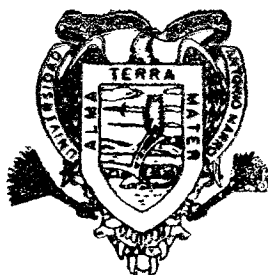


EVALUACION DE GENOTIPOS DE MAIZ CON  
DIFERENTES NIVELES DE SALINIDAD EN  
LOCALIDADES Y EN LABORATORIO

ROBERTO PARGAS LARA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN FITOMEJORAMIENTO

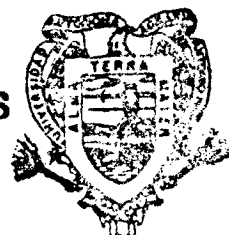


**Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro**

**PROGRAMA DE GRADUADOS**

**Buenvista, Saltillo, Coah.**

**OCTUBRE DE 1999**



**BIBLIOTEC.  
EGIDIO G. REBON**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**SUBDIRECCION DE POSTGRADO**

*Evaluación de Genotipos de Maíz con Diferentes Niveles de  
Salinidad en Localidades y en Laboratorio*

**TESIS**

*Por:*


**ROBERTO PARGAS LARA**

**Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y  
aprobada como requisito parcial, para optar al grado de:**

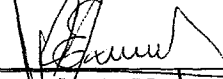
**MAESTRO EN CIENCIAS  
EN FITOMEJORAMIENTO**

**COMITÉ PARTICULAR**

**Asesor Principal**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. María Cristina Vega Sánchez**

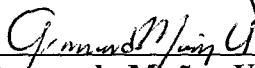
**Asesor**


  
\_\_\_\_\_  
**Ph.D. Eduardo A. Narro Farías**

**Asesor**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. José Luis Gutiérrez Esquivel**

**Asesor**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. Armando Muñoz Urbina**

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Ramiro López Trujillo**  
Subdirector de Postgrado



Buenavista, Saltillo, Coahuila, octubre de 1999

BIBLIOTECA  
EGIDIO G. RERONA

## **AGRADECIMIENTOS**

**Al Colegio de Graduados de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y a la Universidad Autónoma de Baja California Sur.**

**Agradecimiento y reconocimiento a mis asesores M.C. María Cristina Vega Sánchez, Ph.D. Eduardo A. Narro Farías, M.C. José Luis Gutiérrez Esquivel y M.C. Armando Muñoz Urbina, por sus valiosas orientaciones y sugerencias en la revisión del presente trabajo.**

**A mis compañeros del Departamento de Agronomía de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, especialmente al Ing. Liborio Fenech L. y al M.C. Bernardo Murillo Amador del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR).**

**A todas aquellas personas que de una forma u otra forma colaboraron para llevar a cabo la presente investigación.**

## **DEDICATORIA**

**A mi esposa: Rosa Amelia Aguila Vega**

**A mis hijos: Roberto Hiram Pargas Aguila**

**Joel Ramsés Pargas Aguila**

**Elga Rocío Pargas Aguila**

**A mis padres: José G. Pargas Tobanche (†)**

**María Nieves Lara**

**A mis hermanos: Roman Pargas Lara**

**Antonio Pargas Lara**

**Virginia Pargas Lara (†)**

**Blanca Pargas Lara**

**A mis Compañeros y amigos**

## **COMPENDIO**

### **EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE MAÍZ CON DIFERENTES NIVELES DE SALINIDAD EN LOCALIDADES Y EN LABORATORIO.**

POR :

**ROBERTO PARGAS LARA**

MAESTRÍA

**FITOMEJORAMIENTO**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO COAHUILA, MÉXICO. OCTUBRE DE 1999

M.C. María Cristina Vega Sánchez – Asesor

Palabras Clave: Maíz, Salinidad, Conductividad Eléctrica, Biomasa, Rendimiento.

Con el objeto y el propósito central de conocer la respuesta de híbridos y variedades de maíz en cuatro localidades con salinidad contrastante, se evaluaron diez genotipos: cinco híbridos comerciales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), AN-430R, AN-444, AN-445, AN-447 y AN-461, tres variedades

experimentales del Programa de Mejoramiento de la UAAAN y UABCS (Universidad Autónoma de Baja California Sur y dos testigos regionales, los híbridos CENTELLA y H-431.

En la localidad uno (campo agropecuario de la UABCS) la conductividad eléctrica (C.E) varió de 3.3 a 3.6  $\text{dSm}^{-1}$ . El mejor rendimiento de grano al quince por ciento de humedad los obtuvieron CENTELLA y AN-461 con 7.068 y 7.090  $\text{ton ha}^{-1}$ .

En San Carlos, Baja California Sur, la C.E varió de 6.12 a 13.88  $\text{dSm}^{-1}$ , en algunas parcelas no hubo producción de granos por lo cual esta localidad se excluyó del presente experimento.

En la localidad dos (Galena Nuevo León), la C.E varió de 2.4 a 2.6  $\text{dSm}^{-1}$ , CENTELLA rindió 9.470  $\text{ton ha}^{-1}$ , AN-447 ocupó el segundo lugar con 8.260  $\text{ton ha}^{-1}$ .

En San Martín de las Vacas, Coahuila (localidad tres) la C.E fue de 0.79 a 0.89  $\text{dSm}^{-1}$ , donde se presentó un estrés de humedad AN-430R y AN-445 fueron los mejores con 8.433 y 7.725  $\text{ton ha}^{-1}$ .

El análisis de estabilidad señaló que no hubo interacción en la fuente de variación genotipo por localidad lo que indica que los genotipos no fueron afectados por las localidades ni aun con los niveles de salinidad encontrados ya que fueron bajos. De acuerdo con los parámetros de estabilidad los genotipos son estables destacando VANLAP-3 por ser consistente en ambientes desfavorables.

En esta investigación preliminar se detectaron genotipos con buen potencial de rendimiento para ambientes marginales. La localidad de la UABCS fue la más apropiada para las respuestas de los genotipos al entorno salino aunque los niveles de C.E fueron bajos.

En el laboratorio del Banco de Germoplasma de la UABCS se evaluaron los mismos genotipos, excepto AN-445. Los niveles de salinidad fueron de: 0 (testigo), 2, 4, 6, 8, 10, 12 y 14  $\text{dSm}^{-1}$ . Las variables evaluadas fueron altura de plántula, longitud de raíz, peso total y peso seco.

La altura de plántula de los genotipos en 2  $\text{dS m}^{-1}$  fue la mayor de todos los tratamientos; en los niveles de 0 y 4  $\text{dSm}^{-1}$  la altura fue muy similar; en el rango de 6 a 14  $\text{dS m}^{-1}$  la altura de todos los genotipos disminuyó, pero AN-447 fue el de mayor altura con 26.51 cm.

La longitud de la raíz de todos los genotipos fue similar en los tratamientos de 0 a 4  $\text{dSm}^{-1}$ ; en el rango 12 a 14  $\text{dS m}^{-1}$  todos los genotipos presentaron la menor longitud radical. El genotipo VANLAP-1 fue el de mayor desarrollo radical y H-431 el de menor.

El peso fresco total de plántula de todos los genotipos fue mayor en 2  $\text{dS m}^{-1}$  y de 4 a 14  $\text{dS m}^{-1}$  el peso disminuyó gradualmente. AN-447 registró el peso mayor y fue estadísticamente superior; AN-444 ocupó el segundo lugar.

El peso seco total de plántulas de los genotipos AN-447, VANLAP-1, VANLAP-2 y VANLAP-3, fueron los mayores en los tratamientos de 4, 8, 12 y 14  $\text{dSm}^{-1}$ . El genotipo H-431 fue el más estable y registró la menor producción, pero con la menor variación en todos los niveles; AN-430R fue el más sensible al estrés por salinidad, ya que su peso disminuyó gradualmente a medida que aumentó la salinidad.

## **ABSTRACT**

### **MAIZE GENOTYPES EVALUATION ON DIFFERENT LEVELS OF SALINITY IN LOCALITIES AND LABORATORY**

BY

**ROBERTO PARGAS LARA**

MASTER OF SCIENCE

**PLANT BREEDING**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
BUENAVISTA, SALTILLO COAHUILA, MÉXICO. OCTUBRE DE 1999

M.C. María Cristina Vega Sánchez – Advisor

Keywords: Maize, Salinity, Electrical Conductivity, Biomass, Yield.

With the object and the central purpose of knowing the answer of hybrid varieties of maize in four localities with contrasting salinity, ten genotypes was evaluated five hybrid commercial of the Universidad Antonio Narro (UAAAN), AN-430R, AN-444, AN-445, AN-447 and AN-461, three experimental varieties of the Program



Improvement of the UAAAN and UABCS (Universidad Autónoma de Baja California Sur and two regional control, the hybrid FLASH and H-431.

In the location one (agricultural field of the UABCS) the electric conductivity (C.E) it varied from 3.3 to 3.6 dSm<sup>-1</sup>. The best grain yield to fifteen percent of humidity obtained them CENTELLA and AN-461 with 7.068 and 7.090 ton ha<sup>-1</sup>.

In San Carlos, Baja California Sur, the C.E varied from 6.12 to 13.88 dSm<sup>-1</sup>, in some parcels there was not production of grains reason why this town it was excluded of the present experiment.

In the location two, Galena Nuevo León, the C.E varied from 2.4 to 2.6 dSm<sup>-1</sup> FLASH he surrendered 9.470 rhyme ha<sup>-1</sup>, AN-447 occupied the second place with 8.260 ton ha<sup>-1</sup>.

In San Martín de las Vacas, Coahuila, location three the, C.E went from 0.79 to 0.89 dSm<sup>-1</sup>, where an estrés of humidity AN-430R and AN-445 was presented they were the best with 8.433 and 7.725 ton ha<sup>-1</sup>.

The analysis of stability pointed out that there was not interaction in the source of variation genotipo for location what indicates that the genotipos was not affected by the towns neither even with the opposing levels of salinity since were low. In accordance with the parameters of stability the genotipos is stable highlighting VANLAP-3 to be consistent in unfavorable condition.

In this preliminary investigation genotipos was detected with good potential of yields for marginal condition. The location of the UABCS was the most appropriate for the answers from the genotipos to the saline environment although the levels of C.E were low.

In the laboratory of Bank of Germoplasmas of the UABCS the same genotipos was evaluated, except AN-445. The levels of salinity were of: 0 (control), 2, 4, 6, 8, 10, 12 and 14 dSm-1. The evaluated variables were plántula height, root longitude, total weight and dry weight.

The height of plántula of the genotipos in 2 dS m-1 was the bigger than all the treatments; in the levels of 0 and 4 dSm-1 the height was very similar; in the range of 6 to 14 dS m-1 the height of all the genotipos diminished, but AN-447 were that of more height with 26.51 cm.

The longitude of the root of all the genotipos was similar in the treatments of 0 at 4 dSm-1; in the range 12 to 14 dS m-1 all the genotipos presented the smallest radical longitude. The genotipo VANLAP-1 was that of more development radical and H-431 the one of smaller.

The total fresh weight of plántula of all the genotipos was bigger in 2 dS m-1 and of 4 to 14 dS m-1 the weight diminished gradually. AN-447 registered the biggest weight and it was superior statistically; AN-444 occupied the second place.

