

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
DIVISIÓN DE AGRONOMIA**

**DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**

**Estudio de atributos de calidad en lotes de semilla de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) bajo condiciones ambientales extremas de pre-cosecha.**

**Presentada por :**

**MARIA DE LOURDES HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ**

**TESIS**

**Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como  
requisito parcial para obtener el título de :**

**INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA**

**Aprobada  
Presidente del Jurado**

---

**M.Sc. Leticia A. Bustamante García**

**Sinodal**

**Sinodal**

---

**M.C. Antonio Rodríguez Rdz**

---

**M.C. Mario Ernesto Vázquez Badillo**

**El Coordinador de la División de Agronomía**

---

**M.C. Mariano Flores Dávila**

**Buнавista, Saltillo, Coahuila, México. Noviembre de 1998.**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A DIOS** Por darme la vida y con su bendición permitirme culminar uno de mis más grandes anhelos

**A MI ALMA TERRA MATER** Con profundo cariño por abrirme sus puertas para mi formación profesional.

**M.Sc. LETICIA A. BUSTAMANTE GARCÍA** Le estoy muy agradecida por su valiosa amistad incondicional que siempre me ha demostrado dentro y fuera de la universidad, gracias por esas palabras de aliento que me ha dado cuando las he necesitado. Por el apoyo que me brindó, sus conocimientos transmitidos, sus sugerencias y orientación para la realización de este trabajo.

**M.C. MARIO ERNESTO VÁZQUEZ BADILLO** Por su amistad brindada, por su ayuda que me demostró y las aportaciones que me hizo para la realización de este trabajo.

**M.C. ANTONIO RODRIGUEZ RODRIGUEZ** Por su amistad y por el apoyo que me dio para la presentación de este trabajo.

**Ing. SALVADOR OCEGEDA ESTRADA** Por su paciencia para enseñarme lo relacionado a la identificación de hongos. Gracias "Chavita"

**T.L.Q. SANDRA LUZ GARCÍA VALDÉZ Y M.C.ANA BERTHA MEZA COTA** Por dejarme colaborar con ustedes como un equipo, por su amistad que me brindaron y por su valiosa colaboración para la realización de este trabajo.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a los maestros y personal del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas por brindarme su valiosa amistad.

A todos los maestros que contribuyeron a mi formación profesional.

**A TODOS MIL GRACIAS**

## DEDICATORIA

A MI HIJA: **Karen Adaly**, por ser la motivación más grande para mi superación profesional con todo mi amor y cariño.

A MIS PADRES :

**Gonzalo Hernández Puente (†)**

**María de los Angeles Hernández vda. de Hernández**

Por su gran esfuerzo que hicieron para darme el estudio que es la mejor herencia que me pudieron dejar.

A MIS HERMANOS :

**Luz, Socorro, Bernardo, Guadalupe, Matías, Angeles y Adriana.**

Con mucho cariño por todo su apoyo moral y económico que siempre me han brindado.

A todos mis sobrinos con mucho cariño.

A mi prima **Sandra Luévanos** con mucho cariño.

A mis amigos y compañeros de la generación LXVII de la segunda sección de Fitotecnia en especial a **Javier, Enrique, Hermilo, Leopoldo y Caudillo**

## INDICE DE CONTENIDO

	<b>Página</b>
<b>INDICE DE CUADROS.....</b>	<b>vi</b>
<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
<b>REVISION DE LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
Calidad de semilla .....	4
Factores que afectan la calidad de la semilla .....	10
Madurez, medio ambiente y deterioro de semillas .....	12
<b>MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>17</b>
Localización del experimento .....	17
Manejo de las muestras.....	18
Ensayos de calidad física .....	25
Ensayos de calidad fisiológica .....	29
Ensayos de calidad sanitaria .....	34
<b>RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>40</b>
Características físicas.....	41
Calidad fisiológica .....	44
Calidad sanitaria .....	54

<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>59</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>61</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>63</b>
<b>APENDICE .....</b>	<b>69</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadros</b>	<b>Página</b>
3.1 Lotes de semilla de sorgo de producción P.V. 1997 en la región Norte de Tamaulipas, bajo estudio de calidad de semilla. UAAAN 1998.....	19
3.2 Calidad física de lotes de semilla de sorgo producción P.V. 1997 en la región Norte de Tamaulipas. ....	20
3.3 Condiciones climáticas presentes en el mes de abril de 1997 en la región Norte de Tamaulipas. ....	21
3.4 Condiciones climáticas presentes en el mes de mayo de 1997 en la región Norte de Tamaulipas. ....	22
3.5 Condiciones climáticas presentes en el mes de junio de 1997 en la región Norte de Tamaulipas. ....	23
3.6 Condiciones climáticas presentes en el mes de julio de 1997 en la región Norte de Tamaulipas. ....	24
4.1 Cuadrados medios y significancias de las variables peso de mil semillas, daño de intemperismo (embrión fisurado) de lotes de semilla de sorgo producción Tamaulipas Norte PV. 1997.....	43

4.2	Comparación de medias de las variables peso de mil semillas y daño de intemperismo (embrión fisurado) en lotes de semilla de sorgo producción Tamaulipas Norte P.V. 1997.....	44
4.3	Cuadrados medios y significancias de las variables de calidad fisiológica de lotes de semillas de sorgo producción Tamaulipas Norte P.V. 1997. ....	45
4.4	Comparación de medias de las variables de germinación y viabilidad con Tetrazolio en lotes de semilla de sorgo producción Tamaulipas Norte P.V. 1997.....	46
4.5	Cuadrados medios y significancias de las variables de calidad fisiológica de lotes de semilla de sorgo producción Tamaulipas Norte P.V. 1997. ....	51
4.6	Comparación de medias de las variables de primer conteo de germinación y vigor (envejecimiento acelerado) de lotes de semilla de sorgo producción Tamaulipas Norte P.V. 1997.....	52
4.7	Cuadrados medios y significancias de los patógenos observados en la prueba de sanidad en lotes de semilla de sorgo producción Tamaulipas Norte P.V. 1997.....	55
4.8	Comparación de medias de la incidencia de los patógenos detectados en la prueba de sanidad en semillas de sorgo producción Tamaulipas Norte P.V. 1997.....	58

## INTRODUCCION

El sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) es uno de los cinco cereales más importantes en la producción mundial, después de los cultivos de Trigo, Arroz, Maíz y Cebada. México se encuentra entre los principales países productores de sorgo. Fue en la década de los 50' cuando se introdujo el cultivo de sorgo en nuestro país y se sembró inicialmente en la parte norte del estado de Tamaulipas.

En México la superficie total sembrada es de 2'184 720 has con un volumen de producción de 6'809 489 Ton. Tamaulipas ocupa el primer lugar a nivel nacional en cuanto a superficie sembrada 1'067 362 has con una producción de 2'556 503 Ton (INEGI 1997).

Del total de semilla de sorgo que se utiliza en nuestro país se estima que un 99 por ciento corresponde a híbridos y el 1 por ciento a variedades de polinización libre; para cubrir esta demanda existen en México compañías semilleras que contribuyen a la producción de este cultivo. Las condiciones favorables para la producción de semilla, son regiones con un clima cálido-seco y una temperatura de 27-32°C.

Sin embargo, no toda la semilla se produce bajo condiciones ambientales favorables, la región norte de Tamaulipas representa una región importante de producción de semilla de sorgo, y donde las condiciones ambientales favorables, para producir semilla de buena calidad no son del todo constantes, ciclo tras ciclo, puesto que algunos años en los meses de Junio-Julio (periodo de post-maduración ) se tiene presencia de lluvias, alta humedad relativa y elevadas temperaturas (superiores a los 35°C ), lo que ocasiona un retraso en la cosecha, obteniéndose semilla con alto contenido de humedad, lo que propicia el desarrollo de enfermedades, todo esto provoca un deterioro y una disminución en la calidad de la semilla, que representa pérdidas económicas para los productores de semilla.

El ciclo PV 97-97 fue un año de condiciones bastante drásticas para la producción de semilla de sorgo.

Las condiciones ambientales en los meses de mayo y junio con temperaturas máximas de 38°C y humedad relativa de 85-89% provocaron efectos altamente negativos para obtener semilla de calidad. Y esto se vio en los volúmenes producidos que difícilmente alcanzaron los niveles mínimos de calidad, presentando además daños diversos que disminuyeron la germinación y vigor.

El conocer los niveles de calidad de la semilla recién cosechada permite estimar el manejo que se deberá dar a los lotes, así como estimar el nivel de calidad que mantendrá la semilla.

Dadas las condiciones que prevalecieron durante el ciclo de producción 1997 y los efectos negativos causados a la semilla, se planteó el presente estudio para determinar los diferentes efectos en la calidad de semilla en este ciclo.

## **OBJETIVOS**

- 1- Determinar la calidad de diferentes lotes de semilla de sorgo producida en el ciclo Primavera-Verano 1997 en la región norte de Tamaulipas.
- 2- Determinar los diferentes tipos de daños causados a la semilla por las condiciones presentadas en este ciclo.
- 3- Determinar los efectos de daños a la semilla por efectos ambientales sobre el funcionamiento en germinación y vigor.

## **REVISION DE LITERATURA**

### **Calidad de semilla**

La calidad es un término relativo y significa un grado de excelencia. Es decir la calidad de la semilla puede expresarse como un nivel o grado de excelencia el cual es asumido por las semillas solamente cuando son comparadas con un estándar aceptable. De ahí que la semilla puede ser superior, buena, mediana o mala en calidad dependiendo del adjetivo descriptivo seleccionado y del criterio usado por la clasificación (Andrews 1971).

De acuerdo a Echandi (1978) al hablar de la calidad de la semilla hay que hacer mención de las cualidades como pureza genética, viabilidad, vigor, magnitud de daño mecánico, grado de sanidad, tamaño, peso etc., en general la semilla de buena calidad tiene un alto grado de pureza genética, alta

viabilidad y vigor, ausencia de daño mecánico, alto grado de sanidad, un contenido de humedad que garantiza su conservación, así como uniformidad en tamaño y sobre todo una excelente apariencia.

Delouche (1985) al hablar sobre la calidad de la semilla en forma individual, las características de calidad incluyen pureza varietal, viabilidad, vigor, daño mecánico, infección por enfermedades, tratamiento de recubrimiento, tamaño y apariencia. Mientras que para un lote de semillas, las características de calidad incluyen el contenido de humedad, potencial de almacenamiento, incidencia de contaminantes, uniformidad del lote y potencial de rendimiento.

Todas estas características de calidad están agrupadas en cuatro componentes como son: el genético, que incluye la pureza varietal; el fisiológico que contempla germinación y vigor; el sanitario que incluye el tipo e incidencia de enfermedades y el componente físico que incluye factores como pureza física, daño mecánico, tamaño y peso de la semilla (Delouche 1986).

La pureza física y la germinación son los 2 criterios mas utilizados para definir la calidad de semillas. De estos la pureza física determina el grado de contaminación de una muestra con otras especies es decir la composición

porcentual de la muestra, donde el porcentaje de materia inerte presente es también importante, (ISTA 1996). La pureza en materia prima, es la cuantificación que se hace en relación a la semilla aprovechable es decir aquella que será separada de las impurezas (semilla chica, arrugada, chupada, y materia inerte) que serán eliminadas al momento de su acondicionamiento.

