

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



**Selección “*In vitro*” de Maíces Nativos de  
Diferentes Nichos Ecológicos para Tolerancia a  
Sequía.**

**POR**

**JUAN RIVERA ALCANTAR  
TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO.**

**MARZO DE 2004**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
DIVISIÓN DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**

**SELECCIÓN “*In vitro*” DE MAÍCES NATIVOS DE DIFERENTES NICHOS ECOLÓGICOS PARA  
TOLERANCIA A SEQUÍA.**

**POR:**

**JUAN RIVERA ALCANTAR**

**TESIS**

**QUE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN  
APROBADA:**

**EL PRESIDENTE DEL JURADO**

**\_\_\_\_\_  
Q.F.B. MA. ELENA GONZALEZ GUAJARDO.**

**VOCAL**

**VOCAL**

**\_\_\_\_\_  
ING. MC. TOMAS MANZANARES AGUIRRE.**

**\_\_\_\_\_  
BIOL. SOFÍACOMPARAN SANCHEZ.**

**SUPLENTE**

**\_\_\_\_\_  
ING. MC. FELIPA MORALES LUNA**

**COORDINADOR DE AGRONOMÍA**

**\_\_\_\_\_  
ING. MC. ARNOLDO OYERVIDES GARCÍA**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MÉXICO.  
MARZO DE 2004**

## DEDICATORIAS

*A Dios por darme la gran oportunidad de vivir muchas gracias.*

### A MIS PADRES

*Sra. Graciela Alcantar Armenta.*

*Sr. José Guadalupe Rivera Vega.*

*Por darme la vida y lo mejor que los padres puedan dar a sus hijos; su cariño y comprensión, con sus valiosos consejos que no los he de olvidar, sus bendiciones que siempre llegan a mí; a ustedes que nunca les podré pagar por todo lo que han hecho por mí. Dios bendiga a mis padres.*

### A TI PAPÁ

*Por ser esa persona tan especial en mi vida, por darme la oportunidad de superarme y por creer en mí. Gracias papá.*

## *A TI MAMÁ*

*Por ser lo más hermoso de tenerme a ti madre, porque me diste la vida, tu cariño, cuidados, desvelos, sacrificios; porque siempre has estado conmigo en todo, por tus consejos que siempre tengo presentes; por todo lo que has hecho por mí gracias mamá.*

## *A MIS HERMANOS*

*José Jesús*

*Luz*

*Alicia*

*Blanca*

*Salmón*

*Camelia*

*Norma*

*Maribel*

*Carmela*

*Guadalupe*

*Graciela*

*J Jerónimo*

*Por todos los esfuerzos y sacrificios realizados para hacer posible mi formación muchas gracias.*

## *A MIS PRIMOS*

*Humberto*

*David*

*Lupe*

*Yoana*

*A quienes he compartido alegrías y tristezas. A quienes están conmigo en las buenas y en las malas, con mucho cariño y afecto a ustedes que gracias a su comprensión y apoyo he cumplido mi mas grande anhelo **gracias.***

## *A MIS SOBRINOS*

*Cesar Osvaldo*

*Alejandra*

*Jacqueline G*

*Kevin*

*Brayan*

*Por ser unos traviesos angelitos que dios me regalo. Por compartir sus travesuras y alegrías durante todo este tiempo.*

## *A MIS ABUELITOS*

*José Jerónimo Rivera Espinoza (+)*

*María Luz Ríos Vega*

*Ma. Elena Armenta*

*Rafael Alcantar*

*Le doy gracias a dios por darme unos abuelitos tan buenos y tan comprensivos para conmigo y mi familia, los cuales nos guiaron por el buen camino lo cual se los agradezco con todo mi corazón **gracias.***

## *A MI CUÑADA Y A MIS CUÑADOS*

*MA. De Lourdes y J, Jesús, por su valioso apoyo que me brindaron durante toda mi carrera; gracias a ustedes mi sueño se ha cumplido **gracias.***

*Camelia y Agustín , Por su apoyo económico y por su valor moral durante mi estancia en este Universidad **muchas gracias.***

*Blanca y Jorge, le doy las gracias por su apoyo incondicional, que me dieron durante mi estancia en la universidad **muchas gracias.***

*A Mi novia Carmela Laguna que quiero mucho quiero darle las gracias por su confianza y comprensión que ha tenido para mí durante todo este tiempo gracias.*

*A la familia RIVERA ELIZARRAZ, quiero agradecerles con todo mi corazón, por darnos su amor y su apoyo. Que dios los bendiga.*

## AGRADECIMIENTOS

### *A MI "ALMATEERRA MATER"*

*Por abrigarme en su seno a partir desde el primer día que ingrese hasta el final de mi carrera; por permitir superarme, así como enseñarme a trabajar, lo más hermoso que alimenta a nuestro pueblo mexicano "EL CAMPO", además de obtener la herramienta necesaria para aprovechar al máximo sus frutos **gracias.***

*Mi mas sincero agradecimiento a la Q.F.B. María Elena González Guajardo, Por aceptarme como su tesista; además de su valioso apoyo y dedicación para conmigo y así culminar exitosamente mi trabajo **gracias.***

*Agradezco al ING. M.C. Tomas Manzanares Aguirre, por su apoyo en este trabajo de investigación y por formar parte del jurado calificador **gracias.***

*Agradezco a la Bióloga Sofía Comparan, por su confianza y su sencillez que tuvo para conmigo al realizar mi trabajo, y por ser parte del jurado calificador **gracias.***



*Agradezco a la ING. M.C. Felipa Morales Luna. Por su apoyo en este trabajo por su paciencia y sencillez y por su participación en el jurado calificador gracias.*

*A agradezco al Dr. Bolaños por su apoyo que me supo brindar durante la revisión de mi trabajo tanto en lo estadístico como en el literatura muchas gracias.*

*Agradezco al ING, Rodolfo Betancourt, por su apoyo que se me dio para mi, cuando realizaba mi trabajo de tesis. Gracias.*

*Agradezco a mis amigas Martha Jaramillo y Cristina Betancourt, por su apoyo que me brindaron en el laboratorio y por su confianza muchas gracias.*

*Agradezco a mi mejor amigo Omar Ventura Cano, No tengo palabras para decirle, gracias por su amistad, confianza y su sencillez, que durante mucho tiempo hemos compartido. Alegrías y tristezas y en algunos casos nos hemos enojado pero a que somos buenos amigos de verdad, nuestra amistad seguirá a flote. Gracias.*

*Quiero agradecerles a todos mis amigos que durante me estancia en la universidad, pasamos buenos y malos momentos: Omar V, Cuco E, Miguel Martínez, Miguel A, Negrete, Ramón A, Eduardo G, Juan M Jiménez, Sergio R, Gustavo R, Marco David N, Juan Luis, Guillermo P, Raúl B, Ramón, Ricardo, Adrián, José S, J, Mario E, Juan M Quiroz, Teófilo, Armando, Alejandro, Morro, Anselmo, Erick Chuas, Don Sergio, Pablo, Ismael, Nibardo, Francisco, Elías, Gerardo Mota, Rosa Aguilar, Marisol, Azucena, Araceli, Noemí, Teresa, Guadalupe C, Jaime, Luis, Juan José, Candelario, Luis Miguel, Teófilo Contreras, Bananas, Juanote, Irvin, Francisco V, Ozziel, Horacio V, Cruz Alias el Querétaro, Antonio "Toni" Rolando, Felipe, José Feliciano, Alfredo, Diego, Mario M, Bimbo, Macías, Sagrario, Rosa Lía, Bety y a todos mis paisanos de Guanajuato.*

*Gracias por darme la oportunidad de convivir con todos ustedes y brindarme su amistad **gracias.***

*A todos los maestros de esta institución que contribuyeron a mi formación profesional; al brindar parte de sus como cimientos y su amistad durante mi carrera **gracias.***

# INDICE

	PAGINAS
DEDICATORIAS.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	viii
INDICE DE CUADROS.....	xiii
I.-INTRODUCCION .....	1
JUSTIFICACION .....	5
OBJETIVOS .....	7
HIPOTESIS .....	7
II.-REVICION DE LITERATURA .	
DEFINICION DE SEQUIA .....	8
RESISTENCIA A SEQUIA .....	10
RESPUESTA DE LA PLANTA HACIA LA SEQUIA .....	12
DAÑOS QUE OCACIONA LA SEQUIA .....	13
CARACTERISTICAS DE LAS PLANTAS RESISTENTES A LA SEQUIA .....	14
RASGOS MORFOLOGICOS .....	14
RASGOS FISIOLÓGICOS .....	15
EFFECTOS DE LA SEQUIA SOBRE EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS .....	16
TENDENCIAS ACTUALES EN EL MEJORAMIENTO GENETICO PARA RESISTENCIA A SEQUIA .....	17
SELECCIÓN DE GENOTIPOS PARA RESISTENCIA A SEQUIA MEDIANTE AGENTES OSMOTICOS .....	18
MANITOL .....	18
SACAROSA .....	19
MÉTODOS DE SELECCIÓN PARA RESISTENCIA A SEQUIA .....	20
METODO DE CAMPO .....	23
METODO DE INVERNADERO .....	24
METODO DE LABORATORIO .....	25
III.-MATERIALES Y METODOS .....	26

