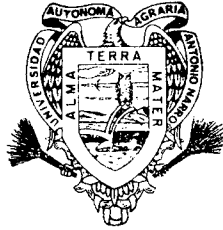


Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"

División de Agronomía



Selección In vitro de Genotipos de Maíz (Zea mays L.)  
Resistencia a Sequía

Por:

José Luis Rodríguez Quilantán

12605

T e s i s

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo Fitotecnista

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Septiembre de 1989

División de Agronomía

ECCION IN VITRO DE GENOTIPOS DE MAIZ (*Zea mays* L.) RESIS\_ TES A SEQUIA.

P O R

JOSE LUIS RODRIGUEZ QUILANTAN

T E S I S

APROBADA POR EL COMITE DE TESIS

*K. Sathyanarayanaiah*  
SATHYANARAYANAIAH KURUVADI

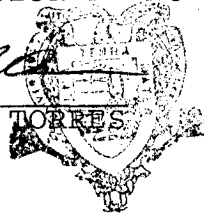
*Emilio Padron Corral*  
LIC. EMILIO PADRON CORRAL

*Tomas Manzanares Aguirre*  
TOMAS MANZANARES AGUIRRE

12605

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
EL COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

*M.C. Cesar Estrada Torres*  
M.C. CESAR ESTRADA TORRES



BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA  
División de Agronomía  
Coordinación.

SEPTIEMBRE 1989

## DEDICATORIA

s de Nazareth:

Mi querido hermano

ño de mis padres:

Albino Rodríguez Morales

Ma. Teresa Quilantán Espinoza

Con todo mi amor y gratitud, por su espera y sacrificio en el transcurso de mi carrera.

ño de mis hermanos:

Tirso

Albino

Juana Martina

Pedro

Elvira

Blas

Ma.de la Luz

abuelitos:

Gregorio y Lorenza

amigos de siempre:

Carlos Alberto Mata Olvera

Francisco Ríos Iturralde

Gerardo Soto Vallejo

José Uriel Ceballos Cruz

A Mi Alma Mater

Al Pbro. Francisco Gerardo Govea Cerda por su guía en  
mación como hombre de fé.

Al Sr. Don Benito Argüello Garza, por el apoyo y oportu  
que me brindo en mi formación como profesionista.

Al Ing. Tomás Manzanares Aguirre por su amistad y aseso  
ra la realización de este trabajo.

Al Dr. Sathianarayanaiah Kuruvadi por la gran ayuda que  
en la revisión del escrito.

Al Lic. Emilio Padrón Corral que con su desinteresada  
colaboró en la revisión estadística y del escrito de mi  
o.

A la Q.F.B. Ma. Elena González Guajardo por su amistad,  
erismo y gran colaboración en el trabajo de laboratorio.

A la Q.F.B. Luz Elena Pérez Mata por la amistad y co--  
ones que me acompañaron en el transcurso de mi carrera.

A la Sra. Nancy Rosas de Díaz por su valiosa ayuda en la  
grafía del presente trabajo.

3 DE CUADROS - - - - -	iv
3 DE GRAFICAS - - - - -	v
3 EN - - - - -	vi
DUCCION - - - - -	1
ION DE LITERATURA - - - - -	3
eralidades sobre resistencia a sequía - - - - -	3
icit de agua y su influencia sobre las plantas - - - - -	6
ctos fisiológicos del déficit de humead - - - - -	9
oramiento genético para resistencia a sequía bajo diciones de campo y controladas - - - - -	13
IALES Y METODOS - - - - -	19
erial genético - - - - -	19
paración de medio nutritivo (MS) - - - - -	22
racción de embriones - - - - -	23
nbra de embriones - - - - -	24
ubación - - - - -	24
pieza de cuarto de siembra - - - - -	26
pieza del cuarto de incubación - - - - -	26
erilización del medio nutritivo, equipo y crista- ía - - - - -	26
a de datos - - - - -	26
lisis estadístico - - - - -	28
ADOS Y DISCUSION - - - - -	30
JSIONES - - - - -	47
ENDACIONES - - - - -	49
OGRAFIA - - - - -	51
ICE - - - - -	53

INDICE DE CUADROS

	Página
Análisis de varianza para velocidad de germinación bajo condiciones controladas de cultivo de embriones.	35
Análisis de varianza para longitud de raíz bajo condiciones controladas de cultivo de embriones.	36
Análisis de varianza para peso fresco de raíz bajo condiciones controladas de cultivo de embriones.	37
Análisis de varianza para peso seco de raíz bajo condiciones controladas de cultivo de embriones.	38
Análisis de varianza para longitud de tallo bajo condiciones controladas de cultivo de embriones.	39
Análisis de varianza para peso seco - fresco de tallo bajo condiciones controladas de cultivo de embriones.	40
Análisis de varianza para peso seco de tallo bajo condiciones controladas de cultivo de embriones	41

## INDICE DE GRAFICAS

.ca	Página
Relación: Longitud de raíz y tallo	44
Relación de peso fresco de raíz y tallo	45
Relación de peso seco de raíz y tallo	46

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de cultivo de tejidos vegetales del Instituto Mexicano del Maíz, perteneciente a la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", en el año de 1987 seleccionando in vitro genotipos de maíz resistentes a sequía.

El material genético fue: 50 líneas del ciclo cinco de maíz, además de un compuesto balanceado de los ciclos 0, 2, 4 y como testigos se usaron AN 661, SSE-255M, HS-18-19, HS-18-191 y VS-201-8.

Para la evaluación de los tratamientos se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con diferente número de repeticiones.

Los parámetros que se evaluaron fueron los siguientes: porcentaje de germinación, longitud de raíz, peso fresco de raíz, peso seco de raíz y longitud de tallo, peso fresco de tallo y peso seco de tallo.

Los datos obtenidos y ordenados se llevaron a un análisis de variancia para cada una de las variables observables en estudio encontrándose que, en velocidad de germinación no hubo diferencia significativa estadística, en los parámetros longitud de raíz y peso fresco de tallo hubo diferencia significativa en los parámetros de longitud, peso fresco y seco de raíz se encontró alta significancia estadística.



mejores líneas de cada parámetro, exceptuando a la velocidad de germinación donde no hubo diferencia estadística, la prueba de medias no se realizó por ser muy grande el número de .

En base a los resultados anteriores se concluye que los genotipos Nepoprec 187-4-3-3-1, Derr-87; Nepoprec-154-1-2-2-1-35; Nepoprec C<sub>1</sub>S y N<sub>2</sub> Derr-82 y Nepoprec-207-2-1-1-2-1, -35; que corresponde a los números de entrada 27, 11, 52 respectivamente, son los tolerantes a sequía.

Los genotipos Nepoprec-105-1-3-1-1-1, Derr-85, Nepoprec 2-1-2-4-1, Nepoprec-207-2-2-1-2-2, Derr-85 y Nepoprec-101-4-1-1, Derr-85; que corresponden a los números de entrada: 29 y 2 por su alto peso seco de tallo, también son tomadas en cuenta como posibles tolerantes a sequía.

Se recomienda evaluar estos materiales bajo condiciones de campo, regulando las condiciones de humedad en el suelo para determinar mediante correlación su comportamiento.

## INTRODUCCION

Históricamente, el maíz es la base de la alimentación humana. En lo referente al consumo per capita el maíz ocupa el primer lugar, ya que la población lo consume cuatro veces más que el frijol, diez veces más respecto al de trigo y cincuenta veces más al de la carne.

El maíz se cultiva en México en una superficie de 7 millones de hectáreas y bajo condiciones muy diversas, aunque la mayor parte es en las áreas de temporal. De ésta superficie, el 50 por ciento presenta condiciones ecológicas favorables, el resto se cultiva bajo condiciones marginales, principalmente con escasa y mala distribución de las lluvias y con problemas de heladas tempranas.

En algunas regiones como el Trópico Húmedo, el temporal es bien definido y a veces el exceso de lluvias ocasiona las pérdidas de las cosechas. En cambio en el Trópico Seco, en el norte o en los Valles Altos, se presentan regiones semiáridas donde las lluvias son erráticas y en ocasiones totalmente escasas. Por lo tanto, las siembras de temporal no son nada seguras.

Partiendo de estos antecedentes el Instituto Mexicano de Maíz de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", a través de un programa de mejoramiento genético ha venido seleccionando en el campo, algunos materiales que ofrecen rendimientos -

Los trabajos realizados, consisten básicamente en hacer ras al iniciarse las lluvias en las áreas temporaleras y uellas se retrasan, se auxilia al cultivo hasta la obtende cosecha.

La selección de material genético se hace en base a rento, es decir se escogen aquellos maíces que responden - a las condiciones de temporal.

El presente trabajo se inició en el Laboratorio de Culde Tejidos Vegetales, perteneciente al Instituto Mexicano aíz, bajo las hipótesis siguientes:

l manitol dá las mismas condiciones de sequía que el suelo. xiste relación directa entre la parte aérea y radicular e las líneas seleccionadas en laboratorio.

as líneas seleccionadas se comportan igual en campo que n laboratorio.

El objetivo general del presente trabajo es: selección notipos de maíz tolerantes a sequía.

Los objetivos particulares a corto, mediano y largo pla n:

eleccionar líneas resistentes a sequía.

ormación de híbridos y variedades para regiones de temporal roducir semilla con campesinos temporaleros.