The weight dry total of plántulas of the genotipos AN-447, VANLAP-1, VANLAP-2 and VANLAP-3, they were the adults in the treatments of 4, 8, 12 and 14 dSm-1. The genotipo H-431 was the most stable and it registered the smallest production, but with the smallest variation in all the levels; AN-430R the most sensitive went to the estrés for salinity, since its weight diminished gradually as the salinity increased.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
Evaluación de Campo.....	2
Objetivos.....	2
Metas.....	2
Hipótesis.....	3
Evaluación de Laboratorio.....	3
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Salinidad.....	4
Respuesta de los Cultivos a la Salinidad.....	5
MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
Evaluación de Campo.....	11
Niveles de Salinidad.....	12
Variables Estudiadas.....	13
Materiales.....	13
Métodos.....	14
Evaluación de Laboratorio.....	15
Variables Estudiadas.....	16
Materiales.....	16
Métodos.....	17
RESULTADOS.....	19
Evaluación de Campo.....	19
Análisis de Correlación.....	31
Parámetros de Estabilidad.....	32
Evaluación de Laboratorio.....	32
Variable Altura de la Plántula.....	32
Emergencia.....	32
Altura de la Plántula.....	33
Análisis de Varianza.....	33
Comparación de Medias.....	34
Factor A.....	34
Factor B.....	34
Variable Longitud de Raíz.....	37
Comparación de Medias.....	38
Factor A.....	39
Factor B.....	39
Interacción del Factor B Dentro del Factor A y del Factor A Dentro del Factor B.....	41
Comparación de Medias del Factor B (Genotipos), Dentro del Factor A (Niveles de salinidad).....	41
Comparación de Medias del Factor A (Niveles de Salinidad), Dentro del Factor B (Genotipos).....	44
Variable Peso Total.....	47
Variable Peso Seco.....	50
DISCUSIÓN.....	58
CONCLUSIONES.....	64
Evaluación de Campo.....	64
Recomendaciones.....	66
Evaluación de Laboratorio.....	67
Observaciones.....	69
Recomendaciones.....	69
RESUMEN.....	71

LITERATURA CITADA.....	73
APENDICE.....	75

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Página
3.1 Ubicación geográfica de las localidades.....	11
3.2 Los Genotipos evaluados fueron los siguientes.....	14
3.3 Genotipos evaluados en laboratorios.....	16
4.1 ANVA Variable de rendimiento. Localidad de la UABCS .....	19
4.2 Prueba De rango múltiple (Duncan 0.05) para rendimiento. Localidad uno (UABCS) .....	20
4.3 ANVA Variable de rendimiento: localidad Galeana, Nuevo León .....	22
4.4 Prueba de rango múltiple (Duncan 0.05) para rendimiento. Localidad 2 (Galeana, NL). .....	23
4.5 ANVA Variable de rendimiento. Localidad San Martin de las Vacas .....	23
4.6 Prueba de rango múltiple (Duncan 0.05) para rendimiento. Localidad 3. (San Martin de las vacas) .....	24
4.7 ANVA Combinación de rendimiento.....	25
4.8 Prueba de rango múltiple (Duncan 0.05) para la variable rendimiento. Todas las localidades .....	26
4.9 ANVA combinado para el carácter días a floración masculina .....	26
4.10 Prueba de rango múltiple (Duncan 0.05) para la variable, días a floración masculina Todas las localidades .....	27
4.11 ANVA combinado para el carácter, días a flor femenina.....	28
4.12 Prueba de rango múltiple (Duncan 0.05) para la variable flor femenina. Todas las localidades.....	28
4.13 ANVA combinado para el carácter altura de planta.....	29
4.14 Prueba de rango múltiple (Duncan 0.05) para la variable altura de planta (cm). Todas las localidades .....	30
4.15 ANVA Combinado para el carácter altura de la mazorca .....	30
4.16 Prueba de rango múltiple (Duncan 0.05) para la variable altura de la mazorca (cm), todas las localidades .....	31
4.17 Parámetros de estabilidad de 10 genotipos de maíz (UAAAAN) .....	32
4.18 ANVA para la variable altura de plántula .....	34
4.19 ANVA para la variable longitud de raíz.....	38
4.20 ANVA para la variable peso total (peso fresco).....	48
4.21 ANVA para la variable peso seco.....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No.	Página
4.1 Altura de plantula de maíz en ocho niveles de salinidad.....	36
4.2 Altura de plántula de cada genotipo en ocho niveles de salinidad .....	37
4.3 Longitud de raíz de nueve genotipos en ocho niveles de salinidad .....	40
4.4 Longitud de raíz de cada genotipo en ocho niveles de salinidad.....	41
4.5 Peso total de 9 genotipos en 8 niveles de salinidad.....	50
4.6 Peso total de cada genotipo en ocho niveles de salinidad.....	51
4.7 Peso seco de nueve genotipos en ocho niveles de salinidad.....	53
4.8 Peso seco de nueve genotipos en una conductividad eléctrica de 4 dS m <sup>-1</sup> .....	57
4.9 Peso seco de nueve genotipos.....	
4.10 Peso seco de nueve genotipos en una conductividad eléctrica de 12 dS m <sup>-1</sup> .....	58
4.11 Peso seco de nueve genotipos en una conductividad eléctrica de 14 dS m <sup>-1</sup> .....	58
4.12 Comportamiento de la variable altura de planta en las cuatro localidades .....	59

## INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los principales cereales que contribuyen a satisfacer una necesidad prioritaria de la humanidad como es la alimentación. Este grano ocupa en producción en el ámbito mundial el segundo lugar después del trigo.

En Baja California Sur se cultivan en promedio, 18,000 ha de maíz con un valor de la producción en el último ciclo de primavera - verano 1997 de \$100,309,900 (cien millones trescientos nueve mil novecientos pesos); SAGAR, (1998). Aún cuando se cuenta en la actualidad con híbridos de buen potencial de rendimiento, resistentes a las principales enfermedades, y con la aplicación de alta tecnología por parte de los productores, el rendimiento y la superficie destinada al cultivo de maíz, han disminuido considerablemente en algunas zonas agrícolas del país por problemas de salinidad tanto en el agua de riego como en el suelo, de tal forma que esas áreas que antes eran altamente productivas, se han convertido parcial o completamente improductivas, ya sea por la sobre explotación del recurso hídrico que en la mayoría de los casos favorece el incremento de la salinidad o porque no se cuenta con variedades o híbridos que toleren esas condiciones de estrés salino sin que se afecte su potencial de rendimiento.

La disminución del área de siembra de maíz y del rendimiento de los cultivares requiere que en el futuro, la producción de alimentos va a depender en gran parte de la

capacidad de los agricultores para aprovechar esas regiones con ambientes desfavorables, utilizando desde luego el material genético apropiado, así como con la tecnología de producción que se genere para estos ambientes marginales.

Con base en lo anterior, se desarrolló el presente proyecto dividiendo el trabajo en dos partes: I. Campo y II. Laboratorio; planteando los siguientes objetivos:

### **Evaluación de Campo**

#### **Objetivos**

- Contribuir en la búsqueda de germoplasma que tolere la salinidad.
- Seleccionar genotipos tolerantes a salinidad para futuros trabajos de mejoramiento genético en maíz.

#### **Metas**

- Evaluación de genotipos bajo condiciones de salinidad en:
  - a). Condiciones de campo.
  - b). Condiciones de laboratorio.

#### **Hipótesis**

- Al menos uno de los genotipos que se evaluarán tendrá un rendimiento de grano superior al obtenido por los genotipos comerciales de maíz, en tres sitios de baja a alta salinidad.
- En la localidad de UABCS con aproximadamente  $4.0 \text{ dS m}^{-1}$  la mayoría de los genotipos superarán la media de rendimiento de los materiales comerciales.



- En San Carlos al nivel de  $8.0 \text{ dS m}^{-1}$  los rendimientos tanto de los genotipos seleccionados y los híbridos comerciales, no tendrán un rendimiento comercial aceptable.
- Para localidades de Galeana Nuevo León y San Martín de las Vacas algunos genotipos superarán a los testigos en condiciones de baja salinidad.

### **Evaluación en Laboratorio**

#### **Objetivos**

- Determinar el nivel de tolerancia a la salinidad de los genotipos ensayados basándose en su producción de biomasa en la etapa de plántula.
- Seleccionar los mejores genotipos y agruparlos basándose en los valores de conductividad eléctrica (CE) tolerados.

#### **Hipótesis**

- Todos los genotipos al nivel de una conductividad eléctrica de  $4 \text{ dS m}^{-1}$  tendrán igual producción de biomasa que el testigo.
- Con una conductividad eléctrica de  $8 \text{ dS m}^{-1}$  los genotipos sobresalientes no rebasarán el 50 por ciento con respecto al testigo.
- Al menos un genotipo será sobresaliente en una conductividad eléctrica de  $14 \text{ dS m}^{-1}$  con una expresión fenotípica y producción de biomasa aceptable en comparación con el testigo.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Salinidad

La salinidad es una concentración excesiva de iones en el suelo y constituye un serio problema en las regiones áridas y semiáridas del mundo.

Bernstein (1975) cita que los iones que más contribuyen a la salinidad son  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ .

Badia (1992) menciona que las sales presentes en suelos salinos, como las que se pueden presentar en la depresión central del Ebro medio, son el cloruro sódico ( $\text{NaCl}$ ), cloruro de magnesio ( $\text{MgCl}_2$ ), sulfato de magnesio ( $\text{MgSO}_4$ ), y el sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ).

U.S.D.A. (1980) indica que el termino “salino” se aplica a suelos cuya conductividad eléctrica del extracto de saturación es mayor a  $4.0 \text{ dS m}^{-1}$ , con un porcentaje de sodio intercambiable menor de 15, generalmente el pH es menor de 8.5.

Bernstein y Haward (1958) citan que en Estados Unidos de America las tierras de riego están afectadas de un 25 a un 30% por un grado de salinidad o por acumulación de sodio.

Badia (1992) cita que la medida de la conductividad eléctrica (CE) se realiza sobre el agua o solución extraída del suelo previamente humedecido; por eso se habla de conductividad eléctrica del extracto (CEe). Las unidades para reportar la conductividad eléctrica de acuerdo al sistema internacional, son el Siemen  $m^{-1}$  (antes  $mmho\ cm^{-1}$  a  $25\ ^\circ C$ ), y derivados de esta unidad, como el deciSiemen por metro ( $dS\ m^{-1}$ ).

### **Respuesta de los Cultivos a la Salinidad**

Epstein (1972) señala que en pruebas con cloruro de sodio de hasta 35 g por litro de agua de mar en diferentes cultivos; determinó que las altas concentraciones de sales como el cloruro y sulfato de sodio pueden interferir en la absorción del agua por las plantas a través del desarrollo de una presión osmótica más alta en la solución del suelo que la existente en las células de la raíz.

Grijalva y Ríos (1995) indican que al medir los efectos de cloruro de sodio en frijol encontraron que la emergencia se retarda a medida que la concentración de sodio aumenta, de tal manera que se tuvo retraso de 48 horas. Igualmente la altura, la longitud de la raíz, el área foliar y la biomasa (peso seco y fresco de raíz y brotes) fueron afectados a medida que la concentración de salinidad aumentó.

Aceves (1979) dice que si las plantas se desarrollan en condiciones salinas, su crecimiento se inhibe por el efecto de las sales, expresando menor desarrollo y también menor producción de materia seca.

Maas y Poss (1989) mencionan que al comparar la tolerancia relativa a la sal de dos especies de trigo harinero y duro (*Triticum aestivum* L., y *Triticum turgidum* L.) en invernadero con cloruro de sodio y de calcio con una conductividad eléctrica que fluctuó de 1.4 a 28 dS m<sup>-1</sup>, aplicándose en diferentes etapas (vegetativa, reproductiva y maduración) encontraron que la germinación se retrazó por cuatro días pero ambas especies emergieron totalmente. El estrés salino también retardó el desarrollo de la hoja y del tallo, y redujo el rendimiento de grano; ambas especies acumularon cloro, pero el cultivar de trigo duro tuvo mayor acumulación que el cultivar de trigo harinero.

Maas *et al.*, (1983) reportan que el maíz es tolerante a la salinidad en la germinación, pero es más sensible en la etapa de plántula que en la maduración o llenado de grano.

