad de reservas nutritivas y deterioro previo a la cosecha. (14)

Los factores de manejo de la planta madre, afecta la calidad fisiológica a través de su efecto en el contenido cuantitativo y cualitativo de reservas nutritivas, elementos minerales, grado de maduración, llenado de la semilla y posiblemente también alterando otros factores no identificados.

(14)

- Cuando existe baja disponibilidad de humedad durante el desarrollo de la semilla, ésta semilla no alcanza su tamaño normal y en casos extremos pueden obtenerse semillas que se sacan en estado muy inmaduro. Por esta inmadurez, la semilla puede tener alto porcentaje de proteína pero bajo en cantidad de carbohidratos y proteínas de almacenamiento. Cuando existe buena disponibilidad de humedad para el desarrollo normal de la semilla, ésta llegará a desarrollarse alcanzando su tamaño normal y acumulando las reservas necesarias.

(14)

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Localización geográfica

El presente trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (F.A.U.A.N.L.) localizada en el municipio de Marín, N.L. cuya ubicación geográfica corresponde a los 25° 53' latitud norte y 100°03' longitud oeste del meridiano de Greenwich con una elevación de 367 msnm, cuyos límites políticos son: al norte colinda con el municipio de Higuera, al sur con Pesquería, al este con Doctor González y al oeste con General Zuazua, todos del Estado de Nuevo León.

#### 3.2. Clima de la región

El clima de la región, según la clasificación de Köppen modificada por E. García, es del tipo semiárido  $Bs_1 (h') \cdot hx' (e')$  con temperaturas medias anuales de 22°C; en donde los meses más fríos (Diciembre y Enero) éstas son inferiores a los 18°C, siendo en ocasiones extremas ya que entre el día y la noche puede oscilar hasta 14°C; las temperaturas más altas se presentan en los meses de Julio y Agosto, siendo éstas mayores de 28°C. (15)

La precipitación promedio anual es de 500 mm, la mayor parte se distribuye en los meses de Agosto a Octubre; el resto ocurre en forma eventual durante los otros meses. Las heladas se presentan desde el mes de Noviembre hasta el mes de Marzo, siendo éstas de tres a cuatro en promedio, registrándose las más severas en el mes de Enero. Las granizadas ocurren con una intensidad promedio de un día al año, siendo generalmente en la época de lluvias. La nubosidad se presenta en promedio de 90 a 110 días al año principalmente en los meses de mayor precipitación pluvial. (1)

Los vientos se registran con una intensidad promedio de 20 Km/hr provenientes de masas de aire marítimo tropical del norte y noroeste. (1)

### 3.3. Materiales

Para el desarrollo del trabajo se utilizaron ocho líneas experimentales de sorgo para grano (Sorghum bicolor L moench) las cuales se obtuvieron del Programa de Mejoramiento de Maíz Frijol y Sorgo (P.M.M.F.y S.) de la F.A.U.A.N.L. porque son las que han mostrado ser las más prometedoras y son:

- 1) LES - 1R
- 2) LES - 2R
- 3) LES - 2OR
- 4) LES - 24R

- 5) LES - 34R
- 6) LES - 43R
- 7) LES - 46R
- 8) LES - 50R

Otros materiales empleados fueron:

Charolas de (60 x 40 x 10 cm), cajones de madera (100 x 50 x 30 cm), en las cuales se efectuó la siembra, regaderas, arena de río, algodón esterilizado, balanza analítica, funguicida (Arazán), ladrillo molido, navajas, cribas y palas.

#### 3.4. Tratamientos

Las ocho líneas de sorgo ya mencionadas anteriormente se les evaluó el vigor por cuatro métodos diferentes. Cada una de éstas líneas constituye un tratamiento, quedando de la siguiente manera:

LINEA		TRATAMIENTO
LES - IR	=	T <sub>1</sub>
LES - 2R	=	T <sub>2</sub>
LES - 2OR	=	T <sub>3</sub>
LES - 24R	=	T <sub>4</sub>
LES - 34R	=	T <sub>5</sub>
LES - 43R	=	T <sub>6</sub>
LES - 46R	=	T <sub>7</sub>
LES - 50R	=	T <sub>8</sub>

El diseño experimental usado fue el Completamente al Azar, ocho tratamientos con cuatro repeticiones. (11)

El modelo estadístico mediante el cual fue analizado el experimento fue:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + E_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, 8, \\ j = 1, 2, 3, 4, \\ E_{ij} \sim NI(0, \sigma^2) \end{array}$$

donde:

$Y_{ij}$  = Es la observación del tratamiento  $i$  en la repetición  $j$ .

$\mu$  = Es la media verdadera general.

$\tau_i$  = Es el efecto verdadero del  $i$ -ésimo tratamiento.

$E_{ij}$  = Es el error experimental asociado a la  $ij$ -ésima observación. (21)

La hipótesis a probar son las siguientes:

$H_0: T_1 = T_2 = \dots = T_8$  Vs  $H_1$ : Existe al menos un tratamiento cuyo efecto es significativamente diferente al efecto de los demás tratamientos.

### 3.5. Métodos usados para evaluar el vigor

Los métodos por los cuales se evaluó el vigor de la semilla de sorgo para grano (Sorghum bicolor L) son los siguientes:

METODO	NOMBRE
1	Velocidad de germinación
2	Velocidad de crecimiento del cogollo y peso de éste.
3	Ladrillo molido
4	Tasa de crecimiento y expansión foliar

### 3.6. Selección de la semilla

Debido a que el tamaño de la semilla tiene relación con el vigor, se procuró que las semillas sujetas a los tratamientos tuvieran un tamaño uniforme y de ésta manera evitar una fuente de variación, por lo tanto el criterio para la selección de la semilla se determinó de la siguiente manera: Primero se tomaron 10 muestras de 100 semillas cada una para cada línea de sorgo (8) y se pesaron individualmente; como segundo paso se obtuvo la desviación estándar y el peso promedio para cada una de las líneas de sorgo; el tercer paso fue obtener un rango de confiabilidad para cada una y se hizo de la siguiente manera:

$\bar{x} - 2s$  a  $\bar{x} + 2s$  (la media menos dos veces la desviación estándar a la media mas dos veces la desviación estándar); y como paso final para seleccionar dichas líneas, las 10 muestras de 100 semillas deberán caer dentro de éste rango para que puedan ser seleccionadas.

Un ejemplo para que quede claro el procedimiento será con la línea LES - 24R cuyos pesos de las muestras (10) de 100 semillas son 4.1629, 4.3185, 4.4319, 4.3385, 4.3916, 4.4002, 4.1555, 4.4444, 4.3730 y 4.0921.

El promedio de peso fue:  $\bar{x} = 4.30086$  y una desviación estándar de:  $s = 0.123236$

Por lo tanto el rango de confiabilidad es:

$$4.30086 - 2(0.123236) \quad 4.30086 + 2(0.123236)$$

$$(4.0543 \quad a \quad 4.54733)$$

Como todas las muestras de semillas de ésta línea caen dentro de éste rango, por lo tanto se pueden tomar para hacer el experimento. Este mismo procedimiento se usó para el resto de las líneas experimentales de sorgo.

### 3.7. Desarrollo del experimento

Debido a la minuciosidad requerida para la toma de datos se procedió a efectuar la siembra en dos fechas: la primera se realizó el 6 de julio para los tres primeros métodos de evaluación (Velocidad de germinación, Velocidad de crecimiento del cogollo y peso de éste y Ladrillo molido) y la segunda fecha de siembra se hizo el 14 del mismo para el último método de evaluación del vigor de la semilla (Tasa de crecimiento y expansión foliar).