En la semilla aprovechable el tamaño debe ser uniforme, por ello la cuantificación de semilla chica es importante en el lote de semilla ya acondicionada.

El tamaño de la semilla tiene 2 componentes, tamaño real y uniformidad de tamaño. El tamaño real es una característica varietal, y la uniformidad tiene su origen en las condiciones ambientales. Así mismo el tamaño es influenciado por las condiciones de manejo (riego y fertilización) durante el desarrollo de la semilla. Además el desarrollo de la semilla puede ser retardado por plagas y enfermedades. La importancia del tamaño de semilla es respecto a su valor de siembra. Semillas de mayor tamaño resultan en plantas más vigorosas, mientras que las semillas pequeñas y arrugadas son de poco valor en la siembra. Así mismo la uniformidad en tamaño es de importancia por la influencia en las operaciones de acondicionamiento, y mas importante es

uniformidad en crecimiento y desarrollo de plántulas, así mismo semilla uniforme se distribuye mejor en siembras mecánicas. (Thomson 1979).

El tamaño de las semillas puede expresarse a través del peso de mil semillas y en forma alterna, por el peso de semilla contenido en un volumen dado, lo que en forma práctica puede hacerse a través del peso volumétrico.

El peso volumétrico (Thomson 1979) es reflejado en el aprovechamiento de la fertilización y riego adecuados lo que resulta en un peso volumétrico alto, no obstante factores como, períodos alternos de alta humedad relativa cerca de la madurez y después de madurez fisiológica resultan en semilla de menor peso que el normal. Por cambios en los compuestos químicos presentes en la semilla.

Con relación al daño mecánico, la susceptibilidad a este al momento de la trilla, es regulado por factores genéticos así, los diferentes materiales ó variedades responden en forma diferente y los efectos de este factor serán obvios en la calidad fisiológica (reducción en germinación y vigor).

El deterioro de la semilla al ser inexorable y progresivo, causa que un daño mecánico mínimo que pudiera tener inicialmente poco impacto en la

semilla, resulte mayor con el tiempo y afecta tejido embriónico vital. Además son puertas de entrada a la invasión de microorganismos patógenos. Los síntomas de daño mecánico pueden darse en diferentes formas.

- a) Daño grande en la cubierta de la semilla, fácilmente visible como, grietas, fisuras, quebraduras.
- b) Daño interno que es visible solo después de germinación.
- c) Fisuras microscópicas, que reducen el funcionamiento de la semilla.
- d) Daño interno de naturaleza fisiológica que también reduce germinación y vigor (Copeland and McDonald 1985).

Así mismo existe otro tipo de daño conocido como intemperismo que se presenta en las semillas durante la etapa de postmaduración fisiológica y es un problema muy importante en la producción de semilla de sorgo, ocasionando una disminución en la calidad física, fisiológica y patológica.

Generalmente el intemperismo de las semillas se presenta tanto en áreas frescas como en áreas calientes (Delouche, 1980), por lo que es urgente identificar, seleccionar y utilizar materiales genéticos con resistencia o tolerancia al intemperismo, logrando con esto una contribución al incremento de la producción de alta calidad de semilla de sorgo.

En relación a esto, los efectos de los hongos de campo sobre la calidad de la semilla, han sido reportados por Christensen y Kaufmann (1969) quienes declararon que estos patógenos pueden decolorar las semillas, causar arrugamiento de los granos, y debilidad ó muerte de los embriones. Al clasificar los granos, esta decoloración es conocida como “Weathering” ya que la decoloración es el resultado del crecimiento de microflora, y varios autores reportan reducción en la germinación por infección a la semilla por *Helminthosporium* y *Fusarium* (Roberts 1972). El efecto del “weathering” en muchos casos tiene un efecto fisiológico-físico como es la ruptura de la cubierta por germinación prematura, y aunque no haya, aparición visible de la radícula, la ruptura de la cubierta al nivel del embrión es evidente. Esto tiene además una disminución en el peso de la semilla, así como decoloración y manchado por microorganismos patógenos presentes.

No obstante el gran número de factores que definen la calidad de lotes de semilla, Copeland y McDonald (1985) señalan a la germinación como el criterio más usado para conocer la condición fisiológica o calidad de la semilla y es aceptado que germinación y viabilidad son términos sinónimos al referirse a la habilidad de la semilla para producir plántulas normales en condiciones favorables.

Así una semilla de buena calidad tiene un alto nivel de germinación y por lo tanto producirá plántulas uniformes y vigorosas en diferentes condiciones ambientales.

De acuerdo a la ISTA (1996) la germinación de una semilla en un ensayo de laboratorio es la emergencia y desarrollo de una plántula con sus estructuras esenciales bien definidas que indican si será capaz de desarrollarse hasta convertirse en una planta normal bajo condiciones favorables de suelo.

No obstante el vigor es el criterio para definir el comportamiento que tendrá la semilla en un amplio rango de condiciones en campo. La AOSA (1983) señala que el vigor de una semilla incluye aquellas propiedades de la misma las cuales determinan el potencial para una rápida y uniforme emergencia, y el desarrollo de plantas normales bajo un amplio rango de condiciones ambientales.

Según Abdul-Baki (1980) señala que el vigor a nivel de una población de semillas es expresado en una rápida, uniforme y alta germinación. Un lote de semillas sigue mostrando estas tres propiedades a medida que las condiciones de plantación se desvían de las condiciones óptimas. Este mismo autor

menciona que cada vez existe un mayor acuerdo de la importancia que tiene el vigor como un factor principal en la calidad de la semilla.

Las empresas semilleras usan la calidad de la semilla como un factor para competir en el mercado, al igual que utilizan el precio de venta y el servicio, es por esto que cada vez la calidad de la semilla toma más importancia (Delouche, 1986).

### **Factores que afectan la calidad de la semilla**

Delouche (1980) menciona que la baja humedad, lluvias escasas y temperaturas favorables reducen la difusión de enfermedades de las semillas. Buenos suelos, riegos controlados y clima soleado contribuyen a la estabilidad de la producción, altos rendimientos y alta calidad de la semilla producida. Señala también que la producción de semillas se lleva a cabo en áreas donde hay ausencia de lluvias durante la maduración y etapa de la cosecha.

Este mismo autor (1981) afirma que los componentes climáticos son determinantes en las localidades de producción de semillas.

Sin embargo algunos otros aspectos del medio ambiente como es la humedad y fertilidad del suelo pueden ser igual o más importantes ya que tienen influencia en el peso y tamaño de la semilla aspectos que están asociados con la germinación y vigor, así lo mencionan Chang y Robertson (1968), Ries et al (1970) y Lowe et al (1972).

Según Abdul-Baki y Anderson (1972) el nivel de alta calidad en la semilla es alcanzado cuando suceden las interacciones más favorables entre el componente genético y el medio ambiente en que es producida, cosechada, procesada y almacenada. También señalan que muchos factores pueden afectar esta calidad durante el desarrollo de maduración como pueden ser deficiencias de nutrientes o presencia de elementos tóxicos en el suelo, ataque de plagas y enfermedades y el daño a la cosecha ocasionado por la lluvia.

La germinación y la viabilidad de las semillas de las plantas cultivadas pueden variar año tras año afectando su valor para la siembra. Mucha de la variación en germinación y viabilidad en el campo es el resultado directo ó indirecto de la variación del clima antes y en el momento de la cosecha,

períodos secos y cálidos en esta etapa generalmente ayudan a producir semilla de buena calidad (Austin 1972).

En el período de precosecha durante el cual las semillas están expuestas al medio ambiente, éste tiene gran influencia en la calidad de la semilla cosechada Baskin (1987).

Al respecto Helmer (1980) indica que las condiciones ambientales previas a la cosecha, constituyen uno de los cinco aspectos básicos del deterioro de la semilla y esto amenaza la producción de semilla de buena calidad.

### **Madurez, medio ambiente y deterioro de semillas**

Delouche (1964) define la madurez fisiológica como el logro del máximo peso seco, afirmando que al madurar esta, el peso seco individual se incrementa hasta alcanzar el máximo; es decir, esta fase indica el momento en el cual se interrumpe la translocación de sustancias solubles. También afirma

que el comportamiento del incremento de vigor es semejante al del peso seco y que alcanza su máximo simultáneamente con este.

En forma similar, Miranda (1984) define la madurez fisiológica como el punto donde convergen el máximo peso seco, máximo vigor y viabilidad de la semilla; señala la conveniencia de desarrollar índices visuales de maduración, suficientemente correlacionados con los cambios que suceden en la semilla en todas sus etapas de desarrollo, para facilitar la planificación de las labores de cosecha y acondicionamiento tan cerca de la madurez fisiológica como las condiciones de campo y humedad de la semilla lo permitan.

Delouche (1981) afirma que los componentes climáticos del medio ambiente son probablemente los determinantes más importantes en las localidades de producción de semillas; sin embargo, en algunos otros aspectos del medio ambiente, como por ejemplo: la fertilidad y la humedad del suelo pueden ser igual o más importantes, según lo señalan Chang y Robertson (1968), Fernández y Laird (1959), Lowe et al. (1972) y Ries et al. (1970) pues tienen influencia sobre el peso y tamaño de la semilla, aspectos que están asociados con la germinación y vigor.

Por otra parte, Austin (1972) menciona que es bien conocido que la germinación y viabilidad de las semillas de las plantas cultivadas pueden variar en gran medida año tras año, afectando considerablemente su valor para la siembra. Mucha de la variación en germinación y viabilidad en el campo es el resultado directo o indirecto de la variación en el clima antes y en el momento de la cosecha; períodos secos y cálidos en esta etapa generalmente ayudan a producir semilla de buena calidad. Las regiones del mundo que cuentan con clima cálido-seco al momento en que las semillas maduran son reconocidas como áreas favorables para la producción de semillas y en algunas de ellas, esta actividad es una parte importante del sector agrícola.

Por lo tanto, es interesante conocer como afectan los factores ambientales a la semilla antes de la cosecha o indirectamente a través de la planta madre. Aunque no es un factor ambiental, el estado de madurez de la semilla cuando es cosechada es conocido como el factor de mayor responsabilidad en la variación en viabilidad y tamaño de la semilla.

Chowdhury y Wardlaw (1978) determinaron el efecto de la temperatura en el desarrollo y peso del grano maduro del sorgo; este mostró una máxima acumulación de peso seco a temperaturas diurna/nocturna de 27/22°C con una marcada reducción al elevarse la temperatura a los niveles de 30/25°. El número de granos no fue alterado significativamente en el rango de temperatura

de 21/16° a 36/31°C, aunque, esto mostró una tendencia ascendente con el incremento en la temperatura. El rendimiento de grano por panoja fue óptimo a temperaturas de 27/22°. Los mismos autores, afirman que la temperatura es una variable del ambiente que no es posible manipularla en el campo, y los cultivos son seleccionados para una región en base a su respuesta a las condiciones de temperatura prevalecientes. Menciona también que el sorgo se desarrolla bien con humedad a altas temperaturas pero que madura y llena el grano al ir ésta disminuyendo.