PREPARACION DEL MATERIAL .....	30
SIEMBRA DE LOS MATERIALES .....	30
INCUBACION .....	31
TOMA DE DATOS .....	31
ANALISIS ESTADISTICO .....	32
IV.- RESULTADOS Y DISCUCCION .....	33
CONCLUSIONES .....	44
BIBLIOGRAFIA .....	45

## INDICE DE CUADROS

	PAGINAS	
3.1 MATERIAL GENETICO UTILIZADO (GENEOLOGIA) .....		26
COLECTAS DE LOS ESTADOS DE COAHUILA, DURANGO, N.L, ZACATECAS, S.L.P.		
3.2 ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE .....		34
LONGITUD DE PLUMULA A LA PRESION OSMOTICA DE -5 BARS CON MANITOL.		
3.3 CONCENTRACION DE PRUEVA DE MEDIAS .....		35
PARA LA VARIABLE LONGITUD DE PLUMULA A LA PRESION OSMOTICA DE -5 BARS CON MANITOL.		
3.4 ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE .....		37
LONGITUD DE RAIZ A LA PRESION OSMOTICA DE -5 BARS CON MANITOL.		
3.5 CONCENTRACION DE PRUEVA DE MEDIAS .....		38
PARA LA VARIABLE LONGITUD DE RAIZ A LA PRESION OSMOTICA DE -5 BARS CON MANITOL.		
3.6 MEDIAS DE LAS VARIABLES PLUMULA Y RAIZ CON MANITOL .....		40

## **INTRODUCCION**

El maíz es el cultivo que ocupa el tercer lugar entre los más importantes del mundo, después del trigo y el arroz. Es el cultivo que en el pasado ocupó grandes superficies de hectáreas en condiciones muy diversas, por la gran variabilidad de ambientes en nuestro país aunque la mayor parte se siembra en áreas de temporal o áreas marginales principalmente con escasa y mala distribución de lluvias.

La producción agrícola del país, no podrá aumentar sustancialmente si no se toma en cuenta en forma mas decidida la participación de los campesinos, que Además de que la mayor parte de la superficie sembrada es de temporal, teniendo rendimientos bajos en la mayor parte de los ambientes debido a la escasa y mala distribución de la precipitación pluvial y una pequeña parte se siembra bajo riego.

Otro factor que contribuye a elevar la producción es el empleo de variedades o híbridos mejorados capaces de producir hasta el triple que los materiales criollos, dado que tienen un enorme potencial genético para obtener altos rendimientos, siempre y cuando las condiciones ambientales y edáficas, así como el manejo del cultivo sean los adecuados.

Estos materiales se pueden crear con el enriquecimiento de la variabilidad genética que poseen los maíces criollos.

En México, las zonas semiáridas cubren una superficie aproximada de 3.3 millones de hectáreas y tiene una precipitación de 200-450mm anuales. Por otra parte el área de temporal suma el 80% de la superficie total cultivable.

La sequía es uno de los factores ambientales que mayormente limitan la productividad de los cultivos en la mayoría de las áreas temporaleras y es definida como la ausencia o escasez de precipitación que afecta a este tipo de agricultura en diferente grado según la época en que se presenta, su intensidad y duración.

En nuestro país se estima que cada año se pierden cosechas de un 23 a 37% de área sembrada, por efecto de la sequía. En los estados de Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí, la precipitación varía año con año y rara vez el campesino obtiene una buena cosecha.

La gran variabilidad de tipos de maíz creados a través del Fitomejoramiento ha permitido que se obtengan variedades resistentes a sequías, pero en la actualidad el cambio climático que ha experimentado la tierra obliga a crear otras variedades que se pueden obtener a partir del genotipo de maíz criollo.

En la actualidad solo la precipitación pluvial y el riego oportuno pueden aliviar por completo los efectos de la sequía sobre el rendimiento de los cultivos actualmente no existe un método confiable para aumentar la precipitación, durante el período de sequía. Si no se dispone de agua para irrigación las únicas soluciones son prácticas de cultivos que aumenten la disponibilidad de agua en el

suelo o la generación de nuevas variedades o híbridos que puedan tolerar en forma más eficiente a la sequía. Entre los trabajos para tolerancia a sequía destacan los métodos de laboratorio e invernaderos que hacen innecesario recurrir a experimentos en el campo, ya que en estos no hay la seguridad de contar con los períodos de sequía experimentalmente requeridos.

Una forma en la que podemos determinar la viabilidad de selección genotipo tolerantes a sequía es mediante experimentos de laboratorio en condiciones controladas y uniformes.

La riqueza en diversidad de maíz con la que cuenta México contribuye a la construcción de la soberanía alimentaría en nuestro país y garantiza la conservación de la especie para el mundo

El maíz trasgenico es el que ha sido modificado por medio de ingeniería genética. La ingeniería genética es la herramienta de la biología que se encarga de aislar los genes de un organismo para introducirlos en otros seres vivos. Los genes son las moléculas responsables de definir las características de los seres vivos, como el color de los pétalos de una flor, la resistencia de una planta a factores climáticos, el color de los ojos de las personas, etc.

Los organismos transgénicos representan riesgos para el ambiente, porque son productos, completamente nuevos en la naturaleza, que no han pasado por la prueba natural de la evolución y porque son resultado de una técnica muy



reciente, de la cuál todavía hay mucho por conocer, sobre todo de las consecuencias que pueden ocasionar a plantas, animales y personas de cada región

La cruce entre maíces existe, entre distintos maíces criollos y las variedades híbridas. Los maíces transgénicos también se cruzan con los maíces criollos que están ahora en peligro de contaminarse. Estas cruces se conocen como flujo genético y aunque los seres humanos no intervengan, el flujo genético ocurre porque el polen es transportado por el viento y los animales polinizadores.

Por qué son valiosos los maíces criollos

- Se han adaptado a los suelos y a nuestros climas con sus variaciones
- Tienen la máxima diversidad genética.

Riesgos de los transgénicos para la agricultura y el ambiente

- Que se salgan de control y contaminen a su propia especie
- Que se crucen con las variedades criollas, con sus parientes silvestres y los contaminen
- Que se crucen con plantas de la misma familia y se vuelvan superyerbas
- Que dañen a organismos benéficos que no son el "blanco" como a las mariposas Monarca
- Que las plagas se hagan resistentes y se vuelvan superplagas
- Que dañen a la red de vida en el suelo y por ello a su fertilidad
- Que contaminen cultivos convencionales y orgánicos

- Que dañen a la vida silvestre, a las aves, a los polinizadores y a toda la biodiversidad

Esto nos indica que la diversidad genética presente en el campo no es estática, sino que se mantiene en evolución constante como consecuencia de la introducción de genes nuevos y de la selección practicada por los campesinos. Es decir, las variedades se modifican en forma constante, aunque sin perder las características preferidas por los agricultores.

## **JUSTIFICACION**

El CIMMYT ha trabajado de forma directa desde 1997 en capacitar a los productores de Oaxaca y otros estados de México, y en generar para ellos prácticas agronómicas orientadas a incrementar la productividad y conservar o enriquecer la diversidad genética en las fincas y las comunidades. Asimismo, ha estudiado el flujo de genes de maíz entre campesinos y entre comunidades, y también las repercusiones de dicho flujo en la diversidad genética del maíz y de sus parientes silvestres, el teozintle y el *Tripsacum*.

La U.A.A.A.N en su función tanto docente como de investigación y desarrollo de igual formas se preocupa e involucra en las mejoras y conservación genético, como institución vanguardista y nacionalista.

El CIMMYT apoya el debate activo e informado sobre problemas fundamentales de la agricultura y la alimentación, y va sin decirse que el mantener

la diversidad genética del maíz, que es uno de los cereales más importantes del mundo, constituye un asunto crítico. De hecho, en el CIMMYT se han realizado grandes esfuerzos por conservar esta diversidad tanto en el campo como en el Centro de Recursos Fitogenéticos Wellhausen-Anderson, nuestro banco de germoplasma.

La U.A.A.A.N a través del proyecto del rescate de maíces criollos contribuye a fortalecer el agro mexicano.

Este breve repaso de algunos aspectos relacionados con los transgenes y el maíz mexicano se ha centrado primordialmente en los efectos que éstos podrían tener en la diversidad genética. Cabe resaltar que las observaciones aquí asentadas son producto de modelos computarizados básicos que hay que verificar mediante experimentos específicos. Es claro que la introducción de un transgen repercutiría no sólo en el maíz, sino también en el medio ambiente y en el bienestar de los productores; asimismo, afectaría aspectos relacionados con el mercado, como la aceptación por parte del consumidor, la propiedad intelectual y el ámbito regulatorio. Estos temas deben ventilarse en foros apropiados.