A continuación se describe la metodología usada para cada uno de los métodos de evaluación.

### 3.7.1. Velocidad de germinación (método uno)

Este método consistió en sembrar la semilla de sorgo en charolas cuyas dimensiones fueron (60 x 40 x 10 cm) a las cuales se les puso una capa de algodón en el fondo donde se colocaron las semillas. Una vez que se colocó la semilla se procedió a cubrirlas con otra capa de algodón para que almacenase humedad y tuviera una buena germinación. Posteriormente se le aplicó un funguicida (Arazán) a una dosis de 2 gramos por 500 ml de agua, esto fue con el fin de prevenir enfermedades fungosas. Los riegos con agua se hicieron diariamente hasta el final del experimento con el fin de que las semillas no les faltara humedad que interfiriera en la germinación.

En cada charola se sembró una línea experimental de sorgo o sea un tratamiento con sus cuatro repeticiones. En cada repetición se colocaron 100 semillas de sorgo siendo un total de 400 semillas por tratamiento.

La toma de datos se hizo después de que las semillas habían empezado a germinar y fueron inspeccionadas diariamente aproximadamente a la misma hora todos los días. La toma consistió en contar las plántulas emergidas diariamente hasta el final del experimento, el cual tuvo una duración de nueve días.

La velocidad de germinación se calculó de la siguiente manera:

$$VG = \frac{NCEP}{NDDS} \quad \text{donde:}$$

VG= Velocidad de germinación

NCEP= Número de cogollos emergidos diariamente

NDDS= Número de días después de la siembra.

El ó los tratamientos que tuvieron un valor o valores de velocidad de germinación más altos fueron los que se consideraron como las semillas de mejor calidad o más vigorosas.

### 3.7.2. Velocidad de crecimiento del cogollo y peso de éste

El procedimiento del método de siembra se hizo de la misma manera que el método anterior (Velocidad de germinación) y lo único que cambió con respecto al método anterior fue la forma de la toma de datos y el modo en que se evaluó el vigor.

La toma de datos se realizó una vez que las plántulas alcanzaron cierto desarrollo, fijándose hacer las lecturas a los nueve días, pesándose individualmente cada plántula de la repetición con respecto al tratamiento en una balanza analítica. Después se obtuvo el peso total de plántulas por repetición procediéndose a determinar la media correspondiente al tratamiento.

Las plántulas que produjeron mayor peso son consideradas que vienen de la semilla de mejor calidad o más vigorosa.

### 3.7.3. Ladrillo molido

Consistió en poner en una charola una capa de 3 -4 cm. de espesor de ladrillo molido y sobre éste se colocó la semilla con las cuatro repeticiones correspondientes. Una vez que se colocó la semilla sobre el ladrillo molido se tapó con otra capa de igual espesor del mismo y posteriormente se le dió un riego.

Cada charola correspondió a un tratamiento y cada uno de éstos con sus cuatro repeticiones, en donde se colocaron 100 semillas de sorgo por repetición haciendo un total de 400 semillas por tratamiento.

Los riegos se siguieron dando hasta el final del experimento para que las semillas tengan una humedad óptima para la germinación y posteriormente la emergencia.

Las líneas más vigorosas fueron aquellas en que las plántulas tuvieron la habilidad para penetrar en la capa restrictiva de ladrillo molido y emerger, lo cual es una medida general del vigor de la semilla.

### 3.7.4. Tasa de crecimiento y expansión foliar

La siembra se hizo en cajones de madera (100 x 50 x 30 cm) utilizándose como cama de siembra arena de río cribada con un espesor de 25 cms. ya que el propósito fue llevar a la plántula hasta un estado mayor de desarrollo. En cada cajón se realizó un tratamiento donde se sembraron 4 surcos consistiendo cada uno de éstos en una repetición. En éstos surcos se sembraron 15 semillas para asegurar la nacencia de 10 plántulas en las cuales se hicieron las evaluaciones siguientes:

Índice de germinación

Área de las hojas liguladas a los 8 días

Área de las hojas liguladas a los 15 días

Número de hojas a los 15 días

Altura de la planta

Peso seco de la plántula

Número de raíces

Largo del mesocoptilo.

El arreglo topológico que se dió fue el siguiente:

5 cm entre semilla por 10 cm entre surco y 5 cm de profundidad. Los riegos se dieron diariamente hasta el final del experimento el cual duró 15 días después de la siembra.

El Índice o Velocidad de germinación (método dos) se evaluó como se hizo en el primer método de evaluación del vi

gor (Velocidad de germinación método uno)

El área de las hojas liguladas a los 8 y 15 días se evaluó midiendo el largo por el ancho de la hoja y multiplicándolo por 0.75:

$$AF=L \times A \times 0.75 \quad \text{donde:}$$

AF = Area foliar

L = Largo

A = Ancho

0.75 = Constante

El número de hojas de la plántula se contaron hasta los 15 días después de la siembra.

La altura de la planta se obtuvo midiendo desde el nivel del suelo hasta donde está empezando a salir una de las hojas más nuevas o sea en el cogollo.

El peso seco de la plántula se evaluó sacando las 10 plántulitas de cada repetición y llevándolas a la estufa a secar a una temperatura de 100°C por un día y posteriormente fueron llevadas a pesar a una balanza analítica.

El número de raíces se obtuvo hasta el final del experimento teniendo así el promedio de éstas.

El largo del mesocoptilo se midió con una regla a los 15 días y se hizo tomando el largo desde la semilla hasta el cuello o ras del suelo.

Para todos los métodos de evaluación el riego fue proporcionado con agua de la llave procedente de pozo profundo cuyo análisis se anexa en el apéndice.

Las condiciones de temperatura fueron las ambientales que prevalecieron en el invernadero durante el desarrollo del experimento, la cual fluctuó entre 25 - 32°C.

### 3.8 VARIABLES ANALIZADAS

En el presente experimento se tomaron en cuenta las siguientes variables:

- X03 Velocidad de germinación método uno
- X04 Peso total del cogollo
- X05 Número de plantas pesadas
- X06 Número de semillas germinadas - emergidas
- X07 Número de semillas germinadas - no emergidas
- X08 Velocidad de germinación método dos
- X09 Area de las hojas liguladas a los 8 días
- X10 Area de las hojas liguladas a los 15 días
- X11 Número de raíces
- X12 Largo del mesocoptilo

- X13 Número de hojas a los 15 días
- X14 Altura de la planta
- X15 Peso seco de la planta

Variables transformadas \*

- X16 Peso promedio de la plántula ( $X04/X05$ )
- X17 Número total de semillas germinadas ( $X06+X07$ )
- X18 Número total de semillas no germinadas (semillas muertas)  
( $100-X17$ )
- X19 Raíz cuadrada de ( $X06 + 1$ )
- X20 Raíz cuadrada de ( $X07 + 1$ )
- X21 Raíz cuadrada de ( $X17 + 1$ )
- X22 Raíz cuadrada de ( $X18 + 1$ )
- X23 Raíz cuadrada de ( $X11 + 1$ )
- X24 Raíz cuadrada de ( $X13 + 1$ )

### 3.9. Análisis estadísticos

Los análisis estadísticos se hicieron por medio de computadora utilizando el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences); para las comparaciones de medias se empleó el método de Duncan con  $\alpha = 0.01$  utilizando la siguiente notación para la significancia:

\* Variables generadas a partir de las variables originales.