Por otra parte, Ortiz et al. (1983) afirman que el grano de muchos híbridos comerciales de sorgo germina en la panoja cuando coinciden durante las fases finales de la etapa de llenado de grano períodos mas o menos prolongados de lluvia persistente, humedad relativa superior a 70 por ciento y altas temperaturas.

En relación al deterioro de semillas afirman Azizul et al.(1973) que este es el factor que influye en mayor medida en la pérdida de la calidad fisiológica de la semilla. Este se inicia inmediatamente después que la semilla ha alcanzado la madurez fisiológica y continua hasta que este muere. No coincide con esto Harrington (1973) que afirma que cuando sucede la madurez fisiológica algunas semillas de una cosecha de la misma variedad son menos

vigorosas que otras; por lo tanto, el deterioro comienza antes que la semilla llegue al punto de madurez fisiológica, también afirma que el período que comprende fertilización a madurez fisiológica debe ser parte o incluirse dentro del período que abarca desde madurez fisiológica hasta la muerte de la semilla.

Delouche y Baskin (1973) proponen una secuencia probable de los cambios que suceden durante el deterioro de la semilla que es la siguiente:

- 1.- Degradación de las membranas celulares
- 2.- Daños en los mecanismos de producción y síntesis de energía
- 3.- Alteraciones en los procesos respiratorios y de biosíntesis
- 4.- Disminución en la tasa de germinación
- 5.- Disminución de la capacidad de almacenamiento
- 6.- Disminución en la tasa de crecimiento y desarrollo de la plántula
- 7.- Disminución de la uniformidad
- 8.- Disminución de la resistencia a condiciones adversas
9. - Disminución en el rendimiento
- 10.- Reducción de la emergencia
- 11.- Incremento en el porcentaje de plántulas anormales
- 12.- Pérdida de la capacidad de germinación.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Localización del Experimento:**

La producción de semilla se llevó a cabo en la región norte de Tamaulipas en lotes comerciales de producción de una empresa de la región.

El estudio de calidad se llevó a cabo en el laboratorio de Ensayos de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS), de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo Coahuila

### **Semilla :**

Se utilizaron 18 muestras representativas de semilla de lotes producidos en el ciclo agrícola Primavera- Verano de 1997. La semilla de diferentes híbridos correspondió a diferentes clasificaciones de semillas de diferentes etapas de postcosecha. El cuadro 3.1 muestra los diferentes lotes de semillas utilizados y sus características. Las muestras de semilla corresponden a lotes

de semilla comercial que representan el volumen de semilla máximo de lote (ISTA 1996) y en las clasificaciones de Materia Prima, Semilla Prelimpiada y Semilla Acondicionada.

### **Manejo de las Muestras :**

Las muestras se recibieron en el laboratorio se registraron y se almacenaron en sus mismas bolsas del envío (papel grueso) bajo condiciones de laboratorio de Julio de 1997 a Marzo de 1998, el estudio de calidad se llevó a cabo en el periodo de Enero a Marzo de 1998.

La obtención de la muestra de trabajo para los diferentes análisis se hizo mediante homogeneización y reducción. Para ello se pasaron muestra por muestra en un Divisor Boerner 3 veces y enseguida se redujo la muestra al tamaño especificado para los análisis de pureza.

Los ensayos de calidad fisiológica se hicieron en todos los casos en la fracción de semilla pura, después de hacer el análisis de pureza.

Cuadro 3.1 Lotes de semilla de sorgo de producción P.V. 1997 en la región Norte de Tamaulipas, bajo estudio de calidad de semilla. UAAAN 1998.

<b>No. Muestra</b>	<b>Variedad</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Lote</b>	<b>Tratamiento</b>
1	Híbrido No.1	Materia Prima	Silo 3/M	NO
2	Híbrido No.2	Materia Prima	Silo 2/M	NO
3	Híbrido No.1	Materia Prima	Silo 3/M	NO
4	Híbrido No.2	Materia Prima	Silo No.5/Z	NO
5	Híbrido No.3	Materia Prima	Silo 3/Z	NO
6	Híbrido No.3	Materia Prima	Silo 15/Z	NO
7	Híbrido No.1	Semilla Prelimpiada	Silo 1	NO
8	Híbrido No.1	Semilla Prelimpiada	Silo 3	NO
9	Híbrido No.1	Semilla Prelimpiada	Silo 5	NO
10	Híbrido No.1	Semilla Prelimpiada	Silo 6	NO
11	Híbrido No.1	Semilla Prelimpiada	Silo 7	NO
12	Híbrido No.2	Semilla Prelimpiada	Silo 4	NO
13	Híbrido A	Semilla Acondicionada	Lote 1	CAPTAN-KOBIOL
14	Híbrido B	Semilla Acondicionada	Lote 2	CAPTAN-KOBIOL
15	Híbrido B-1	Semilla Acondicionada	Lote 3	CAPTAN-KOBIOL
16	Híbrido C	Semilla Acondicionada	Lote 4	CAPTAN-KOBIOL
17	Híbrido D	Semilla Acondicionada	Lote 5	CAPTAN-KOBIOL
18	Híbrido E	Semilla Acondicionada	Lote 6	CAPTAN-KOBIOL

Cuadro 3.2 Calidad física de lotes de semilla de sorgo producción P.V. 1997 en la región Norte de Tamaulipas.

Número Lote	Análisis de Pureza				Tamaño S. Chica %	Peso Vol. kg/HI	Daño mecánico %
	SP(A)	MI	SOC	SMH			
1	96.5	3.5	0	0	9.5	69.79	3
2	97.8	2.2	0	0	13.0	69.88	2
3	97.2	2.8	0	0	15.25	69.86	2
4	98.1	1.9	0	0	12.75	73.02	1
5	97.4	2.6	0	0	8.0	73.95	3
6	98.8	1.2	0	0	9.25	74.18	3
7	99.6	1.4	0	0	5.0	69.95	1
8	99.3	1.7	0	0	2.75	69.81	1
9	99.2	1.8	0	0	3.5	72.32	1
10	99.2	1.8	0	0	3.0	72.32	1
11	99.9	1.1	0	0	2.75	69.95	1
12	99.8	1.2	0	0	3.0	72.32	1
13*	-	-	-	-	4.75	69.79	1
14*	-	-	-	-	4.25	69.93	2
15*	-	-	-	-	3.75	73.48	0
16*	-	-	-	-	4.25	72.55	1
17*	-	-	-	-	4.75	69.97	2
18*	-	-	-	-	4.25	69.86	2

SP(A) Semilla Pura (Aprovechable)

MI Materia Inerte

SOC Semilla de Otros Cultivos

SMH Semilla de Malas Hierbas

\* Semilla Acondicionada

Cuadro 3.3 Condiciones climáticas presentes en el mes de abril de 1997 en la región Norte de Tamaulipas.

Día	Temperatura °C			Humedad Relativa %			Lluvia mm
	max	min	med	max	min	med	
1	24	16	20	86	60	73	-
2	28	20	24	84	62	73	6
3	29	22	26	83	58	70	3
4	30	20	25	82	48	65	-
5	27	14	20	80	20	50	-
6	30	14	22	90	20	55	-
7	27	15	21	88	34	61	27
8	27	18	22	84	48	66	22
9	26	20	23	88	62	75	20
10	27	20	24	92	60	76	-
11	32	21	26	81	26	54	-
12	16	11	14	88	34	61	-
13	13	10	12	72	40	56	18
14	17	8	12	88	53	70	1
15	23	12	18	88	54	71	-
16	22	18	20	86	74	80	9
17	22	19	20	88	77	82	22
18	23	18	20	89	38	64	9
19	29	18	24	80	46	63	-
20	30	21	26	84	46	65	-
21	33	21	27	85	50	68	-
22	36	20	28	84	28	56	-
23	28	16	22	88	18	53	-
24	27	18	22	86	52	69	-
25	31	22	26	86	54	70	-
26	29	18	24	88	36	62	-
27	27	16	22	86	28	57	-
28	31	10	20	82	10	46	5
29	32	16	24	84	28	56	-
30	32	21	26	82	40	61	-

Datos proporcionados por la estación climatológica en el campo agrícola experimental Municipio de Río Bravo, Tamaulipas.

Cuadro 3.4 Condiciones climáticas presentes en el mes de mayo de 1997 en la región Norte de Tamaulipas.

Día	Temperatura °C			Humedad Relativa %			Lluvia mm
	max	min	med	max	min	med	
1	31	23	27	84	44	64	-
2	36	24	30	82	35	58	-
3	30	23	26	86	42	64	-
4	30	12	21	88	28	58	-
5	30	14	22	86	38	62	-
6	31	19	25	80	52	66	-
7	31	22	26	82	40	61	-
8	31	19	25	84	38	61	-
9	29	22	26	84	54	69	8
10	21	17	19	86	72	79	2
11	27	18	22	89	46	68	-
12	31	18	24	86	36	61	-
13	31	20	26	86	42	64	-
14	32	21	26	84	42	63	-
15	32	21	26	83	50	66	-
16	31	18	24	88	38	63	-
17	30	21	26	86	42	64	14
18	32	20	26	82	36	59	-
19	33	21	27	84	38	61	2
20	29	21	25	82	56	69	-
21	33	21	27	78	38	58	6
22	31	22	26	78	50	64	2
23	31	21	26	84	37	60	-
24	34	22	28	86	34	60	-
25	36	24	30	84	40	62	-
26	36	25	30	82	38	60	-
27	35	25	30	83	42	62	-
28	35	20	28	86	30	58	-
29	35	20	28	84	28	56	-
30	36	22	29	83	28	56	-
31	37	22	30	86	24	55	-

Datos proporcionados por la estación climatológica en el campo agrícola experimental Municipio de Río Bravo, Tamaulipas.

Cuadro 3.5 Condiciones climáticas presentes en el mes de junio de 1997 en la región Norte de Tamaulipas.

Día	Temperatura °C			Humedad Relativa %			Lluvia mm
	max	min	med	max	min	med	
1	34	23	28	77	24	50	-
2	35	18	26	80	24	52	-
3	36	21	28	80	31	56	-
4	36	19	28	82	16	49	-
5	38	21	30	78	18	48	-
6	37	23	30	74	32	53	-
7	36	24	30	78	26	52	-
8	36	23	30	78	22	50	-
9	36	24	30	80	30	55	-
10	37	23	30	86	24	55	-
11	38	23	30	78	22	50	-
12	38	24	31	74	22	48	-
13	37	25	31	75	32	54	-
14	38	26	32	72	26	49	-
15	38	26	32	74	26	50	-
16	39	26	32	74	28	51	-
17	39	27	33	78	32	55	20
18	37	22	30	84	28	66	-
19	38	27	32	82	30	56	-
20	37	25	31	76	26	51	-
21	34	27	30	72	28	50	-
22	35	26	30	78	26	52	2
23	30	22	26	82	44	63	2
24	32	22	27	84	38	61	3
25	36	23	30	82	22	52	-
26	37	24	30	88	24	56	-
27	38	23	30	86	24	55	-
28	37	24	30	85	22	54	-
29	37	24	30	84	26	55	-
30	37	25	31	82	28	55	-

Datos proporcionados por la estación climatológica del campo agrícola experimental Municipio de Río Bravo, Tamaulipas.