## **OBJETIVOS**

- Evaluar *in vitro* los genotipos bajo estudio, para selección de tolerantes a sequía.
- Identificar los genotipos que presenten un mejor desarrollo del sistema radical.
- Aplicación de una técnica para detectar plantas tolerantes a la escasa humedad tolerable por el maíz en estado de plantula.

En base a la procedencia de las colectas utilizadas llegar a conocer cuales son las mas tolerantes a la sequía.

## **HIPOTESIS**

- El empleo de técnicas de laboratorio para identificar y seleccionar genotipos resistentes a sequía es eficiente.
- El sistema radicular de las plantas nos puede servir como indicador de la tolerancia ala sequía.
- Por la amplia variedad genética de los materiales existe también variabilidad de datos o respuestas a la aplicación de técnicas presentes en el laboratorio estimando que la radícula de las plantulas y la longitud de plumula pueden servir como indicadores de la tolerancia a la sequía en el laboratorio.

## **REVISION DE LITERATURA**

### **DEFINICION DE SEQUIA**

El agua es el componente más abundante e importante para los seres vivos. Sin embargo bajo condiciones de campo en ocasiones el suministro o abastecimiento es inadecuado para el desarrollo satisfactorio de las plantas. Consecuentemente los procesos fisiológicos como la transpiración, respiración y fotosíntesis los cuales influyen en la tasa de crecimiento de las plantas pueden ser adversamente influenciadas por el déficit hídrico.

Kramer (1980), menciona que la sequía es un estrés ambiental de suficiente duración para producir un déficit o estrés de agua en la planta, lo cual causa disturbios en los procesos fisiológicos.

May y Milthorpe ( 1962), señalan que la sequía es un evento meteorológico y ambiental que consiste en la ausencia de lluvias por un periodo de tiempo suficiente grande causando una reducción de humedad del suelo y un daño a las plantas.

Bidwell ( 1983), menciona que la sequía es probablemente una de las tensiones mas comunes que las plantas han de soportar. Los procesos fisiológicos normalmente deben mantenerse bajo condiciones ambientales ideales, sin embargo las plantas raramente viven bajo condiciones climatológicas adecuadas, por lo que viven frecuentemente en el límite de sus capacidades para

sobreponerse a una o mas condiciones adversas. Esto procede a una tensión considerable en el vegetal, el cual reacciona mediante varios mecanismos bioquímicas y fisiológicos para superar, evitar o neutralizar esa tensión.

Brawer (1985), señala que la importancia de los programas de mejoramiento de maíz de temporal y la convivencia de incorporar en los maíces regionales temporaleros, genes de resistencia a la sequía de manera que estos maíces permitan al agricultor obtener una cosecha modesta en condiciones en que generalmente se pierde a causa de la sequía.

Chico (2003), cita a Rosielle y Hamblin (1981), define que la tolerancia al estrés como la diferencia en rendimiento entre un ambiente de estrés y uno de no-estrés; la tolerancia esta definida por una pequeña diferencia en la productividad entre los dos ambientes.

Rajaran (1989), señala sequía como un periodo durante el cual la carencia de humedad de la planta y / o del suelo afecta el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Parsons (1970), define que existen un gran número de adaptaciones y mecanismos morfológicos, ecológicos y fisiológicos que permiten a las plantas evadir o tolerar periodos de sequía. Estos factores son empleados por muchas combinaciones que les confiere cierta resistencia.

Rojas (1959), Y Daubenmire (1982) mencionan que las condiciones de sequía, se obtienen por la concurrencia de dos factores: escasa lluvia y altas temperaturas.

## **RESISTENCIA ALA SEQUIA**

Fischer et al. (1983), mencionan en el contexto evolutivo la Resistencia a sequía normalmente sería la capacidad de la planta de una especie para sobrevivir y eventualmente reproducirse bajo humedad limitada.

Muños (1980), menciona que la resistencia a sequía es el conjunto de respuestas de una planta tal que le permiten reaccionar mejor que otra a la sequía, de su potencial genético promedio y de la interacción de este con las variaciones de humedad.

Bolaños y Edmeades (1989), definen en el sentido estrictamente biológico la tolerancia a la sequía implicaría una mayor producción de materia seca bajo condiciones de sequía y no solamente un mejor índice de cosecha.

Brauer (1983), menciona que bajo el nombre general de resistencia a la sequía se designa todo el complejo que puede descomponerse en varios tipos de resistencia a la sequía tales como a reacciones de latencia, tolerancia a la sequía, tolerancia a la desecación de marchites permanente, susceptibilidad, etc.

Muños (1980), menciona que se puede definir resistencia a la sequía como la capacidad de la planta para sobrevivir ante condiciones de sequía ambiental. Además dice que Pueden presentarse dos modalidades básicas de resistencia a sequía; tolerancia y evasión.

La tolerancia es la capacidad de una planta para sobrevivir bajo condiciones de sequía ambiental en base a su habilidad para soportar niveles avanzados en la caída del potencial hídrico.

La evasión es la capacidad de una planta para sobrevivir bajo condiciones de sequía basándose en su habilidad para conservar niveles relativamente altos de potencial hídrico.

Muños (1980), menciona que la resistencia a la sequía de las plantas anuales es muy alta al inicio del desarrollo, y va disminuyendo a medida que se diferencian los órganos reproductivos hasta la ocurrencia de los órganos florales, en cuya etapa la resistencia es mínima. Agregando que la resistencia es variable a través de las etapas del ciclo de vida de las plantas y es denominada ontogenética, y se diferencia de la resistencia promedio entre especies variedades o plantas, a la cual se denomina fitogenética.

Comenta el mismo autor que Para valorar la resistencia a la sequía es necesario no solo tener el comportamiento de la planta bajo sequía. Si no también bajo ausencia de sequía.



Con base en el modelo riego – sequía la resistencia ala sequía, puede definirse como la capacidad de una planta para producir bajo sequía en función de su potencial genético medio y de la interacción de ese potencial con las variaciones de humedad.

Finalmente indica que una variedad resistente a la sequía se debe seleccionar de acuerdo con el promedio (bajo ambas condiciones de humedad) y por la capacidad para reducir su producción en menor grado al pasar de la condición favorable a la desfavorable.

## **RESPUESTA DE LA PLANTA HACIA LA SEQUIA**

Rajaran (1989), indica que la mayoría de las plantas de maíz cuando estas se someten a un periodo de sequía enrollan sus hojas y detienen su crecimiento y si no mueren dentro del periodo de sequía, lo mas frecuente es que cuando vuelvan a tener condiciones favorables de humedad ya no puedan seguir creciendo, comensando a salir la panoja y a madurar la planta siendo su cosecha pequeña o nula.

## DAÑOS QUE OCASIONA LA SEQUIA

Quizenberry (1987), señala que la pérdida ocasionada por una sequía puede ascender a muchos millones de pesos. La pérdida directa se considera a los rendimientos reducidos en las cosechas. La estimación de pérdidas directas son más difíciles de evaluar, pero se incluyen pérdidas por cultivos no sembrados, por el abandono de tierras, por los cambios del uso de la tierra después de la sequía. Si bien las industrias agrícolas padecen las pérdidas primarias, en última instancia el costo se extiende sobre la nación entera cuando el gobierno otorga subsidios para compensar al sector Agrícola y cuando, después de la escasez del producto, se elevan los precios al consumidor.

Muños (1980), menciona que la sequía es el factor climático meteorológico que más limita la producción de las cosechas, en nuestro país el 80% de la superficie cultivada dependen de la precipitación pluvial como única fuente de agua. Esta superficie se conoce como área de temporal. En el mundo esta área representa una proporción del 75% en lo que en este aspecto nuestra situación sea respectivamente de la mundial.

Poehlman (1965), cita dos tipos de daños causados por la sequía o por el calor, que se observan generalmente en el maíz:

- Formación deficiente de semilla.
- Chamuscado de la parte alta de la planta y daño en la espiga.

## **CARACTERISTICAS DE LAS PLANTAS RESISTENTES ALA SEQUIA**

Molína, (1980). Realizo podas radiculares a plantulas de maíz y selecciono los genotipos tolerantes a poda radicular, como medio indirecto para mejorar la tolerancia a sequía; Además encontró en la etapa de floración plantas con dos tipos de espiga unas con espigas ramificadas y otras con espigas no ramificadas; las cruas de las plantas con espigas ramificadas mostraron un rendimiento superior.

Daubemmire ( 1982), reporta las siguientes características de las plantas que crecen con un balance de agua desfavorable en comparación con las que crecen con las condiciones óptimas de humedad.