\* = Diferencia significativa al 5%

\*\*= Diferencia altamente significativa al 1%

NS= Diferencia no significativa.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Comportamiento general de las ocho líneas en los cuatro métodos para evaluar el vigor

El comportamiento promedio general de las variables estudiadas en los cuatro métodos de evaluación del vigor de las semillas de sorgo para grano, se observa en el cuadro (1) donde se resumen los principales estadísticos.

En el apéndice se anexan los cuadros donde aparecen los datos estadísticos de todas las variables estudiadas para cada línea de sorgo.

Los resultados de los análisis de varianza para las variables bajo estudio se presentan en el cuadro (18); donde se puede observar que todas las variables estudiadas resultaron ser altamente significativas ( $\alpha = 0.01$ ) excepto las variables Peso total del cogollo y Número de plantas pesadas, las cuales sólo mostraron significancia ( $\alpha = 0.05$ ).

Se puede observar en el cuadro (19) que la variable número de plantas germinadas-no emergidas mostró el más alto coeficiente de variación (43.626).

#### 4.2. Evaluación del vigor por el método de Velocidad de germinación

Velocidad de germinación:

En el cuadro (18) se observa que ésta variable es altamente significativa. Siendo la línea LES - 20R la de mejor comportamiento con un índice de velocidad de germinación de 20.8, la cual resultó ser estadísticamente igual a las líneas LES - 43R, LES - 46R y LES - 34R con 19.685, 19.155 y 19.08 respectivamente.

#### 4.3. Evaluación del vigor por el método de Velocidad de crecimiento del cogollo y peso de éste.

Peso total del cogollo:

En el análisis de varianza mostrado en el cuadro (18) se puede observar que ésta variable resultó ser significativa. La línea más sobresaliente fue la LES - 34R con 2.307 gr. sin llegar a ser significativamente diferente de las líneas LES - 2R, LES - 20R, LES - 24R, LES - 43R, LES - 46R y LES - 50R.

Número de plantas pesadas, Número de semillas germinadas-emergidas y Número de semillas germinadas - no emergidas.

Para el análisis de éstas variagles en los cuatro métodos de evaluación del vigor en semillas, fue necesario hacer la transformación  $\sqrt{x + 1}$  donde x es la variable estudiada, para que se cumplan los supuestos del análisis de varianza.

Número de plantas pesadas:

En el cuadro (19) se muestra que los tratamientos LES - 24R y LES - 34R con 97.0 y 95.25 respectivamente fueron los que tuvieron un mayor número de plantas pesadas, pero estadísticamente iguales al resto de los tratameintos probados a excepción del LES - 1R el cual tuvo 68.75 plantas pesadas.

Peso promedio de la planta:

Las líneas LES - 20R y LES - 34R fueron las que obtuvieron mayor peso con 0.024 gr para ambas líneas, pero estadísticamente iguales a las líneas LES - 1R, LES - 2R, LES - 24R, LES - 43R y LES - 50R. Ver cuadro (18)

#### 4.4. Evaluación del vigor por el método de Ladrillo molido

Número de semillas germinadas - emergidas:

Las líneas LES - 34R y LES 24R resultaron ser las de mejor comportamiento, pero estadísticamente iguales en la comparación de medias de Duncan con  $\alpha = 0.01$  a las líneas LES-20R,

LES - 43R y LES - 50R; siendo LES - 2R la línea que obtuvo el menor número de semillas germinadas - emergidas con un 60.25%

Número de semillas germinadas - no emergidas:

La línea LES - 2R fue la que obtuvo la mayor cantidad de semillas germinadas - no emergidas con un 30.75%, siendo esta estadísticamente diferente al resto de las líneas estudiadas.

Número total de semillas germinadas:

Las líneas LES - 20R, LES -34R y LES - 24R, fueron las que mostraron los más altos valores con 97.25, 97.25 y 96.25 respectivamente, resultando estadísticamente iguales a las líneas LES -1R, LES - 2R, LES - 43R y LES - 50R. Siendo la línea LES - 46R con un (86.75) la que mostró el menor número de semillas germinadas.

Número total de semillas no germinadas (Semillas muertas):

La línea LES - 46R con un valor promedio de 13.25 de semillas muertas, fue la del menor porcentaje de germinación sin llegar a ser significativamente diferente a las líneas LES - 1R, LES - 2R, LES - 43R y LES - 50R con 6.75, 9.0, 9.0 y 7.0 semillas muertas respectivamente.

#### 4.5. Evaluación del vigor por el método de Tasa de crecimiento y expansión foliar.

Velocidad de germinación del método cuatro:

Aquí el material genético LES - 20R, LES - 24R y LES-34R con un índice de velocidad de germinación de 4.77, 4.71 y 4.56 respectivamente fueron las de mejor comportamiento sin llegar a ser estadísticamente diferente a las líneas LES - 2R

y LES - 50R (ver cuadro 19). La línea LES - 43R resultó tener el menor índice de velocidad de germinación con un valor de 2.72.

Area de las hojas liguladas a los ocho días:

Se puede observar en los resultados obtenidos en el cuadro (19) que la línea LES - 24R con  $2.23 \text{ cm}^2$  fue la que obtuvo mayor área foliar, siendo estadísticamente igual a las líneas LES - 34R LES - 20R y LES - 46R las cuales tienen un área foliar de 2.117, 2.028 y  $1.812 \text{ cm}^2$  respectivamente.

Area de las hojas liguladas a los 15 días:

La línea LES - 20R con un valor de  $21.61 \text{ cm}^2$  resultó ser la que tuvo una mayor área foliar según se observa en el cuadro (19). Este tratamiento resultó ser estadísticamente igual a LES - 24R y LES - 34R con valores de 15.12 y  $15.38 \text{ cm}^2$  respectivamente. Los promedios más bajos se obtuvieron en las líneas LES - 50R, LES - 1R y LES - 46R con 5.3088, 7.964 y 8.100 respectivamente, pero estadísticamente iguales a LES - 2R y LES - 43R

Número de Raíces:

Nuevamente las líneas LES - 20R, LES - 24R y LES - 34R fueron las mejores con un promedio de 4.5, 4.5 y 4.75 raíces

respectivamente, pero estadísticamente iguales a LES - 1R, LES - 2R y LES - 43R. Las líneas con un menor número de raíces fueron LES - 46R y LES - 50R con 2.25 y 3.0 raíces.

Largo del mesocoptilo:

LES - 50R resultó ser la línea con la longitud mayor del mesocoptilo con 4.28 cm, siguiéndole la línea LES - 46R con 3.97 cm, ambas con igualdad estadística.

Número de hojas a los 15 días:

LES - 20R presentó un número mayor de hojas con 5.5. siguiéndole LES - 24R y LES - 34R ambas con 5.25; las tres con igualdad estadística con los tratamientos LES - 1R, LES - 2R y LES - 43R.

Altura de la planta:

Los mejores materiales genéticos fueron LES - 20R, LES - 34R y LES - 46R con 9.797, 9.3 y 9.217 cms. respectivamente, los tres iguales estadísticamente con los tratamientos LES - 2R, LES - 24R y LES - 43R.

Peso seco de la planta:

El material que tuvo mayor peso seco fue la línea

LES - 20R con 2.349 gr. resultando ser estadísticamente iguales a LES - 34R y LES - 24R. Los tratamientos con el más bajo contenido de materia seca fueron: LES - 50R (0.8023), LES - 43R (0.9533) y LES - 2R (0.987); pero estadísticamente iguales a LES - 46R y LES - 1R.

#### 4.6. Análisis de correlación

Se hizo un análisis de correlación para medir el grado de asociación entre las variables de cada método de evaluación del vigor en la semilla.