Cuadro 3.6 Condiciones climáticas presentes en el mes de julio de 1997 en la región Norte de Tamaulipas.

Día	Temperatura °C			Humedad Relativa %		Lluvia	
	max	min	med	max	min	med	mm
1	37	24	30	82	24	53	-
2	38	25	32	82	28	55	-
3	38	25	32	82	26	54	-
4	38	25	32	80	18	49	-
5	39	22	30	78	14	46	-
6	39	23	31	84	14	49	-
7	38	24	31	78	20	49	-
8	38	24	31	81	24	54	-
9	38	24	31	80	22	51	-
10	39	26	32	84	22	53	-
11	39	25	32	84	22	53	-
12	39	25	32	84	21	52	-
13	39	24	32	83	20	52	-
14	40	25	32	85	21	53	-
15	40	24	32	86	22	54	-
16	40	24	32	86	20	53	-
17	40	25	32	84	26	55	-
18	39	26	32	83	22	52	-
19	39	27	33	84	26	55	-
20	39	26	32	82	24	53	-
21	38	27	32	78	26	52	-
22	39	26	32	86	22	54	-
23	40	24	32	86	18	52	-
24	39	24	32	86	22	54	7
25	37	24	30	86	32	59	-
26	39	25	32	84	20	52	-
27	39	26	32	79	18	48	-
28	39	25	32	82	18	50	-
29	39	26	32	82	20	51	-
30	40	26	33	86	20	53	-
31	40	26	33	86	18	52	-

Datos proporcionados por la estación climatológica en el campo experimental agrícola Municipio de Río Bravo, Tamaulipas.

## Ensayos de Calidad Física

### Pureza Física

Después de haber homogeneizado y reducido la muestra que llegó al laboratorio se pesaron 100 g de semilla, la cual se examinó cuidadosamente con la ayuda de una lupa y se procedió a clasificar los siguientes componentes.

**Semilla pura** :Es la semilla de la especie en estudio como semilla quebrada o dañada por insectos en un cuarto de su tamaño siempre y cuando el embrión no se encuentre dañado. Este incluyó toda la semilla aprovechable que pudiera ser retenida en cribas correspondientes y esto para el caso de semillas en materia prima.

**Semilla de otros cultivos** : Semilla de otras especies cultivada que se encontraron presentes en la muestra.

Semilla de malezas : **Son aquellas semillas de malas hierbas clasificadas como tales para la región.**

**Materia inerte** : Son las semillas que están quebradas o dañadas por insectos en tres cuartas partes de su tamaño, piedras, basura, paja, terrones de suelo, todo lo que no sea semilla. En este se incluyó la semilla pequeña que pasó la criba correspondiente en el caso de semilla en materia prima.

Se procedió a pesar cada clasificación en gramos y se registraron en un peso de dos decimales esto se hace para determinar la composición de la muestra. Así se obtuvo la semilla pura aprovechable que es la que realmente se va utilizar para los demás ensayos.

### **Tamaño de Semilla**

De la fracción de semilla pura se tomaron al azar cuatro repeticiones de 100 semillas y con la ayuda de una lupa, se observó la muestra y se separó la semilla pequeña, esto se hizo para determinar la uniformidad en tamaño de semilla de la muestra. El resultado de esta prueba se expresó en porcentaje de semilla chica que fue el que se cuantificó.

### **Peso Volumétrico**

Para esta prueba el tamaño de la muestra fue pequeño, por lo que se determinó con un vaso de precipitado de 30 ml. Este se llenó libremente de semilla y se le quitó el exceso con una regla en forma de zig-zag para después pesar la semilla en gramos, ya pesadas todas las muestras se midió el volumen exacto del vaso, el cual se determinó llenando con agua hasta el borde y luego con una probeta se midió la cantidad de agua del vaso, el volumen del agua total fue de 43 ml

Para calcular el peso volumétrico de las muestras se pueden hacer las siguientes operaciones.

$$A.- \text{ g obtenidos al pesar la muestra} \text{-----} \text{Vol. del agua del vaso ml}$$

$$X \text{ g} \text{-----} 1000 \text{ ml}$$

El resultado obtenido aquí en gramos se convierte a kilogramos.

$$\text{Kg obtenidos} \text{-----} 1 \text{ Hl}$$

$$X \text{ Kg} \text{-----} 100 \text{ Lt}$$

$$B.- \frac{\text{Peso de la semilla en g}}{\text{Volumen del agua del vaso ml}} \times \frac{1\text{Kg}}{1000 \text{ g}} \times \frac{1000 \text{ ml}}{1 \text{ Lt}} \times \frac{100 \text{ Lt}}{1 \text{ HI}} = \frac{\text{Kg}}{\text{HI}}$$

Peso volumétrico calculado en K g / H I.

Peso volumétrico normado en semilla de sorgo 82 K g / H I.

### **Peso de Mil Semillas**

De la fracción de la semilla pura se tomaron al azar 8 repeticiones de 100 semillas cada una por muestra y se pesaron a un decimal. Con estas 8 observaciones se calculo el coeficiente de variación, ( C.V ) que para ser aceptado debe ser igual o menor a cuatro (ISTA, 1985). Como este resultado efectivamente fue menor de cuatro, se aceptó y se procedió a calcular el peso de 1000 semillas multiplicando la media por diez, obteniendo así el PMS en gramos.

Ecuaciones para determinar el coeficiente de variación:

$$Varianza = \frac{(\sum X^2) - (\sum X)^2}{n-1}$$

*X = Peso de cada repeticion*

*n = Numero de repeticiones*

$$S = \text{Desviacion Tipica} = \sqrt{\text{Varianza}}$$

## **Daño Mecánico**

$$\Sigma = \textit{Suma}$$

De la semilla pura se tomaron al azar cuatro repeticiones de 100

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

$$\bar{X} = \textit{Media}$$

semillas cada una y por muestra. Enseguida se observaron cuidadosamente una por una cada semilla, con ayuda del estereoscopio y se separó la semilla estrellada para sacar el porcentaje de semilla que presentó daño mecánico, esto se hizo solo por observación directa.

## **Embrión Fisurado**

De la semilla pura se tomaron al azar cuatro repeticiones de 100 semillas cada una por muestra. Estas se observaron minuciosamente una por una, para poder así separar la semilla que presentó fisura en el embrión. Este daño causado por condiciones ambientales consiste en la activación de la semilla por cambio de humedad, lo que provoca inicio de la germinación que resulta en la abertura de la cubierta a la altura y largo del embrión.

## **Ensayos de Calidad Fisiológica**

### **Capacidad de Germinación**

Para determinar la capacidad de germinación se llevó a cabo la metodología que señala la ISTA (1985) en la prueba estándar, la cual consiste en tomar al azar cuatro repeticiones de 100 semillas por muestra, (Las muestras que no estaban tratadas se trataron con fungicida en polvo), las cuales se colocaron separadamente una de otra sobre papel secante Anchor húmedo y se cubrieron con otra toalla igual húmeda, se enrolló en forma de taco, sujetándolo con una liga en los extremos, esto es para que la semilla no se salga; se identifico el taco con un lápiz tinta no tóxico con los siguiente datos: Nombre del cultivo, numero de la muestra, repeticiones, nombre de la persona que lo sembró, las iniciales GE (germinación estándar), indicando el ensayo en estudio y una flecha que indica la orientación de la semilla en el taco. Los tacos se introdujeron en una bolsa de plástico a la cual se hace orificio con una aguja y se le cortó en los extremos de abajo, para que al momento del riego se drene el exceso de agua. Así se llevaron a una cámara de germinación a una temperatura de  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . A l cuarto día se hizo un primer conteo donde se

evaluaron plántulas normales únicamente, y al séptimo día se realizó un segundo conteo, donde se evaluaron plántulas normales, anormales, y semillas muertas. El porcentaje de germinación se calculó sumando las plantulas normales de ambos conteos y se promedió las cuatro repeticiones. Al mismo tiempo se obtuvo el porcentaje de plántulas anormales y semillas muertas con la media de las cuatro repeticiones.

### **Viabilidad con Tetrazolio**

De la fracción de semilla pura se tomaron al azar dos repeticiones de 100 semillas por muestra y en pequeños frascos se pusieron a remojar durante 18 horas en el refrigerador, esto para evitar la germinación de la semilla. Pasado este tiempo se drenaron y se le hizo a cada semilla un corte longitudinal para disectar en dos al embrión y tomar el mejor corte de la semilla justo donde se identifique con exactitud sus partes, de esta manera se descartó una mitad de semilla y la otra se conservó para posteriormente agregar la solución, 2,3,5 trifenil tetrazolio al 0.5% en suficiente cantidad de solución para cubrir las semillas. Los vasos se cubrieron con papel aluminio para evitar la luz ya que el tetrazolio es fotodegradable. Las muestras así cubiertas se llevaron a un horno a una temperatura de 35°C por 2-3 horas,

después de este tiempo se eliminó el tetrazolio y se enjuagaron las semillas y se dejaron en agua para proceder a la evaluación, la cual se hace con la ayuda del estereoscopio y así separar la semilla viable y no viable basado en el teñido de las estructuras del embrión, y en base a patrones de teñido (Moreno 1996).

Se clasificó la semilla en viable fuerte cuando se tiño de rojo todo el embrión, viable débil cuando se tiñó un rojo más pálido su embrión plúmula y radícula sus partes esenciales estuvieran teñidas en sus 2/3 partes y no viables aquellas que no se tiñeron en absoluto en sus partes esenciales.

### **Vigor**

Para determinar el vigor de los lotes se hicieron pruebas directas (envejecimiento acelerado) e indirectas en la prueba de germinación estándar.

### **Envejecimiento acelerado**

Esta prueba se realizó siguiendo la metodología propuesta por AOSA (1983) que consiste en colocar 200 semillas distribuidas uniformemente sobre una maya de alambre fino.

En un vaso de precipitado se le agregó 100ml de agua y se le colocó un soporte de alambre grueso en el cual se le puso una malla muy delgada y sobre esta se distribuyeron uniformemente 200 semillas por muestra tratadas con fungicida. Los vasos listos se taparon con un plástico transparente grueso y se sujetaron con una liga, se les colocó una etiqueta para identificarla por el número de muestra y así se introdujeron a una cámara de envejecimiento a 42°C (durante 72 horas). La humedad relativa de 90% se logró mediante el volumen de agua interno. Pasando ese tiempo de envejecimiento se sacó la semilla y se procedió a sembrarla en dos repeticiones de 100 semillas bajo la prueba de germinación estándar siguiendo la metodología ya descrita. Las muestras se identificaron en forma descrita, anotando el ensayo EA correspondiente.

Aquí se hizo un sólo conteo a los siete días evaluando plántulas normales, anormales y semillas muertas.

Los porcentajes de germinación se calcularon de igual manera del promedio de plántulas normales de las 2 repeticiones y esto correspondió al vigor del lote medido por germinación normal después de envejecimiento acelerado.