### **RASGOS MORFOLOGICOS**

1. Tamaño reducido de la planta. (enanismo)
2. Incremento del sistema radicular.
3. Células mas pequeñas en las hojas las cuales a su vez causan:
  - A).- Estomas menores y muy juntos entre si.
  - B).- Laminas pequeñas y gruesas de las hojas.
  - C).- mayor numero de pelos por unidad de superficie si las hojas son pubescentes.
  - D) Cutícula y paredes gruesas.

## **RASGOS FISIOLÓGICOS**

1. Transpiración más rápida por unidad de área cuando la transpiración neta por planta puede disminuir.
2. Tasa de fotosíntesis más rápida por unidad de área.
3. Menor potencial osmótico.
4. Menor viscosidad protoplásmica.
5. Mayor permeabilidad protoplasmática.
6. Mayor resistencia a la marchitez.
7. Anticipación en el florecimiento y la producción de frutos.
8. Aumento del porcentaje de agua ligada por unidad de peso seco de los tejidos.

Rajaran (1989), define que diversas características fisiológicas y morfológicas contribuyen a la tolerancia a sequía, entre ellas, la defoliación, alteraciones de los ángulos de inserción de las hojas, una mayor proporción de raíces / vástago, cutícula cerosa gruesa, mantenimiento de la turgencia, estomas cerrados, capacidad de continuar la traslocación fotosintética y la distribución de asimilados y menor acumulación de prolina.

Chavana (1990), menciona que las plantas de maíces que crecen y desarrollan en condiciones de sequía presentan una longitud de raíz mayor que la altura de la planta.

## EFFECTOS DE LA SEQUIA SOBRE EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS

Robledo *et al.* (1993), define que el déficit hídrico es uno de los factores que en mayor grado limitan la producción de los cultivos. El maíz aun y cuando es uno de los cultivos mas tolerantes a los déficit hídricos, también es afectado por estos, de ahí que año con año se presenten desde ligeros decrementos hasta pérdidas totales en la producción de grano, esto dependerá de la intensidad y de la duración de la sequía y de la etapa fenológica del cultivo.

Quezada y Orozco (1985), estudiaron el efecto de la sequía en diferentes estados de crecimiento en el maíz H-28 encontraron que las plantas fueron afectadas en diferentes intensidades a través de los diferentes estados vegetativos. Cuando la sequía ocurrió antes y durante la emergencia de la espiga causo atrasos en le floración femenina y masculina, siendo mas marcados en la primera.

En el estado de rápido crecimiento vegetativo redujeron considerablemente la altura de la planta, área foliar, olote, y grano.

El bajo rendimiento estuvo asociado a una caída en él numero de granos, área foliar y longitud de mazorca.

Bolaños y Edmeades (1988), mencionan que si la sequía ocurre durante la etapa vegetativa del cultivo, el impacto principal es una reducción en el crecimiento foliar. Debido a una menor intersección acumulada de radiación solar,

se puede esperar una baja en la producción de materia seca, y por lo tanto de rendimiento de grano si el índice de cosecha se mantiene constante.

Espinosa (1994), menciona que al evaluar el efecto del déficit hídrico en el crecimiento del tallo de dos variedades de maíz, encontraron que el déficit hídrico severo redujo drásticamente la longitud de tallo y volumen de las células, la longitud de entrenudos y longitud de tallo.

## **TENDENCIAS ACTUALES EN EL MEJORAMIENTO GENETICO PARA RESISTENCIA A LA SEQUIA**

Russell (1974), citado por Fischer et al. (1983), cita que el incremento en el rendimiento de maíz de E.U, de 1930 a 1970, se debió gracias al mejoramiento genético resultando en un comportamiento mejor en ambientes mas desfavorables, tal vez debido a una mejor calidad del tallo y raíz causada por la selección inicial bajo altas densidades de plantas y a las extensas pruebas de germoplasma para su estabilidad de rendimiento.

Lo anterior demuestra la importancia del mejoramiento del potencial de rendimiento a través de una amplia gama de ambientes. Sin embargo, Fischer et al. (1983). encontraron en los híbridos resientes, que las diferencias en el rendimiento en los ambientes mas limitados fueron debido a otros factores y no al potencial de rendimiento.

El mismo autor en el mismo año menciona que la selección debe hacerse para incrementar o al menos mantener el rendimiento potencial y además, para mejorar las características de resistencia a sequía.

Es probable que en maíz tales características sean poli-génicas y se encuentren en bajas frecuencias genéticas en una población dada por lo tanto, será necesario aumentar su frecuencia por medio de un programa de selección recurrente.

Bolaños y Edmeades (1989), mencionan que la estrategia actual del CYMMYT para mejorar la resistencia a sequía de maíz tropical es seleccionar para buena sincronización floral y rendimiento bajo sequía, asegurándose de mantener el potencial productivo y la madurez de germoplasma constante. Seleccionar para otras características puede ser útil después que la población halla sido mejorada para la sincronización floral.

## **SELECCIÓN DE GENOTIPOS PARA RESISTENCIA A SEQUIA MEDIANTE AGENTES OSMOTICOS**

### **MANITOL**

Willians et al. (1967), comparo líneas autofecundadas de maíz bajo sequía en laboratorio, usando soluciones de manitol a 15 atmósferas, de presión osmótica en cajas petri; determinaron el porcentaje de germinación y encontraron una correlación positiva altamente significativa en las líneas seleccionadas en

laboratorio con los rendimientos de las mismas líneas evaluadas en el campo concluyendo que la metodología de la presión osmótica, es una base metodológica para indicar o identificar resistencia a sequía.

Rivera (1988), señala que las metodologías donde se sembró el maíz con manitol y medio de cultivo nutritivo, es la que ofrece mejores posibilidades ya que permite evaluar parámetros de plantas tales como longitud de tallo y raíz, peso seco de tallo y raíz, porcentaje de germinación y velocidad de germinación.

Rodríguez (1989), concluye que la técnica en laboratorio utilizando manitol como agente osmótico es efectiva, económica y rápida para seleccionar genotipos tolerantes a sequía.

## **SACAROSA**

Marques (1979), menciona que sometió 8 variedades de maíz a sequía por el método de germinación de semillas en concentraciones moleculares de sacarosa, y concluye que esta técnica es un buen auxiliar en la evaluación de germoplasma, en los programas de mejoramiento encaminado a la selección y formación de variedades para áreas de régimen de humedad deficiente.

Alvarez, (1991). Uso algunos reactivos como indicadores de sequía, como son: manitol, sacarosa, PEG con el objetivo de determinar cual es el mejor la técnica *In vitro* usando como medio de cultivo el MS. Para sacarosa encontró



datos muy variados dentro de las repeticiones de cada material ya que la sacarosa resulto metabolizable por la planta por lo que se descarta su uso.

## **METODOS DE SELECCIÓN PARA RESISTENCIA A SEQUIA**

Sullivan y Bum (1970), Citados por Jugenheimer (1981), reporta que antes de emprender el mejoramiento para resistencia a la sequía, deberán determinarse el modelo, grado de duración de los esfuerzos y tensiones de humedad bajo los cuales se cultivara la planta en el campo.

Muñoz (1975), menciona que en las plantas cultivadas se han establecidos diversos métodos para selección de genotipos resistentes a la sequía, de estos los más notables se pueden encontrar los siguientes:

- A).- Tolerancia a marchitez permanente.
- B).- Tolerancia al calor.
- C).- Tolerancia a la presión osmótica.
- D).- El uso de antitranspirantes.

Rojas (1976), indica que hay dos formas de lograr la resistencia a la sequía como son:

- A).- Por fortalecimiento.
- B).- Por cruza y selección.
- C) El fortalecimiento se puede lograr haciendo pasar las plantas por periodos de sequía en los primeros estados de desarrollo.

Muñoz (1980), define que para estudiar la resistencia a la sequía en plantas, se han empleado métodos diversos tanto en invernadero como en laboratorio; algunos se basan en índices como la tolerancia a la presión osmótica, a la marchitez permanente y al color, así como la estabilidad de la clorofila.

Kuruvadi (1980), indico varias técnicas para clasificar variedades por su grado de resistencia a sequía: evaluación de genotipos para rendimiento en el campo bajo temporal, medida de la tasa de fotosíntesis, densidad, tamaño, y comportamiento de los estomas, agua retenida en las hojas cortadas, medición de la temperatura de la hoja, potencial hídrico en los tejidos de la planta, porcentaje de germinación de semillas de diferente presión osmótica con manitol, evaluación del contenido de proteína, betaína, ácido abscísico, agua fisiológica, proteínas, azúcares y actividad enzimática estudio del potencial y modelo del sistema radical, presencia de pubescencia de las hojas, área foliar y evaluación del factor de recuperación después del castigo de agua en diferentes etapas de la planta.