## REVISION DE LITERATURA

### Generalidades sobre resistencia a sequía

La fisiología normal se mantiene bajo condiciones ambientales ideales. Sin embargo, las plantas raramente viven bajo condiciones adecuadas. Por lo regular algo falta; a menudo varios factores están lejos de lo ideal. Debido al hecho de la existencia, las plantas viven frecuentemente en el límite de posibilidades para sobreponerse a una o más condiciones adversas. Esto produce una tensión considerable en el organismo, el cual reacciona mediante varios mecanismos bioquímicos y fisiológicos para superar, evitar o neutralizar esa tensión, Bidwell,

Una de las tensiones a las cuales las plantas tienen que enfrentar es el stress hídrico, el cual Garcidueñas, (1959), indica que las condiciones de sequía se obtienen por la concurrencia de dos factores: escasa lluvia y alta evaporación. Este factor está influenciado sobre todo por la temperatura.

La sequía es por lo tanto edáfica como atmosférica. En aquellos casos en los que la sequía es solamente atmosférica, las plantas sufren más bien por calor que por falta de agua.

Debido a que la sequía tiene tan variados efectos no es sorprendente que varios y diferentes mecanismos de tolerancia para haberse desarrollado. Presumiblemente todas las plantas que crecen en áreas áridas tienen cierto grado de resistencia a la sequía.

presencia de sustancias hidrofílicas del protoplasma, den ser complejas y de alto peso molecular como las proteínas, o ciertos carbohidratos, (Bidwell, 1979).

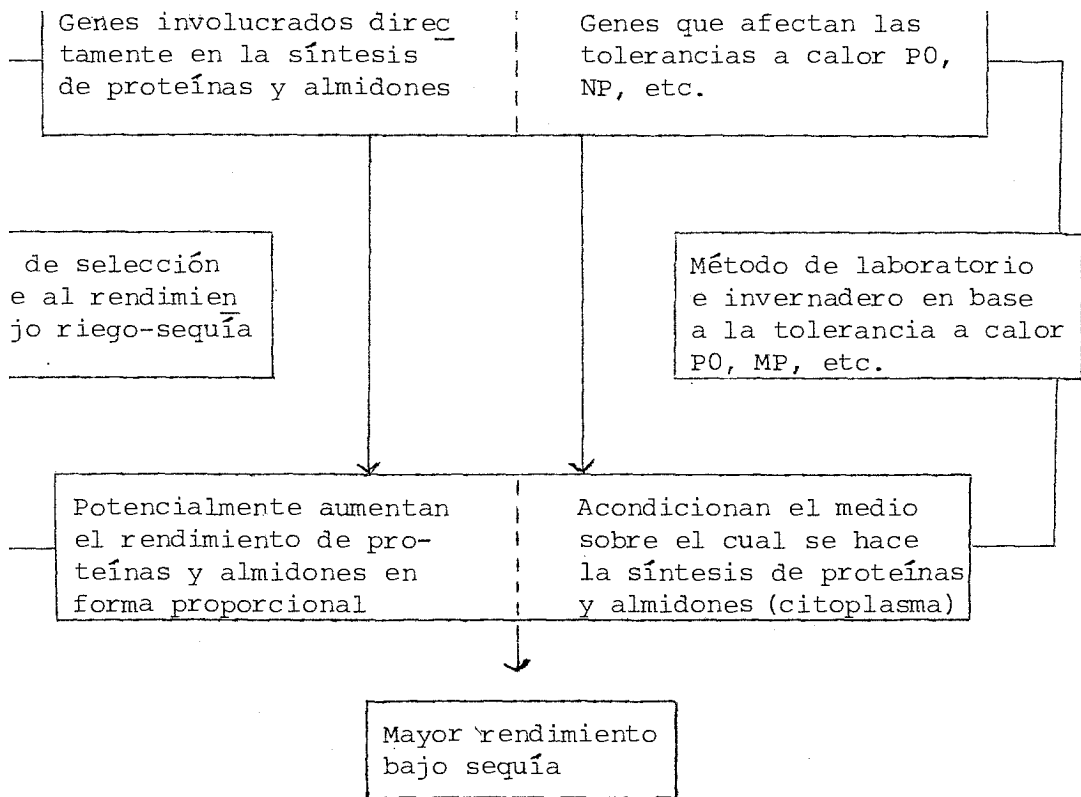
Muñoz (1980), señala que la resistencia a la sequía de ntas anuales es muy alta al inicio del desarrollo y va yendo a medida que se diferencian los organos reproducasta la ocurrencia de la floración, en cuya etapa la reia es mínima. Esta resistencia variable a través de las del ciclo de vida de las plantas es denominado ontogénica ferencían de la resistencia promedio entre especies, y des, a la cual se denomina resistencia fitogenética.

Fischer et al. (1984) refieren que la resistencia a la en un sentido agrícola se refiere a la capacidad de una cultivada para rendir su producto económico con agua - ble limitada. En un contexto evolutivo, sin embargo ncia a sequía normalmente sería la capacidad de una - o una especie para sobrevivir y eventualmente reproducir humedad limitada. Es probable que los mecanismos res- es solamente de la supervivencia de una especie, puedan de hecho de aquellas que proporcionan una máxima produconómica.

Garcidueñas y Ramírez (1987) refieren que la verdadera ncia puede implicar la habilidad de usar el agua con - onomía (pocos estomas, favorable relación raíz/tallo, - follaje, etc.), o bien la habilidad de adaptar sus actimetabólicas de modo que la deficiencia de agua no deter

con déficit hídrico, de entrar en letargo en falta de de recuperación al hidratarse, etc.).

Muñoz (1980) señala algunos principios sobre la resis  
a la sequía: (1). La resistencia a la sequía comprende  
dos básicos de mecanismos: tolerancia y evasión; (2). La  
encia a la sequía puede dividirse en dos componentes: la  
nia, referente a las variaciones a través de las etapas  
arrollo, y la fitogenética, referente a las diferencias  
las especies, variedades o plantas; (3). La resistencia  
equía está determinada por el potencial genético promedio  
variedad y por su interacción con las variaciones de la  
; (4). La selección en plántula, con base en las toleran-  
ue acondicionan el medio donde actúan los genes de rendi  
, no necesariamente aumentan la frecuencia de los genes  
amente involucrados en el rendimiento, no necesariamente  
za la frecuencia de genes acondicionadores en que actúan  
nes del rendimiento. De ahí que para maximizar el rendi  
bajo sequía haya que combinar las técnicas de campo con  
laboratorio e invernadero.



Este esquema muestra que los genes para maximizar el rendimiento bajo sequía pueden dividirse en dos fracciones: (1). involucrados directamente en la síntesis de proteínas y almidones que integran el rendimiento, y (2). los que bajo sequía condicionan el medio para que actúen los primeros. El mayor rendimiento se logró combinando los métodos relativos a ambas condiciones (PO: Presión osmótica, MP: marchitez permanente). El efecto de agua y su influencia sobre las plantas.

Se ha calculado que mas del 99 por ciento de agua absorbido por una planta de maíz durante su crecimiento se pierde por transpiración (Bidwell, 1979).

didadas promedio del 15 por ciento de la producción en las tropicales, aún donde la precipitación pluvial total es blamente alta. Además la probabilidad de pérdida de ren-to debido a la sequía influye en el uso y utilización de izantes y otros insumos.

Para minimizar el riesgo de pérdidas en el rendimiento, ricultores pueden escalonar sus siembras de maíz, sembrar on madurez diferente o intercalar especies diferentes. cas agronómicas mejoradas tales como un mejor control de s y el mantenimiento de una cubierta vegetal sobre la su- ie del suelo (labranza mínima), tendrán un efecto sustan- obre los rendimientos de maíz bajo condiciones de sequía er et al, 1984).

Fischer et al. (1984) sugieren que para aquellas situa- en las que la duración de la humedad es limitada, los ren tos podrían ser estabilizados mediante el uso de genotipos glos de siembra, los cuales permitirían escapar a la falta a.

Poehlman (1974) realizó varios intentos por evaluar los de daños causados por el calor y la sequía, de tal manera pu- diera considerar a cada factor separadamente en un pro de mejoramiento.

Los dos tipos de daño que se observan generalmente y los mas de mejoramiento relativos a los mismos son los siguien



Belhman, 1974; Jugenheimer, 1981 y Garcidueñas, 1959).

Los estudios de herencia de este chamuscado indica que la susceptibilidad es recesiva y que puede deberse a la acción de un número relativamente pequeño de genes principales.

Formación deficiente de semillas.

En la actualidad parece ser que la formación deficiente de la semilla se debe con frecuencia a que la producción de polen y la aparición de los estigmas no tiene lugar simultáneamente.

Jugenheimer (1981) indica que las temperaturas elevadas pueden interferir con la polinización al ocasionar el calentamiento rápido de los estigmas, acelerando, por lo tanto la pérdida de su receptividad para el polen. Esta interferencia con la polinización se refleja en un llenado muy deficiente de las espigas y en consecuencia, en una reducción del rendimiento por hectárea.

Luna (1978) concluye que se puede establecer que existe una relación positiva entre la resistencia del polen y estigmas a la desecación y la resistencia de las plantas de maíz a la sequía, y que las variedades de maíz procedentes de lugares de poca precipitación anual (menor de 600 mm), en general producen un mayor porcentaje de polen y estigmas resistentes a la desecación, mientras que las variedades procedentes de lugares de precipitación anual alta o media producen un menor porcentaje.

Las floraciones del maíz se retrasaron en forma altamente cativa respecto a las floraciones bajo riego; y que estos retrasos fueron más acentuados en la floración femenina. En el caso del sorgo a diferencia de otras especies adelanta la floración bajo el efecto de stress hídrico.