A continuación discutiremos los resultados obtenidos de los análisis de correlación lineal para los métodos 2,3 y 4; para lo cual usaremos los cuadros 20, 21 y 22.

Método dos:

Las variables número de plantas pesadas y peso promedio de la planta mostraron estar correlacionadas en forma positiva y altamente significativa con la variable peso total del cogollo.

La variable peso promedio de la planta resultó no estar significativamente correlacionada con la variable número de plantas pesadas.

### Método tres:

La variable número de semillas germinadas - emergidas mostró tener una correlación negativa y altamente significativa con las variables número de semillas germinadas - no emergidas y número de semillas muertas. Por otro lado la variable número total de semillas germinadas mostró una correlación positiva ( $r= 0.5124$ ) y altamente significativa con el número de semillas germinadas - emergidas.

Las variables número total de semillas germinadas y número de semillas muertas no mostraron evidencia de correlación significativa con el número de semillas germinadas - no emergidas.

El número total de semillas germinadas mostró una correlación negativa y altamente significativa con la variable número de semillas muertas.

### Método cuarto:

Las variables áreas de las hojas liguladas tanto a los ocho como a los 15 días y el peso seco de la planta mostraron estar correlacionadas en forma positiva y altamente significativa con la variable velocidad de germinación del método cuatro. Las variables restantes no mostraron evidencia de correlación significativa.

El área de las hojas liguladas a los ocho días mostró tener una correlación positiva y altamente significativa con las variables áreas de las hojas liguladas a los 15 días, altura de la planta y peso seco de la planta; pero con las variables número de raíces y número de hojas a los 15 días mostró tener una correlación significativa y positiva. La variable largo del mesocoptilo no mostró correlación significativa con la variable área de las hojas liguladas a los ocho días.

El área de las hojas liguladas a los 15 días mostró tener una correlación positiva y altamente significativa con todas las variables excepto la variable largo del mesocoptilo la cual tuvo una correlación significativa y negativa.

La variable número de raíces mostró una correlación negativa y altamente significativa con la variable largo del mesocoptilo con un valor de  $r = -0.6156$ . Las variables áreas de las hojas liguladas a los 15 días, peso seco de la planta y número de hojas a los 15 días tuvieron una correlación negativa y significativa con el largo del mesocoptilo. El resto de las variables no mostraron evidencia de correlación significativa.

Las variables áreas de las hojas liguladas tanto a los ocho como a los 15 días, peso seco de la planta y número de hojas a los 15 días mostraron una correlación positiva y alta

mente significativa con la variable altura de la planta. El resto de las variables no mostraron evidencia de correlación significativa.

La variable largo del mesocoptilo mostró una correlación significativa y negativa de  $r = 0.3965$  con la variable peso seco de la planta. El resto de las variables mostraron una correlación positiva y altamente significativa con el peso seco de la planta.

Las variables áreas de las hojas liguladas a los 15 días, peso seco de la planta y número de hojas a los 15 días tuvieron una correlación positiva y altamente significativa con el número de raíces; la variable largo del mesocoptilo tuvo una correlación negativa y altamente significativa con la variable número de raíces. La variable área de las hojas liguladas a los ocho días mostró una correlación significativa y positiva con el número de raíces.

La variable velocidad de germinación del método cuatro no mostró evidencia de correlación significativa con la variable número de hojas a los 15 días. La variable área de las hojas liguladas a los ocho días mostró una correlación positiva y significativa con el número de hojas a los 15 días; la variable largo del mosocoptilo mostró una correlación negativa y significativa con el número de hojas a los 15 días. El resto de las variables mostraron una correlación positiva y

altamente significativa con la variable número de hojas a los 15 días.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos en el presente experimento se concluye lo siguiente:

1. El análisis estadístico reportó que hubo diferencias significativas entre los efectos de los tratamientos probados, por lo cual no todas las líneas de sorgo se consideran de igual vigor.
2. Las líneas con mayor vigor fueron: LES-20R, LES-24R y LES-34R. Siendo la LES-1R la que mostró menor vigor; las líneas LES-2R, LES-43R, LES-46R y LES-50R ocuparon una posición intermedia.
3. El método más eficiente para evaluar el vigor es el de Tasa de crecimiento y expansión foliar, ya que en éste caso particular las diferencias en éste carácter de las líneas probadas fueron más marcadas por el mayor número de variables consideradas para su evaluación.
4. De los análisis de correlación efectuados para medir el grado de asociación entre las variables de cada método de evaluación del vigor de la semilla, se puede concluir lo siguiente:

1. Las variables áreas foliar y peso seco de la plántula mostraron estar correlacionadas en forma positiva y altamente significativas con la variable velocidad de germinación. De igual manera para la variable número de semillas germinadas- emergidas con el número total de semillas germinadas.
  
2. La variable largo del mesocoptilo con el número de raíces y la variable número de semillas germinadas emergidas con el número de semillas germinadas-no emergidas mostraron una correlación altamente significativa negativa.
  
3. Las variables altura de la planta, número de raíces, número de hojas a los 15 días y el largo del mesocoptilo no mostraron evidencia de correlación significativa con la velocidad de germinación del método de Tasa de crecimiento y expansión foliar.
  
5. Para trabajos posteriores es importante considerar un control más efectivo de las condiciones prevalecientes bajo las cuales se realizan las pruebas de tal forma que se eliminen al máximo las interferencias que puedan afectar las evaluaciones.

6. Es importante que en futuros trabajos sean comparativamente evaluadas bajo condiciones de campo hasta la finalización del ciclo vegetativo, relacionando el vigor de la semilla con el desarrollo y producción de las plantas.
  
7. Para el futuro es importante incluir otras pruebas evaluatorias del vigor de las semillas e identificar aquella o aquellas que sin menos cabo de los resultados sean prácticas y accesibles.

## 6. RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en el invernadero de la Estación Experimental Agropecuaria de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Consistió en evaluar el vigor de las semillas de ocho líneas de sorgo para grano (Sorghum bicolor L) que fueron: LES - 1R, LES - 2R, LES - 20R, LES - 24R, LES - 34R, LES - 43R, LES - 46R y LES - 50R; todas obtenidas del Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo de la Facultad de Agronomía. Siendo los métodos de evaluación: Velocidad de germinación, Velocidad de crecimiento del cogollo y peso de éste, Ladrillo molido y Tasa de crecimiento y expansión foliar.

El diseño experimental usado fue el Completamente al Azar con ocho tratamientos y cuatro repeticiones, los tratamientos fueron las líneas estudiadas.

Las variables analizadas fueron: Velocidad de germinación método uno, Peso total del cogollo, Número de plantas pesadas, peso promedio de la planta, Número de semillas germinadas-emergidas, Número de semillas germinadas-no emergidas, Número total de semilla germinadas, Número total de semillas no germinadas (semillas muertas), Velocidad de germinación del método cuatro, Area de las hojas liguladas a los 8 y 15

días, Número de raíces, Largo del mesocoptilo, Número de hojas a los 15 días, Altura y Peso seco de la planta.

Según los resultados obtenidos se concluyó que las líneas LES - 20R, LES - 24R y LES - 34R fueron las que mostraron un mayor vigor en los cuatro métodos de evaluación estudiados.

En el método cuatro el peso seco de la planta mostró una correlación positiva y altamente significativa con todas las variables analizadas en éste método, a excepción del largo del mesocoptilo en donde la correlación fue negativa y significativa.