Jugenheimer (1981), menciona que la resistencia a la sequía es un rango hereditario, además afirma que un programa eficiente de mejoramiento para desarrollar variedades tolerantes a la sequía requiere conocer la forma de herencia de los genes.

Poehlman (1986), define que se han hecho intentos de medir la resistencia a la sequía mediante diversos métodos de laboratorio algunos de los resultados

más satisfactorios se han obtenido mediante pruebas de marchitamiento en las que las plantas se han sometido a:

- A).- Altas temperaturas.
- B).- Sequía de suelo.
- C).- Sequía atmosférica.

Rivera (1988), menciona que en estudios bajo el efecto de sequía en la germinación o crecimiento de plántulas en medio líquido, el potencial hídrico puede ser simulado al adicionar substratos osmóticos al agua. Así el suelo se descarta para eliminar, las complicaciones inherentes al medio suelo- agua, con ello se elimina el componente matricial y el potencial hídrico total equivalente al potencial osmótico de la solución.

Robledo (1989), declara que a nivel mundial se han venido utilizando diversas técnicas para la selección de genotipos tolerantes a sequía, las cuales se clasifican en técnicas como son:

1. Laboratorio.
2. Invernadero.
3. Campo.

Rodríguez (1989), define que además de clasificar variedades resistentes a sequía en el campo, es muy costoso, tomaría mucho tiempo y es muy laborioso.

En base a lo anterior menciona que hay que considerar los métodos de laboratorio e invernadero.

## **METODOS DE CAMPO**

Muñoz y Ángeles (1969), definen que en México las investigaciones realizadas sobre resistencia a la sequía en maíz sugiere el esquema riego- sequía para obtener variedades tolerantes a la sequía con alto potencial de rendimiento ya que señala que la metodología riego- sequía puede separar genes resistentes a la sequía.

Muñoz (1978), menciona que los resultados obtenidos en el esquema riego-sequía, tiene altas posibilidades de éxito en la selección de material de maíz tolerante a sequía.

Nour y Weibel (1978), definen que el mejoramiento para tolerancia a sequía ha sido limitado por la carencia de un método sencillo de selección. Las observaciones en campo no pueden ser repetidas.

## **METODO DE INVERNADERO**

Willians et al. (1967), mencionan tres métodos sencillos y rápidos para la selección de maíces tolerantes a sequía.

A).- Poniendo semilla a una temperatura de 52°C.

b).- Germinación de semillas en una solución de manitol a una presión osmótica de 15 atmósferas.

C).- Sometiendo plántulas a un periodo permanente de sequía por 14 días en el invernadero.

Acosta (1977), indica que los castigos en invernadero en estado de plántula, prometen ser de utilidad, para avanzar un programa de mejoramiento; ya que nos permite diferenciar los genotipos y reducir la población que será posteriormente seleccionada en campo.

Beltrán (1983), menciona que posiblemente se pueda practicar selección indirecta para rendimiento, con selección preventiva de raíces en el invernadero, esto para selecciones de sequía.

## **METODO DE LABORATORIO**

Parmar y Moore (1966), estudiaron el efecto de sequía simulada por soluciones de polietilen-glicol (6.8 y 10 atmósferas de presión osmótica), sobre la germinación y desarrollo de plántulas de maíz. Observaron reducción en la germinación y longitud de raíz primaria, encontrando apropiado el uso de substratos osmóticos para simular sequía. Estos mismos autores en 1968, usando carbowax 6000, manitol y cloruro de sodio en soluciones de alta presión osmótica para simular los efectos de la sequía, de diferenciar dos líneas de maíz.

Kilen y Andrew (1969), señala que la selección de plantas resistentes a sequía en campo abierto es frecuentemente dudoso, debido a las condiciones del medio ambiente. Por lo anterior dichas pruebas deberán complementarse con técnicas bajo condiciones de laboratorio que permitan el aislamiento de germoplasma tolerante a sequía, siendo aplicable a un gran numero de plantas, por lo que resulta económico y de mayor rapidez.

Thill et al. (1979). reportan que durante periodos han utilizado varios solutos como cloruro de sodio, glucosa, manitol, glicolpotileno (PEG) y otros han sido utilizados para simular condiciones de sequía durante la germinación de semillas. El manitol y PEG han sido los mas ampliamente usados por ser químicamente inertes, simula sequía y no penetra a la semilla por su elevado peso molecular. El manitol es menos usado por que puede moverse de la solución a las semillas en germinación.

## **MATERIALES Y METODOS.**

La presente investigación se llevo acabo en el laboratorio de cultivos de tejidos del Instituto Mexicano del Maíz “Dr. Mario E. Castro Gil” de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, localizada en Buenavista Saltillo, Coahuila, y situada geográficamente entre las coordenadas 101° Longitud Oeste y 25°22 latitud Norte, a una Altitud de 1742 m.s.n.m.

El material genético utilizado en la presente investigación fueron 69 criollos pertenecientes a diferentes nichos ecológicos de los estados de Tamaulipas, Nuevo León, S.L.P, Zacatecas, Durango y Coahuila y que continuación se presentan:.

### **CUADRO 3.1 MATERIAL GENÉTICO UTILIZADO (GENEOLOGIA) COLECTAS DE EL EJIDO JAGÜEY DE FERNIZA**

Numero de genotipos.	Nombre de las colectas.
1	Criollo General Cepeda
2	Azul Santa Fe Municipio de saltillo
3	Blanco Tremés San Cayetano N.L
4	Rojo Santa Fe Municipio Saltillo
5	Criollo Plan de Ayala Saltillo
6	Blanco Tremes el Salvador Zacatecas

7	Maíz Morado Tremés Dulce San Fco. de Verlanga N.L
8	Maíz pinto Porvenir Tacubaya Gral. Cepeda Coah.
9	Maíz Ancho Precoz P. de Aguilan N.L
10	Maíz Blanco Tremés S.J. del Palmar N.L
11	Criollo Tremés el Salvador Zacatecas.
12	Colorado el Moral Municipio de General Cepeda.
13	Cola y Punta Mpio. Mier y Noriega N.L.
14	Alto Tremés S.A. Alamitos N.L
15	Criollo San Fco Municipio de Saltillo.
16	Caguamo Est. N.L
17	Blanco Venado San Fco de Verlanga N.L
18	Criollo el Pinzleto. Arteaga
19	Blanco Tremés el Recreo Municipio de Saltillo.
20	Criollo Cuelatao Municipio de Gral. Cepeda
21	Criollo Puebla Municipio de General Cepeda.
22	Pinto Mosca Llanos de la Vaquería Municipio de Saltillo
23	Criollo Majada Municipio de Saltillo.
24	Pinto Mosca Llanos de l Vaquería Municipio de Saltillo
25	Pepitilla Cuahutemoc Municipio de Saltillo.
26	Pepitilla Cuahutemoc Municipio de Saltillo
27	Maíz Alto Cerros Blancos N.L
28	Criollo Morado Rincón de Los Pastores Mpio, Saltillo.
29	Criollo Guadalupe Victoria Municipio de Saltillo



30	Tardío Alto el Pósito Municipio de Saltillo
31	Criollo Cuahutla Saltillo
32	Maíz Pinto Jagüey de Ferniza Municipio se Saltillo
33	San J. De la Marta N.L
34	Criollo Puebla Municipio de Saltillo
35	Criollo Galeana N.L
36	Morado Llanos de Vaquería Municipio de Saltillo
37	Maíz Temporal Porvenir N.L
38	12 Mas Puntas Sta. Fe de los Linderos Mpio, Saltillo
39	Criollo Blanco el Salitre Mpio Gral. Cepeda
40	Pinto Mosca Llanos de la Vaquería Mpio, Saltillo
41	Pepitilla Hed. Del Lobo Mpio, Saltillo
42	Oloton Ediondita del L. Mpio, Saltillo
43	Maíz Cuentro San. Antonio de S.L.P.
44	Pinto Mosca P. Gorda Mpio, Saltillo
45	Maíz Alto Cerros Blancos N.L
46	Pepitilla el Clavel Mpio, Saltillo
47	Pinto Mosca Llanos de la Vaquería Mpio, Saltillo
48	Pepitilla P. Gorda Mpio, Saltillo
49	Criollo Tremes Los Temp Mpio, Saltillo
50	Criollo Blanco M. El Quemado Mpio, Gral., Cepeda
51	Pinto Mosca J. Morelos Mpio, Saltillo
52	Pinto Mosca Llanos de la Vaquería Mpio, Saltillo

53	Diez Mas puntas S.A de la Unión Mpio, Saltillo
54	Pinto Mosca Llanos de la Unión Mpio, Saltillo
55	Coccidioidis Imitis Porvenir Mpio, Gral., Cepeda
56	Maíz Temporalero Zacatecas
57	Azul Santa Fe Ejido Sta. Fe Mpio de Saltillo.
58	Rojo Santa Fe Ejido Sta. Fe Mpio de Saltillo.
59	Rosa Santa Fe Ejido Sta. Fe Mpio de Saltillo.
60	Azul Santa Fe Ejido Sta. Fe Mpio de Saltillo.
61	Rojo Santa Fe Ejido Sta. Fe Mpio de Saltillo.
62	Rojo Santa Fe Ejido Sta. Fe Mpio de Saltillo.
63	Santa Fe Maíz Amarillo Ejido Sta. Fe Mpio de Saltillo.
64	Negro Casimiro Derramadero Saltillo
TESTIGOS	
1	UA – 03                      0211 X 0409
2	UA – 03                      0211 X 0405
3	Chihuahua – 03    VANRA
4	Chihuahua – 03    criollo de la sierra 8 carreras

En este trabajo se evaluaron 64 materiales criollos mas cuatro variedades usadas como testigos, los cuales se expusieron a una presión osmótica de –5 bars adicionando manitol a través del medio del taco (compuesto de alto peso molecular que actúa secuestrando la humedad simulando condiciones de sequía).