Barnes y Wooley (1969) midiendo los efectos de humedad en diferentes etapas de crecimiento en maíces de espigado doble, encontraron que la maduración de la espiga se retrasa en las variedades durante la presión de humedad, sin embargo, el retraso de maduración no reduce la fertilización de los granos y la producción tanto en el maíz de doble espigado como en el simple. La variedad de espigado doble significativamente reduce el consumo de agua (1-2%) del suelo cuando se encuentra bajo la presión de humedad.

#### Fisiológicos del déficit de humedad.

El agua no se pierde con tanta facilidad a partir del suelo como a partir de una superficie de agua libre, debido a que en el suelo actúan diversas fuerzas que tienden a retenerla, la más importante de ellas es la capacidad de adsorción de los minerales del suelo que, cuando baja el contenido en agua oponen una gran resistencia a las pérdidas ulteriores.

El déficit de presión de difusión del agua de un suelo cuando se alcanza la marchitez permanente (PMP) es aproximadamente de 10 atm y en el caso de la capacidad de retención de agua, aproximadamente de 1 atm. Parece ser que la absorción activa solo puede realizarse en suelos con un contenido de agua superior a su capacidad

El coeficiente de marchitez permanente corresponde a la ad de agua que existe en el suelo cuando las plantas que an en el se marchitan de modo irreversible. A condición la transpiración no sea excesivamente rápida, este limi- da bastante bien definido y de una planta a otra no varía como podría pensarse (James 1967).

Cuando las plantas se secan, el suelo aún contiene un e agua (aproximadamente 5 por ciento del peso en suelos os y 20 por ciento en suelos arcillosos), pero se encuen- poros tan pequeños y formando películas tan delgadas alre de las particular del suelo, que las raíces no pueden obte lo bastante rápidamente como para evitar el marchitamiento erte de la planta (Aldrich, 1974).

La planta debe balancear el agua perdida por transpira- on la que toma del suelo. El valor de la transpiración e de la luminosidad, temperatura, humedad relativa y vien incipalmente, y es muy variable pero en general la planta - e entre el 1 y 2 por ciento del agua para hidratar las cé- y sintetizar glucosa, y el 98 a 94 por ciento del agua sim te lo mueve del suelo a la atmosfera. Este desperdicio de unido al hecho de que una de las causas mas generales de a agrícola es la sequía, ha hecho pensar en la posibilidad minuir la transpiración y por lo tanto la exigencia de - o bien de actuar sobre el metabolismo para que la planta menos por la deficiencia de agua (Garcidueñas y Ramírez,

ante para que las plantas utilicen el agua eficientemente. El asio ayuda a mantener casi cerrados los estomas de las ho-  
a través de los cuales se pierde el agua por transpiración  
ch, 1974).

Muñoz (1980) aplicando los principios de sistema riego-  
(R-S) en una selección partiendo de la fuente Michoacán  
al estudiarse la fotosíntesis y la transpiración en rela-  
l potencial hídrico de las hojas, y en relación a la aper-  
stomatal se encontró que la selección S cierra sus estomas  
s facilidad que la R, lo que le permite administrar mejor  
a; al mismo tiempo, en este proceso de cierre estomatal  
enta la eficiencia en el uso del agua, es decir que se -  
an los miligramos de CO<sub>2</sub> fotosintetizado por cada gramo de  
ranspirada.

Garcidueñas (1959) menciona algunos efectos de la falta  
a en la planta sobre diversos aspectos metabólicos:  
fotosíntesis disminuye. Otro factor interactuante es que  
falta en el transporte debido a falta de agua, el azúcar  
acumula en la hoja y las reacciones de síntesis de sacarosa  
lmidón se inhiben.

respiración en órganos con vida activa (p.e. la hoja) au-  
ta en sequía por sobre lo normal. La conjunción de alta  
piración y baja fotosíntesis determinará un estado de des-  
rición si persiste cierto tiempo.

síntesis de proteínas disminuye. Igualmente la cantidad  
ácidos nucleicos disminuye.

ante para que las plantas utilicen el agua eficientemente asio ayuda a mantener casi cerrados los estomas de las ho-  
través de los cuales se pierde el agua por transpiración  
ch, 1974).

Muñoz (1980) aplicando los principios de sistema riego-  
(R-S) en una selección partiendo de la fuente Michoacán  
al estudiarse la fotosíntesis y la transpiración en rela-  
l potencial hídrico de las hojas, y en relación a la aper-  
stomatal se encontró que la selección S cierra sus estomas  
s facilidad que la R, lo que le permite administrar mejor  
a; al mismo tiempo, en este proceso de cierre estomatal  
enta la eficiencia en el uso del agua, es decir que se -  
an los miligramos de CO<sub>2</sub> fotosintetizado por cada gramo de  
ranspirada.

Garcidueñas (1959) menciona algunos efectos de la falta  
a en la planta sobre diversos aspectos metabólicos:  
fotosíntesis disminuye. Otro factor interactuante es que  
falta en el transporte debido a falta de agua, el azúcar  
acumula en la hoja y las reacciones de síntesis de sacarosa  
lmidón se inhiben.

respiración en órganos con vida activa (p.e. la hoja) au-  
ta en sequía por sobre lo normal. La conjunción de alta  
piración y baja fotosíntesis determinará un estado de des-  
rición si persiste cierto tiempo.

síntesis de proteínas disminuye. Igualmente la cantidad  
ácidos nucleicos disminuye.

no poca presión para un buen alargamiento celular, determinando que en sequía el crecimiento sea muy pobre. En maíz se ha encontrado que el crecimiento está en relación directa con el agua útil. Al parecer el ritmo de la mitosis es poco afectado, pero las células son más pequeñas.

En general la sequía induce precocidad, pero en algunos casos se ha encontrado experimentalmente que la falta de agua retrasa la floración aunque apresure la maduración.

En las plantas con flores unisexuales, la sequía afecta la calidad y en este aspecto es más eficiente la sequía atmosférica que la edáfica.

La caída de los frutos aumenta con la sequía.

Maranville y Paulsen (1970) estudiando los efectos de la hidratación de carbohidratos en semillas de maíz bajo stress hídrico refieren que a una presión de humedad afecta varios aspectos del metabolismo de carbohidratos y la fotosíntesis. Aunque algunos de estos cambios pueden alterar la cosecha.

La hidrólisis enzimática de sacarosa disminuyó y la hidrólisis de almidón se incrementó. Probablemente los carbohidratos ayudan a las plantas a retener la turgencia y protección de los constituyentes protoplasmáticos.

Barlow et al. (1977) analizando la fotosíntesis, transpiración y longitud de hoja en maíz encontraron que a una temperatura de 27.5°C y un 55 por ciento de humedad relativo disminuyó la longitud de la hoja. Esto fue atribuido a la restricción de agua en la región de la raíz, la fotosíntesis -

miento Genético para resistencia a sequía, bajo condicioo  
campo y controladas.

La creación de híbridos con tolerancia al calor y a la  
es muy compleja, pues hay un amplio margen de variación  
condiciones ambientales bajo las que se puede presentar  
.. Además, las combinaciones de condiciones calor y sequía  
eden causar daño, varían de un año a otro (Poehlman 1974).

La resistencia a la sequía en los cultivos puede lograru  
dos maneras: por fortalecimiento y por cruza y selección.

El fortalecimiento se logra haciendo pasar a las plántuu  
r períodos de sequía en los primeros estados del desarro-  
. Garcidueñas 1959).

La resistencia a sequía es un fenómeno complejo. Afor-  
mente, la resistencia a la sequía es un rasgo hereditable.  
istencia relativa a la sequía puede predecirse a partir  
datos de las cruzas simples.

Un programa eficiente de mejoramiento para desarrollar  
ades tolerantes a la sequía requiere del conocimiento de  
na de herencia Williams et al. (1969) citados por Jugen-  
(1981) usaron datos obtenidos mediante varios métodos -  
edir la tolerancia a sequía. Al usar cruzas dialélicas,  
raron a partir de las regresiones varianza-covarianza que  
encia de la tolerancia a la sequía del maíz dulce sigue  
elo de dominancia parcial o casi completo. Las estimacioo  
la aptitud combinatoria indicaron que las líneas que -





se había agotado la variabilidad de las características deseaban seleccionar, una hipótesis que se investiga - mente.

Castro et al. (1973) citados por Cortés formaron una va de maíz para zonas áridas con las características de ena jas erectas, alto rendimiento, alto valor nutritivo y am rea de adaptación, la cual denominaron NEPO (norteño, ena no, y opaco). En esta variedad se trató de reunir las princi características que le ayudarían a vivir en zonas de esca cipitación. Los mismos investigadores (1978) reportan que o fue evaluado en 1975 en Matehuala, S.L.P. y mostró un tam iento sobresaliente cuando con 240 mm de precipitación producir mazorcas, siendo que los maíces criollos sem bra lotes adyacentes no lo lograron. Concluyen que esta po n presenta grandes perspectivas para las zonas de temporal ente.

Molina (1980) reporta que la selección masal estratifi s una metodología eficiente para mejorar la resistencia ca de variedades de maíz a la sequía, y que el efecto de selección se hace mas manifiesto cuanto mas drástica es la

Fischer et al. (1984) en un experimento que realizaron ho genotipos de maíz bajo condiciones de sequía simulada. la gación fue de tal manera controlada que los tratamientos sión de sequía comenzaron con la iniciación floral y se hicieron a través de la floración (para abarcar el estado -

uar hasta la maduración del grano. Estos tratamientos ron el rendimiento de grano.