Ruiz (1993) evaluó líneas de frijol *Vigna* en agua de mar diluída desde cero por ciento (testigo), 12.5 por ciento, 25 por ciento y 50 por ciento. Encontró que la salinidad afecta a la germinación, ya que al 50 por ciento de ésta, se retarda, e inclusive no se produce; igualmente la emergencia de la plántula se retarda, y el crecimiento se reduce a medida que aumenta la concentración de la solución empleada.

Enriquez (1982) cita que evaluó variedades de triticales bajo conductividad eléctrica de 3, 8, 13 y 18 dS m<sup>-1</sup>, y concluyó que los genotipos respondieron en forma diferente a los niveles de salinidad considerados. En forma general los genotipos que se evaluaron disminuyeron en forma sensible su rendimiento al nivel de 18 dS m<sup>-1</sup>.

Cisneros (1993) reporta que al evaluar genotipos de trigo harinero en agua de mar diluída en agua destilada, en concentraciones de 0 (testigo), 12.5 por ciento, 25 por ciento y 50 por ciento, encontró que a 0 por ciento (agua destilada) la germinación ocurrió a los siete días, al nivel de 25 por ciento, ésta ocurrió a los once y doce días, por lo que concluyó que el incremento de la salinidad retarda la emergencia, ocurriendo lo mismo en la germinación la cual no ocurrió en la dilución del 50 por ciento.

Westerman (1987) señala que la acumulación de sales solubles en el suelo puede tener un efecto perjudicial en el crecimiento de las plantas. Diferentes cultivos tienen diversos niveles de tolerancia a la salinidad, por ejemplo el trigo se considera moderadamente tolerante a la salinidad y es más sensible que el algodón, el sorgo para grano y que la cebada. La mayoría de las plantas son particularmente susceptibles durante la germinación y en la etapa de plántula; afirma también que el efecto principal de la salinidad es reducir el crecimiento y el rendimiento.

La Comisión Nacional del Agua (Gerencia Estatal en Baja California Sur), en un reporte de agosto de 1990 sobre calidad del agua para los valles agrícolas del estado, indica que de diez, tres de ellos, tienen una calidad de agua que varía de 531 a 3,776 (Valle de La Paz); 390 a 4,720 (Valle de Sto. Domingo); y de 435 a 6,432 (Valle de Los Planes)  $\text{mg kg}^{-1}$  de sólidos totales propiciados principalmente por la salinidad. Actualmente existen diversas estrategias para resolver muchos de los problemas de las plantas, por ejemplo, Epstein (1976) señaló que el método general ha sido la combinación de esfuerzos para mejorar el ambiente en que se desarrolla la planta, por una parte, y por la otra, el mejorar y seleccionar genotipos tolerantes o resistentes.

Christiansen y Lewis (1987) indican que por varias razones el mejoramiento genético permite desarrollar plantas que sean más eficientes a los minerales y r tolerantes a los niveles bajos y altos de elementos y a la alta salinidad.

El presente trabajo de investigación es parte de la estrategia de mejoramiento genético para encontrar genotipos de maíz tolerantes a la salinidad. Si tomamos cuenta que especialistas en hidrología tales como Aceves (1979) define como a salina aquella que tiene proporciones mayores de  $3000 \text{ mg kg}^{-1}$  de sales; entonces, tres principales zonas agrícolas del estado de Baja California Sur (valles de Santo Domingo, La Paz y Los Planes), por su superficie sembrada y por su alto nivel productividad ( $4.7 \text{ ton ha}^{-1}$ ) en promedio tienen problemas serios para mantener nivel de producción, por ejemplo, el Valle de Santo Domingo que tiene 60 000 ha abiertas al cultivo, el 45 por ciento de esta superficie está afectada por la salinidad y los pozos agrícolas bombean abajo del nivel del mar. Para los Valles de La Paz y Los Planes que en conjunto suman 5 000 ha, el 80 por ciento de los pozos agrícolas bombean abajo del nivel del mar y el abatimiento del nivel de bombeo es de 1.12 m anual.

Análisis de suelos efectuados en lotes de estas zonas agrícolas arrojaron valores en la conductividad eléctrica del extracto de saturación que van desde 4 a  $15.33 \text{ dS m}^{-1}$  a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  y con un pH promedio de 8.05, de tal manera que se considera a esos suelos como salinos de acuerdo con especialistas del área que establecen que un suelo salino es aquel que tiene una conductividad eléctrica de  $4 \text{ dS m}^{-1}$ , un porcentaje de sodio intercambiable menor de 15 por ciento y un pH mayor de 7.0 y menor de 8.5. (Aceves, 1979; CI

Nacional del Agua BCS 1990; Depto. de Agricultura de USDA 1980 y Peña I, SAR. Estas condiciones de salinidad y a niveles más altos de Conductividad Eléctrica, inhiben el crecimiento de las plantas y la producción de biomasa (Cisneros 1993; Ruiz 1993).

Aunque no se cuenta con la información precisa sobre el problema de salinidad y sus efectos negativos en la productividad de maíz, en otras regiones agrícolas del país, se viene presentando este problema desde hace por lo menos 10 años. Una situación similar, si con cierta similitud del problema en Baja California Sur, es el caso de los Valles de San Quintín y Mexicali, en el estado de Baja California Norte; Valle del Yaqui en el estado de Sonora; Valles de Guadiana y Canatlán, en el estado de Durango; Valle de Acatita de Baján en el estado de Coahuila; y Valle de Navidad en el estado de Nuevo León, entre otros. En partes de esas localidades agrícolas y principalmente en Baja California Sur, los rendimientos del maíz se reducen considerablemente por efectos de salinidad e inclusive algunas fueron abandonadas por improductivas, convirtiéndose en zonas con ambientes óptimos para el desarrollo agrícola, en zonas marginales, ya que el rendimiento del cultivo del maíz con las variedades comerciales tradicionales se reduce hasta en un 40 por ciento (CIMMYT 1991).

Sabiendo que el agua y el suelo forman parte de los recursos básicos para el proceso de producción agrícola y que a medida que estos recursos naturales se perturban, paulatinamente, también, la producción de biomasa (granos) disminuye. Conociendo también que el avance de la salinidad en el agua y el suelo, es un hecho muy evidente en Baja California Sur y otras entidades del Noroeste de México, el campus universitario de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS

dentro del proyecto de “Introducción y Observación de Cultivos Agrícolas y Forrajeros bajo Condiciones de Riego Limitado y Salinidad” (jardín de cultivos), desde 1984 y bajo un diseño experimental de parcelas preliminares de rendimiento (PPR) se establecieron para su estudio y evaluación en cada ciclo agrícola (primavera - verano y otoño - invierno) diferentes especies cultivadas y silvestres que en conjunto representaron a 16 especies y 98 genotipos (variedades y líneas), los que a su vez quedaron agrupadas en 7 familias, una de las cuales fue la Graminae, y dentro de ésta, los mejores genotipos por su expresión fenotípica (clasificación visual) y producción de biomasa, fueron de triticale, cebada, sorgo, maíz, avena, trigo harinero y mijo.

Respecto al cultivo de maíz, después de esta selección preliminar, se hizo acopio de más germoplasma. Parte de este germoplasma se entregó al Instituto Mexicano de Maíz (UAAAN) para su incorporación en su programa de mejoramiento. En la UABCS se continuó evaluando otro germoplasma y con el material más sobresaliente se diseñaron los primeros ensayos de rendimiento. En 1995 (ciclo otoño - invierno) con 14 genotipos bajo un manejo sustentable y en 1996 (ciclo primavera - verano) con manejo tradicional.



## MATERIALES Y MÉTODOS

### Evaluación en campo

Para la realización del presente experimento se seleccionaron de acuerdo con su nivel de salinidad las localidades siguientes:

- Campo experimental de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS)
- Rancho San Carlos en el Valle de La Paz, B.C.S..
- San Martín de las Vacas, Ramos Arizpe, Coahuila.
- Galeana, Nuevo León.

La ubicación geográfica de estas localidades se enlista en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Ubicación geográfica de las localidades

LOCALIDAD	LATITUD	LONGITUD	ASN(m)
UABCS	24°57'N	111°42'W	12
Rancho San Carlos, B.C.S.*	24°05'17''N	110°20'56''W	10
San Martín de las Vacas, Coah.	25°32'N	100°57'W	1380
Galeana, Nuevo León	24°49'N	100°05'W	1660

\* No se evaluó debido a que no hubo rendimiento de grano.

El suelo de cada localidad fue analizado en los laboratorios de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (San Martín de las Vacas y Galeana), y en la Universidad Autónoma de Baja California Sur (U.A.B.C.S. y Rancho San Carlos).

### **Sitios con diferente salinidad**

Localidad de La Paz, B.C.S. Suelo de tipo migajón arenoso y arena migajón con régimen limitado de humedad, contenidos bajos en materia orgánica (0.5 por ciento), niveles de nitrógeno que varían de (0.01 a 0.1 por ciento) contenidos de fósforo (0.05 a 2.0 mg kg<sup>-1</sup>) y relativamente bajos en potasio de (40 a 100 mg kg<sup>-1</sup>).

En el análisis de salinidad, el extracto de saturación del suelo presenta valores de conductividad eléctrica (C.E.) de 2.05 a 1.93 dS m<sup>-1</sup>.

El agua de riego (pozo profundo) arroja cantidades de salinidad de 3.3 dS m<sup>-1</sup> (2,112 mg kg<sup>-1</sup>). La relación de absorción de sodio (RAS) tiene valores de 5.12 que le confiere una clasificación C3S2 (sistema Wilcox).

Localidad San Carlos, B.C.S. Suelo de tipo migajón arenoso, con un pH de 7.77 a 7.92 (ligeramente alcalino) con una conductividad eléctrica que varió de 6.12 a 13.88 dS m<sup>-1</sup> (altamente salino); contenido de materia orgánica de 0.937 a 1.872 por ciento.

Localidad Galeana, N.L. Suelo de tipo migajón limoso, con un pH de 7.6 (ligeramente alcalino) con una conductividad eléctrica de 2.4-2.6 dS m<sup>-1</sup> (no salino a

ligeramente salino); contenido de materia orgánica de 0.654 a 3.85 por ciento (medianamente pobre a muy rico).

Localidad San Martín de las Vacas, Coah. Suelo migajón arenoso, con pH de 7.8 (medianamente alcalino), con una conductividad eléctrica de 0.79 a 0.89 dS m<sup>-1</sup> (no salino) y contenido de materia orgánica de 0.261 a 0.915 por ciento (muy pobre).

Las unidades experimentales tuvieron las siguientes dimensiones: 3.20 m de ancho (cuatro surcos distanciados a 0.80 m) y 4.62 m de largo, generándose así 30 unidades experimentales (10 por 3), para cada localidad. La parcela útil se constituyó por los dos surcos centrales, eliminado 0.5 m en cada cabecera; el área experimental total fue de 443.52 m<sup>2</sup>.

### **Variables Estudiadas**

- Rendimiento de grano al 15 por ciento de humedad.
- Altura de la planta en centímetros.
- Altura de la mazorca en centímetros.
- Días a floración masculina.
- Días a floración femenina.

### **Materiales**

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar en cada localidad; cuyo modelo estadístico es el siguiente:  $Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \alpha_{ij}$

Donde:  $Y_{ij}$  es la  $i$ -ésima observación del  $j$ -ésimo bloque.

$\bar{y}$  es la media general.

$t_i$  es el efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$b_j$  es el efecto del  $j$ -ésimo bloque

$\epsilon_{ij}$  es el Error experimental.

Se evaluaron en cada sitio experimental diez genotipos incluidos los testigos comerciales (Cuadro 3.2.)