El Instituto Mexicano del Maíz a través de la investigación ha desarrollado una metodología que permite identificar genotipos tolerantes a sequía utilizando medios nutritivos artificiales los cuales son adicionados con manitol, compuesto por un alto peso molecular que actúa secuestrando el agua y simulando condiciones de sequía hídrica.

El manitol es un reactivo químico que no es absorbido por las plantas y aun menos metabolizable por las células siendo buen inductor de condiciones de sequía permitiendo seleccionar genotipos tolerantes a sequía.

## **PREPARACION DEL MATERIAL PARA LA SIEMBRA**

Se utilizo manitol, agua, destilada papel sanita o toallas de color café absorbente para hacer los tacos posteriormente ser utilizada como cama de siembra se hizo en dos capas para poder poner las 10 semillas de maíz en el centro del taco en dos repeticiones, por lo tanto se usaron 20 semillas de cada material.

## **SIEMBRA DE LOS MATERIALES**

Antes de sembrar se realizo la colocación de las semillas para poder identificar cada material con su numero de genotipos. El papel sanita se humedece con monitol hasta que cubra totalmente la humedad, y después se siembra en el centro del papel sanita.

Primeramente se colocaron las semillas para poder identificar cada uno de los materiales con su numero de genotipos.

Se sembró cada uno de los materiales en las toallas de papel posteriormente se procedió a humedecer perfectamente las toallas de papel con las semillas sembradas en el recipiente que contiene manitol para después realizar los tacos las 10 semillas por repetición por cada taco las cuales son 1 y 2 de cada genotipo.

## **INCUBACION**

La siembra se llevo acabo dentro del cuarto de incubación a una temperatura de 25-27°C y con iluminación constante de luz blanca y fría proporcionada por lamparas de luz fluorescente de 20 watts, colocados de manera especial para evitar la sombra.

## **TOMA DE DATOS**

Para cumplir con los objetivos de trabajo se midieron las siguientes variables.

- Longitud de raíz.
- Longitud de plumula.

Estos parámetros fueron tomados al octavo día después que se realizo la siembra y se expreso a en centímetros para los dos parámetros.

## ANALISIS ESTADISTICO

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos de las mediciones echas en las variables evaluadas se utilizo el diseño estadístico Completamente al Azar con dos repeticiones.

$$Y_{ij} = \mu + t_i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Observación del  $i$  – ésimo tratamiento de la  $j$  – ésima repetición.

$\mu$  = Efecto de la media general.

$t_i$  = Efecto del  $i$  – ésimo tratamiento.

$E_{ij}$  = Efecto del error experimental.

Para determinar e identificar, a los mejores tratamientos se utilizo la prueba de Rango Múltiple Diferencia mínima Significativa (D.M.S), que a continuación se expone.

$$D.M.S. = T_{\alpha} (gl\ E.E) \sqrt{\frac{S^2}{n}}$$

Donde:

D.M.S. = Diferencia Mínima Significativa.

$T_{\alpha} (gl\ E.E)$  = indica el valor T obtenido con el valor de significancia y los grados de libertad del error experimental.

$S^2$  = Varianza o cuadrado medio de error experimental .

$n$  = numero de repeticiones o numero de valores necesarios para calcular los promedios en estudio.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados del análisis de Varianza presentados en el cuadro 3.1 se encontraron diferencias altamente significativas, en la fuente de tratamientos. Esta respuesta de los materiales es lógica ya que la procedencia de los mismos es diferente y por lo tanto su constitución genética es variable.

También esta información nos permite conformar que en los maíces criollos, existe una gran pila genética.

En el análisis de Varianza (cuadro y 3.2), para la variable longitud de plúmula se encontraron diferencias altamente significativas en la fuente de tratamientos esto indica que los tratamientos respondieron de diferente manera a la presión osmótica de  $-5$  bars con manitol. Esta respuesta era de esperarse debido al gran complejo de germoplasma usado en la presente investigación ya que se manejo un numero grande de criollos y cada criollo contiene una gran cantidad de genes.

**CUADRO 3.2. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE  
LONGITUD DE PLUMULA A LA PRESION OSMOTICA DE -5 BARS CON  
MANITOL**

FV	GL	SC	CM	FC	F $\alpha$
TRATAMIENTOS	63	155.8339376	2.4735546	6.21**	1.53 1.84
ERROR EXP.	64	25.4802825	0.398294		
TOTAL	127	181.3142201			

C.V = 19.64%

Respecto al coeficiente de variación fue bajo, lo que indica que los resultados tienen buena confiabilidad.

**Cuadro 3.3. Concentración de prueba de medias para la variable de longitud de plumula usando una presión osmótica de -5 bars, según la prueba de D.M.S. con  $\alpha = 0.05$**

<b>GENOTIPOS.</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>GRUPOS</b>
78	5.3430	A
37	5.0770	AB
77	4.8960	ABC
30	4.8920	ABC
80	4.8160	ABC
58	4.5120	ABCD
47	4.4890	ABCDE
63	4.4750	ABCDEF
15	4.4670	ABCDEF
82	4.4140	ABCDEFG
55	4.3110	ABCDEFGH
9	4.2530	ABCDEFGHI
40	4.2300	ABCDEFGHI
23	4.1900	ABCDEFGHIJ
62	4.1880	ABCDEFGHIJ
85	4.1060	ABCDEFGHIJK
137	4.1020	ABCDEFGHIJK
68	4.0250	BCDEFGHIJKL
71	4.0230	BCDEFGHIJKL
52	4.0220	BCDEFGHIJKL
53	4.0065	BCDEFGHIJKL
22	3.9540	BCDEFGHIJKL
76	3.8610	BCDEFGHIJKLM
69	3.7630	CDEFGHIJKLM
12	3.7090	CDEFGHIJKLM
2001	3.6980	CDEFGHIJKLM
59	3.5220	DEFGHIJKLMN
64	3.4600	DEFGHIJKLMNO
46	3.3650	DEFGHIJKLMNO
49	3.3290	DEFGHIJKLMNO
13	3.2590	DEFGHIJKLMNOP
11	3.2310	EFGHIJKLMNOP
65	3.2280	FGHIJKLMNOP
96	3.2270	FGHIJKLMNOP
41	3.1690	GHIJKLMNOP
45	3.1630	GHIJKLMNOP
28	3.0820	HIJKLMNOP
67	3.0370	IJKLMNOPQ
70	2.9480	JKLMNOPQR
72	2.9050	KLMNOPQRS
106	2.8810	KLMNOPQRS
60	2.8540	KLMNOPQRS
34	2.8080	LMNOPQRST
26	2.8040	LMNOPQRST



36	2.6270	MNOPQRSTU
75	2.6140	MNOPQRSTU
110	2.6110	MNOPQRSTU
31	2.3900	NOPQRSTUV
107	2.3420	NOPQRSTUVW
108	2.2910	NOPQRSTUVW
42	2.2710	NOPQRSTUVWX
88	2.2300	OPQRSTUVWX
73	2.0640	PQRSTUVWX
74	2.0530	PQRSTUVWX
20	1.8010	QRSTUVWX
16	1.7580	RSTUVWX
141	1.6850	STUVWX
83	1.5780	UVWX
24	1.3870	UVWX
89	1.3100	VWX
8	1.1750	VWX
3	1.1420	VWX
99	1.1130	WX
81	1.0190	X

**D.M.S. = 1**

Para la variable plúmula el mejor tratamiento o genotipo fue el numero 78 y los que obtuvieron el menor desarrollo fueron los siguientes 8,3,99,81. El resto se comporto estadísticamente iguales y fueron superiores a los testigos. CUADRO (3.3).