Otro medio para evaluar o seleccionar genotipos por su encia a la sequía, consiste en poner a germinar semillas uciones de elevada presión osmótica (Pedretti, 1972).

Marquez (1979) menciona en un estudio de la resistencia ía de 8 variedades de maíz, que utilizando la técnica de arosa como inductor de stress hídrico, es un auxiliar va en la evaluación de germoplasma en los programas de e- nimiento encaminado a la selección o formación de varieda- e se adoptan en áreas con régimen de humedad deficiente.

Parmar y Moore (1966) utilizando polietilenglicol como or de condiciones de sequía en laboratorio observaron que na gran reducción de germinación, longitud de raíz prima- brotación a soluciones de 6, 8 y 10 atmósferas de presión ca.

Los mismos autores (1980) al utilizar cabowax 600, mani cloruro de sodio, observaron que los efectos adversos en ninación fue mas grande con carbowax 600, intermedio con l y mas pequeño con cloruro de sodio como sustratos para r condiciones de sequía. Además agregan que incrementan- gresivamente la presión osmótica demora y reduce la germi

Ómicos para aplicarse a plantas jóvenes y no están suje  
lo aleatorio de la ocurrencia de las sequías. Sin embar  
puede decir que los métodos de campo y laboratorio no  
cluyentes entre sí, si nó complementarios, y deben utili  
alternadamente para maximizar la producción bajo sequía.

Los métodos para mejorar la resistencia a la sequía se  
dividir en: (1). de laboratorio e invernadero, y (2) de

Se ha investigado la selección por tolerancia a la pre  
smótica mediante la germinación de semillas en soluciones  
len de 15 atmósferas, llevando al campo las plántulas ob-  
s de las semillas que logran germinar, e integrando con  
una nueva variedad con mayor resistencia a la sequía (Mu-  
980).

Williams et al. (1967) citados por Luna (1978) indican  
selección de genotipos de maíz tolerantes a sequía puede  
a mediante: (1). Exposición de plántulas a 52°C durante  
oras, (2). Germinación de semillas en una solución de ma-  
a 15 atmósferas de presión osmótica; y (3). Exposición de  
las a marchitez permanente durante 14 días.

Muñoz et al. (1983) en un estudio con variedades sinté-  
le maíz con grados diferentes de resistencia a sequía y he  
mencionan que las sintéticas resistentes a sequía mostra-  
vor capacidad para cerrar los estomas, lo que se denominó  
ensibilidad estomática. Las selecciones con base en ren-  
no. respecto a la selección por tolerancia a marchitez per

potenciales hídricos.

Se han realizado muchos estudios sobre la resistencia equía de las plantas cultivadas, sin embargo, la relación las diversas características de resistencia a sequía, la ogía respecto al uso del agua y sus efectos sobre una ma-  
oducción bajo sequía, no son suficientemente comprendidos  
ell et al. 1983).

## MATERIALES Y METODOS

El presente experimento se realizó en el laboratorio de cultivos vegetales que pertenece al Instituto Mexicano de Investigaciónes de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"

El experimento consiste en el cultivo *in vitro* de - -  
cultivos de maíz en condiciones controladas.

### Material Genético

Los materiales a evaluar son 50 líneas de ciclo 5 de Nepoprec, además de un compuesto balanceado de los ciclos 0, 1, 2, 3 y 4. Dichos materiales se originaron de la población original Nepo. La población Nepoprec fue tomada de diversos materiales nacionales (subtropicales y de alturas intermedias a altas) e internacionales (Morales, 1984). Como testigos se usaron N<sub>20</sub>, SSE-255M, HS-18-19, VS-201-191 y VS-201-8.

A continuación se presenta una relación de número de líneas, genealogía y origen del material genético utilizado en el experimento.

<u>la</u>	<u>Genealogía</u>	<u>Origen</u>
	Nepoprec-101-1-1-3-3-2	Derramadero-85
	Nepoprec-101-1-1-4-1-1	Derramadero-85
	" -101-1-1-4-3-4	"
	" -105-1-1-1-1-1	"
	" -105-1-1-1-4-2	"

Nepoprec-105-1-1-1-4-3

Derramadero-85

Nepoprec-105-1-3-1-1-1

Derramadero-85

" -120-2-1-3-3-1

"

" -120-2-1-3-4-1

"

" -120-2-1-3-4-3

"

" -154-1-1-2-2-1

"

" -154-1-1-2-2-2

"

" -187-2-1-2-4-1

"

" -187-2-2-3-1-1

"

" -187-2-2-3-1-1

"

" -187-2-2-3-2-1

"

" -187-2-2-3-2-3

"

" -187-3-2-2-3-2

"

" -187-4-1-1-1-1

"

" -187-4-1-1-1-2

"

" -187-4-1-3-2-2

"

" -187-4-1-3-2-4

"

" -187-4-1-3-3-1

"

" -187-4-2-1-1-1

"

" -187-4-2-1-1-2

"

" -187-4-2-1-3-1

"

" -187-4-2-3-3-1

"

" -207-2-1-1-2-1

"

" -207-2-2-1-2-2

"

" -207-2-2-3-2-2

"

" -207-2-3-4-4-3

"

Nepoprec-249-1-1-4-1-3	Derramadero-85
" -249-1-1-4-2-2	"
" -249-1-1-4-4-2	"
" -249-4-1-3-1-1	"
" -249-4-1-3-3-2	"
" -328-3-2-2-1-4	"
" -328-3-2-2-2-1	"
" -328-3-2-2-4-1	"
" -328-3-2-2-4-3	"
" -443-1-2-1-1-3	"
" -442-1-2-1-2-1	"
" -207-2-3-3-4-1	"
" -362-1-3-4-3-2	"
" -496-2-2-3-4-2	"
" -556-1-1-1-2-2	"
" -584-2-1-3-2-1	"
" -584-2-1-3-2-2	"
" -602-2-2-1-3-1	"
" -602-2-2-1-3-2	"
Nepoprec-C <sub>0</sub> S	Derramadero-81
Nepoprec C <sub>1</sub> S	Derramadero-82
Nepoprec C <sub>2</sub> S	Derramadero-83
Nepoprec-C <sub>3</sub> S	Derramadero-84
Nepoprec-C <sub>4</sub> S y N <sub>2</sub>	Derramadero-85
Nepoprec-C <sub>5</sub>	Derramadero-86

zación de la siembra de embriones.

Trabajos preeliminares a esta tesis en el laboratorio de cultivos vegetales, se realizaron con el objetivo de determinar las condiciones para la micropropagación in vitro de raíz, encontrándose que el medio de cultivo que mejor favoreció la diferenciación a planta fue el de Murashige y Skoog modificado con cinco ppm de AIA.

Prosiguiendo con las investigaciones y buscando una metodología para seleccionar in vitro material genético tolerante a sequía se probaron los reactivos polietilenglicol, sacarosa y manitol para variar la presión osmótica del medio nutritivo MS a cuatro concentraciones cada uno. Se encontró que con el polietilenglicol no solidificaba el medio, la sacarosa resultó metabolizable para la planta siendo la concentración cuatro (C<sub>4</sub>) de manitol la que mejor resultados obtuvo para variar la presión osmótica al medio nutritivo (13.5) bars, presión que resultó ser la mejor para diferenciar los clones tolerantes y susceptibles a sequía.

#### PREPARACION DEL MEDIO NUTRITIVO (MS)

En un matraz erlenmeyer se colocan 30 gramos de sacarosa, 10 gramos de agar, 10 ml de las soluciones A, C, D, 100 ml. de la solución B y 5 ml de la solución E, además se le agregaron 72 gramos de manitol, para variar la presión osmótica al medio nutritivo de -13.5 bars, y se enriquece con las vitaminas; glicina 2ml., myo-inositol 10 ml., -



Posteriormente se afora a un litro de agua destilada.

Una vez hecha esta preparación se coloca el matrás a parrilla electromagnética con agitador y control de temperatura y se le deja por un tiempo necesario hasta que homogenice el medio.

Enseguida se procede que ajustar al medio a un P.H. 8.

Hecho así el medio nutritivo MS se vacían cantidades de 1 ml de medio en tubos de vidrio de fondo plano, se tapar con papel aluminio y se sellan con ligas, se deja que se equilibre y se colocan los tubos en canastillas.

#### EXTRACCION DE EMBRIONES

Se ponen a remojar por separado en frascos de vidrio las semillas durante dos horas antes de la extracción de los embriones. Teniendo cuidado que todas las semillas queden sumergidas.

Transcurridas las dos horas se tira el agua del frasco después se procede a extraer los embriones con ayuda del pipeta.

Una vez extraídos se llevan al cuarto estéril y se colocan en otros frascos de vidrio estériles y se esterilizan con hipoclorito de calcio al cinco por ciento durante cinco minutos, transcurrido este tiempo se enjuagan con agua destilada.

## SIEMBRA DE EMBRIONES

De los materiales en estudio (60 líneas) se utilizaa 10 embriones de cada una (10 repeticiones) haciendo un total de 600 unidades experimentales.

Estos materiales (embriones) se dividieron en cinco grupos, correspondiendo a cada día de siembra de 120 líneas.

La siembra se realiza en la cámara de flujo laminar. Antes de sembrar las manos se lavan perfectamente con agua y jabón y se utiliza un cubrebocas estéril.