Cuadro 3.2. Los genotipos evaluados fueron los siguientes:

GENOTIPO	GENEALOGIA	ORIGEN
1	AN-461	UAAAN
2	AN-445	UAAAN
3	AN-430R	UAAAN
4	AN-447	UAAAN
5	VANLAP-1	UAAAN-UABCS
6	VANLAP-2	UAAAN-UABCS
7	VANLAP-3	UAAAN-UABCS
8	AN-444	UAAAN
9	CENTECLA	CERES
10	H-431	INIFAP

Se analizaron los datos de caracteres agronómicos incluyendo rendimiento de grano en cada localidad y a través de localidades. Así mismo se determinaron los parámetros de estabilidad de acuerdo al método de Eberhart y Russell (1966).

### Métodos

Las fechas de siembra para las localidades de Baja California Sur fueron el 12 y 14 de marzo de 1997 (UABCS y San Carlos), el 13 y 20 de mayo de 1997 para Galeana y San Martín de las Vacas, respectivamente. En todas las localidades la siembra fue

aplicando el 50 por ciento del nitrógeno al momento de la siembra y el resto al dar el primer cultivo y previo aclareo.

En las localidades de la Paz y San Carlos, la siembra fue en seco y en las de Nuevo León y Coahuila fue a tierra venida, aplicando cuatro riegos posteriores. Las labores de cultivo fueron las tradicionales manteniéndolo libre de malezas y plagas. Durante el ciclo de cultivo se tomaron los datos de altura de planta y mazorca, así como de floración masculina y femenina.

El área correspondiente a la parcela útil se cosechó en forma manual, depositándose en sacos debidamente etiquetados, posteriormente se desgranó en forma manual, anotando los datos para tomar el porcentaje de humedad de la muestra de cada parcela en el libro de campo, para su posterior concentración de datos y análisis estadístico correspondiente, para cada localidad.

## **II. Evaluación de Laboratorio**

Se utilizó un diseño bifactorial donde el factor A (Salinidad) tuvo ocho niveles y el factor B, (Genotipos) fue de nueve niveles, con un arreglo combinatorio en una distribución completamente al azar con tres repeticiones; la cosecha se efectuó a los 12 días después de la siembra en todos los tratamientos.

### Variables Estudiadas

- Altura de la plántula (cm).
- Longitud de la raíz (cm).
- Peso total (g).
- Peso seco (g).

### Materiales

Cuadro 3.3. Genotipos evaluados en laboratorio

GENOTIPO	GENEALOGIA
1	AN-461
2*	AN-430R
3	AN-447
4	VANLAP-1
5	VANLAP-2
6	VANLAP-3
7	AN-444
8	CENTELLA
9	H-431

\* En el experimento de localidades, esta entrada corresponde al genotipo AN-445 que no se evaluó en el experimento de laboratorio.

Cloruro de sodio.

Agua destilada.

Arena de arroyo.

Vasos de poliestireno (hielo seco) de 500 ml de capacidad.

Pipetas.

Báscula electrónica con + 0 -0.01 de precisión.

Reglas de 30 cm de longitud.

Termómetro.

Estufa.

Condiciones simuladas de salinidad.

TRATAMIENTO	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA
1	0 dS m <sup>-1</sup>
2	2 dS m <sup>-1</sup>
3	4 dS m <sup>-1</sup>
4	6 dS m <sup>-1</sup>
5	8 dS m <sup>-1</sup>
6	10 dS m <sup>-1</sup>
7	12 dS m <sup>-1</sup>
8	14 dS m <sup>-1</sup>

### Métodos

Con el cloruro de sodio y el agua destilada se prepararon ocho soluciones de 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 y de 14 dS m<sup>-1</sup> de conductividad eléctrica, las cuales se almacenaron en galones de plástico.

La arena se recogió del arroyo localizado en los terrenos de la Universidad. La arena se pasó por un tamiz y después se esterilizó en una estufa a 110 °C por 24 hr. Para la siembra, la cantidad de agua y frecuencia de cada riego, se hizo un experimento previo para determinar la profundidad de siembra y frecuencia de riego a utilizar, para lo cual se evaluaron tres profundidades de siembra (2, 3 y 5 cm) con 10, 20 y 30 cm<sup>3</sup> de agua aplicados dos veces al día. Por los resultados obtenidos se concluyó que la profundidad de siembra más adecuada fue la de 3 cm de profundidad y los 30 cm<sup>3</sup> de agua en una sola aplicación diaria, en el experimento definitivo se depositaron 3 semillas

por maceta (vaso de poliestireno de 500 cm<sup>3</sup> de capacidad) a la profundidad de centímetros y aplicando diariamente con una jeringa de 30 cm<sup>3</sup> cada solución.



## RESULTADOS

Los resultados obtenidos tanto en condiciones de campo como de laboratorio, se presentan a continuación:

### Evaluación de Campo

Se presentan los resultados obtenidos en tres localidades, siendo la localidad uno el campo experimental de la UABCS; la localidad dos, Galeana, Nuevo León (GNL) y la localidad tres, San Martín de la Vacas, Coahuila (SMV), para las variables rendimiento de grano, altura de planta, altura de la mazorca, días a floración masculina y días a floración femenina.

En el análisis de varianza efectuado no se encontraron diferencias significativas para bloques, en cambio si hay diferencias altamente significativas entre genotipos. El coeficiente de variación fue del 15.06 por ciento (Cuadro 4.1).

Cuadro 4.1. ANVA Variable de rendimiento. Localidad de la UABCS

FV	GL	SC	CM	F	P>F	Ft.05	Ft.01
BLOQUES	2	0.17365887	0.08682943	0.11 NS	0.8931	3.55	6.01
GENOTIPOS	9	25.93313350	2.88145928	3.77 **	0.0079	2.46	3.60
Error	18	13.74017980	0.76334332				

C.V. = 15.06 por ciento

NS = No Significativo

\*\* = Altamente Significativo

En la prueba de Rango Múltiple (Duncan 0.05) para rendimiento, se ubicaron en el primer grupo, cinco genotipos estadísticamente iguales, sobresaliendo CENTELLA y AN-461 con rendimientos de grano de 7.068 y 7.029 ton ha<sup>-1</sup>, respectivamente, le siguen los genotipos H-431 (Testigo), AN-444 y AN-430R con 6.587, 6.398 y 6.353 ton ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Un segundo grupo lo conforman los genotipos AN-447 y AN-445 con rendimientos de 5.566 y 5.098 ton ha<sup>-1</sup>, respectivamente, y que son estadísticamente iguales a H-431, AN-444 y AN-430R. El cuarto grupo lo conforman los genotipos VANLAP-1 y VANLAP-2 con rendimientos de 4.770 y 4.769 ton ha<sup>-1</sup>. El genotipo VANLAP-3 ocupó el último lugar con un rendimiento de 4.545 ton ha<sup>-1</sup> (Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2. Prueba de Rango Múltiple (Duncan 0.05) para rendimiento.  
Localidad uno (UABCS)

GENOTIPO	MEDIA	
CENTELLA	7.068	A
AN-461	7.029	A
H-431	6.587	AB
AN-444	6.398	ABC
AN-430R	6.353	ABC
AN-447	5.566	BCD
AN-445	5.098	BCD
VANLAP-1	4.770	CD
VANLAP-2	4.769	CD
VANLAP-3	4.545	D

Cabe destacar que en esta localidad uno, (UABCS) es donde se encontró el índice más alto de salinidad tanto en el suelo (5.5 dS m<sup>-1</sup>) como en el agua de riego (media de 3.2 dS m<sup>-1</sup>) que de acuerdo al sistema Wilcox, tiene una clasificación de C<sub>3</sub>S<sub>2</sub>, siendo éste un valor medio teniendo en ocasiones una clasificación de C<sub>4</sub>S<sub>2</sub> que le confiere una condición altamente salina y media en sodio.

En la localidad de Galeana, Nuevo León, el suelo es ligeramente salino a no salino (2.4 a 2.6 dS m<sup>-1</sup>) y en la de San Martín de las Vacas, Coahuila, la conductividad eléctrica varía de 0.70 a 0.89 dS m<sup>-1</sup> que equivale a un sitio no salino. Es decir que la única localidad en que realmente hubo una respuesta al estímulo del estrés salino es el sitio del campo experimental agropecuario de la UABCS al igual que el sitio de San Carlos, B. C. S., en donde la salinidad del suelo tuvo una conductividad eléctrica que varió de 6.13 a 13.88 dS m<sup>-1</sup> (Cuadro A.1 y A.2, Figura 4.12) de tal manera que hubo una notoria disminución en la altura de la planta, retardo en la floración, con poco o nulo rendimiento de grano en algunas de las parcelas por lo que se excluyó esta localidad del presente experimento.

Estas respuestas de rendimiento de grano, obtenidas al nivel de salinidad de las localidades de la UABCS y de San Carlos, B. C. S., coinciden con los datos obtenidos en el experimento de laboratorio con los mismos genotipos (excepto el AN-445), que en un rango de conductividad eléctrica de 0 á 4 dS m<sup>-1</sup>, la altura de la plántula, longitud radicular, peso total y peso seco no se afectó seriamente, pero en el rango de una conductividad eléctrica de 8 á 14 dS m<sup>-1</sup> las variables mencionadas decrecieron en forma considerable.

El análisis de varianza para esta variable de rendimiento muestra que no hubo diferencias significativas para los factores o fuentes de estudio. El coeficiente de variación fue de 42.55 por ciento (Cuadro 4.3), lo que puede deberse a problemas con el riego por encontrarse el terreno sobre una loma.

Cuadro 4.3. ANVA Variable de rendimiento. Localidad Galeana Nuevo León.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	Ft (0.05)	Ft (0.01)
BLOQUES	2	5.0814849	2.5407424	0.38 NS	0.6909	3.55	6.01
GENOTIPOS	9	127.4479043	14.1608783	2.10 NS	0.0857	2.46	3.60
Error	18	121.1434418	6.7301912				

C.V. = 42.55003 por ciento

NS = No Significativo

Aún cuando no se encontraron diferencias significativas para genotipos y bloques, se realizó una comparación de medias para establecer las diferencias numéricas entre genotipos, y se obtuvo el valor más alto con el genotipo CENTELLA con 9.047 ton ha<sup>-1</sup> que al igual que en la localidad de la UABCS ocupó el primer lugar, pero con rendimiento de 7.068 ton ha<sup>-1</sup>.

El genotipo AN-447 ocupó el segundo lugar con 8.260 ton ha<sup>-1</sup> que al igual que AN-445, AN-444, AN-461, VANLAP-2 y AN-430R, con rendimientos de 7.768, 7.702, 6.943, 5.455 y 5.288 ton ha<sup>-1</sup>, fueron superiores al otro testigo H-431 cuyo rendimiento fue de 4.368 ton ha<sup>-1</sup>. Los genotipos VANLAP-3 y VANLAP-1 con rendimientos de 3.628 y 2.511 ton ha<sup>-1</sup> fueron los de más bajo rendimiento en esta localidad (Cuadro 4.4).

Cuadro 4.4. Prueba de rango múltiple (Duncan 0.05) para rendimiento.  
Localidad 2. (Galeana NL)

GENOTIPO	MEDIA
CENTELLA	9.047 A
AN-447	8.260 AB
AN-445	7.768 AB
AN-444	7.702 AB
AN-461	6.943 ABC
VANLAP-2	5.455 ABC
AN-430R	5.288 ABC
H-431	4.368 ABC
VANLAP-3	3.628 BC
VANLAP-1	2.511 C

El análisis de varianza para esta variable en San Martín de Las Vacas no detectó diferencias significativas entre genotipos, así como tampoco entre bloques; el coeficiente de variación fue de 30.14 por ciento (Cuadro 4.5). Cabe aclarar que en esta localidad el agua fue muy escasa, por los problemas del pozo, desarrollándose el cultivo casi bajo condiciones de temporal.