## **Primer conteo de germinación**

En la prueba estándar de germinación, la primera evaluación que se hizo a los 4 días se le considera primer conteo de germinación, donde se evalúan solamente plántulas normales este dato se toma en cuenta para vigor ya que las semillas que producen plántulas normales al primer conteo se consideran vigorosas, dado su mayor velocidad de germinación.

## **Clasificación de plántulas**

Plántulas Normales : Son aquellas que presentan bien desarrolladas sus estructuras esenciales para producir plantas normales bajo condiciones favorables de agua, luz y temperatura.

Dentro de las plántulas normales es posible hacer una clasificación de plántulas normales fuertes y débiles. Las plántulas normales fuertes son aquellas que tienen muy bien desarrolladas todas sus estructuras morfológicas.

Las plántulas normales débiles presentan sus estructuras esenciales pero no están tan bien desarrolladas y podrán tener un poco de dificultad para emerger en el campo. Dentro de estas se logró hacer una clasificación más de plántulas más débiles y fueron aquellas que presentaron la plúmula muy corta.

Plántulas Anormales: Son aquellas que no tienen bien desarrolladas sus estructuras morfológicas esenciales por lo tanto no podrán desarrollarse bien en el suelo preparado y bajo condiciones favorables de agua, luz y temperatura.

## **Ensayos de Calidad Sanitaria**

### **Observación Directa**

Se llevó a cabo con cuatro repeticiones de 100 semillas por muestra, las cuales se observaron una por una con la ayuda del estereoscopio y así poder hacer tres clasificaciones de semilla (manchada, con estructuras de reposo y semilla sana). Esto se hizo a las muestras de materia prima ya que no estaban tratadas químicamente y esto facilitó la observación directa y detección de infecciones muy obvias en la semilla y que corresponden a manchados y estructuras de reposo de patógenos presentes en la misma.

### **Ensayo en Papa Dextrosa Agar ( PDA)**

Para realizar este ensayo la semilla se desinfectó primeramente con Hipoclorito de Sodio cloralex comercial (contiene el 6% de cloro libre) a una concentración de 2% en agitación continua durante 3 minutos, después se escurrió la semilla y se procedió a sembrarla en un medio de cultivo PDA. El número de semillas sembradas fue de 4 repeticiones de 20 semillas por caja petri de vidrio.

La semilla que estaba tratada se lavó primeramente con agua de la llave en un frasco al que se le agregó una gota de Twin 20 y se agitó constantemente durante 3 minutos y después se enjuagó al chorro de la llave, después de este lavado se desinfectó con cloro al 2% bajo el mismo procedimiento anterior.

El PDA fue el medio que se utilizó y es un medio de cultivo para hongos de campo. El PDA comercial que se utilizó de acuerdo a Moreno (1988) permite los mismos resultados que utilizando el PDA preparado a partir de tubérculos de papa, dextrosa y agar o producto natural.

Para preparar el medio se pesaron 39g de PDA que se disolvió en 1 litro de agua destilada puesto a fuego lento y agitando constantemente, al medio se le agregó 60g de NaCl(Cloruro de Sodio) para evitar la germinación de la semilla y ya que se disolvió todo se dejó hervir por un minuto, una vez preparado el medio se esterilizó en la autoclave por 20 minutos a 115 lb de presión.

Desinfectada la cámara de flujo laminar, se procedió aplicar al litro del medio de cultivo 3ml de HCl (Acido clorhídrico) para evitar el crecimiento de bacteria y 0.2ml de tergitol (concentrado) esto para permitir que el hongo crezca sobre la semilla infectada solamente. Enseguida se procedió al llenado de cajas petri las cuales previamente se esterilizaron durante 30 minutos a 115lb de presión y se agregó de 20-25ml del medio por caja. Solidificado el medio se dejaron las cajas en la cámara del flujo laminar durante 4 días a una temperatura ambiente, pasado este tiempo se revisaron las cajas para verificar si hubo o no contaminación al momento del llenado, en los casos de contaminación se deshecharon las cajas contaminadas. En seguida se realizó la siembra de semillas previamente desinfectadas, terminando de sembrar la semilla se sellaron las cajas con plástico adherente y se llevaron a una cámara de incubación por 10 días, revisándose periódicamente (cada tercer día) para anotar las semillas infectadas.

Al alcanzar el desarrollo las colonias con estructuras reproductoras se procedió a la identificación de las diferentes especies de hongos que se presentaron, esto mediante montas para observación y mediante las cuales se identificó las especies. Además se cuantificó el número de semillas infectadas y el número de semilla sana para calcular el porcentaje de cada una de éstas.

### **Ensayo en Blotter con congelamiento**

El principio de este ensayo es proporcionar condiciones favorables de humedad, luz y temperatura al hongo para su desarrollo sobre la semilla. En esta prueba el patógeno actúa como parásito de la semilla la cual es sometida a un período de congelamiento causándole la muerte al embrión con el objeto de facilitar solamente el crecimiento de microorganismos patógenos. Esta prueba es conocida como Blotter o prueba de incubación en congelamiento y es la utilizada en forma de rutina en el Laboratorio de Sanidad de Semillas del Centro Internacional del Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) para detección de *Fusarium spp* en maíz.

Para esta prueba se utilizaron 50 semillas en dos repeticiones de 25 semillas, en la cámara de flujo laminar se procedió a sembrar la semilla, la cual previamente se desinfectó bajo el tratamiento anterior con hipoclorito de sodio.

Se colocaron en cajas de plásticos transparentes tres hojas de papel filtro esterilizadas y utilizando agua destilada esterilizada para humedecerlo a punto de saturación, las semillas se colocaron sobre el papel filtro separada unas de otras, se selló la caja con plástico adherente y se dejaron a una temperatura ambiente de 25°C por 24 hora, pasado este tiempo se metieron a una cámara de congelamiento por 48 horas a -15°C cambiándose nuevamente a una temperatura de 25°C en una cámara de incubación por un período de 8 a 10 días de acuerdo a como se fue desarrollando el micelio del hongo.

Se identificaron los microorganismos presentes por características de la colonia y se cuantificó el número de semillas infectadas y el número de semillas sanas.

### **Ensayo de Germinación para Sanidad**

Este ensayo se realizó con el objeto de conocer la capacidad germinativa de los lotes considerándolo como un indicativo de sanidad al no estar tratadas químicamente las muestras, se favorece el desarrollo de hongos que se encuentran presentes. Este ensayo es recomendado por Neergaard (1979) y Navarrete (1992).

Se utilizaron dos repeticiones de 50 semillas por muestras previamente desinfectadas bajo el mismo tratamiento de hipoclorito de sodio. Se colocaron las semillas sobre una toalla de papel anchor que es el que se utiliza en pruebas de germinación, éste se humedeció con agua esterilizada, se cubrieron con otro papel y se enrollaron como un taco normal de germinación a una temperatura de 25°C durante siete días, pasado este tiempo se abrió el taco se observaron cuidadosamente cada plántula para así contar el número de plántulas con semilla infectada y plántulas con semilla sana.

Para la identificación de hongos, se tomaron muestras de micelio con cinta adhesiva se montaron sobre un portaobjetos y se observaron al microscopio y auxiliándose de claves de identificación se identificaron las especies presentes.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

La producción de semilla de sorgo en el ciclo P.V. 1997 y específicamente en la región Norte de Tamaulipas se enfrentó a condiciones ambientales adversas durante su producción. Esto trajo como consecuencia disminuciones serias en el nivel de calidad por diversos efectos negativos en los principales atributos de calidad, que en conjunto permiten un nivel aceptable para el valor de siembra de lotes de semilla.

Los efectos negativos en la semilla por estas condiciones fueron determinados mediante el estudio de la calidad a través de diferentes pruebas y ensayos de semillas. A continuación se presentan los resultados de las diferentes pruebas y ensayos practicados a muestras de lotes de semilla producidos en este ciclo. Primeramente se presentan las características físicas de la semilla, discutiendo aquellas que fueron mas drásticamente afectadas. Estas representan no solo los atributos mínimos que se certifican ó que se checan en forma de rutina, sino también aquellos que se encontraron seriamente afectados en este ciclo.

Enseguida se presentan los atributos del componente fisiológico y que determinan en mayor medida su valor de siembra, y estos incluyen no solo criterios de certificación sino de viabilidad y vigor. Finalmente los resultados de sanidad obtenidos por los lotes de semilla evaluados son presentados.

### **Características Físicas.**

#### **Tamaño de Semilla y Daño de Intemperismo**

En el Cuadro 3.2 se presentan los resultados de calidad física. Con relación al tamaño de la semilla, se observaron porcentajes variables de semilla pequeña, inferior al tamaño normal. Los lotes presentaron semilla chica en el rango de 3.0 % hasta 15.25 % en semilla aprovechable y acondicionada. No obstante que el tamaño es una característica varietal, en estos lotes parece haber sido mas influenciado por las condiciones ambientales y de manejo durante el ciclo de producción.

Esto se ve también reflejado en el peso volumétrico que presentaron los lotes, (Cuadro 3.2) el cual estuvo en el rango de 69.79 a 74.18 kg/Hl y el cual aunque es una característica varietal, en el presente este estudio es clara la influencia de las condiciones de producción sobre el mismo, y al compararlas con el peso volumétrico óptimo para sorgo 82 kg/Hl se observa que la reducción

se debió a los periodos alternos de humedad relativa alta en el periodo de precosecha, que es reflejado también en el manchado de la semilla, así como en la germinación (daño de intemperismo) lo que reduce considerablemente el peso de la semilla.

Así mismo los efectos ambientales negativos se ven reflejados en el peso de mil semillas. En el Cuadro 4.1 se presenta el Análisis de Varianza, para esta variable, aquí se observa que los lotes presentaron diferencia altamente significativa para esta variable y al observar la comparación de medias (Cuadro 4.2) se puede observar que los lotes oscilaron entre 28.2g - 38.5g., y no obstante que el peso de mil semillas es una característica varietal, estas diferencias para algunos lotes dentro de variedades son el resultado de las condiciones ambientales. El peso de mil semillas estuvo influenciado por el daño de intemperismo,(germinación prematura), el que al causar un gasto de reservas para el inicio de germinación afecta su peso. Esto es comprobado al ser posible la separación de la semilla germinada en las regiones tropicales por el proceso de separación de la mesa en gravedad, cuya característica usada para la separación es el peso específico de la semilla.

Cuadro 4.1 Cuadrados medios y significancias de las variables peso de mil semillas, daño de intemperismo (embrión fisurado) de lotes de semilla de sorgo producción Tamaulipas Norte PV. 1997.

<b>FV</b>	<b>gl</b>	<b>Peso de mil semillas</b>	<b>gl</b>	<b>Daño de Intemperismo</b>
Lotes	17	1.130**	17	166.477**
Error	126	0.008	54	8.981
<b>CV</b>		2.55%		11.80%

\*\* significancia a  $p=0.01$

El Cuadro 4.1 de Análisis de Varianza muestra también diferencias significativas entre lotes para la variable daño de intemperismo y al observar la comparación de medias (Cuadro 4.2) los valores de semilla con embrión fisurado variaron de 17.0% - 37.75%. La susceptibilidad a la germinación prematura es una característica varietal, no obstante los resultados están mas relacionados a lotes que estuvieron mayormente expuestos a las condiciones de alta humedad relativa durante el periodo de precosecha.