Las pinzas también esterilizadas se ponen en un vaso precipitado con alcohol etílico, se destapa el tubo lo más cerca posible de la flama de la lámpara de alcohol y se acerca el borde del tubo, enseguida se coloca el embrión rápidamente dentro del tubo y se cubre con una tapa de aluminio y se sella con una liga.

## INCUBACION

La incubación se efectúa a una temperatura que oscila de 20-25°C, bajo iluminación continua de luz blanca y proporcionada por lámparas fluorescentes de 40 watts. La colocación de los tubos se hace en forma de celdillas de aluminio en la estantería blanca.

MS y la inducción de la presión osmótica a dicho medio a siguiente:

Primamente al medio se le divide en seis partes o soluciones madre (A, B, C, D, E, y F) las cuáles nos servirá de apoyo para preparar el medio MS.

Las soluciones madres son:

Solución A (100x) Por litro de solución madre.

$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  44.0 g.

Solución B (10x)

$\text{NH}_4\text{NO}_3$  16.5 g.

$\text{KNO}_3$  19.0 g.

Solución C (100x)

$\text{KI}$  83.0 mg.

$\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  2.5 mg.

Solución D

$\text{KH}_2\text{PO}_4$  17.0 g.

$\text{H}_3\text{BO}_3$  0.62 g.

$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  25.00 mg.

Solución E (100x)

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  37.00g.

$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) 170.00g. (1.28g)

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  2.5 mg.

$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0.86g.

Solución F (200x)

$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  5.57g.

Na EDTA 7.45g.

parar limpieza y esterilización.

#### LIMPIEZA DEL CUARTO DE SIEMBRA

Antes de la siembra se mantiene cerrado perfectamente el cuarto, cuando se siembra se barre y trapea perfectamente con agua de jabón y cloraléx.

La campana de flujo laminar, la cual funciona basez ultravioleta y filtros de aire para crear las condiciones de asepsia, se limpia perfectamente la superficie del godon impregnado con hipoclorito de calcio y/o clorál.

Horas antes de la siembra se encienden las lámparas cohol y se pone a evaporar fenol en un vaso de precipii

#### LIMPIEZA DEL CUARTO DE INCUBACION

Esta unidad del laboratorio se mantiene limpia a baño de escoba, trapeador, agua y clorálex, la estantería meuta se limpia perfectamente con detergente.

#### ESTERILIZACION DEL MEDIO NUTRITIVO, EQUIPO Y CRISTALERIA.

La esterilización se realiza en una autoclave a una onda de 15 lbs/p<sup>2</sup> durante 20 minutos y a una temperatura o de 0°C.

#### TOMA DE DATOS

Transcurridos diez días, después de la siembra se -

Para medir la velocidad de germinación esta se realiz diario, tomándose como germinado los materiales que tenen cuatro milímetros de radícula como mínimo.

Las plántulas se sacan del cuarto de incubación para medición de los parámetros siguientes:

Longitud de la raíz seminal

Longitud del coleoptilo

Peso fresco de la raíz seminal

Peso fresco del coleoptilo

Peso seco de la raíz seminal

Peso seco del coleoptilo

Los pesos y las medidas de la raíz y coleoptilo se hace de la siguiente manera:

La plántula se extrae del tubo de vidrio con unas hijas, y con un bisturí se secciona en dos partes (raíz y h coleoptilo) y se miden con un vernier y se pesa en una h balanza analítica.

Posteriormente raíz y coleoptilo separados medidos h y pesados se envuelven en sanitas y se llevan a un horno h eléctrico a una temperatura constante de 55°C durante un h periodo de 24 horas, lo cuál es suficiente para su total h secado.

Una vez secadas las dos partes se vuelven a secar h con la ayuda de la balanza analítica.

## ANALISIS ESTADISTICO

El diseño estadístico utilizado fue uno completamente al azar con diferente número de repeticiones.

Con los datos obtenidos y ordenados cada uno de los caracteres medidos se procedió de la siguiente manera:

Todos los datos fueron transformados por la fórmula (debido a la variación existente).

Una vez transformados los datos fueron llevados a computadora para su análisis de varianza.

Posteriormente se hizo una comparación de medias de los caracteres en estudio, no encontrándose diferencias significativas entre ellas.

El modelo estadístico fue

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \Sigma_{ij}$$

$$i = 1, 2, \dots, t$$

$$j = 1, 2, \dots, n_{ij}$$

Cuyo ANVA es el siguiente:

F.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F.C.
Trat	t-1	$\sum_{i=1}^t \frac{X_i^2}{r} - F.C.$		
Error	t(r-1)	S.C. total - S.C. Trat.		
Total	tr-1	$\sum_{i,j} X_{ij}^2 - F.C.$		

$$= \frac{\sum_{i,j} X_{ij}^2}{\sum_{i,j} n_{ij}} = \text{Factor de corrección}$$

:  $\sum_{i,j} n_{ij}$  es el número de unidades experimentales

## RESULTADOS Y DISCUSION

En los Cuadros 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 se presentan los resultados de los análisis de varianza desarrollados para cada uno de los caracteres en estudio.

**Velocidad de germinación.** Las mediciones en este carácter están basadas en el número de días que tarda el embrión en formar como tres milímetros de radícula. Al practicar el análisis de varianza a los datos así obtenidos, se encontró que no existe diferencia estadística (Cuadro 1). Esto ocurre tal vez porque el tiempo de germinación es semejante para todos los materiales estudiados, los genotipos provienen de una misma población, la técnica utilizada (embriones) no está influenciada por el resto de la estructura de la semilla o tal vez porque hay muy poco alimento disponible en el embrión. En este aspecto, sería conveniente medir la energía de los genotipos utilizando tetrazolium (Armstrong y Moore (1968) y correlacionar la velocidad de germinación con la evaluación de la energía de la semilla.

**Longitud de raíz.** Medición tomada en centímetros a los 10 días después de efectuarse la siembra. El análisis de varianza indica una diferencia estadística de probabilidad (Cuadro 2), basándose con ello que existe variación entre los materiales estudiados para este carácter en nivel de plántula, o lo que es lo mismo que los materiales tienen su propia facultad especial para desarrollar su sistema radicular y modificar sus funciones bajo condiciones hídricas, lo que concuerda con Robertson et al. (1980) -



ción en maíz, soya y cacahuete, encontraron que la más longitud de raíz fue encontrada donde hubo poca frecuencia de irrigación. Garcidueñas y Ramírez (1987) por su parte concluyeron que para la resistencia a la sequía debe haber una favorable relación entre raíz y tallo en los genotipos.

Kuruvadi (1988) evaluó 40 genotipos de trigo duro con una amplia gama de variabilidad para estudiar características de plántulas ocho días después de la siembra y encontró diferencias significativas para número de raíz, longitud de raíz más larga y longitud total de todas las raíces. Kuruvadi y Loreda estudiaron características de plántulas en 15 colectas del tepari (Phaseolus acutifolius A Gray.) y se encontraron diferencias significativas para los caracteres número de raíz, longitud de raíz principal y longitud total de raíz.

**efecto de raíz.** En su análisis de varianza se observó que se encontró alta significancia estadística y que está relacionada directamente con la longitud de la raíz (Cuadro 2) con la longitud de la misma (Cuadros 3 y 4), correspondiendo lo anterior al fortalecimiento de las plántulas en los primeros días de su desarrollo (Garcidueñas, 1959).

ntro alta significancia estadística (Cuadro 4) revelando ste una amplia gama de variabilidad para este caracter genotipos incluidos.

**l de tallo.** Se encontró significancia estadística al 0.05 por probabilidad (Cuadro 5), esto indica que en los materia ste variabilidad considerable para longitud de tallo.

una relación inversa entre la raíz y el tallo. Robertson (1980) reportaron en un experimento que realizaron en - oya y cacahuete bajo diferentes niveles de irrigación, - que a una deficiencia de humedad la longitud de la raíz mentó, en otro experimento reportado por Barlow et al. - estudiando la fotosíntesis, transpiración y longitud de maíz a temperaturas subóptimas señalan que un incremento temperatura abajo de 28°C disminuyó la longitud de la hoja, debió a la restricción de agua que bajo el potencial de Por su parte Garcidueñas y Ramírez (1987) afirman que una le relación raíz-tallo es una habilidad de las plantas - onomizar el agua.

**esco de tallo.** En su análisis de varianza se encontró - cancia estadística al 0.5 por ciento de probabilidad - 6) lo que confirma una relación directa con el caracter c y una relación inversa con el peso de la raíz. Parmar (1968) utilizando Carbowax 6000, Mannitol y cloruro de ara simular las condiciones de sequía en estudios de ger n en semilla de maíz en sus resultados concluyen que a - emento de la presión osmótica el peso de la raíz fue ma-

**co de tallo.** El análisis de varianza muestra que no existió significancia estadística (Cuadro 7). Esto se debió al pequeño tamaño de la parte aérea, lo que concuerda con Maranville y (1970) que las concentraciones de clorofila disminuyen con el incremento de la presión de humedad y por lo tanto también se reduce la fotosíntesis. Es por esto la poca formación de materia seca.

Kuruvadi y Morales (1985) evaluaron ciertos genotipos de tepari (*Phaseolus acutifolius* A. Gray) después de 12 días de siembra y se reportaron diferencias altamente significativas en el peso seco de vástago y peso seco de raíz.

La utilidad práctica de este trabajo para el fitomejoramiento de raíz es la siguiente: clasificar variedades resistentes a sequía en el campo es muy costoso, tomaría mucho tiempo y muy poco preciso. Mientras que identificar variedades resistentes utilizando manitol en nivel de germinación es muy económico y muy preciso.