Cuadro 4.5. ANVA Variable de rendimiento. Localidad San Martín de las Vacas.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	Ft (0.05)	Ft (0.01)
BLOQUES	2	6.71792087	3.35896043	1.01 NS	0.3842	3.55	6.01
GENOTIPOS	9	56.62385333	6.29163926	1.89 NS	0.1196	2.46	3.60
Error	18	59.90072847	3.32781825				

C.V. = 30.14 por ciento

NS = No Significativo

Al realizar una comparación de medias (Duncan 0.05), resultaron estadísticamente superiores los genotipos AN-430R y AN-445 con rendimientos de 8.433 y 7.715 ton ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Ambos genotipos, ocuparon el séptimo y tercer lugar con rendimientos de 5.288 y 7.768 ton ha<sup>-1</sup> en la localidad de Galeana, Nueva

León; pero en la localidad de la UABCS, ocuparon el quinto y séptimo lugar con rendimientos de 6.352 y 5.098 ton ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

EL genotipo CENTELLA que fue superior en las localidades de la UABCS y Galeana, N. L. con 7.068 ton ha<sup>-1</sup>, en esta localidad de San Martín de las Vacas, Ramos Arizpe Coah, ocupa el tercer lugar con un rendimiento de 7.095 ton ha<sup>-1</sup>. Los genotipos AN-444, AN-447 y AN-461 con rendimientos de 6.780, 6.312 y 5.346 ton ha<sup>-1</sup>, respectivamente, fueron superiores al otro testigo (H-431) cuyo rendimiento fue de 5.115 ton ha<sup>-1</sup>. El genotipo VANLAP-3, ocupó el último lugar con 3.842 ton ha<sup>-1</sup> (Cuadro 4.6).

Cuadro 4.6. Prueba de rango múltiple (Duncan 0.05) para rendimiento.  
Localidad 3. (San Martín de la Vacas).

GENOTIPO	MEDIA
AN-430R	8.433 A
AN-445	7.715 A
CENTELLA	7.095 AB
AN-444	6.780 AB
AN-447	6.312 AB
AN-461	5.346 AB
H-431	5.115 AB
VANLAP-1	4.995 AB
VANLAP-2	4.879 AB
VANLAP-3	3.842 AB

El análisis de varianza combinado muestra que no existen diferencias significativas para localidades, ni para repeticiones dentro de localidades en cambio si hubo diferencias significativas para genotipos y para la interacción genotipo por localidad, debido a la variabilidad de cada genotipo y también a las diferencias

agroecológicas en cada localidad. El coeficiente de variación fue de 32.02 por ciento (Cuadro 4.7).

Cuadro 4.7. ANVA Combinado de rendimiento.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	Ft (0.05)	Ft (0.01)
L	2	1.3417854	0.6708927	0.18 NS	0.8338	3.15	4.98
R/L	6	11.9731156	3.0891009	0.84 NS	1.4875	2.20	3.18
G	9	76.4588285	8.4954254	2.31 *	0.0281	2.04	2.72
G*L	18	129.7313733	7.2072985	1.96 *	0.0296	1.75	2.20
Error	54	198.5990394	3.6777600				

C.V. = 32.02 por ciento

NS = No Significativo

\* = Significativo

Con la comparación de medias mediante la prueba de Duncan al 0.05, encontramos que el genotipo AN-445 fue numéricamente superior a los demás genotipos con rendimiento de 7.292 ton ha<sup>-1</sup>. El genotipo CENTELLA (testigo) ocupa el segundo lugar con 7.219 ton ha<sup>-1</sup>, el genotipo AN-447 ocupa el tercer lugar con rendimiento de 6.718 ton ha<sup>-1</sup>, los genotipos AN-444, AN-461 y AN-430R con rendimientos de 6.327, 6.214, y 6.124 ton ha<sup>-1</sup>, respectivamente, son numéricamente superiores pero estadísticamente iguales al testigo H-431 cuyo rendimiento fue de 5.493 ton ha<sup>-1</sup>. Los genotipos VANLAP-2, VANLAP-1 y VANLAP-3 con rendimientos de 5.202, 4.891 y 4.408 ton ha<sup>-1</sup>, respectivamente, ocuparon los tres últimos lugares; VANLAP-3 fue numéricamente inferior a todos los genotipos comparados (Cuadro 4.8), teniendo un comportamiento similar en cada localidad en las que ocupó siempre la última posición por su bajo rendimiento, excepto en la localidad de Galeana NL, en la que ocupó el penúltimo lugar con un rendimiento de 3.628 ton ha<sup>-1</sup>.

Cuadro 4.8. Prueba de rango múltiple (Duncan 0.05) para la variable rendimiento. Todas las localidades.

GENOTIPO	MEDIA
AN-445	7.292 A
CENTELLA	7.219 AB
AN-447	6.718 ABC
AN-444	6.327 ABCD
A-461	6.214 ABCD
AN-430R	6.124 ABCD
H-431	5.493 ABCD
VANLAP-2	5.202 BCD
VANLAP-1	4.891 CD
VANLAP-3	4.408 D

De acuerdo con estos datos, se puede inferir que VANLAP-3, tiene un patrimonio genético que le confiere la habilidad para adaptarse a estas localidades con ambientes desfavorables, pero con un bajo rendimiento. (Cuadros 4.2, 4.4 y 4.6).

El análisis de varianza combinado para días a flor masculina muestra una diferencia significativa para repeticiones dentro de localidades y una diferencia altamente significativa para las demás fuentes de variación. El coeficiente de variación es 5.22 por ciento, lo cual nos indica que los datos son confiables (Cuadro 4.9).

Cuadro 4.9. ANVA combinado para el carácter días a floración masculina.

F.V.	GL	S.C.	CM	F	P>F	Ft(0.05)	Ft(0.01)
L	2	6051.288889	3025.64444	193.43**	0.0001	3.15	4.98
R/L	6	100.00	41.022222	2.62*	0.8215	2.20	3.18
G	9	308.933333	34.325926	2.19**	0.0366	2.04	2.72
G*L	18	73.600000	4.088889	0.26**	0.9986	1.75	2.20
ERROR	54	844.666667	15.641975				

C. V. = 5.22 por ciento

\* Significativo.

\*\* Altamente significativo.



Al realizar la prueba de medias (Duncan 0.05) se denota claramente que los genotipos AN-447 y H-431 son numéricamente diferentes a los demás tratamientos ya que tuvieron la floración a los 79 y 78 días, respectivamente; los demás genotipos tuvieron una floración que ocurrió en un lapso de 77 y 73 días, siendo el genotipo VANLAP-3 el más precoz ya que ocupó únicamente 69 días para llegar a la floración (Cuadro 4.10). Lo anterior prueba la teoría de que los materiales tardíos presentan mayor rendimiento.

Cuadro 4.10. Prueba de rango múltiple (Duncan 0.05) para la variable, días a floración masculina. Todas las localidades.

GENOTIPO	MEDIA	
AN-447	79.000	A
H-431	78.889	A
AN-461	77.556	AB
AN-445	77.111	ABC
CENTECLA	76.556	ABC
VANLAP-1	75.778	BC
AN-430R	74.667	CD
VANLAP-2	74.556	CD
AN-444	73.222	D
VANLAP-3	69.778	E

El análisis de varianza realizado para días a flor femenina muestra que hubo diferencias altamente significativas para genotipos, localidades y la interacción genotipos por localidades; en cambio hubo una diferencia no significativa para repeticiones dentro de localidades. El coeficiente de variación fue de 4.80, lo que denota la confiabilidad de los datos (Cuadro 4.11.)

Cuadro 4.11. ANVA combinado para el carácter, días a flor femenina.

F.V.	G.L	S.C.	CM	F	P>F	Ft(0.05)	Ft(0.01)
L	2	4997.066667	2498.533333	176.43 **	0.0001	3.15	4.98
G	9	268.711111	29.856790	2.11 **	0.0446	2.04	2.72
R/L	6	79.933334	29.300	2.07 NS	0.837	2.20	3.18
G*L	18	111.155556	6.175309	0.44 **	0.9726	1.75	2.20
ERROR	54	764.733333	14.161728				

C. V. = 4.80 por ciento

NS = No significativo

\*\* Altamente significativo.

El cuadro de comparación de medias (Duncan 0.05) indica que los genotipos H-431, AN-447, VANLAP-1 y AN-461 son estadísticamente iguales en su floración femenina a los genotipos AN-461, AN-445 y CENTELLA, ocurriendo ésta en un rango de 79 a 81 días, los demás genotipos tuvieron esta floración entre los 76 y 79 días; el genotipo VANLAP-3 floreció a los 72 días ocurriendo esto en forma más temprana que los demás genotipos, lo mismo que en la floración masculina (Cuadros 4.10 y 4.12)

Cuadro 4.12 . Prueba de rango múltiple (Duncan 0.05) para la variable flor femenina. Todas las localidades.

GENOTIPO	MEDIA	
H-431	81.000	A
AN-447	81.000	A
VANLAP-1	80.111	A
AN-461	79.889	A
AN-445	79.333	AB
CENTELLA	79.111	ABC
VANLAP-2	77.333	BC
AN-430R	77.222	BC
AN-444	76.778	C
VANLAP-3	72.222	D

Al efectuar el análisis de varianza para la variable altura de planta hubo diferencias altamente significativas para genotipos. En cambio no hubo diferencias

significativas para las demás fuentes de variación. El coeficiente de variación arroja valores de 14.89 por ciento lo que le confiere confiabilidad a la información generada; igualmente demuestra la uniformidad en el manejo del experimento (Cuadro 4.13).

Cuadro 4.13. ANVA combinado para el carácter, altura de planta.

F.V.	G.L.	S.C.	CM	F	P>F	Ft(0.05)	Ft(0.01)
L	2	1.31066889	0.65533444	9.16 NS	0.0004	3.15	4.98
G	9	0.58552111	0.06505790	0.91 **	0.5244	2.04	2.72
R/L	6	0.39349333	0.15678889	2.19 NS	0.8989	2.20	3.18
G*L	18	1.64437556	0.09135420	1.28 NS	0.2402	1.75	2.20
ERROR	54	3.86497333	0.07157358				

C. V. = 14.89 por ciento

NS = No significativo

\*\* Altamente significativo.

La comparación de medias realizada demuestra que VANLAP-1 fue numéricamente diferente con una altura de 2.04 m, pero estadísticamente igual a los genotipos AN-447, VANLAP-2, AN-445 y AN-461. AN-430R y AN-444 desarrollaron una altura que fluctuó de 1.85 a 1.84 m; en cambio VANLAP-3 y H-431 desarrollaron una altura de 1.76 y 1.64 m respectivamente. El genotipo CENTELLA fue el que desarrolló menor altura siendo esta de 1.62 m (Cuadro 4.14).

Cuadro 4.14. Prueba de rango múltiple (Duncan 0.05) para la variable altura de planta (cm). Todas las localidades.

GENOTIPO	MEDIA	
VANLAP-1	2.0456	A
AN-447	1.9856	AB
VANLAP-2	1.9722	AB
AN-445	1.9667	AB
AN-461	1.9200	ABC
AN-430R	1.8544	BC
AN-444	1.8444	BC
VANLAP-3	1.7600	CD
H-431	1.6478	CD
CENTELLA	1.6233	D

En el análisis de varianza para altura de mazorca se encontró que hay diferencias altamente significativas para genotipos y localidades, en cambio no se encontraron diferencias significativas para la interacción genotipo por localidad. Para repeticiones dentro de localidades las diferencias fueron significativas. El coeficiente de variación fue de 22.14 por ciento (Cuadro 4.15).

Cuadro 4.15. ANVA combinado para el carácter altura de la mazorca.