El origen del tratamiento mas sobresaliente el cual es el **Pepitilla P. Gorda Mpio Saltillo.**

**CUADRO 3.4. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE RAIZ A LA PRERSION OSMOTICA DE -5 BARS CON MANITOL.**

FV	GL	SC	CM	FC	F $\alpha$
TRATAMIENTOS	63	609.8926895	9.6808363	2.62*	1.53 1.84
ERROR EXP.	64	236.7040020	3.6985000		
TOTAL	127	846.5966915			

C.V = 26.83%

En el análisis de Varianza para longitud de raíz se encontraron diferencias significativas a  $\alpha = 0.05$  para la variable longitud de raíz, dicho de otra manera hay una probabilidad de equivocación del 5% lo cual no es significativo para la argumentación arriba mencionada.

La significancia encontrada indico que existieron genotipos con diferencia en el desarrollo de su sistema radical. Esta diferencia permite identificar y seleccionar genotipos resistentes a sequía en base al sistema radical.

Por otra parte el coeficiente de variación en esta variable longitud de raíz fue un poco mas alto (26.83%), al encontrado en longitud de plumula (19.64%). Sin embargo esto es debido a factores externos no controlables y a lo mejor errores de medición o aplicación de criterios.

**Cuadro 3.5. Concentración de prueba de medias para la variable longitud de raíz usando una presión osmótica de -5 bars, según la prueba de D.M.S. con  $\alpha = 0.05$**

GENOTIPOS	MEDIAS	GRUPOS
106	16.443	A
30	10.814	B
37	10.533	BCD
2001	10.278	BCD
56	10.017	BCDE
58	9.910	BCDEF
63	9.800	BCDEFG
69	9.673	BCDEFG
13	9.362	BCDEFGH
53	8.975	BCDEFGHI
137	8.869	BCDEFGHIJ
82	8.805	BCDEFGHIJK
65	8.644	BCDEFGHIJKL
22	8.595	BCDEFGHIJKLM
68	8.574	BCDEFGHIJKLM
80	8.502	BCDEFGHIJKLM
23	8.416	BCDEFGHIJKLM
31	8.416	BCDEFGHIJKLM
70	8.413	BCDEFGHIJKLM
77	8.019	BCDEFGHIJKLMN
52	7.990	BCDEFGHIJKLMN
108	7.942	BCDEFGHIJKLMN
85	7.856	BCDEFGHIJKLMN
9	7.729	BCDEFGHIJKLMN
26	7.717	BCDEFGHIJKLMN
107	7.691	BCDEFGHIJKLMNO
75	7.657	BCDEFGHIJKLMNO
40	7.541	BCDEFGHIJKLMNOP
28	7.514	BCDEFGHIJKLMNOP
89	7.510	BCDEFGHIJKLMNOP
15	7.339	BCDEFGHIJKLMNOP
78	7.278	BCDEFGHIJKLMNOP
12	7.214	BCDEFGHIJKLMNOP
88	7.090	BCDEFGHIJKLMNOPQ
24	6.889	CDEFGHIJKLMNOPQ
141	6.886	CDEFGHIJKLMNOPQ
41	6.730	CDEFGHIJKLMNOPQ
71	6.556	DEFGHIJKLMNOPQR
34	6.366	EFGHIJKLMNOPQR
73	6.195	EFGHIJKLMNOPQR
110	6.188	FGHIJKLMNOPQR
55	6.145	FGHIJKLMNOPQR
11	6.127	GHIJKLMNOPQR
64	5.985	HIJKLMNOPQR
16	5.670	HIJKLMNOPQR
74	5.662	HIJKLMNOPQR
76	5.643	HIJKLMNOPQR

20	5.592	HIJKLMNOPQR
46	5.550	IJKLMNOPQR
45	5.456	IJKLMNOPQR
47	5.449	IJKLMNOPQR
96	5.438	IJKLMNOPQR
62	5.390	IJKLMNOPQR
3	5.348	JKLMNOPQR
83	5.091	KLMNOPQR
67	5.025	LMNOPQR
72	4.832	MNOPQR
42	4.755	MNOPQR
49	4.480	NOPQR
60	4.364	NOPQR
81	3.863	OPQR
99	3.815	PQR
36	3.317	QR
8	2.796	R

### **D.M.S. = 5**

Para la variable raíz el mejor tratamiento o genotipo fue el numero 106.

El origen del tratamiento mas sobresaliente el cual es el rojo Santa Fe Municipio de Saltillo.

Los siguientes genotipos son los más bajos en su desarrollo de raíz y plumula ( 81, 99, 36, 8). Pero superaron a los testigos.

En el cuadro 6 se presentan las medias de las variables longitud de plumula y raíz, evaluadas con manitol; observando que los genotipos (15, 19, 30, 48, y 53) presentan la mayor longitud de plumula y raíz, esto obedece que fueron los que se adaptaron mejor a las condiciones de laboratorio.

Mientras que los genotipos 81, 8, 99, 3, 36, registran las menores longitudes ya sea por errores de medición.

**CUADRO 3.6 MEDIAS DE LA VARIABLE LONGITUD DE PLUMULA Y LONGITUD DE RAIZ CON MANITOL**

GENOTIPOS.	PLUMULA R-1	PLUMULA R-2	RAIZ R-1	RAIZ R-2
1	1.442	0.842	7.006	3.69
2	1.446	0.904	3.292	2.3
3	4.294	4.212	7.478	7.98
4	3.16	3.302	5.188	7.066
5	4.958	2.46	10.058	4.37
6	3.358	3.16	12.11	6.614
7	4.426	4.508	7.122	7.556
8	1.354	2.162	3.78	7.56
9	2.062	1.54	6.418	4.766
10	3.926	3.982	7.92	9.27
11	4.516	3.864	8.06	8.772
12	1.52	1.254	6.668	7.11
13	2.188	3.42	8.644	6.79
14	2.932	3.232	8.386	6.642
15	4.434	5.35	11.02	10.608
16	2.72	2.06	8.498	8.334
17	2.55	3.066	5.604	7.128
18	3.186	2.068	4.304	2.33
19	5.184	4.97	10.25	10.816

20	3.162	5.298	7.818	7.264
21	3.216	3.122	7.454	6.006
22	2.26	2.282	4.866	4.644
23	3.308	3.018	6.266	4.646
24	3.052	3.678	5.588	5.512
25	3.894	5.084	5.386	5.512
26	4.136	2.522	5.552	3.408
27	3.536	4.508	8.358	7.622
28	3.603	4.41	9.32	8.63
29	4.592	4.03	6.006	6.284
30	5.054	3.97	9.382	10.438
31	2.952	4.092	8.548	11.486
32	3.402	2.306	4.922	3.806
33	4.696	3.68	5.562	5.218
34	4.52	4.43	9.354	10.246
35	3.542	3.378	7.924	4.046
36	3.04	3.416	8.886	8.402
37	3.28	2.794	6.084	3.966
38	3.78	4.27	7.614	9.534
39	3.894	3.632	9.914	9.432
40	1.954	3.942	6.42	10.406
41	4.034	4.012	6.638	6.474
42	2.882	2.928	5.942	3.722

43	2.186	1.942	7.118	5.272
44	2.07	2.036	6.016	5.308
45	2.036	3.192	7.526	7.788
46	3.19	4.532	4.336	6.95
47	4.032	5.76	6.254	9.784
48	5.198	5.488	6.464	8.092
49	4.898	4.734	7.468	9.536
50	1.22	0.818	4.35	3.376
51	4.49	4.338	9.868	7.742
52	1.624	1.532	5.862	4.32
53	5.192	3.02	9.264	6.448
54	1.882	2.578	7.06	7.12
55	1.658	0.962	9.752	5.268
56	2.23	4.224	4.234	6.642
57	0.984	1.242	4.494	3.136
58	2.894	2.868	23.5	9.386
59	2.426	2.258	9.066	6.316
60	2.178	2.404	7.73	8.154
61	2.416	2.806	5.186	7.19
62	3.842	4.362	7.724	10.014
63	1.678	1.692	6.292	7.48
64	4.208	3.188	11.224	9.332

En el cuadro 6 se observa que hay materiales sobresalientes en cuanto a plumula y raíz, conformando que la constitución genética, de los materiales seleccionados bajo condiciones de temporal, mayor constitución genética diferente y que esto es lo que les permite tolerar la sequía.



## **CONCLUSIONES**

En los resultados obtenidos se encontró variabilidad en la respuesta de los materiales. Esto permite la selección de los mejores genotipos para la tolerancia a sequía, corroborando que la técnica de uso de manitol como agente osmótica es confiable para detectar materiales resistentes a este factor que afecta el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas, lo que reduce en gran medida los rendimientos y la calidad de la cosecha.

El mejor genotipo para la tolerancia a la sequía para la variable longitud de raíz fue el 106. con una media de 16.443 cm., lo que indica que este genotipo tiene un sistema radical bien desarrollado lo que le permite adaptarse a ambientes secos. Con respecto a la longitud de plumula el mejor genotipo fue el 78 con una media de 5.3430 cm.