## BIBLIOGRAFIA

1. Alanís L.C. 1982 Distanciamiento entre plantas y su efecto sobre el rendimiento y la calidad de cuatro cultivares de lechuga (Lactuca sativa L.) var. capitata. Tesis Ing. Agr. Monterrey N.L. Facultad de Agronomía U.A.N.L. pp: 25-26
2. Andrews, C.Hunter Vigor de la semilla Conferencia mimeografiada. Profesor, laboratorio de tecnología de semillas, Estación Experimental Agrícola de Mississippi, State, Mississippi, U.S.A.
3. Andrews, C.Hunter Relaciones entre la calidad de la semilla y la actuación. Conferencia mimeografiada. Profesor, Laboratorio de tecnología de semillas, Estación Experimental Agrícola de Mississippi, State, Mississippi, U.S.A.
4. Camargo, C.P. and C.E. Vaughan 1973 Effect of seed vigor on field performance and yield of grain sorghum (Sorghum bicolor (L) Moench) Proc. Association of Official Seed Analysts Volume 63.

5. Delouche, J.C. and William P. Caldwell 1960 Seed vigor tests. Proc. AOSA Assoc. Off. Seed Anal. 50:124-129
6. Delouche, J.C. 1964 Seed maturation  
International training course on seed  
imrpovement for Latin America and Caribbean  
Area Campinas Brazil. November 9 to 27
7. Delouche, J.C. 1973 Seed vigor in soybeans  
Proc. 3rd Soybean Seed Res. Conferencia Chi-  
cago, Illinois, Dec. 6-7 (American seed trade  
Association, Washington D.C.)
8. Delouche, J.C. 1976 Standarization of vigor test  
Journal of seed techonology 1 (2) pp: 75-85
9. Delouche, J.C. 1980 Enviromental effects on seed deve  
lopment and seed quality. Hort Science 15(6)  
775-780
10. Delouche, J.C. 1982 Concept and importance of seed vi  
gor Proc. 1982 Short course for seedsmen. Vol.  
24 april 5-7 pp: 107-114

11. De la Loma, J.L. 1966 Experimentación agrícola  
Segunda edición. Editorial UTEHA (Unión tipo  
gráfica editorial hispano americana) México  
D.F. pp: 258-261
12. Departamento de agricultura de los E.U.A. 1969 Semi-  
llas Tercera impresión, mayo 1969 Ed. CECSA
13. Edwards, C.J. Jr and E.E. Hartwing 1971 Effect of  
seed size upon rate germination in soybeans.  
Agronomy journal 63: 229-230
14. Garay, Adriel E. Efecto de la zona de producción y  
de las prácticas culturales en la calidad de  
las semillas. Especialista en semillas.
15. García, E. 1973 Modificaciones al sistema de clasifi-  
cación climática de Koppen (para adaptarlo a  
las condiciones de la República Mexicana)  
UNAM. pp: 246
16. Hanumaiah, L. and Andrews H. 1973 Effect of seed size  
in cabbage and turnips on performance of  
seeds, seedlings and plants. Procc. (AOSA) 63:  
117-125

17. Harrington, J.F. Secado, almacenaje y empaque de semillas para mantener germinación y vigor. Conferencia mimeografiada. Profesor de cosechas vegetales, Universidad de California, Davis California.
18. Maiti, R.K. 1983 Evaluación del sorgo bajo condiciones de "stress" multiple en los trópicos semiáridos del noreste de México. Centro de Investigaciones Agropecuarias, Facultad de Agronomía U.A.N.L.
19. Maiti, R.K. 1984 Morfología, crecimiento y desarrollo del sorgo. En impresión
20. Potts, Aoward C. 1972 A Closer look at seeds. Seed technology laboratory, Mississippi State University mimeografiado
21. Reyes, C.P. 1978 Diseño de experimentos agrícolas Primera edición, Editorial Trillas, S.A. México D.F. pp: 50-51
22. Woodstock, L.W. 1965 Seed vigor Seed Work October 8

A P E N D I C E

CUADRO No.1 RESUMEN GENERAL DE LAS ESTADISTICAS DE MAYOR INTERES ESTUDIADAS EN LOS CUATRO METODOS DE EVALUACION DEL VIGOR DE LA SEMILLA DE SORGO PARA GRANO (Sorghum bicolor L.)

METODO	VARIABLE	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	RANGO	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIENTE DE VARIACION	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
VELOCIDAD DE GERMINACION	Velocidad de germinación (X11)	15.99	24.23	8.24	1.787	16.532	9.642	17.888	19.176
	Peso total del cogollo (X04)	0.287	2.653	2.366	0.538	1.694	31.77	1.5	1.888
VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DEL COGOLLO Y PESO DE ESTE	Número de plantas pesadas (X05)	34.0	100.0	66.0	13.861	86.0	16.118	81.003	90.997
	Peso promedio (X16)	0.004	0.028	0.024	0.005	0.019	26.136	0.018	0.021
LADRILLO	Número de plantas germ-emerg. (X06)	52.0	98.0	46.0	10.83	84.5	12.817	80.595	88.405
	Número de plantas germ-no emerg. (X07)	1.0	44.0	43.0	9.326	8.719	106.97	5.356	12.081
MOLIDO	Total de semillas germinadas (X17)	32.0	100.0	18.0	4.851	93.219	5.204	91.47	94.968
	Número de semillas muertas (X18)	0.0	18.0	18.0	4.851	6.781	71.534	5.032	8.53
TASA DE	Velocidad de germ. método 2 (X08)	2.38	5.0	2.62	0.754	4.071	18.512	3.8	4.343
	Area de las hojas 11 guiadas a 8 días (X09)	1.244	2.72	1.476	0.36	1.906	19.955	1.676	1.936
CRECIMIENTO Y	Area de las hojas 11 guiadas a 5 días (X10)	3.694	24.592	21.258	5.791	11.733	49.357	9.645	13.821
	Número de raíces (X11)	2.0	5.0	3.0	0.965	3.813	25.315	3.465	4.16
EXPANSION FOLIAR	Largo del mesocotilo (X12)	1.92	4.61	2.69	0.787	2.956	26.618	2.672	3.239
	Número de hojas a los 15 días (X13)	4.0	6.0	2.0	0.729	4.719	15.446	4.456	4.982
	Altura de la planta (X14)	5.02	10.49	5.47	1.536	8.166	18.807	7.612	8.719
	Peso seco de la planta (X15)	0.603	2.776	2.173	0.598	9.467	40.788	1.252	1.683

CUADRO No.2 PRINCIPALES ESTADISTICAS PARA LA VARIABLE VELOCIDAD DE GERMINACION METODO UNO DENTRO DEL METODO DE VELOCIDAD DE GERMINACION; EN SEMILLA DE SORGO PARA GRANO (Sorghum bicolor L)

LÍNEA	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	RANGO	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIENTE VARIACION	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
IES - 1R	15.99	16.73	0.74	0.3317	16.285	2.036	15.757	16.813
IES - 2R	18.28	18.83	0.55	0.2319	18.562	1.249	18.193	18.931
IES - 20R	18.19	24.23	6.04	2.5521	20.8	1.227	16.739	24.861
IES - 24R	16.01	17.23	1.22	0.5698	16.475	3.459	15.568	17.381
IES - 34R	18.27	19.44	1.17	0.5457	19.082	2.86	18.214	19.951
IES - 43R	19.15	20.08	0.93	0.3975	19.685	2.019	19.052	20.317
IES - 46R	17.562	20.81	3.248	1.3606	19.155	7.103	16.99	21.32
IES - 50R	16.98	19.98	3.0	1.2721	18.2125	6.984	16.188	20.236