Cuadro 4.2 Comparación de medias de las variables peso de cien semillas y daño de intemperismo (embrión fisurado) en lotes de semilla de sorgo producción Tamaulipas Norte P.V. 1997.

LOTE	Peso de cien semillas (g)	LOTE	Daño de intemperismo (%)
3	3.850 a	4	37.75 a
2	3.850 a	12	33.75 ab
1	3.787 ab	15	33.00 bc
7	3.750 b	2	30.00 bcd
10	3.737 b	14	29.25 bcde
9	3.638 c	16	28.50 cde
11	3.625 c	3	28.25 de
8	3.612 c	6	27.50 de
6	3.550 cd	13	27.25 def
5	3.513 d	17	25.75 defg
4	3.400 e	5	24.75 efg
13	3.133 f	1	22.75 fgh
14	3.063 f	18	22.00 gh
12	3.057 f	8	20.00 hi
15	2.963 g	10	19.00 hij
17	2.862 h	7	17.00 ij
18	2.838 h	9	15.50 ij
16	2.825 h	11	15.00 j

### Calidad Fisiológica

#### Capacidad de germinación

La germinación de la semilla es la capacidad para producir plántulas normales bajo condiciones óptimas de laboratorio es decir condiciones del todo favorables para permitir la germinación y desarrollo de plántulas capaces de convertirse en plántulas normales. Esta puede ser estimada mediante el ensayo de germinación ó prueba estándar y bajo este concepto la germinación en el laboratorio es el desarrollo de las estructuras esenciales del embrión a un

nivel tal que manifiestan la habilidad de la semilla para convertirse en una planta normal (ISTA 1996). En este ensayo la capacidad de germinación es el porcentaje en número de semillas capaces de producir plántulas normales.

El Cuadro 4.3 muestra los resultados del Análisis de Varianza, donde se observa que los lotes de semilla presentaron diferencias significativas para la variable germinación normal.

Cuadro 4.3 Cuadrados medios y significancias de las variables de calidad fisiológica de lotes de semillas de sorgo producción Tamaulipas Norte P.V. 1997.

<b>FV</b>	<b>gl</b>	<b>Germinación Normal</b>	<b>gl</b>	<b>Viabilidad Tz</b>
Lotes	17	33.908*	17	21.479**
Error	54	15.139	18	5.806
<b>CV</b>		4.84%		2.97%

\*\* significancia a  $p=0.01$

\* significancia a  $p=0.05$

Al observar el Cuadro 4.4 de comparación de medias, se observan los valores de germinación que presentaron los lotes, estos oscilaron entre 74 - 87%, mostrando la mayoría de los lotes valores cercanos al 80%. De aquí que las diferencias entre lotes fueron únicamente significativas, y la germinación normal estuvo alrededor del 80% que es el valor aceptable para certificación de

semilla de sorgo. En esto se ven mayormente los efectos negativos de las condiciones ambientales que prevalecieron durante el ciclo, principalmente en el período de precosecha, donde los lotes de semilla apenas alcanzaron valores de germinación cercanos al 80% y fueron contados los lotes que superaron este valor, al momento de la cosecha. Esto representa una calidad inicial baja que va en descenso.

Cuadro 4.4 Comparación de medias de las variables de germinación y viabilidad con Tetrazolio en lotes de semilla de sorgo producción Tamaulipas Norte P.V. 1997.

<b>LOTE</b>	<b>Germinación Normal (%)</b>		<b>LOTE</b>	<b>Viabilidad Tz.(%)</b>	
8	87.00	a	8	88.50	a
11	84.25	ab	9	85.00	ab
9	83.75	abc	13	84.00	abc
13	82.75	abc	6	83.50	abcd
6	82.00	abc	14	83.00	abcd
14	81.50	abc	11	83.00	abcd
15	81.00	abc	12	82.00	bcde
5	80.50	bcd	15	82.00	bcde
12	80.25	bcd	10	81.50	bcde
4	80.25	bcd	1	81.00	bcde
10	80.00	bcd	3	81.00	bcde
18	79.50	bcd	18	80.50	bcde
2	79.00	bcd	4	80.00	bcde
3	79.00	bcd	16	79.00	cdef
7	78.50	bcd	7	78.50	cdef
16	77.75	bcd	5	78.00	def
1	77.50	cd	2	77.00	ef
17	74.00	d	17	74.00	f

Estos valores son el resultado de los efectos negativos causados a la semilla como resultado de la influencia de humedad relativa y temperaturas altas que causan en la semilla germinación prematura (daño de intemperismo ó embrión fisurado), semilla manchada por presencia de microorganismos

patógenos, embrión ennegrecido por el mismo factor, reducción en tamaño y peso de semilla, así como otros cambios fisiológicos, propios del deterioro y que se manifestaron en valores altos de plántulas anormales y semillas muertas (Cuadro A-1). Estos valores oscilaron de 7 a 16% de plántulas anormales, y 6 a 11% de semillas muertas.

La capacidad de germinación sigue siendo el criterio más ampliamente utilizado para la comercialización de semillas, y los lotes que no alcanzan el nivel mínimo de certificación no son considerados aptos para la siembra y por lo tanto su comercialización no es posible. (Sayers 1982).

Valores menores al 80% hasta cierto nivel pueden ser considerados dentro de norma ya que de acuerdo a tablas de tolerancias valores cercanos al 80% pueden alcanzar el valor aceptable en una repetición de prueba (Miles 1963).

Sin embargo, todos estos lotes si se comercializan deben ser utilizados inmediatamente y sembrados bajo las condiciones más óptimas de campo para un desempeño aceptable de acuerdo a estos valores de germinación.

### **Viabilidad**

La viabilidad de la semilla medida mediante el teñido del tejido vivo en el embrión a través de una solución de 2,3,5, cloruro de trifeníl tetrazolio es indicativo

De la capacidad de germinación potencial de un lote de semillas.(ISTA 1996).

Desde este punto de vista el teñido de las estructuras esenciales del embrión denota la capacidad de las semillas que así reaccionan, de producir plántulas normales durante la germinación. Las semillas que no presentan la coloración esperada son indicativas de semillas no viables.

Así misma la magnitud de la coloración ó teñido del tejido vivo manifiesta el nivel de vigor presente en la semilla, de esta manera las plántulas consideradas como viables por su proporción aceptable de área teñida en el embrión, pueden ser clasificadas en fuertes y débiles, por su brillantez y magnitud del color obtenido.

En el Cuadro 4.3 se muestra el análisis de varianza para esta variable, que mostró diferencias altamente significativas entre lotes para la viabilidad medida en este ensayo, y al observar la comparación de medias (Cuadro 4.4) se encontró que los resultados de viabilidad medidos en este ensayo estuvieron en el rango de 74-88%, encontrándose que el lote mas alto correspondió al lote número 8, que fue igualmente el más alto para germinación estándar, seguido de lotes como el 9,13,6,14 y 11 que fueron iguales estadísticamente, y el grupo con mas alta viabilidad y mas alta germinación.

En general se observa un ligero aumento en la viabilidad medida en este ensayo en comparación a los valores obtenidos en capacidad de germinación. Además se observa que el valor mas bajo de calidad fisiológica apenas alcanzó 74%

y este resultado se obtuvo tanto en la prueba estándar de germinación como en la viabilidad con tetrazolio y en ambos casos resultó ser el mismo lote (17).

En general la calidad fisiológica, medida en esta prueba, se estimó así mismo, baja, ya que un número de lotes no lograron alcanzar el mínimo aceptable por este factor, y los que lo alcanzaron en el límite y ligeramente arriba del límite, mínima de germinación.

Esto corrobora enfáticamente los efectos negativos en este ciclo de producción, para calidad fisiológica de la semilla, al encontrarse lotes abajo, cerca y ligeramente arriba de la norma de certificación (80%), observándose además daños peculiares en este ensayo como necrosis en la base del embrión, en semillas no viables, efectos de daño mecánico en el embrión, que al ser sometidos al manejo de acondicionamiento de la semilla para la prueba hicieron más evidentes las quebraduras a nivel del embrión.

Así mismo en este ensayo se observó muy claramente una contracción de la plúmula que aunque teñida tendió a contraerse, pudiendo ser causa de anormalidad, durante la germinación, donde se observó que de las plántulas normales, dentro de las clasificadas como débiles, algunas presentaron una plúmula de un tamaño sumamente inferior al mínimo aceptable para plántula normal, lo cual representa no solo pérdida de vigor, sino capacidad de germinación. (Cuadro A-2).

## **Vigor**

El vigor de la semilla es el atributo de la calidad fisiológica que determina el desempeño de las semillas en el campo, semillas de alto vigor tienen la capacidad de emerger con rapidez y uniformidad y establecer plántulas, logrando así obtener las poblaciones óptimas deseadas para cada cultivo, y esto podrá hacerlo bajo un amplio rango de condiciones. Las semillas de un vigor medio podrán funcionar bajo condiciones óptimas de campo. A la madurez fisiológica las semillas alcanzan el máximo vigor y desde este punto la pérdida de éste dependerá de las condiciones climáticas prevalecientes en el período precosecha.

Condiciones extremas de alta humedad relativa, por presencia de lluvias, juntamente con temperaturas altas, causarán pérdida de vigor por diferentes causas, activación de la semilla, resultando en germinación prematura, desarrollo de microflora patógena con efectos negativos en la presentación física de la semilla y otros. De esta manera el vigor de la semilla es lo primero en afectarse del componente fisiológico.

En el presente estudio, puede verse con claridad la reducción de vigor por efectos del medio ambiente. En el análisis de varianza (Cuadro 4.5) se pueden observar diferencias altamente significativas para el vigor estimado en el primer conteo de germinación, mientras que para el vigor medido mediante el ensayo de envejecimiento acelerado solo mostró diferencias significativas.

Cuadro 4.5 Cuadrados medios y significancias de las variables de calidad fisiológica de lotes de semilla de sorgo producción Tamaulipas Norte P.V. 1997.

<b>FV</b>	<b>gl</b>	<b>Primer conteo</b>	<b>gl</b>	<b>Vigor (E.A.)</b>
Lotes	17	183.769**	17	24.412*
Error	54	16.616	18	11.444
<b>CV</b>		<b>7.05%</b>		<b>4.22%</b>

\*\* significancia a  $p=0.01$

• significancia a  $p=0.05$

Al observar el Cuadro 4.6 de comparación de medias se muestran los valores de germinación normal al primer conteo, en el rango de 41 a 66%, los que son indicativos de velocidad con que los lotes de semilla llevarán a cabo la germinación y emergencia. Estos valores pueden ser considerados de un vigor bajo a medio, lo cual se observa igualmente en la obtención de plántulas fuertes en el ensayo estándar de germinación, donde estas estuvieron en el rango de 63 - 80% las que incluyen las obtenidas en el primer conteo de germinación mas las fuertes del segundo conteo. (Cuadro A-2).