F.V.	GL	S.C.	CM	F	P>F	Ft(0.05)	Ft(0.01)
L	2	9530.08790	4765.04395	9.58 **	0.0003	3.15	4.98
G	9	5258.93600	584.32622	1.18 **	0.3294	2.04	2.72
R/L	6	3550.51544	1174.2277	2.36 *	0.6412	2.20	3.18
G*L	18	17710.69068	983.92726	1.98 NS	0.0278	1.75	2.20
ERROR	54	26850.73496	497.23583				

C. V. = 22.14 por ciento

NS = No significativo

\* Significativo.

\*\* Altamente significativo.

La prueba de medias realizada (Duncan 0.05) nos muestra que AN-447, VANLAP-1 y VANLAP-2 son numéricamente diferentes con alturas de mazorca de 1.17, 1.15 y 1.15 m, respectivamente. Los genotipos AN-461 y AN-445, AN-444 y AN-430R tuvieron alturas de mazorca que fluctuaron de 1.121 a 0.95 m, siendo estadísticamente iguales a los anteriores. VANLAP-3, H-431 y CENTELLA, ocuparon los tres últimos lugares con alturas de 0.92, 0.77 y 0.73 m, respectivamente (Cuadro 4.16).

Cuadro 4.16. Prueba de rango múltiple (Duncan 0.05) para la variable altura de la mazorca (cm), todas las localidades.

GENOTIPO	MEDIA	
AN-447	1.177	A
VANLAP-1	1.158	A
VANLAP-2	1.156	A
AN-461	1.121	AB
AN-445	1.060	AB
AN-444	1.012	AB
AN-430R	0.9580	ABC
VANLAP-3	0.9251	BCD
H-431	0.7757	CD
CENTELLA	0.7333	D

### **análisis de Correlación**

Al efectuar un análisis de correlación de las variables bajo estudio, con fundamento mediante el cálculo de coeficiente de correlación o fórmula de Pearson, se encontró que en las variables flor masculina, flor femenina, altura de planta y altura de mazorca los coeficientes de correlación presentaron los valores positivos de 0.05141, 0.05011, 0.43087 y 0.28691 en el orden citado (apéndice Cuadro A.3); los cuales se consideran bajos con el factor de interés que en este caso es el rendimiento de grano en las localidades estudiadas; sin embargo los valores de 0.43087 y 0.28691 se consideran altos en relación con los de las otras variables y que en cierto modo contribuyen a una mejor expresión de rendimiento de grano.

### **Parámetros de Estabilidad**

Con el propósito de conocer la respuesta de los genotipos al efecto del ambiente, se realizó un análisis de estabilidad para rendimiento utilizando en este caso el método propuesto por Eberhart y Russell (1966) (Cuadro 4.17).

Cuadro 4.17. Parámetros de estabilidad de 10 genotipos de maíz. (UAAAN).

<b>GENOTIPO</b>	<b>DESCRIPCION *</b>
AN-461	ESTABLE
AN-445	ESTABLE
AN-430R	ESTABLE
AN-447	ESTABLE
VANLAP-1	ESTABLE
VANLAP-2	ESTABLE
VANLAP-3	RESPUESTA MEJOR EN AMBIENTES DESFAVORABLES Y CONSISTENTE
AN-444	ESTABLE
CENTELLA	ESTABLE
H-431	ESTABLE

Para los valores de rendimiento y estabilidad ver Cuadro A.4 en el apéndice.

Los resultados obtenidos indican que todos los genotipos estudiados en las tres localidades, por su patrimonio genético minimizan la interacción genética-ambiental lo cual les permite ser genotipos estables destacando el genotipo VANLAP-3. (Cuadro 4.17), que fue el más consistente en las tres localidades pero siempre expresó un potencial de rendimiento bajo (Cuadros 4.2, 4.4, 4.6, y 4.8).

## II. Evaluación de Laboratorio

### Variable Altura de la Plántula

#### Emergencia.

Esta ocurrió a los 4 días, habiendo un marcado retraso en la emergencia con respecto al testigo, a medida que fue aumentándose la concentración de la salinidad, de

tal manera que en la concentración de  $14 \text{ dS m}^{-1}$  por ejemplo, la emergencia se retrasó 2 días en promedio.

### Altura de la plántula.

Esta se tomó desde la superficie de la arena hasta el ápice de la hoja principal, utilizándose una regla metálica, graduada en centímetros.

### Análisis de Varianza

El análisis de varianza muestra que para la variable altura, las diferencias entre los niveles de salinidad, (factor A) fue altamente significativa, lo mismo sucedió al comparar los diferentes genotipos evaluados (factor B).

La interacción genotipos - niveles de salinidad no fue significativa, el coeficiente de variación fue de 13.92 por ciento, lo cual nos indica que el manejo de los tratamientos y el experimento en sí, fue bastante uniforme.

Cuadro 4.18. ANVA para la variable altura de plántula

FV	GL	SC	CM	F	P>F	Ft(0.05)	Ft(0.01)
Factor A	7	7947.539063	1135.362671	167.3438**	0.000	2.76	2.07
Factor B	8	2173.242188	271.655273	40.0399**	0.000	2.73	2.00
Interacción	56	449.789063	8.031947	1.1838 NS	0.213	1.66	1.44
Error	144	976.984375	6.7824614				
Total	215	11547.554688					

C.V.= 13.92 por ciento

\*\* Altamente significativo.

NS No significativo.

## **Comparación de Medias**

### **Factor A. (Niveles de salinidad).**

Al analizar la comparación de medias (DMS al 0.05) para la variable altura, encontramos que todos los genotipos a un nivel de 2 dS m<sup>-1</sup> tienen un mejor desarrollo (26.41 cm) que con las demás concentraciones, inclusive que la del agua destilada con 0 (cero) dS m<sup>-1</sup> (24.65 cm) (Figura 4.1)

A un nivel de 0 y 4 dS m<sup>-1</sup>, los genotipos tuvieron igual comportamiento, (24.65 cm). A partir del nivel de 6 dS m<sup>-1</sup>, la altura disminuye (21.75 cm), formándose un grupo diferente y de menor altura cada 2 dS m<sup>-1</sup>, hasta llegar a los 14 dS m<sup>-1</sup> que fue el nivel más alto de salinidad aplicada, siendo la altura de 9.35 cm (Figura 4.1).

### **Factor B. (Genotipos).**

La comparación de medias (DMS al 0.05), para genotipos, muestra que el genotipo AN-447 fue el que tuvo mayor desarrollo con una altura de 22.51 cm. Le siguen con una altura ligeramente menor los genotipos VANLAP-2, y VANLAP-3 con 21.65 y 21.18, respectivamente. Los demás genotipos fueron inferiores en altura a los ya mencionados pero superiores a los testigos que tuvieron una altura de 14.78 cm y 12.98 cm, siendo estos los genotipos CENTELLA y H-431 (Figura 4.2).