CUADRO No.3 PRINCIPALES ESTADISTICAS PARA LA VARIABLE PESO TOTAL DEL COGOLLO DENTRO DE METODO VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DEL COGOLLO Y PESO DE ESTE; EN SEMILLA DE SORGO PARA GRANO (Sorghum bicolor L)

LÍNEA	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	RANGO	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIENTE VARIACION	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
IES - 1R	0.392	1.643	1.251	0.329	1.174	47.522	0.286	2.062
IES - 2R	1.083	1.750	0.667	0.329	1.439	22.848	0.916	1.963
IES - 20R	1.339	2.653	1.313	0.587	2.088	28.106	1.154	3.023
IES - 24R	0.999	2.306	1.306	0.559	1.795	31.126	0.906	2.684
IES - 34R	2.224	2.412	0.188	0.084	2.307	3.636	2.174	2.441
IES - 43R	1.460	1.719	0.258	0.123	1.644	7.500	1.448	1.840
IES - 46R	0.287	1.934	1.647	0.740	1.379	53.694	0.201	2.557
IES - 50R	1.491	1.917	0.426	0.202	1.726	11.688	1.405	2.048

CUADRO No.4 PRINCIPALES ESTADISTICAS PARA LA VARIABLE NUMERO DE PLANTAS PESADAS DENTRO DEL METODO VELO-  
CIDAD DE CRECIMIENTO DEL COGOLLO Y PESO DE ESTE; EN SEMILLA DE SORGO PARA GRANO (Sorghum  
bicolor L)

LINEA	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	RANGO	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIENT. VARIACION	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
IES - 1R	34.0	84	50	23.486	68.75	34.161	31.379	106.120
IES - 2R	87.0	94	7	2.986	90.25	3.309	85.498	95.001
IES - 20R	68	94	26	12.312	84.75	14.527	65.159	104.341
IES - 24R	95	99	4	1.633	97.0	1.683	94.401	99.598
IES - 34R	94	97	3	1.258	95.25	1.321	93.248	97.250
IES - 43R	58	88	30	12.884	75.0	17.179	54.499	95.501
IES - 46R	73	100	27	12.971	92.25	14.061	71.610	112.889
IES - 50R	80	90	10	4.573	84.75	5.396	77.473	92.027

CUADRO No.5 PRINCIPALES ESTADISTICAS PARA LA VARIABLE PESO PROMEDIO DE LA PLANTULA DENTRO DEL METODO VELO-  
CIDAD DE CRECIMIENTO DEL COGOLLO Y PESO DE ESTE; EN SEMILLA DE SORGO PARA GRANO (Sorghum  
bicolor L)

LINEA	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	RANGO	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIENT. VARIACION	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
IES - 1R	0.011	0.02	0.009	0.0036	0.0162	22.222	0.010	0.022
IES - 2R	0.012	0.018	0.0061	0.0032	0.0159	20.125	0.011	0.021
IES - 20R	0.019	0.028	0.009	0.0037	0.0243	15.226	0.018	0.030
IES - 24R	0.010	0.023	0.0130	0.0057	0.0185	30.81	0.009	0.027
IES - 34R	0.024	0.025	0.001	0.0006	0.0242	2.479	0.023	0.025
IES - 43R	0.019	0.025	0.006	0.0024	0.0222	10.81	0.018	0.026
IES - 46R	0.004	0.020	0.017	0.0071	0.0143	49.65	0.003	0.025
IES - 50R	0.018	0.022	0.004	0.0014	0.0203	6.896	0.018	0.022

CUADRO No.6 PRINCIPALES ESTADISTICAS PARA LA VARIABLE NUMERO DE SEMILLAS GERMINADAS-EMERGIDAS DENTRO DEL METODO DE LADRILLO MOLIDO; EN SEMILLA DE SORGO PARA GRANO (Sorghum bicolor L)

LINEA	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	RANGO	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIEN. VARIACION	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
IES - 1R	82	88	6	2.646	84.5	3.131	80.290	88.709
IES - 2R	52	68	16	6.652	60.25	11.040	49.665	70.835
IES - 20R	87	90	3	1.291	88.5	1.460	86.446	90.554
IES - 24R	86	96	10	4.509	92.5	4.875	85.325	99.675
IES - 34R	92	98	6	3.0	94.5	3.175	89.726	99.273
IES - 43R	80	91	11	4.787	85.75	5.583	78.133	93.367
IES - 46R	75	90	15	6.271	82.0	7.648	72.021	91.979
IES - 50R	85	94	9	4.082	88.0	4.639	81.504	94.496

CUADRO No.7 PRINCIPALES ESTADISTICAS PARA LA VARIABLE NUMERO DE SEMILLAS GERMINADAS-NO EMERGIDAS DENTRO DEL METODO DE LADRILLO MOLIDO; EN SEMILLA DE SORGO PARA GRANO (Sorghum bicolor L)

LINEA	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	RANGO	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIEN. VARIACION	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
IES - 1R	8	11	3	1.5	8.75	17.143	6.363	11.137
IES - 2R	24	44	20	9.069	30.75	29.493	16.319	45.181
IES - 20R	8	10	2	0.957	8.75	10.942	7.226	10.372
IES - 24R	2	6	4	2.061	3.75	54.976	0.469	7.030
IES - 34R	1	5	4	1.708	2.75	62.102	0.032	5.467
IES - 43R	2	10	8	3.403	5.25	64.827	-0.165	10.665
IES - 46R	3	7	4	2.061	4.75	43.402	1.469	8.030
IES - 50R	3	9	6	2.708	5	54.16	0.691	9.309

CUADRO No.8 PRINCIPALES ESTADISTICAS PARA LA VARIABLE NUMERO TOTAL DE SEMILLAS GERMINADAS, DENTRO DEL METODO DE LADRILLO MOLIDO; EN SEMILLA DE SORGO PARA GRANO (Sorghum bicolor L.)

LINEA	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	RANGO	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIEN. VARIACION	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
LES - 1R	90	96	6	3.201	93.25	3.433	88.156	98.344
LES - 2R	85	96	11	4.546	91	4.995	83.766	98.234
LES - 20R	96	98	2	0.957	97.25	0.984	95.726	98.773
LES - 24R	92	98	6	2.872	96.25	2.984	91.679	100.820
LES - 34R	95	100	5	2.061	97.25	2.119	93.969	100.530
LES - 43R	82	95	13	6.055	91	6.654	81.365	100.635
LES - 46R	82	93	11	4.573	86.75	5.272	79.473	94.027
LES - 50R	89	97	8	4.082	93	4.389	86.504	99.496

CUADRO No.9 PRINCIPALES ESTADISTICAS PARA LA VARIABLE NUMERO DE SEMILLAS MUERTAS, DENTRO DEL METODO DE LADRILLO MOLIDO; EN SEMILLA DE SORGO PARA GRANO (Sorghum bicolor L.)