Por lo tanto varios investigadores Pormar y Moore y Muñoz (1980); Zapata y Kuruvadi (1985) identificaron variedades resistentes a sequía calculando el porcentaje de germinación en los cultivos de maíz y zacate gigante.

Los resultados anteriores llevan a ratificar que un procedimiento de investigación en laboratorio a invernadero puede servir como base para las pruebas que los fitomejoradores quieran llevar a cabo en el campo. Una vez comprobada la efectividad de la -

de los métodos de mejoramiento existentes como; selección o cruzamiento. Por lo tanto, los métodos de la in y el invernadero son complementarios entre sí (Muñoz, - puede servir para los rendimientos por unidad de super

La presente investigación está basada en los trabajos - inares de laboratorio, que se han venido realizando des - varios años por diferentes investigadores; p.e. se se - a en base a germinación las plántulas que sobrevivan a - ión osmótica en soluciones de 15 atmósferas como sugiere (1980). Además Garcidueñas (1959) sugiere pasar a las - as por períodos de sequía en los primeros estadios de - llo.

Kuruvadi y Loredo (1985) señalaron que las característi - plántulas, número de raíces, longitud de raíz mas larga, - d total de raíces y peso seco de raíz durante el período - inación son de importancia para la absorción de agua y - ntos en el campo determinando un óptimo desarrollo en - pas tempranas del crecimiento para evitar la sequía. La - ción errática de las lluvias, así como la poca de la - la misma durante la siembra, determinan que la disponibi - e agua para las plantas sea muy pobre.

Los genotipos con los valores mayores para característi - sistema radical aprovecharía mas el agua disponible, lo - nsformaría en plántulas sanas, vigorosas con mayor ener - recimiento rápido, garantizando una óptima población de

Cuadro 1 Análisis de varianza para velocidad de geminación bajo condiciones controladas de cultivo de embriones.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. calcula	T.Tabulad 0.05 - 0.
Tratamiento	59	13.87	0.2	1.17	1.32 - 1.
Error	343	58.42	0.17		
Total	402	72.29			
C.V.	17.82 %				

N.S. No significativo

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F tabulada 0
Tratamiento	59	8.55	0.14	1.6	1.32 - 1.4
Error	342	31.53	0.09		
Total	401	40.08			
C.V.	19.16%				

\*\* Alta significancia al 0.01%

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabulada 0.0
Tratamiento	59	0.77	0.01	1.8	1.47**
Error	343	2.51	0.007		
Total	402	3.28			
C.V.	7.10%				

\* Alta significancia al 0.0001%

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F. Tabulada 0.05 - 0.01%
Tratamiento	59	2.19	0.04	1.8	1.47**
Error	334	6.71	0.02		
Total	393	8.90			
C.V.	10.09%				

\* \* Alta significancia al 0.01%



Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. calculada	F. Tabulada 0.05 - 0.01
Tratamiento	59	2.00	0.03	1.44	132 - 1.47*
Error	339	8.01	0.02		
Total	398	10.02			
C.V.	10.42%				

\* Significancia al 0.05%

Cuadro 6 Análisis de varianza para peso fresco de tallo bajo condiciones controladas de cultivo de embriones.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F Tabulada 0.05 - 0.01
Tratamiento	59	0.49	0.01	1.33	1.32 - 1.47
Error	313	2.06	0.01		
Total	372	2.55			
C.V.	6.85%				

\* Significancia al 0.05%

Cuadro 7 Análisis de varianza para peso seco de tallo bajo condiciones controladas de cultivo de embriones.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F. tabulada 0.05 - 0.01
Tratamiento	59	1.84	0.02	1.13	1.32 - 1.47
Error	319	5.65	0.02		
Total	378	6.83			
C.V.	10.02%				

N.S. No significativo

Al graficar los valores obtenidos para cada caracter se  
lo siguiente: en la Gráfica número 1, indica que la lon-  
de raíz en todos los genotipos fue mayor que en la longi-  
tallo, lo que confirma lo reportado por otros investiga-  
que bajo irrigación poco frecuente se encontró la mayor  
de raíz (Robertson et al, 1980) y que bajo un stress  
producido por altas temperaturas en la región de la raíz  
yó la longitud de la hoja (Barlow et al. 1977) y Garcidue-  
amírez (1987) mencionan que una de las características -  
en reunir las plantas resistentes a sequía es el escaso

Con el propósito de señalar los genotipos sobresalientes  
dos caracteres de raíz y tallo, en la Grafica número 1,  
ores genotipos son: 23, 27, 54, 8, 2, 28, 52 y 11 son -  
sobresalientes y marcan que dentro de estos ocho trata-  
se encuentran los que mas toleran la falta de agua en  
meras fases de desarrollo en manitol.

Se incrementan semillas de estos genotipos para planear  
en diferentes localidades bajo temporal con el fin de  
r si estos genotipos son resistentes a sequía o no.

En la Gráfica número 2 se observan los valores para peso  
de raíz y peso fresco de tallo, los que demuestran que  
fresco de raíz es mayor que el peso fresco de tallo.  
experimento similar utilizando sustratos osmóticos como  
x 6000, manitol y cloruro de sodio, encontraron que a

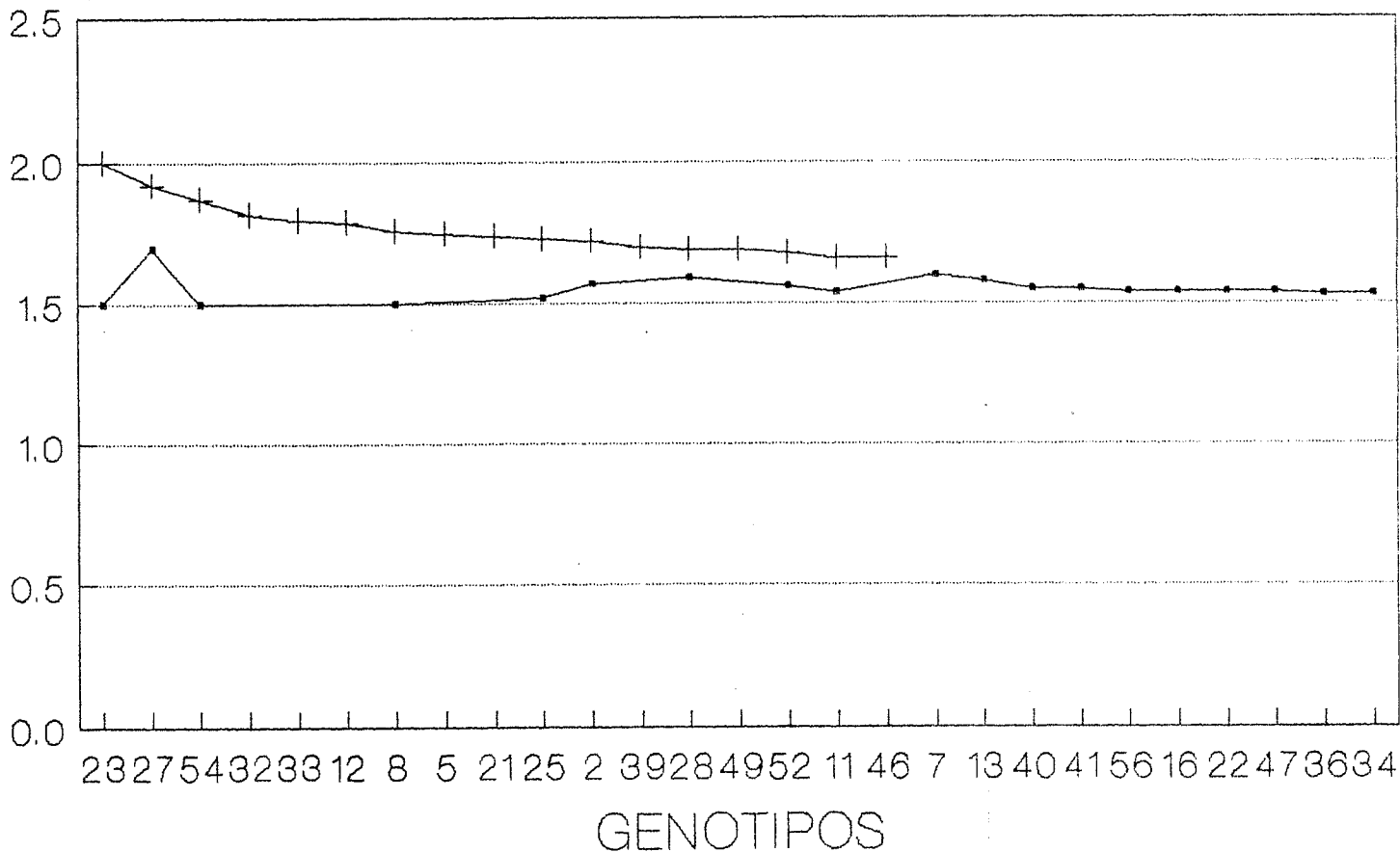
yó, debido a que la raíz depende mas de la reserva de la y menor dependencia del agua y de los fotosintatos en de plántula que el mismo brote (Parmar y Moore, 1968).

Esta conclusión identificó los genotipos 27, 54, 2, 28, sobresalieron para el peso fresco de raíz y tallo. El esco y seco de materia del tallo y de la raíz es el pro e fotosíntesis después de la germinación y además contri de los alimentos disponibles en el embrión.