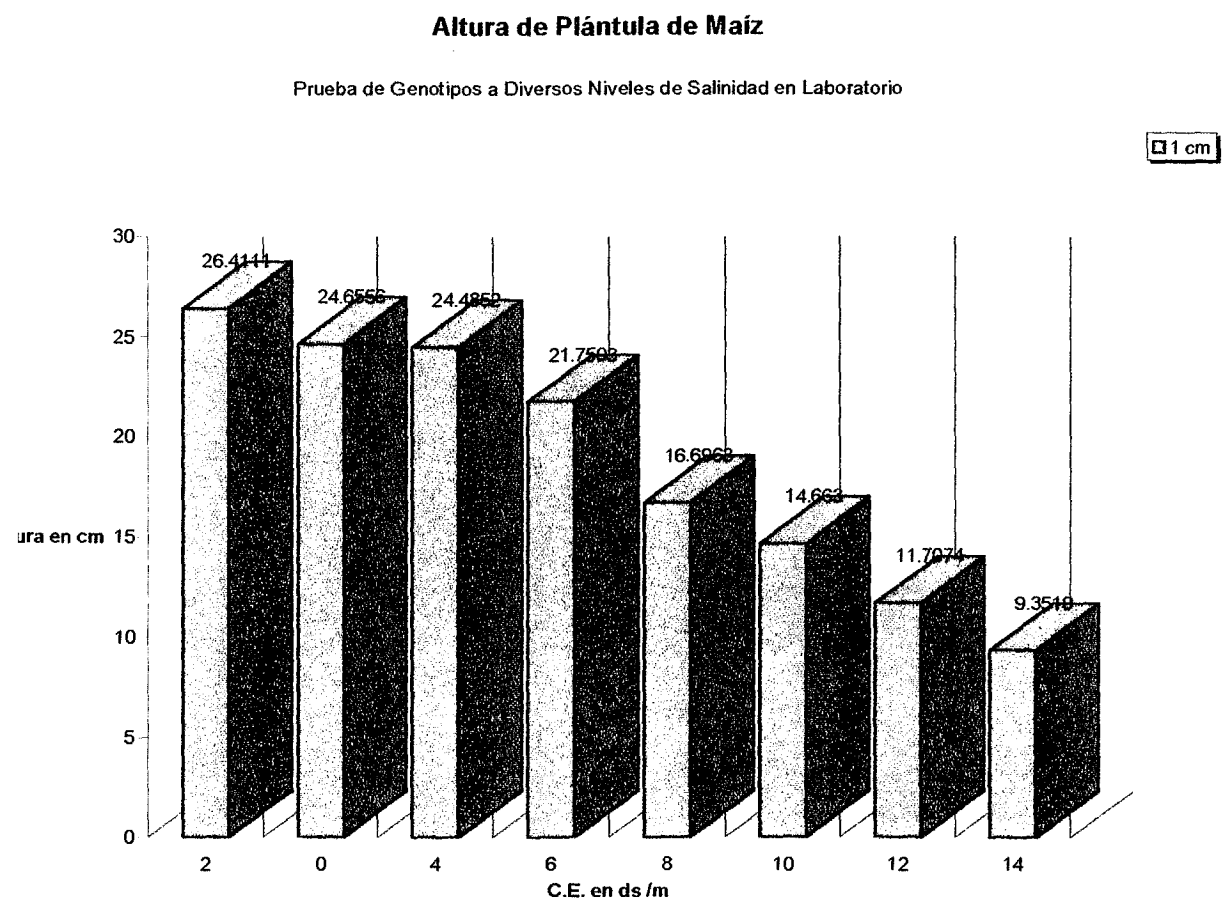


Figura 4.1. Altura de plántula de maíz en ocho niveles de salinidad

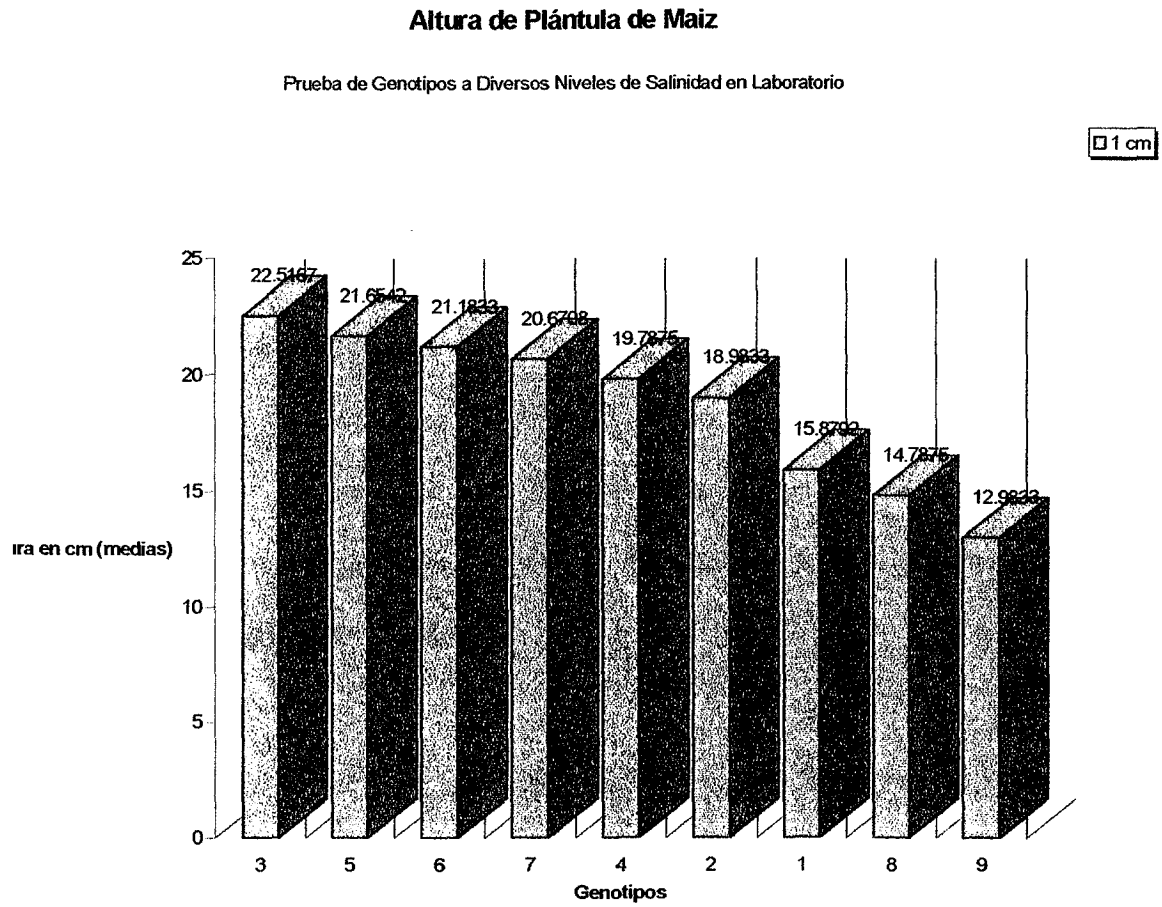


Figura 4.2. Altura de plántula de cada genotipo en ocho niveles de salinidad.

### Variable Longitud de la Raíz

Este parámetro se tomó desde el inicio de la raíz hasta la parte final de la raíz principal. El análisis de varianza efectuado para esta variable muestra que para el factor A (nivel de salinidad), hay diferencias altamente significativas, ocurriendo lo mismo para el factor B (genotipos). Cabe hacer notar que estos dos factores, mostraron igual nivel de significancia para la variable altura.

Por lo que respecta a la interacción de niveles y genotipos las diferencias son significativas para esta variable, sucediendo lo contrario para la variable altura de la planta donde la interacción no fue significativa.

El análisis de varianza para la variable longitud de la raíz el coeficiente de variación fue igual a 17.68 por ciento que es mayor que el obtenido en la variable altura que fue de 13.92 por ciento. Es decir que para la variable longitud de la raíz, los efectos de los niveles de salinidad y las respuestas de los genotipos a la salinidad fueron más contrastantes (Cuadro 4.19)

Cuadro 4.19. ANVA para la variable longitud de raíz.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	Ft(0.05)	Ft(0.01)
Factor A	7	1488.546875	212.649551	35.4003**	0.000	2.76	2.07
Factor B	8	318.980469	39.872559	6.6377**	0.000	2.73	2.05
Interacción	56	562.605469	10.046526	1.6725*	0.008	1.66	1.44
Error	144	865.007813	6.006999				
Total	215	3235.140625					

C.V= 17.68 por ciento

\* Significativo.

\*\* Altamente significativo.

### **Comparación de Medias**

**actor A. (Niveles de salinidad).** La longitud de la raíz decreció a medida que se incrementó el nivel de salinidad a grado tal que al nivel de  $14 \text{ dS m}^{-1}$  la longitud de la raíz representó el 50 por ciento del testigo sin sales (tratamiento 1) (Figura 4.3).

**actor B.- (Genotipos).** Aunque las diferencias entre genotipos no son muy altas, en la figura 4.4 se aprecia que VANLAP-1, VANLAP-2 y AN-447 son genotipos con mayor habilidad para tener un mayor desarrollo radical en el medio salino, en tanto que los testigos CENTELLA y H-431 son los más afectados por la salinidad repercutiendo esto en un menor desarrollo radicular comparado con los demás genotipos evaluados (Figura 4.4).

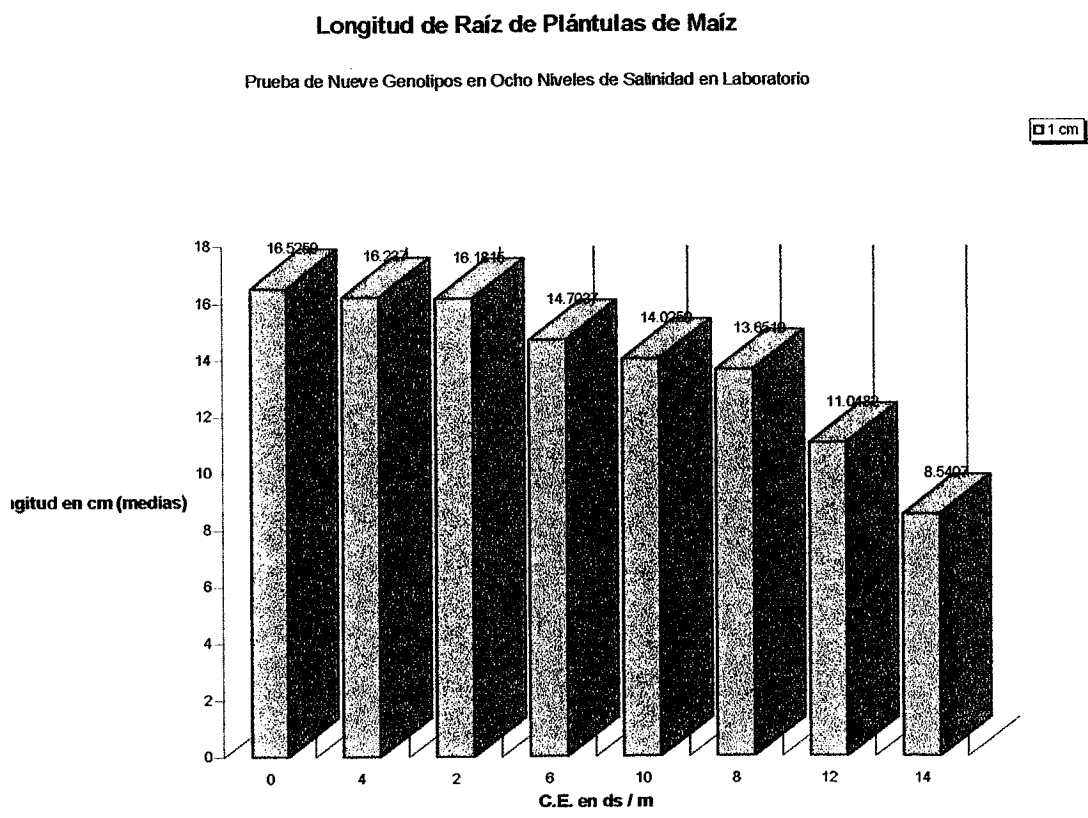


Figura 4.3. Longitud de raíz de nueve genotipos en ocho niveles de salinidad.

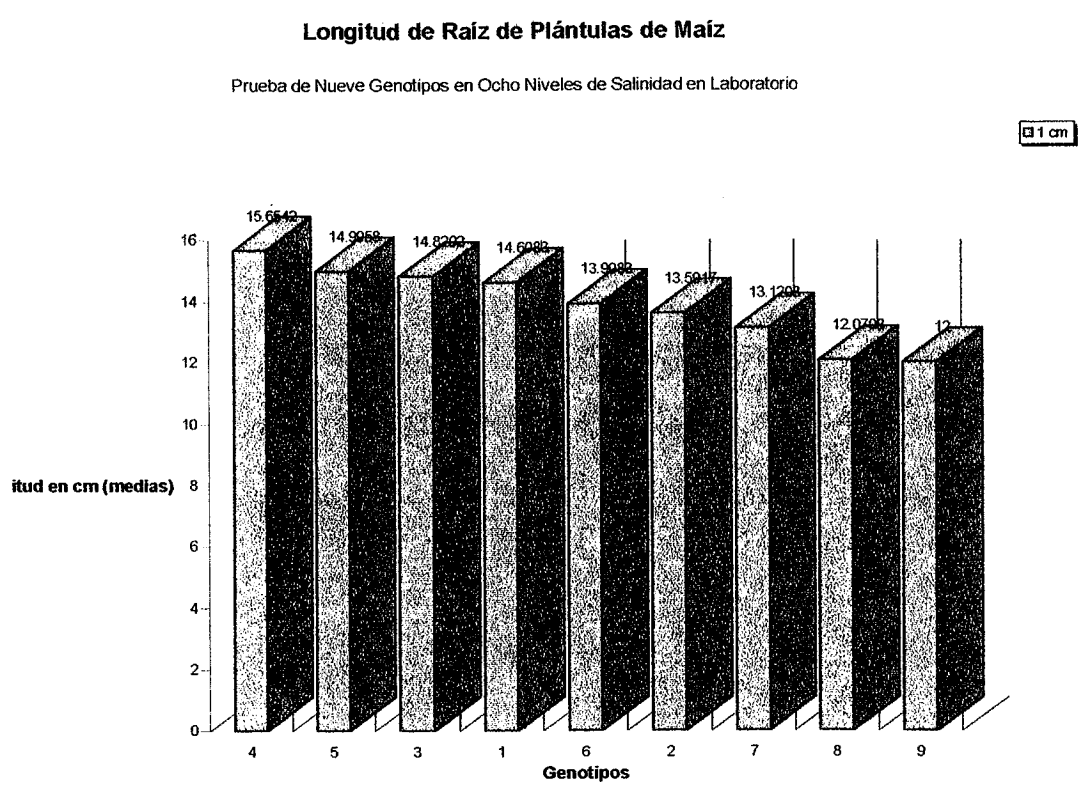


Figura 4.4. Longitud de raíz de cada genotipo en ocho niveles de salinidad.

**acción del Factor B Dentro del Factor A y del Factor A Dentro del Factor B  
dro A.5 al Cuadro A.21)**

**comparación de Medias del Factor B (Genotipos), Dentro del Factor A (Niveles de  
dad). (ver Cuadros A.5 al A.12)**

de 0 dS m<sup>-1</sup>. La comparación de medias a 0 (cero) dS m<sup>-1</sup> muestra que el genotipo LAP-1 fue superior con una longitud radicular de 20.43 cm. Los genotipos AN-AN-430R, VANLAP-2 y AN-461 conforman el siguiente grupo con longitudes de , 18.43, 17.00 y 16.83 cm, respectivamente, los demás genotipos fueron superiores genotipos testigos (CENTELLA y H-431) con 14.70 y 14.13, respectivamente a acción del genotipo AN-444 que fue inferior a todos con una longitud radicular de cm (Cuadro A.5).

de 2 dS m<sup>-1</sup>. A una conductividad eléctrica (C.E.) de 2 dS m<sup>-1</sup> los genotipos LAP-1, AN-447 y AN-461 conforman un grupo superior con 18.83, 18.46 y 17.83 e longitud, respectivamente. El genotipo testigo H-431, con una longitud de 16.40 destaca en el siguiente grupo de genotipos; el VANLAP-3, AN-430R y AN-444 que ntaron una longitud radical de 16.20, 15.96 y 15.66 cm en el orden citado. El ipo testigo (CENTELLA), con una longitud de 12.60 cm ocupó el último lugar de los genotipos (Cuadro A.6).

de 4 dS m<sup>-1</sup>. A una conductividad eléctrica igual a 4 dS m<sup>-1</sup> el genotipo LAP-1 es superior a todos los demás con una longitud de 19.33 siendo 1.1 cm

menor a la longitud a 0 (cero)  $\text{dS m}^{-1}$  donde también ocupó el primer lugar, al igual que en la conductividad eléctrica de  $2 \text{ dS m}^{-1}$ . Con una longitud de 17.66 cm, el genotipo testigo (H-431) ocupó el segundo lugar. El testigo (CENTELLA) con una longitud de 11.53 cm fue inferior a todos los genotipos (Cuadro A.7).