LINEA	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	RANGO	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIEN. VARIACION	LIMITE INFERIOR	LIMITE INFERIOR
LES - 1R	4	10	6	3.201	6.75	47.431	1.655	11.844
LES - 2R	4	15	11	4.546	9	50.512	1.766	16.234
LES - 20R	2	4	2	0.957	2.75	34.814	1.226	4.273
LES - 24R	2	8	6	2.872	3.75	76.594	-0.820	8.320
LES - 34R	0	5	5	2.061	2.75	74.967	-0.530	6.030
LES - 43R	5	18	13	6.055	9	67.281	-0.635	18.635
LES - 46R	7	18	11	4.573	13.25	34.516	5.973	20.527
LES - 50R	3	11	8	4.682	7	58.321	0.504	13.496

CUADRO No.10 PRINCIPALES ESTADISTICAS PARA LA VARIABLE VELOCIDAD DE GERMINACION METODO DOS, DENTRO DEL METODO DE TASA DE CRECIMIENTO Y EXPANSION FOLIAR; EN SEMILLA DE SORGO PARA GRANO (Sorghum bicolor L)

LINEA	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	RANGO	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIEN. VARIACION	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
LES - 1R	2.81	4.01	1.2	0.508	3.525	14.428	2.716	4.334
LES - 2R	3.82	4.83	1.01	0.448	4.162	10.772	3.459	4.886
LES - 20R	4.36	5.0	0.64	0.287	4.777	6.005	4.321	5.234
LES - 24R	4.41	5	0.59	0.329	4.715	6.988	4.191	5.239
LES - 34R	4.12	5	0.88	0.364	4.565	7.983	3.987	5.147
LES - 43R	2.38	3.1	0.72	0.303	2.717	11.154	2.235	3.199
LES - 46R	3.2	4.01	0.81	0.367	3.735	9.826	3.151	4.319
LES - 50R	3.83	4.91	1.08	0.443	4.36	10.158	3.655	5.065

CUADRO No.11 PRINCIPALES ESTADISTICAS PARA LA VARIABLE AREA DE LAS HOJAS LIGULADAS A LOS OCHO DIAS, DENTRO DEL METODO TASA DE CRECIMIENTO Y EXPANSION FOLIAR; EN SEMILLA DE SORGO PARA GRANO (Sorghum bicolor L)

LINEA	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	RANGO	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIEN. VARIACION	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
LES - 1R	1.364	1.555	0.191	0.079	1.447	5.478	1.321	1.574
LES - 2R	1.437	1.96	0.523	0.226	1.638	13.813	1.278	1.998
LES - 20R	1.744	2.458	1.314	0.308	2.024	15.223	1.53	2.515
LES - 24R	1.764	2.72	0.956	0.392	2.23	17.591	1.605	2.854
LES - 34R	1.846	2.314	0.468	0.208	2.117	9.848	1.785	2.449
LES - 43R	1.244	1.726	0.482	0.224	1.572	14.232	1.216	1.929
LES - 46R	1.336	2.208	0.932	0.364	1.812	20.088	1.233	2.391
LES - 50R	1.368	1.818	0.450	0.211	1.609	13.134	1.273	1.946

CUADRO No. 12 PRINCIPALES ESTADÍSTICAS PARA LA VARIABLE AREA DE LAS HOJAS LIGULADAS A LOS 15 DIAS, DENTRO DEL METODO TASA DE CRECIMIENTO Y EXPANSION FOLIAR; EN SEMILLA DE SORGO PARA GRANO (Sorghum bicolor L)

LINEA	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	RANGO	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIENTE VARIACION	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
IES - 1R	6.784	10.57	8.786	1.753	7.964	22.019	5.174	10.754
IES - 2R	5.379	17.995	12.616	5.894	11.4232	51.599	2.044	20.802
IES - 20R	17.382	24.952	7.570	3.747	21.611	17.337	15.649	27.573
IES - 24R	9.398	18.334	8.936	4.041	15.121	26.725	8.691	21.551
IES - 34R	11.662	17.285	5.623	2.5331	15.388	16.461	11.357	19.418
IES - 43R	6.453	10.02	3.567	1.6875	8.951	18.851	6.266	11.436
IES - 46R	5.853	9.57	3.717	1.6289	8.100	20.109	5.508	10.692
IES - 50R	3.694	6.167	2.473	1.1115	5.309	20.936	3.540	7.077

CUADRO No. 13 PRINCIPALES ESTADÍSTICAS PARA LA VARIABLE NUMERO DE RAICES, DENTRO DEL METODO DE TASA DE CRECIMIENTO Y EXPANSION FOLIAR; EN SEMILLA DE SORGO PARA GRANO (Sorghum bicolor L)

LINEA	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	RANGO	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIENTE VARIACION	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
IES - 1R	3	5	2	0.816	4	20.412	2.701	5.299
IES - 2R	3	4	1	0.577	3.5	16.497	2.581	4.418
IES - 20R	4	5	1	0.577	4.5	12.831	3.581	5.418
IES - 24R	4	5	1	0.577	4.5	12.831	3.581	5.418
IES - 34R	4	5	1	0.5	4.76	10.526	3.954	5.545
IES - 43R	4	4	0	0	4	0	4.0	4.0
IES - 46R	2	3	1	0.5	2.25	20.0	1.454	3.045
IES - 50R	2	4	2	0.816	3	27.216	1.701	4.299

CUADRO No. 14 PRINCIPALES ESTADISTICAS PARA LA VARIABLE LARGO DEL MESOCOPILO, DENTRO DEL METODO DE TASA DE CRECIMIENTO Y EXPANSION FOLIAR; EN SEMILLA DE SORGO PARA GRANO (Sorghum bicolor L.)

LINEA	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	RANGO	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIENTE VARIACION	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
IES - 1R	1.92	2.27	1.35	0.1654	2.025	8.167	1.762	2.288
IES - 2R	2.09	2.94	0.85	0.3705	2.475	14.969	1.832	3.017
IES - 20R	2.51	2.77	0.26	0.1228	2.647	4.638	2.452	2.843
IES - 24R	2.41	2.64	0.23	0.0988	2.502	3.948	2.345	2.659
IES - 34R	2.12	2.89	0.77	0.3477	2.612	13.309	2.059	3.166
IES - 43R	2.96	3.37	0.41	0.1698	3.177	5.534	2.907	3.448
IES - 46R	3.49	4.23	0.74	0.3277	3.97	8.254	3.448	4.491
IES - 50R	3.43	4.61	1.18	0.283	4.282	6.608	2.832	4.733

CUADRO No. 25 PRINCIPALES ESTADISTICAS PARA LA VARIABLE NUMERO DE HOJAS A LOS 15 DIAS, DENTRO DEL METODO DE TASA DE CRECIMIENTO Y EXPANSION FOLIAR; EN SEMILLA DE SORGO PARA GRANO (Sorghum bicolor L.)

LINEA	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	RANGO	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIENTE VARIACION	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
IES - 1R	4	5	1	0.577	4.5	12.831	3.581	5.419
IES - 2R	4	5	1	0.577	4.5	12.831	3.581	5.419
IES - 20R	5	6	1	0.577	5.5	10.498	4.5813	6.419
IES - 24R	5	6	1	0.5	5.25	9.523	4.454	6.045
IES - 34R	4	6	2	0.957	5.25	18.236	3.726	6.573
IES - 43R	4	5	1	0.5	4.75	10.526	3.954	5.545
IES - 46R	4	4	0	0.0	4	0	4	4
IES - 50R	4	4	0	0.0	4	0	4	4

CUADRO No.16 PRINCIPALES ESTADISTICAS PARA LA VARIABLE ALTURA DE LA PLANTA, DENTRO DEL METODO TASA DE CRECIMIENTO Y EXPANSION FOLIAR, EN SEMILLA DE SORGO PARA GRANO (Sorghum bicolor L)