En la Gráfica número 3 que corresponde a los pesos secos y tallo mantiene la condición de las dos anteriores y la raíz sigue manteniendo valores superiores a los que a el peso seco del tallo. Si se tomara en cuenta como ra la selección el peso seco de raíz y tallo y en base enotipos que han mostrado consistencia se seleccionarían 52 y 11, sin embargo los genotipos 7, 13, 29 y 2 muestra mayor eficiencia fotosintética que los dos mejores res (27 y 28) y se tendría que tomarlas en cuenta como s tolerantes a sequía.

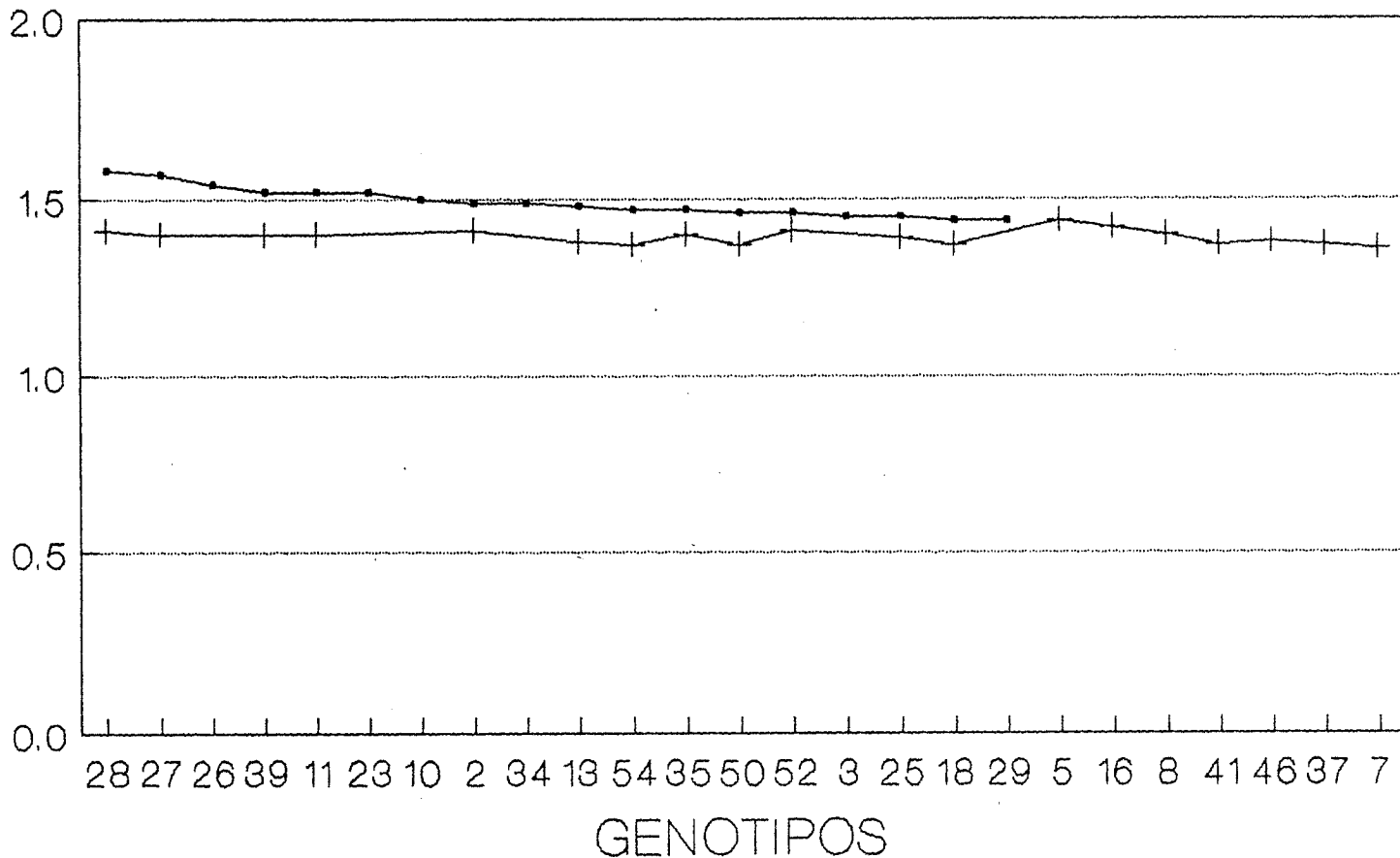
Kuruvadi (1988) mencionó que los valores de caracterís e plántulas en el campo depende de la constitución gené l genotipo y de los nutrimentos disponibles en el - - y el endospermo, eficiencia de utilización de la hume suelo, estructura y textura en el suelo, temperatura - tación y otros factores ambientales.

CENTIMETROS



—●— Longitud de tallo      —+— Longitud de raiz

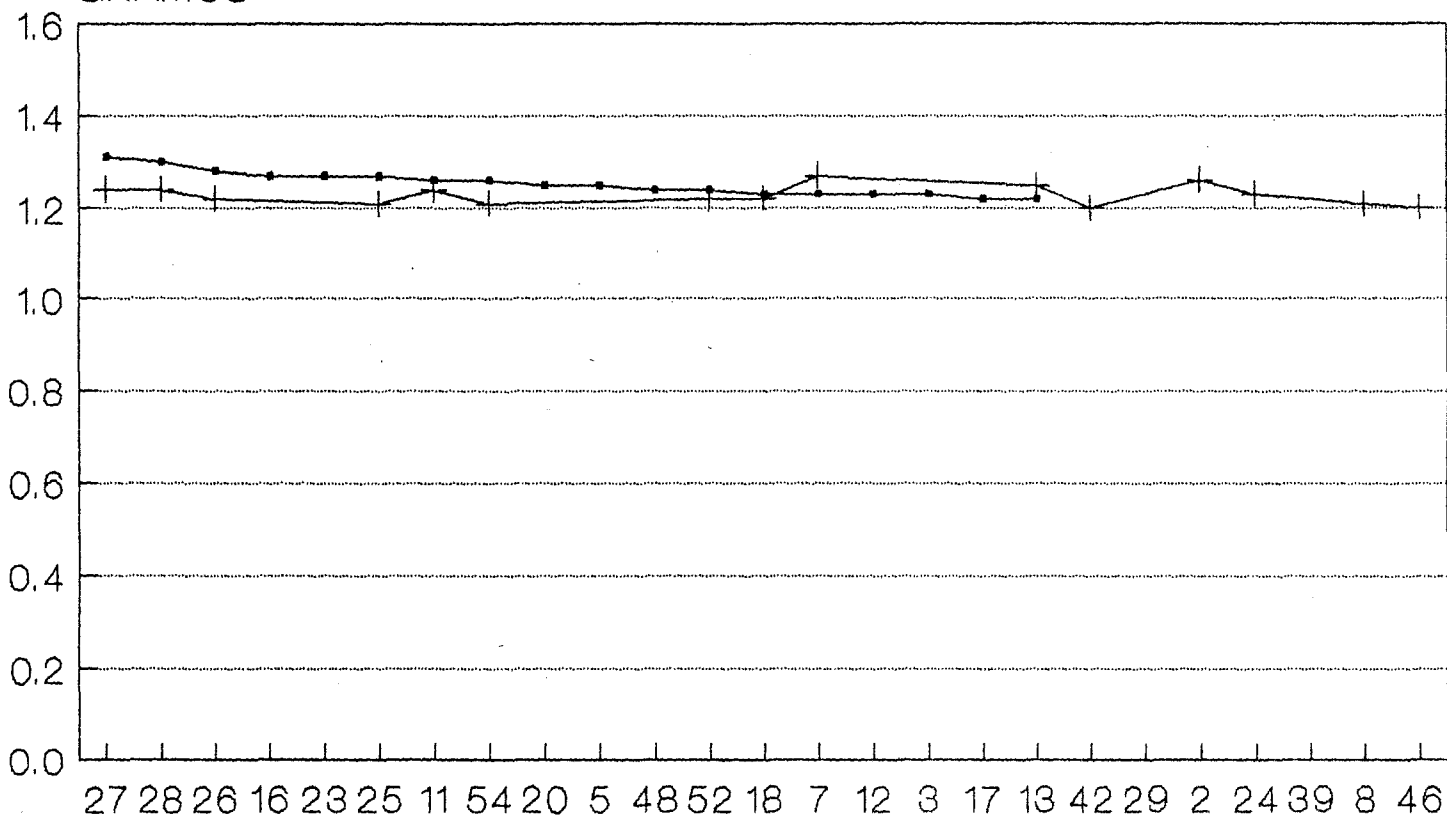
GRAMOS



—●— Peso fresco de raíz    —+— Peso fresco de tallo

# RELACION PESO SECO DE RAIZ Y TALLO

GRAMOS



GENOTIPOS

—●— Peso seco de raiz      —+— Peso seco de tallo



## CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en los análisis de raíz y en las gráficas elaboradas con los valores medios de caracteres en estudio se puede concluir lo siguiente:

Existe una variabilidad considerable para las características longitud de raíz, peso fresco de raíz, peso seco de raíz, longitud de tallo, peso fresco de tallo y peso seco de tallo entre los genotipos incluidos.

Los mejores genotipos seleccionados bajo un estricto estudio de los seis caracteres considerados fueron: 27, 11, 52 y 28, corresponden a las genealogías: Nepoprec-187-4-2-3-3-1, Derr-85; Nepoprec-154-1-1-2-2-1-, Derr-85; Nepoprec-C<sub>1</sub>S, - Derr-82 y Nepoprec-207-2-1-1-2-1. Sin embargo los genotipos 13, 29 y 2 por su peso seco revelan una actividad fotosintética mejor que los materiales seleccionados, también deben tenerse en cuenta como posibles tolerantes a sequía. Sus genealogías son las siguientes: Nepoprec-105-1-3-1-1-1, Derr-85; Nepoprec-187-2-1-2-4-1, Nepoprec-207-2-2-1-2-2, Derr-85 y Nepoprec-101-1-1-4-1-1, Derr-85.