Cuadro 4.6 Comparación de medias de las variables primer conteo de germinación y vigor (envejecimiento acelerado) de lotes de semilla de sorgo producción Tamaulipas Norte P.V. 1997.

LOTE	Primer Conteo (%)	LOTE	Vigor E.A. (%)
6	66.00 a	8	85.50 a
8	66.00 a	6	85.00 a
11	65.50 a	5	83.50 ab
9	64.00 ab	9	83.50 ab
10	63.75 ab	13	83.00 ab
7	62.25 abc	11	82.00 ab
15	61.50 abcd	15	81.00 ab
12	59.75 abcde	10	81.00 ab
3	59.50 abcde	14	81.00 ab
2	57.50 bcdef	4	79.50 ab
13	57.00 cdef	12	79.00 abc
14	56.50 cdef	7	79.00 abc
18	55.00 def	2	79.00 abc
5	54.75 ef	3	78.00 abc
4	52.25 fg	1	78.00 abc
16	51.25 fg	18	78.00 abc
17	47.50 g	16	76.00 bc
1	41.25 h	17	71.00 c

Así mismo en el Cuadro 4.6 se muestran los valores de germinación normal después de envejecimiento acelerado, los que oscilaron de 71 a 85% y de acuerdo a estos resultados el vigor podría calificarse de medio a alto lo cual no concuerda con los anteriores parámetros de vigor observados, ni con los resultados de germinación normal en la prueba estándar los cuales están en el rango de 74 a 87% ya que era de esperarse que el estrés impuesto redujera en mayor medida la germinación normal. La explicación a esto es, la reducción de plántulas fuertes, es decir la germinación normal después de envejecimiento pareciera ser alta, pero al observar las plántulas fuertes después del estrés estas estuvieron en el rango de 53 - 72% mientras que en la germinación

estándar oscilaron de 63 – 80%, lo mismo las plántulas débiles fueron aumentadas en el envejecimiento, ya que al comparar las obtenidas en la prueba estándar de germinación fueron de 2 – 14% mientras que en el envejecimiento acelerado aumentaron en el rango de 7 – 25%. (Cuadro A-2). Además el que la germinación no fuera drásticamente reducida después del envejecimiento acelerado obedece al hecho de que la calidad es reciente y el nivel alcanzado es estable, y además a que la semilla de sorgo es un cultivo que tolera temperaturas altas, lo que parece indicar que el estrés impuesto de 42°C resultó solo en diferenciar plántulas fuertes y débiles.

Así mismo los efectos negativos en el desempeño de las semillas es notorio al observar un tipo de anomalía poco característico, esto es, dentro de las plántulas normales débiles en el ensayo estándar se encontraron plántulas de plúmula demasiado corta, estas estuvieron en el rango de 1 – 4%, y en la prueba de vigor aumentaron a 1 – 7% (Cuadro A -2). Estas plántulas que se consideraron como normales débiles bien pudieron ser consideradas como anormales, dado lo corto de su plúmula (1cm) y de desarrollo débil. De ser así esto reduciría tanto el porcentaje de vigor como de germinación. Además este daño pudo ser notado al medir la viabilidad con tetrazolio ya que ciertas semillas viables mostraron una contracción de la plúmula, aunque esta anomalía no se cuantificó, pero es daño que pudo observarse desde nivel embrionario.

Así en estos parámetros de calidad fisiológica puede verse claramente los efectos de las condiciones prevalecientes en el ciclo de producción P.V. 1997, lo cual resultó en semilla que tuvo menor calidad al inicio de su almacenamiento. Todos estos resultados enfatizan la importancia de la calidad al momento de la cosecha y marcan drásticamente el efecto negativo que puede tener las condiciones ambientales del ciclo de producción, principalmente en el período precosecha.

## **Calidad Sanitaria**

### **Microflora**

La sanidad de la semilla expresada por la microflora patógena presente en la semilla es un indicador de la ausencia ó presencia de patógenos adquiridos por la semilla durante su producción y mayormente por algunas especies en particular en el período precosecha, como resultado de periodos de humedad relativa alta, que favorecen el desarrollo en la semilla de síntomas de un bajo nivel de sanidad.

En el Cuadro 4.7 se muestra el análisis de varianza para las incidencias de *Alternaria*, *Curvularia*, *Helminthosporium* y *Fusarium*, en los lotes de semilla de sorgo, así como la semilla libre de hongos. En dicho cuadro se observaron diferencias altamente significativas ( $p=0.01$ ) para los lotes con la presencia de *Alternaria*, *Helminthosporium*, así como en la semilla libre, mientras que la

incidencia de *Curvularia* en los lotes resulto ser significativa (p= 0.05). En cambio para *Fusarium* no fue significativo.

Cuadro 4.7 Cuadrados medios y significancias de los patógenos observados en la prueba de sanidad en lotes de semilla de sorgo producción Tamaulipas Norte P.V. 1997.

<b>FV</b>	<b>gl</b>	<b><i>Alternaria</i></b>	<b><i>Curvularia</i></b>	<b><i>Helminthosporium</i></b>	<b><i>Fusarium</i></b>	<b>Semilla Libre</b>
Tratamientos	17	310.364**	179.212*	82.837**	75.488	283.06**
Error	54	89.054	87.534	20.755	70.135	52.424
<b>CV</b>		13.13%	45.49%	95.52%	36.51%	74.14%

\*\* significancia a p=0.01

\* significativa a p=0.05

En la comparación de medias de los lotes Cuadro 4.8 para la incidencia de *Alternaria* se observó que el lote 18 fue el mejor ya que presentó la menor incidencia de este hongo (50.9%) mientras que los lotes 12 y 9 fueron los que presentaron la mayor incidencia de este patógeno (86.7%). Para *Curvularia* se pudo observar también que el lote 18 fue el mejor ya que presentó la menor incidencia (8.5%), mientras que el lote 8 registró la mayor incidencia (30.8%). De igual manera para *Helminthosporium* el lote 18 tuvo la menor incidencia (1.3%) mientras que los lotes 2 y 5 fueron los que presentaron mayor incidencia (14.3 y 14.2%) respectivamente. Para *Fusarium* el lote 3 tuvo la menor incidencia con

(12.5%), y los lotes 8, 9 y 14 fueron los que presentaron mayor incidencia(29.1, 27.4 y 29.7%) respectivamente. El lote 18 fue el que presentó el mayor porcentaje de semilla libre de microorganismos(27.8%) y los lotes 1,2 y 5 fueron los que presentaron el menor porcentaje de semilla libre(1.3%).

Al observar los diferentes daños a la semilla en relación a su condición sanitaria (Cuadro A-3) puede verse en primer lugar la presencia de semilla manchada encontrada en una examinación visual. Este daño se presentó en niveles de 3-17%. Observándose además presencia de estructuras sobre la semilla diferentes al manchado ó decoloración de la semilla. Estas estructuras se presentaron en niveles de 52 – 94% siendo mayormente presentes en semilla menos manchada, lo que pareciera indicar que se trata de daños causados por diferentes microorganismos.

Con relación al porcentaje de semillas infectadas en los diferentes ensayos de sanidad (Cuadro A-3) los niveles fueron en todos los casos bastante altos 81-100% de semillas infectadas en incubación en PDA; 76-100% en el ensayo de blotter con congelamiento; y 86-100% en la prueba de germinación para sanidad. Todas estas pruebas proporcionaron condiciones óptimas para el desarrollo de los microorganismos presentes.

Las especies encontradas fueron en orden de severidad *Alternaria*, *Curvularia*, *Helminthosporium*, y *Fusarium* y los porcentajes de semilla libre estuvieron en el rango de 1.3 – 27.8%. Todos estos resultados corroboran los

efectos negativos del medio ambiente en la calidad de la semilla, manifestados primeramente por la presencia del complejo de hongos de campo presentes en la semilla en altos porcentajes.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Christensen y Kaufmann (1969) quienes reportan la decoloración de la semilla, arrugamiento de semilla y debilidad ó muerte de los embriones, y reportado igualmente por Roberts 1972. Dichos autores reportan así mismo reducción de la germinación por esta condición sanitaria de la semilla, efectos que en el presente trabajo fueron claramente manifiestos, encontrándose así ciertos efectos negativos y alteración de los atributos de calidad. En el presente estudio pudo verse que todas las características de calidad fueron seriamente afectadas y que tanto la calidad física, fisiológica y sanitaria fue negativamente afectada. De esta manera estos resultados ponen de manifiesto la importancia de la calidad de semilla y cómo el nivel de calidad alcanzado por ciertos atributos repercute sobre otros.

Cuadro 4.8 Comparación de medias de la incidencia de los patógenos detectados en la prueba de sanidad en semillas de sorgo producción Tamaulipas Norte P.V. 1997.

Lote	<i>Alternaria</i>	<i>Curvularia</i>	<i>Helminthosporium</i>	<i>Fusarium</i>	Semilla Libre					
1	70.8	bc	25.42	Abc	4.2	c	21.6	ab	1.3	f
2	67.5	bc	29.00	Ab	14.3	a	16.7	ab	1.3	f
3	73.2	abc	18.20	Abcd	11.4	ab	12.5	b	6.6	def
4	74.0	abc	13.90	bcd	1.3	c	23.5	ab	4.2	ef
5	72.9	abc	20.23	abcd	14.2	a	17.5	ab	1.3	f
6	74.4	abc	18.35	abcd	7.1	bc	21.7	ab	4.2	ef
7	67.9	bc	17.08	abcd	4.2	c	23.5	ab	8.5	def
8	75.1	abc	30.80	a	4.2	c	29.1	a	4.2	ef
9	86.7	a	23.52	abcd	1.3	c	27.4	a	4.2	ef
10	83.5	ab	23.63	abcd	1.3	c	22.2	ab	4.2	ef
11	72.6	abc	15.70	abcd	1.3	c	25.6	ab	13.0	cdef
12	86.7	a	19.58	abcd	1.3	c	26.4	ab	4.2	ef
13	64.2	cd	29.67	ab	7.1	bc	22.0	ab	21.3	abc
14	59.2	cd	15.70	abcd	7.1	bc	29.7	a	24.6	ab
15	69.8	bc	21.90	abcd	1.3	c	21.3	ab	11.4	cdef
16	74.4	abc	9.600	cd	1.3	c	22.2	ab	14.8	bcde
17	68.7	bc	29.42	ab	1.3	c	26.5	ab	18.2	abcd
18	50.9	d	8.525	d	1.3	c	22.8	ab	27.8	a



## CONCLUSIONES

1.- Los resultados obtenidos en el presente estudio pusieron nuevamente de manifiesto que las condiciones climáticas después de madurez fisiológica juegan un papel muy importante en la obtención de semilla de buena calidad.

2.- Lotes de semilla recién cosechada no presentan la misma calidad para diferentes factores, en respuesta a las condiciones enfrentadas en pre-cosecha y como resultado de su susceptibilidad ó resistencia a las mismas.

3.- Las condiciones ambientales extremas enfrentadas por las semilla en pre-cosecha afectan un alto número de atributos de calidad. De estos el sanitario y el fisiológico son los más afectados seguidos de algunas características físicas

4.- Es evidente que al afectarse ciertos atributos, otros son consecuentemente afectados, disminuyendo de esta manera la calidad mínima aceptable.