En el presente trabajo se cumplieron los objetivos e hipótesis que se plantearon al iniciar esta investigación.

La técnica del manitol es confiable para identificar genotipos tolerantes a sequía.

La raíz y la plumula si dan las bases para seleccionar a los mejores genotipos tolerantes a sequía.

Por la procedencia diversa, del material genético, existe gran diferencia en su comportamiento, lo que nos da una idea de la riqueza que guardan los maíces criollos y por que debemos conservarlos sin contaminación de polen extraño.

Que se puede iniciar un trabajo en el invernadero para conocer y confirmar en su caso la tolerancia a sequía de los materiales aquí identificados.

## **BIBLIOGRAFIA.**

- Alvarez, B., J.R. 1991. implementación de la metodología de la metodología de los cultivos "In vitro" de embriones como una alternativa para seleccionar genotipos de maíz (*Zea mays* L.) Tolerantes a sequía. Tesis de Licenciatura U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
- Acosta G, J.A. 1977. identificación de genotipos tolerantes a la sequía en frijol. Tesis de Maestro en Ciencias. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Bustos A, J.r 1991. Implementación de la metodología del cultivo " In vitro " de Embriones como una alternativa para seleccionar genotipos de maíz (*Zea mays* L.). Tolerantes a sequía . Tesis. Licenciatura UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila México.
- Bidwell, R., G.S 1983. Fisiología vegetal. Edición en español. A .G.T. editor; S.A. México, D.F 1784 P.
- Beltran E.D. 1983. Estudio de la heterosis en algunas características relacionadas con la resistencia a sequía en el sorgo para grano (*sorghum bicolor* L. Moench). Tesis de Maestro en Ciencias. UAAAN. Colegio de Graduados. Buenavista Saltillo Coahuila México.
- Brawer, H.D. 1985. Fitogenetica Aplicada. Séptima reimpresión. Editorial Limusa, México, D.F. PP.364 –479.
- Bidwell, R.G.S. 1979.Fisiologia Vegetal. A.G.T. Editor S.A. México. P 690 – 692.
- Bolaños, J.A. y G.O. Edmeades. 1989. La importancia del intervalo de floracion en el mejoramiento para la resistencia a sequía en maíz tropical. Trabajo presentado en la XXX reunión anual del PCCMCA. San Pedro Sula, Brasil, abril 2 –9, 1989. programa de maíz. CYMMYT, México. 14 P.
- Brauer, H.O. 1983. Fitogenetica Aplicada. Los conocimientos de la herencia vegetal al servicio de la humanidad. Limusa México P 155 – 161.
- Bolaños, J.A. y G.O. Edmeades. 1988. selección para tolerancia a sequía en maiz tropical. En: tolerancia a factores ambientales adversos en el cultivo del maíz. III seminario. IIC-BID-PROCIANDINO. Quinto, Ecuador. Prociandino. Programa de maíz. CYMMYT. México. Pp 125 –139.

- Castillo, D.L H. 1987. Selección recurrente en familia de hermanos completos con pedigrí en maíz (*Zea mays* L.). Tesis M.C. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- Chavana, V., G. 1990. selección de genotipos de maíz ( *Zea mays* L.). Tolerantes a sequía en una fase inicial de desarrollo. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Chico, A., L.A. 2003. Selección de 221 hermanos completos de maíz *Zea mays* L. para Tolerancia a Sequía y al hongo *Fusarium moniliforme* (Sheld) bajo condiciones de laboratorio.
- Deubenmire, R.F.1982. Ecología vegetal. 3ª Ed. Limusa México. P. 128, 145-146, 163-165.
- Espinoza, P.,N. Rodríguez O.J.L. Cardanes S.,E y Muñoz O. A 1994. Efecto de déficit hídrico en el crecimiento del tallo de dos variables de maíz (*Zea mays* L.). Memorias del XV Congreso Nacional de Fitogenética. Monterrey N.L. México del 25 al 30 de septiembre. P. 354.
- Fischer, et al. 1983 mejoramiento y selección de maíz tropical para incrementar su resistencia a sequía CYMMYT, El Batán, México. 20 p.
- Gamboa, C.S. 1995. Evaluación y selección de líneas de maíz, para el bajo, embace a tres probadores y tres ambientes. Tesis. Licenciatura UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila México.
- Jugenheimer, R.W. 1981. Maíz. Edit. Limusa. México, P. 274-281.
- Kramer, P.M. 1980. Drought stress and the origen of plant to water, and high temperatura stress. (Ed) N.C. Tuner and P.J. Kramer, wiley. New York, U.S.A.
- Kuruvadi S. 1980. Genetic studies on dryland wheat. Postdoctoral Research invetigation. Agricultural, Canada Research statio. Swift current.
- Kilen, T.C. and R.A. andrew. 1969. Measurement of drought resistance in corn. Agron. J. 61: 669-672.
- Marquez, F.J.A. 1979. estudio de la resistencia a la sequía de 8 variedades de maíz (*Zea mays* L. ). Por el método de germinación de semillas en concentraciones molares de sacarosa. Tesis de Maestría. ITESM. Monterrey, N.L. México. P.

- Muñoz, O.A. 1980. Resistencia a la sequía y mejoramiento genético. Ciencia y Desarrollo. CONACYT. México. 33: 26 – 35.
- Muñoz, O., A. 1975. relaciones agua – planta bajo sequía en barrios sintéticos de maíz resistentes a sequía y heladas, tesis de doctor en ciencias. Colegio de postgraduados. Chapingo, México.
- Muñoz, O.A. y H. Angeles, A. 1969 investigaciones sobre resistencia a sequía en el mejoramiento del maíz en México. Agron. Tropical. 19 (4): 319 –333.
- Molina, G., J.D 1980. Selección masal para resistencia a sequía en maíz. Agrociencia (42) : 69-76.
- May, L.H. and F.L Milthorpe. 1962 Drought resistance of crop plants. Field crops. Abs. 15 : 171-179.
- Muñoz, 1980. Resistencia a la sequía y mejoramiento genético. Ciencia y desarrollo. CONACYT. (33) : 26-35.
- Muñoz, 1978. Técnicas de investigación para resistencia a sequía y heladas en maíz. VIII Reunión de maiceros de la zona andina y I Reunión Latinoamericana de maíz del 21 al 27 de mayo de 1978. Lima, Perú.
- Nour, M. And weibel, D.E 1978. Agronomy journal. Evaluation of Root characteristics in Grain Sorghum An American society of Agronomy publication. 70 (1-3): 217 – 218. Madisonwisconsin, U.S.A.
- Poehlman, J.M.1965. mejoramiento genético de las cosechas Edit. Limusa Wiley, S.A. Missouri, U.S.A.
- Parmar, M.T. and R.P. Moore. 1966. effects of simulated drought by polyethylene glycols solutions on corn plants (*Zea mays* L. ) germination and seedling development. Agron. J. 58: 381-392.
- Poehlman, J.M. 1986. mejoramiento genético de las cosechas. Limusa. México. P. 110 –115.
- Quezada, A.H. y A Muñoz O. 1985. Efectos de la sequía en diferentes estadios de crecimiento en maíz (*Zea mays* L.) H-28. Rev. Chapingo 10 (47 – 49 ): 76 – 79.

- Quizenberry, J.E. 1987. Mejoramiento de plantas para la resistencia a la sequía y aprovechamiento del agua. En : Christiansen, M.N. y Ch F. Lewis (Eds). Mejoramiento de plantas en ambientes poco favorables. Limusa. México. P 233 –256.
- Rajaram, S. 1989. mejoramiento de trigo para obtener tolerancia a la sequía. Perspectivas y opiniones. En : Mejoramiento de la sequía en trigo. Memoria del taller. Marcos, Juárez, Argentina, del 28 al 30 de agosto de 1989. CYMMYT. México. Pp.
- Robledo, T., V. 1989. Comportamiento de características cuantitativas y patrones de crecimiento radical en relación.
- Rojas, G., M. 1959. Principios de fisiología vegetal. UNAM. Imprenta universitaria. P. 195-207.
- Rivera, G.M. 1988. evaluación de metodología para seleccionar genotipos de maíz tolerantes a sequía. Tesis de Maestro en Ciencias. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 105 P.
- Robledo, T.V. Kuruvadi, S, Oyervides G.A. 1993. Relación entre rendimiento y sus componentes en maíz bajo condiciones de temporal. Rev. Agraria 9 (2) : 126. 137.
- Rodríguez, Q.J.L. 1989. selección “ In vitro “ de genotipos de maíz resistentes a sequía. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 52P.
- Villareal, Ch . G. 1990. Selección de genotipos de maíz (zea mays L.), tolerantes a sequía en una fase inicial de desarrollo. Tesis. Licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Williams, T.V., snell, and J.F. Elis. 1967. Methods of measuring drought tolerance in corn. Crop. Sci. 7: 1979 – 1982.