Dentro de la población de maíz denominado Nepoprec existen líneas endogámicas con capacidad de germinación y crecimiento bajo condiciones de stress hídrico.

La selección para tolerancia a sequía puede basarse en los caracteres longitud de raíz y longitud de tallo, ya que los -

ferentes a peso fresco y seco están íntimamente relacionas con los anteriores.

el sistema radicular presenta mayor desarrollo que la parte aérea se puede concluir que a mayor desarrollo de raíz, corresponde un menor desarrollo de la parte aérea.

vido al número de tratamientos (60) las siembras tuvieron e realizarse en forma escalonada, variando con esto las adiciones de siembra para cada uno de ellos, lo que trae no consecuencia un error experimental y un mayor coeficiente de variación.

técnica de laboratorio utilizando manitol es efectiva, económica y rápida para seleccionar genotipos tolerantes a salina.

## RECOMENDACIONES

En base a los resultados y conclusiones del presente - de investigación se hacen las siguientes recomendacio-

genotipos Nepoprec-187-4-2-3-3-1, Derr-85; Nepoprec-157 -2-2-1, Derr-85, Nepoprec-C<sub>1</sub>S, Derr-82 y Nepoprec-207-1-2-1 fueron identificados como resistentes a sequía - izando solución de manitol en el laboratorio. Estos os materiales hay que planear para la siembra en dife- es localidades bajo temporal para examinar su resisten\_ a sequía, utilizando como característica el rendimiento. embargo también podrían utilizarse los genotipos Nepoprec -1-3-1-1-1, Derr-85; Nepoprec-187-2-1-2-4-1, Derr-85 y prec-101-1-1-4-1-1, Derr-85 en investigaciones futuras.

ientar los experimentos de laboratorio con un menor nú- de tratamientos para reducir error experimental, coefi\_ te de variación y facilitar la prueba de medias.

izar los mejores 10 tratamientos resultantes del presen\_ rabajo de investigación para realizar las pruebas de - rnadero.

comprobar la consistencia del material se recomienda - izarlos como testigos en pruebas subsecuentes de labora\_ o.

5.- Se recomienda la observación del sistema radicular de los tratamientos, principalmente los que se observen con raíces secundarias.

## BIBLIOGRAFIA

- R.S. y Leng Earl R. 1974. Producción moderna del maíz. Editorial Hemisferio Sur.
- L. and Wooley D.G. 1969. Effect of moisture stress at different stages of Growth I. Comparison of a single-eared and a two eared corn hybrid. Agronomy Journal (69): 99-100.
- Marrete, J.R. 1980. Selección recurrente para tolerancia a sequía en el compuesto de maíz Calera-74. Tesis de Maestría en Ciencias U.A.A.A.N., Buenavista, Saltillo, Coah.
- Galán J. 1980. Selección masal para resistencia a sequía. Agrociencia (42): 69-76.
- Bolton 1980. Limitantes agronómicas en el rendimiento de cereales en sistemas de producción de temporal. Departamento de Crop Science. Oregon State University. Corvallis, Oregon.
- S. 1988. Variability of embryonic Roots and Coleptiles in Durum wheat. Rachis. Barley and wheat Newsletter. (1 y 2): 38-41.
- S. y Loredo A.M. 1985. Atributos iniciales, parámetros genéticos y correlaciones en nivel de plántula en frijol vari (Phaseolus acutifolius A. Gray). Agraria, Revista Científica de la U.A.A.A.N. 1 (2): 160-172.
1978. Posibilidades de obtención de variedades de maíz tolerantes a sequía mediante el uso de polen y estigmas resistentes a sequía. Tesis de Doctorado, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- 1970, Jerry W. and Poulsen, Gary M. Alteration of carbohydrate composition of corn (Zea mays L.) seedling during moisture stress. Agronomy Journal (62): 65-607.
- 1968, R. P., Moore 1968. Carbowax 6000, Manitol, and lithium chloride for simulating Drought conditions in Germination studies of corn (Zea mays L.) of strong and weak vigor. Agronomy Journal (60): 192-195.
- 1979, 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 M.C. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, N.L.

fotosíntesis en uso de agua y potencial hídrico en variedades resistentes a sequía y a heladas. Agrociencia (51): 115-153.

O.A. y Mendoza O.L.E. 1983. Efecto de la sequía sobre características vegetativas, reproductivas y de eficiencia en variedades de sorgo. Agrociencia (51):101-114.

O.A. 1980. Resistencia a sequía y mejoramiento genético. Ciencia y Desarrollo CONACYT (33): 26-35

Uri González N.R. 1972. Evaluación del método de selección de semillas de maíz (*Zea mays* L.) germinadas en soluciones hipertónicas para mejorar la tolerancia a sequía. Tesis M.C. Instituto de Estudios Superiores de Monterrey, N.L.

Uri, J.M. 1974. Mejoramiento Genético de las cosechas. Ed. Limusa. Madrid, España.

Uri, J.M. 1986. Tendencias corrientes de la investigación en el CIMMYT: Una retrospectiva 1986.

Uri, J.M. 1959. Principios de Fisiología Vegetal. Manuales Universitarios. U.N.A.M.

Uri, J.M. 1959. Fisiología Vegetal Aplicada. Manuales Universitarios. U.N.A.M.

Uri, J.M., L.C. Hamond, J.T. Johnson, and K. J. Boote. Effects of Plant-Water stress on root distribution of corn, Soybeans, and peanuts in Sandy Soil. Agronomy Journal (72): 548-550.

Uri, J.M. y Kuruvadi S. 1985. Clasificación de colecciones de zacate gigante (*Leptochloa dubia* H.B.K. Ness) por su grado de resistencia a sequía y manitol. Agraria Revista Científica. UAAAN 1 (2): 142-159.

# APENDICE

edad de germinación

edad de germinación

Medias ><

3	2.74
0	2.70
5	2.67
0	2.66
1	2.65
1	2.59
5	2.58
7	2.58
7	2.58
1	2.54
1	2.54
2	2.54
10	2.54
1	2.51
1	2.49
3	2.48
-	2.46
1	2.46
1	2.45
1	2.45
1	2.44
1	2.44



Número de entrada	Medias ><
23	2.08
27	1.92
54	1.87
32	1.81
33	1.80
12	1.78
8	1.75
5	1.75
21	1.73
25	1.73
2	1.71
39	1.69
28	1.69
49	1.69
52	1.68
46	1.66
11	1.66
48	1.64
16	1.64

Peso fresco de raíz

Número de entrada	Medias ><
28	1.57
27	1.56
26	1.53
39	1.52
11	1.52
23	1.52
10	1.50
2	1.49
34	1.49
13	1.48
54	1.47
35	1.46
50	1.46
52	1.46
3	1.45
25	1.45
18	1.44
29	1.44
26	1.43
42	1.43

Número de  
entrada

Medias ><

27 1.30

28 1.29

26 1.28

16 1.27

23 1.27

25 1.26

11 1.26

54 1.26

20 1.24

5 1.24

48 1.24

52 1.23

18 1.23

7 1.23

12 1.23

3 1.23

17 1.22

13 1.22

Número de  
entrada

Medias ><

27	1.69
7	1.60
28	1.59
13	1.58
2	1.57
52	1.56
41	1.55
40	1.55
56	1.54
11	1.54
22	1.53
16	1.53
47	1.53
36	1.53
34	1.52
8	1.52
54	1.52
23	1.52
25	1.51
19	1.51

Número de entrada

Medias ><

5	1.44
16	1.42
28	1.41
52	1.40
2	1.40
8	1.40
35	1.40
27	1.40
11	1.40
39	1.39
25	1.39
41	1.38
13	1.38
46	1.38
18	1.37
50	1.36
54	1.36
37	1.36
7	1.36
40	1.35
36	1.35

Peso seco de tallo

Número de  
entrada

Medias ><

7	1.26
2	1.25
13	1.24
28	1.24
27	1.24
11	1.23
24	1.23
52	1.22
26	1.22
18	1.21
54	1.21
25	1.21
30	1.21
8	1.20
46	1.20
42	1.19
41	1.19

Mejor tratamiento	Velocidad germinación	Longitud de raíz	Longitud de tallo	Peso fresco de raíz	Peso fresco de tallo	Peso seco de raíz	Peso de ta
1o.	29	23	27	27	7	28	5
2o.	42	27	7	28	2	27	16
3o.	52	54	38	26	13	26	28
4o.	31	32	13	16	28	39	52
5o.	18	33	2	23	27	11	2
6o.	10	12	52	25	11	23	8
7o.	1	8	40 y 41	11	24	10	35
8o.	60	5	56	54	52	2	27
9o.	20	21	11	20	26	34	11
10o.	22	25	16 y 22	5	18	13	39
11o.	4	2	47	48	54	54	25
12o.	44	39	36	52	25	35	41
13o.	57	28	34	18	39	50	13
14o.	47	49	8	7	8	52	46
15o.	55	52	54 y 23	12	46	3	18
16o.	51	11		3		25	50
17o.	50	46		17		18	54
18o.	15			13		29	37
19o.	30			42			7
20o.	58			29			