5.-Las diferentes pruebas y ensayos de calidad permitieron el reconocimiento amplio de la condición de la semilla para estimar su nivel de calidad.

6.-Es evidente que un solo ó par de atributos no siempre son suficientes para estimar la condición de lotes de semilla.

7.-Los lotes que lograron mayor calidad lo manifestaron en diferentes atributos, lo que demostró la efectividad de los ensayos.

8.- El lote N°8 resultó el de mayor calidad y mostró consistencia en diferentes ensayos.

## **RESUMEN**

La región Norte de Tamaulipas es considerada una zona importante de producción de semilla de sorgo a nivel nacional; y aquí las condiciones ambientales ya no son del todo favorables para producir semillas de alta calidad ya que en los meses de mayo, junio, julio se han presentado elevadas temperaturas, alta humedad relativa por presencia de lluvias en las últimas etapas del desarrollo de la semilla. Esto ocasiona que la semilla es expuesta a alto contenido de humedad lo que provoca el desarrollo de microorganismos patógenos y otros daños ala semilla. Todo esto en conjunto provoca una severa disminución en la calidad de la semilla lo que ha representado grandes pérdidas económicas para los productores de semilla de esa región.

En el presente estudio se evaluó la calidad de lotes de semilla de sorgo mediante diferentes ensayos para poder evaluar los atributos de calidad y de esta manera conocer los niveles de calidad alcanzados en el ciclo P.V.1997.

Se llevaron acabo las pruebas de calidad física, fisiológicas y de sanidad. Esto

con el fin de saber que lotes de semilla estaban dentro de las normas del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas.

Los resultados demuestran lo importante que es la calidad en semilla y como los atributos influyen unos sobre otros.

Los niveles de calidad encontrados fueron variables encontrándose en general una calidad media a aceptable. Todas las características de calidad fueron notoriamente afectados, viéndose los efectos en tamaño y peso de semilla, germinación y vigor, y sanidad respecto al desarrollo de microorganismos. Los lotes de nivel aceptable lo demostraron en los diferentes ensayos así como aquellos de nivel medio a bajo.

## LITERATURA CITADA

Abdul-Baki, A.A. 1980. Biochemical aspects of seed vigor. HortScience , Vol. 15 (6) : 765-774. United States of America.

Abdul-Baki, A.A. and J.D. Anderson 1972. Physiological and biochemical deterioration of seeds. In: Seed biology vol. II. T.T. Koslowsky (ed.). pp. 283-316. Academic Press. New York. USA. Crop. Sci. 10: 36-39. USA.

Andrews, H.C. 1971. Seed quality and crop performance. In: Handbook of seed technology. Seed technology laboratory, Mississippi State University. State College, Mississippi. pp. 367-377. USA.

Association of Official Seed Analysts. (AOSA). 1983. Seed vigor testing handbook. Contribution No. 32 to the handbook on seed testing. Association of Official Seed Analysts. United States of America. 88 p.

Austin, R.B. 1972. Effects of environment before harvesting In: Viability of seeds. E. H. Roberts. (ed.) pp. 104-109. Syracuse Univ. Press., Syracuse, New York. USA.

Azizul, A.J.M., J.C. Delouche and C.C. Baskin. 1973. The pattern of glutamic acid decarboxylase degeneration and its relation with rice seed deterioration. Proc. AOSA. Vol. 63:155-160. USA.

Baskin, C.C. 1987. Seed maturity influences quality. Proc. Short Course for Seedsmen. Seed Technology Laboratory. Vol. 29:7-12. Mississippi State University. Mississippi, United States of America.

Copeland, L.O., and M.B. Mc Donald. 1985. Principles of Seed Science and Technology. 2 ed. MacMillan Publishing Company. United States of America. 321 p.

Chang, L.Y. and J.A. Robertson. 1968. Growth and yield of progeny of nitrogen and phosphorus fertilized barley plants. Can J. Plant. Sci. 48:57-66. Canada.

Chowdhury, S.I. and I.F. Wardlaw. 1978. The effect of temperature on kernel development in cereals. Aust. J. Agric. Res. 29:205-223. Australia.

Christensen, C.M., and H.H. Kauffman. 1969. Grain storage. The role of fungi in quality loss. University of Minnesota Press. United States of America. 153 p.

Delouche, J.C. 1964. Seed maturation. Seed technology laboratory, Mississippi State University, prepared for International Training Course on Seed Improvement for Latin America and Caribbean Area. Campiñas Brazil. 15 p.

\_\_\_\_\_. 1980. Environmental effects on seed development and seed quality. Hort. Sci. Vol. 15(6):775-780. USA.

\_\_\_\_\_. 1981. Environmental effects on seed production and quality. Proceedings of the short course for seedsmen. Vol. 23:71-79. Seed Technology Laboratory. Mississippi State Mississippi. USA.

\_\_\_\_\_. 1985. Quality control. Proc. Short Course for Seedsmen. Vol. 27:83-94. Mississippi State University. Mississippi, United States of America.

\_\_\_\_\_. 1986. Physiological seed quality. Proc. Short Course for Seedsmen. Vol. 28:51-59. Mississippi State University. Mississippi, United States of America.

Delouche, J.C. and C.C. Baskin. 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. Seed Sci & Tech. Vol. 1:427-452. The Netherlands.

Echandi, Z.R. 1978. Pruebas de semillas como elemento esencial en el control de calidad. In: Seminario Internacional sobre Tecnología de Semillas para Centro América, Panamá y el Caribe. Boyd, A.H., R.Z. Echandi (Eds.). p. 1-4. San José Costa Rica.

Fernández, R.G. and R.J. Laird. 1959. Yield and protein content of wheat in Central México as affected by available soil moisture and nitrogen fertilization. Agron. J. 51:33-36. USA.

Flores, M.J. 1989. Efecto de los factores climáticos sobre la calidad de la semilla de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) después de madurez fisiológica. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.

Harrington, J.F. 1973. Biochemical basis of longevity. Seed Science and Technology. 1:453-461. USA.

Helmer, J.D. 1980. Seed deterioration. Proc. Short Course for Seedsmen. Seed Technology Laboratory. Vol. 22:105-112. Mississippi State University. Mississippi, United States of America.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1997. Boletín de información oportuna del sector alimentario

International Seed Testing Association 1996. International Rules for Seed Testing. Seed Sc. And Technology. 24 Supplement.

Lowe, L.B.; G.S. Ayers and S.K. Ries. 1972. The relationship of seed protein and aminoacid composition to seedling vigour and yield of wheat. Agron. J. 64:608-611. USA.

Miles S.R. 1963, Handbook of Tolerances. Proc. Int. Seed Test Assoc. Vol 28 N° 3; 644-650. The Netherlands.

Miranda, F. 1984. Madurez fisiológica de las semillas. VIII Curso de Postgrado en Tecnología de Semillas. CIAT. Cali, Colombia. 13 p.

Ortíz, C., J.; R.V. Bernal; E. Sánchez y M. L. Ortega. 1983. Algunos aspectos bioquímicos y fisiológicos de la germinación del grano de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) en la panícula. Agrociencia No. 54:125-141. Chapingo. México.

Ries, S.K.; O. Moreno, W.F. Meggitt; C.J. Sheizer, and S.A. Astikar. 1970. Wheat seed protein chemical influence on and relationship to subsequent growth and yield in Michigan and México. Agron. J. 62:746-748. USA.

Roberts E.H. 1972 Viability of Seeds. Syracuse University Press. Great. Britain.

Sayers R. 1982 Pruebas de germinación y vigor. Memorias del curso de actualización sobre tecnología de semillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coah. México.

Thomson J.R. 1979. An Introduction to Seed Technology. Leonard Hill. Great Britain.

## **APÉNDICE**

Cuadro A-1 Resultados de Calidad Fisiológica (Viabilidad) en lotes de semillas de sorgo de producción Tamaulipas Norte PV 1997.

No. Lote	Germinación Estandar			Viabilidad Tz		Clasificación Viables (Tz)	
	N %	A %	M%	Viable%	No Viab. %	Fuertes%	Debiles%
1	77	12	11	81	19	46	35
2	79	11	10	77	23	46	31
3	79	11	10	81	19	50	31
4	80	14	6	80	20	52	28
5	80	10	10	78	22	55	23
6	82	12	6	84	16	54	30
7	78	11	11	79	21	47	32
8	87	7	6	88	12	58	30
9	86	8	6	85	15	59	26
10	80	11	9	82	18	51	31
11	84	10	6	83	17	53	30
12	80	13	7	82	18	48	34
13	82	10	8	84	16	52	32
14	81	10	9	83	17	51	32
15	81	12	7	82	18	51	31
16	77	16	7	79	21	47	32
17	74	15	11	74	26	52	22
18	79	13	8	81	19	55	26

Cuadro A-2 Resultados de Calidad Fisiológica (Vigor) de lotes de semilla de sorgo de producción Tamaulipas Norte PV 1997.

No.	PCG	Clasificación de plantulas (G.E)			Germinación (E.A)			Clasificación de Plantulas (E.A)		
		F %	D%	(*)	N%	A%	M%	NF%	ND%	(*)
1	41	63	15	5	78	15	7	53	25	7
2	57	73	6	1	79	15	6	60	19	4
3	59	72	6	1	78	14	8	67	11	2
4	52	73	6	2	79	14	7	65	14	4
5	54	71	12	3	83	12	5	67	16	5
6	66	76	9	2	85	8	7	68	17	2
7	62	75	4	1	79	15	6	67	12	2
8	66	80	5	1	85	8	7	73	12	1
9	64	78	5	2	83	8	9	70	13	2
10	63	73	8	2	81	10	9	68	13	1
11	65	78	4	2	82	12	6	69	13	2
12	59	72	7	1	79	12	9	67	12	1
13	57	77	6	1	83	9	8	66	17	1
14	56	75	6	3	81	9	10	67	14	3
15	61	75	6	1	81	9	10	67	14	1
16	51	67	9	2	76	15	9	67	9	2
17	47	63	8	4	71	17	12	64	7	2
18	55	68	10	4	78	11	11	65	13	3

PCG. Primer conteo de germinación

(\*) Plúmula corta.

Cuadro A-3 Resultados de Calidad Sanitaria en lotes de semilla de sorgo de producción Tamaulipas Norte 1997.

No.	Examen Visual		INCIDENCIA DE PATOGENOS		
	Lote	S.Manchada %	Estructuras %	PDA %	BLOTTER %
1	17	71	100	100	91
2	10	61	100	100	90
3	10	57	98	100	95
4	7	64	99	100	92
5	4	52	100	100	93
6	5	56	99	96	95
7	4	87	98	100	91
8	4	82	99	88	90
9	4	89	99	100	99
10	3	90	99	100	96
11	4	92	97	100	96
12	5	94	99	100	100
13	Semilla Acondicionada.		81	84	86
14	Semilla Acondicionada		88	88	88
15	Semilla Acondicionada		97	92	89
16	Semilla Acondicionada		94	76	90
17	Semilla Acondicionada.		94	84	89
18	Semilla Acondicionada		83	80	86