LÍNEA	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	RANGO	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIEN. VARIACION	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
IES - 1R	5.02	7.47	2.450	1.065	6.42	16.595	4.725	8.115
IES - 2R	6.56	9.82	3.260	1.504	8.247	18.239	5.854	10.641
IES - 20R	9.33	10.23	0.90	0.398	9.797	5.101	9.164	10.430
IES - 24R	6.8	8.97	2.170	0.982	8.215	11.95	6.653	9.777
IES - 34R	8.25	10.47	2.220	0.943	9.3	10.145	7.798	10.801
IES - 43R	7.06	8.45	1.390	0.638	7.975	7.998	6.959	8.990
IES - 46R	7.96	10.49	2.530	1.209	9.217	13.118	7.293	11.141
IES - 50R	5.36	7.03	1.670	0.907	6.152	14.74	4.709	7.595

CUADRO No.17 PRINCIPALES ESTADISTICAS PARA LA VARIABLE PESO SECO DE LA PLANTA, DENTRO DEL METODO TASA DE CRECIMIENTO Y EXPANSION FOLIAR; EN SEMILLA DE SORGO PARA GRANO (Sorghum bicolor L)

LÍNEA	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	RANGO	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIEN. VARIACION	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
IES - 1R	1.225	1.842	0.617	0.267	1.461	18.255	1.037	1.886
IES - 2R	0.603	1.511	0.908	0.388	0.988	39.309	0.369	1.606
IES - 20R	1.937	2.776	0.839	0.398	8.349	16.937	1.716	2.983
IES - 24R	1.487	2.218	0.731	0.334	1.925	17.381	1.392	2.457
IES - 34R	1.232	2.251	1.019	0.484	1.953	24.815	1.181	2.724
IES - 43R	0.828	1.13	0.302	0.134	0.953	14.045	0.740	1.166
IES - 46R	1.179	1.536	0.357	0.165	1.306	12.616	1.044	1.568
IES - 50R	0.698	0.909	0.211	0.117	0.802	14.657	0.615	0.989

CUADRO No. 18 RESUMEN DE LOS ANALISIS DE VARIANZA DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS EN LOS CUATRO METODOS DE EVALUACION DEL VIGOR EN LA SEMILLA DE SORGO PARA GRANO (Sorghum bicolor L)

F. de V.	G. de L.	X03	X04	X05	X16	X06	X07	X17	X18	X08	X09	X10	X11	X12	X13	X14	X15
ERADIAN	7	** 9.456	* 0.5598	* 391.643	** 0.0000597	** 450.357	** 335.603	** 53.388	** 53.388	** 1.998	** 0.328	** 113.669	** 2.911	** 2.515	** 1.317	** 6.972	** 1.249
ERROR	24	1.365	0.211	133.937	0.0000154	20.146	14.468	1.823	1.823	0.151	0.072	10.168	0.354	0.066	0.302	1.013	0.095
C. de V.	-	6.306	27.116	13.457	0	5.312	43.626	1.448	19.91	9.538	14.878	3.489	15.608	8.677	11.647	22.323	21.372
ME DIA	-	18.532	1.694	86.0	0.0195	84.5	8.719	93.219	6.781	4.071	1.806	11.733	3.813	2.956	4.719	8.166	1.467

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

CUADRO No. 19 PRESENTACION DE LA COMPARACION DE MEDIAS Y RESULTADOS DE LA PRUEBA DE DUNCAN AL =0.01, PARA LAS VARIABLES BAJO ESTUDIO DENTRO DE LOS CUATRO METODOS DE EVALUACION DEL VIGOR DE LA SEMILLA EN SORGO PARA GRANO (Sorghum bicolor L)

	VEL. DE CRECIMIENTO DEL COCULLO Y PESO DE ESTE M <sub>2</sub>				LADRILLO MOJIDO M <sub>3</sub>				TASA DE CRECIMIENTO Y EXPANSION FOLIAR M <sub>4</sub>							
	M <sub>1</sub>	X03	X04	X05	X16	X06	X07	X17	X18	X08	X09	X10	X11	X12	X13	X14
LES-1R	16.285c	1.174b	68.75b	0.016ab	84.5ab	8.75b	93.25ab	6.75ab	3.525c	1.447c	7.964c	4.0ab	2.025d	4.5ab	6.42b	1.462c
LES-2R	18.52abc	1.439ab	90.25ab	0.015ab	60.25c	30.75a	91.0ab	9.0ab	4.172abc	1.638bc	11.423bc	3.5ab	2.427cd	4.5ab	8.247ab	0.257c
LES-2OR	20.800a	2.068ab	84.75ab	0.024a	88.5ab	8.75b	97.25a	2.75b	4.777a	2.028abcd	21.611a	4.5a	2.647c	5.5a	9.797a	2.3-23
LES-24R	16.475c	1.795ab	97.0a	0.018ab	92.5a	3.75bc	96.25a	3.75b	4.715a	2.23a	15.121ab	4.5a	2.502cd	5.25a	8.215ab	1.225ab
LES-34R	19.082ab	2.307a	95.25a	0.024a	94.5a	2.75c	97.25a	2.75b	4.567a	2.117ab	15.387ab	4.75a	2.612c	5.25a	9.3a	1.922ab
LES-43R	19.685ab	1.643ab	75.0ab	0.022ab	85.75ab	5.25bc	91.0ab	9.0ab	2.717d	1.572bc	8.951bc	4.0ab	3.177b	4.75ab	7.975ab	0.953c
LES-46R	19.155ab	1.379ab	92.25ab	0.014b	82.0b	4.75bc	86.75b	13.25a	3.735bc	1.812abc	8.100c	2.25c	3.97a	4.0b	9.217a	1.305bc
LES-50R	18.212bc	1.726ab	84.75ab	0.020ab	88.0ab	5.0bc	93.0ab	7.0ab	4.36ab	1.609bc	5.308c	3.0bc	4.282a	4.0b	6.152b	2.502c
Y	18.532	1.694	86.0	0.019	84.5	8.719	93.218	6.781	4.071	1.806	11.733	3.813	2.956	4.719	8.166	1.467
CV	6.308	27.116	13.457	0.00	5.311	43.626	1.448	19.910	9.538	14.876	3.489	15.608	8.677	11.647	12.373	21.372

CUADRO No.20 EFECTO DE CORRELACION PARA CADA VARIABLE DENTRO DEL METODO DE VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DEL COGOLLO Y PESO DE ESTE.

X04			
X05	0.6418**		
X16	0.8974**	0.2693 <sup>NS</sup>	
	X04	X05	X16

CUADRO No.21 EFECTO DE CORRELACION PARA CADA VARIABLE DENTRO DEL METODO LADRILLO MOLIDO.

X06				
X07	-0.8947**			
X17	0.5124**	-0.0749 <sup>NS</sup>		
X22	-0.5359**	0.1089 <sup>NS</sup>	-0.9870**	
	X06	X07	X17	X22



CUADRO No.23 ANALISIS DEL AGUA UTILIZADO EN LA EVALUACION DEL VIGOR DE LA SEMILLA DE SORGO PARA GRANO  
(Sorghum bicolor L)

A N A L I S I S	D A T O S	OBSERVACIONES
CE X 10 <sup>6</sup> a 25 °C	3,400	Muy altamente salina
P H	7.2	
Ca en me/l	9.2	
Mg en me/l	8.9	
Na en me/l	25.9	
K en me/l		
Σ de cationes me/l	34.0	
CO <sub>3</sub> en me/l	0.0	
HCO <sub>3</sub> en me/l	6.3	
Cl en me/l	12.6	No recomendable
SO <sub>4</sub> en me/l	27.7	
NO <sub>3</sub> en me/l		
Σ de aniones me/l	46.6	
SE en me/l	24.8	No recomendable
SP en me/l	26.5	No recomendable
R A S	8.6	Baja
CSR en me/l	0.0	Buena
PSP en me/l	104	Condicionada
B en ppm		
Clasificación C4 S1		