Nivel de  $6 \text{ dS m}^{-1}$ . Con una conductividad eléctrica de  $6 \text{ dS m}^{-1}$  el genotipo VANLAP-3 fue superior a los demás genotipos al obtener una longitud de 17.46 cm, desplazando al genotipo VANLAP-1 que siempre había ocupado el primer lugar en el rango de conductividad eléctrica de 0 (cero) a  $4 \text{ dS m}^{-1}$ . El testigo H-431, con una longitud de 15.26 cm queda dentro del segundo grupo más importante, al igual que el testigo (CENTELLA) que una longitud igual a 14.77 cm. Los genotipos AN-447 y AN-430R ocuparon los dos últimos lugares con una longitud de 13.50 y 9.06 cm, respectivamente (Cuadro A.8).

Nivel de  $8 \text{ dS m}^{-1}$ . Al nivel de  $8 \text{ dS m}^{-1}$  todos los genotipos conforman un único grupo superior a los testigos. El genotipo VANLAP-3 la mayor longitud de 15.00 cm, y el genotipo AN-444 con una longitud igual a 14.06 cm ocupó el último lugar de este grupo. Los genotipos testigos (CENTELLA y H-431) con longitudes de 11.86 y 8.9 cm ocuparon los últimos lugares (Cuadro A.9).

Nivel de  $10 \text{ dS m}^{-1}$ . Con una longitud de 16.30 y 15.56 cm al nivel de  $10 \text{ dS m}^{-1}$ , los genotipos VANLAP-2 y VANLAP-1 forman un grupo superior. Todos los demás genotipos, incluido el testigo (CENTELLA) que ocupa el último lugar de este grupo con



una longitud de 12.46 cm conforman el siguiente grupo, el testigo, el H-431 ocupó el último lugar de todos los genotipos con una longitud de 11.46 cm (Cuadro A.10).

Nivel de 12 dS m<sup>-1</sup>. El genotipo AN-447, al nivel de 12 dS m<sup>-1</sup>, y con una longitud radicular de 14.83 cm fue superior a los demás genotipos. Los genotipos VANLAP-1, AN-461 y VANLAP-2 conforman el segundo grupo que es superior al testigo CENTELLA que desarrolló una longitud de 10.73 cm. Los otros genotipos AN-444, AN-430R y VANLAP-3 fueron superiores al testigo (H-431) que ocupó el último lugar de todos los genotipos con una longitud de 6.70 cm (Cuadro A.11).

Nivel de 14 dS m<sup>-1</sup>. A este nivel de conductividad eléctrica de 14 dS m<sup>-1</sup>, el genotipo VANLAP-2 con una longitud de 12.13 cm, fue superior a todos los demás. Los genotipos AN-430R, AN-447 y VANLAP-3, conformaron el segundo grupo con 10.40, 9.76 y 9.16 cm, respectivamente, siendo superiores al testigo CENTELLA que obtuvo una longitud de 7.90 cm. Los genotipos AN-461, AN-444 y VANLAP-1 con longitudes de 7.80, 7.20 y 7.03 cm fueron superiores al otro testigo (H-431) que con una longitud de 5.46 cm ocupó el último lugar, (Cuadro A.12) al igual que en los niveles de 8, 10 y 12 dS m<sup>-1</sup> con longitudes radiculares iguales a 8.90, 11.46 y 6.7 cm, respectivamente (Cuadros A.9, A.10 y A.11).

**Comparación de Medias del Factor A (Niveles de Salinidad), Dentro del Factor B (Genotipos) Cuadros A.13 a A.21**

Nivel 1 (Genotipo AN-461). Al comparar niveles de salinidad dentro de genotipos, en un rango de 2 a 4 dS m<sup>-1</sup>, el genotipo AN-461, se comporta de forma similar con una longitud radical que varía de 17.83 a 16.83 cm, es decir solo un centímetro de diferencia. De 6 a 10 dS m<sup>-1</sup> tiene una respuesta similar variando su longitud de 16.03 a 14.13 cm, con 1.9 cm de diferencia. A un nivel de 12 dS m<sup>-1</sup> la longitud es de 12.50 cm, considerándose que es gradual con respecto a los niveles anteriores.

A 14 dS m<sup>-1</sup> la longitud fue de 7.8 cm considerándose que se vió afectada en forma drástica, ya que tiene una diferencia de 4.7 cm menor que el nivel inmediato anterior (12 dS m<sup>-1</sup>) y de 10.03 cm menor que en el rango de 0 a 4 dS m<sup>-1</sup> (Cuadro A.13).

Nivel 2 (Genotipo AN-430R). Este genotipo, a un nivel de 0 dS m<sup>-1</sup> presentó una longitud de 18.43 cm siendo esta respuesta superior a todos los demás niveles de salinidad. La respuesta de este genotipo sigue una tendencia de disminución gradual de la longitud de la raíz desde los niveles de 2 hasta 10 dS m<sup>-1</sup>.

Esta tendencia se modifica al nivel más alto de salinidad que es el de 14 dS m<sup>-1</sup> donde el crecimiento radical fue de 10.4 cm. Cabe hacer notar que la longitud menor se dio a los de 12 y 6 dS m<sup>-1</sup> ya que en estos niveles la longitud fue de 9.60 y 9.06 cm respectivamente (Cuadro A.14).

Nivel 3 (Genotipo AN-447). En un rango de 0 a 2 dS m<sup>-1</sup> la longitud radical no varía, siendo ésta de 18.4 cm. A partir del nivel 4 dS m<sup>-1</sup> hasta el nivel de 12 dS m<sup>-1</sup> la longitud radical fluctuó alrededor de 14 cm, siendo la excepción al nivel de 6 dS m<sup>-1</sup> donde la longitud fue de 13.5 cm, es decir que en los niveles de 8, 10 y 12 dS m<sup>-1</sup> la longitud fue mayor.

Este genotipo al nivel de 14 dS m<sup>-1</sup> su longitud radical fue de 9.76 cm que un 52 por ciento menor que la obtenida en el rango de 0 a 2 dS m<sup>-1</sup> que fue igual a 18.46 cm (Cuadro A.15).

Nivel 4 (Genotipo VANLAP-1). El genotipo VANLAP-1, al igual que AN-430R, al nivel de 0 (cero) dS m<sup>-1</sup> su crecimiento de raíz fue superior con 20.4 cm de longitud. Al nivel de 2 a 4 dS m<sup>-1</sup> su crecimiento es similar siendo de 19.3 y 18.83 cm. De 6 a 12 dS m<sup>-1</sup> su longitud radical disminuye paulatinamente pasando de 15.96 a 13.16 cm. A 14 dS m<sup>-1</sup> la disminución de su longitud es muy contrastante, ya que alcanza únicamente 7.03. (Cuadro A.16).

Nivel 5 (Genotipo VANLAP-2). Lo diferente de este genotipo es que su crecimiento de 0 (cero) y 6 dS m<sup>-1</sup> es prácticamente igual siendo de 17.46 cm para el nivel de 6 dS m<sup>-1</sup> y de 17.00 cm para el nivel de 0 (cero) dS m<sup>-1</sup>. En otros genotipos el nivel de 6 dS m<sup>-1</sup> es el que más afectó el crecimiento radical como es el caso de AN-430R, que a ese nivel la longitud de la raíz fue de 9.06 cm ocupando el último lugar (Cuadro A.14).

En el rango de 2 a 14 dS m<sup>-1</sup> (exceptuando el de 6 dS m<sup>-1</sup>), en el genotipo VANLAP-2 la disminución de la longitud de la raíz es gradual pasando de 16.30 a 12.13 cm (Cuadro A.17).

Nivel 6 (Genotipo VANLAP-3). Este genotipo mostró un crecimiento radical que varió desde 17.40 a 13.63 cm en condiciones de una conductividad eléctrica de 0 (cero) hasta 10 dS m<sup>-1</sup>. De 12 a 14 dS m<sup>-1</sup> la longitud fue casi similar, siendo ésta de 9.30 y de 9.16 cm en el orden citado (Cuadro A.18).

Nivel 7 (Genotipo AN-444). Este genotipo en un rango de conductividad eléctrica desde 0 a 10 dS m<sup>-1</sup> tuvo un crecimiento radical relativamente igual ya que su longitud varió de 15.66 a 13.53 cm. Cabe hacer notar que a un nivel 0 (cero) dS m<sup>-1</sup> el crecimiento fue el menor e igual a 13.53 cm como se expuso anteriormente.

A un nivel de 12 dS m<sup>-1</sup> la longitud alcanzada fue de 10.20 cm y a 14 dS m<sup>-1</sup> el crecimiento radical se vio afectado seriamente, logrando por lo mismo una longitud igual a 7.20 cm (Cuadro A.19).

Nivel 8 (Genotipo CENTELLA). Al igual que VANLAP-2, este testigo al nivel de 0 (cero) y de 6 dS m<sup>-1</sup> su crecimiento radical fue superior, siendo de 14.70 y 14.76 cm. En el rango de 4 a 12 dS m<sup>-1</sup> (exceptuando el de 6 dS m<sup>-1</sup>) la longitud radical decreció en forma gradual pasando de 12.60 cm a 10.73 cm. A 14 dS m<sup>-1</sup> la longitud radical decreció notoriamente ya que solamente fue de 7.90 cm de longitud (Cuadro A.20).

Nivel 9 (Genotipo H-431) testigo. Este genotipo, en un rango de conductividad eléctrica de 4 y 2 dS m<sup>-1</sup>, tuvo un crecimiento radical superior, alcanzando una longitud de 17.6 y 16.4 cm en el orden citado. En el rango de 0 (cero) a 6 dS m<sup>-1</sup>, a pesar de la diferencia en la conductividad eléctrica, su crecimiento radical fue casi similar, siendo este de 14.31 y 15.26 cm, es decir, únicamente hubo 1.13 cm de diferencia. A partir de 8 hasta 14 dS m<sup>-1</sup> la disminución del crecimiento es gradual, pasando de 11.46 cm a 5.46 cm de longitud en la conductividad eléctrica más alta que fue la de 14 dS m<sup>-1</sup> (Cuadro A.21).

### Variable Peso Total

El análisis de varianza para esta variable muestra diferencias altamente significativas entre niveles de salinidad, y entre genotipos, en cambio para la interacción de los factores A y B las diferencias no fueron significativas. Lo cual implica que el efecto de estos dos factores es independiente (Cuadro 4.20).

Cuadro 4.20. ANVA para la variable peso total. (Peso fresco).

FV	GL	SC	CM	F	P>F	Ft(0.05)	Ft(0.01)
Factor A	7	20.417847	2.916835	24.7395**	0.000	2.76	2.07
Factor B	8	39.342651	4.917631	41.7111**	0.000	2.73	2.05
Interacción	56	8.583618	0.153279	1.3001NS	0.110	1.66	1.44
Error	144	16.977905	0.117902				
Total	215	85.322021					

C.V= 22.06 por ciento

NS= No significativo

\*\* Altamente significativo

En la Figura 4.5 se aprecia claramente que el peso total de la plántula es muy afectado por niveles de salinidad superiores a 8 conductividad eléctrica en  $\text{dS m}^{-1}$  (Figura 4.5).

Los genotipos que acumularon mayor peso en el periodo de crecimiento evaluado, fueron AN-447, AN-444 y VANLAP-3, lo cual indica una mayor tolerancia y adaptabilidad a ambientes salinos (Figura 4.6).

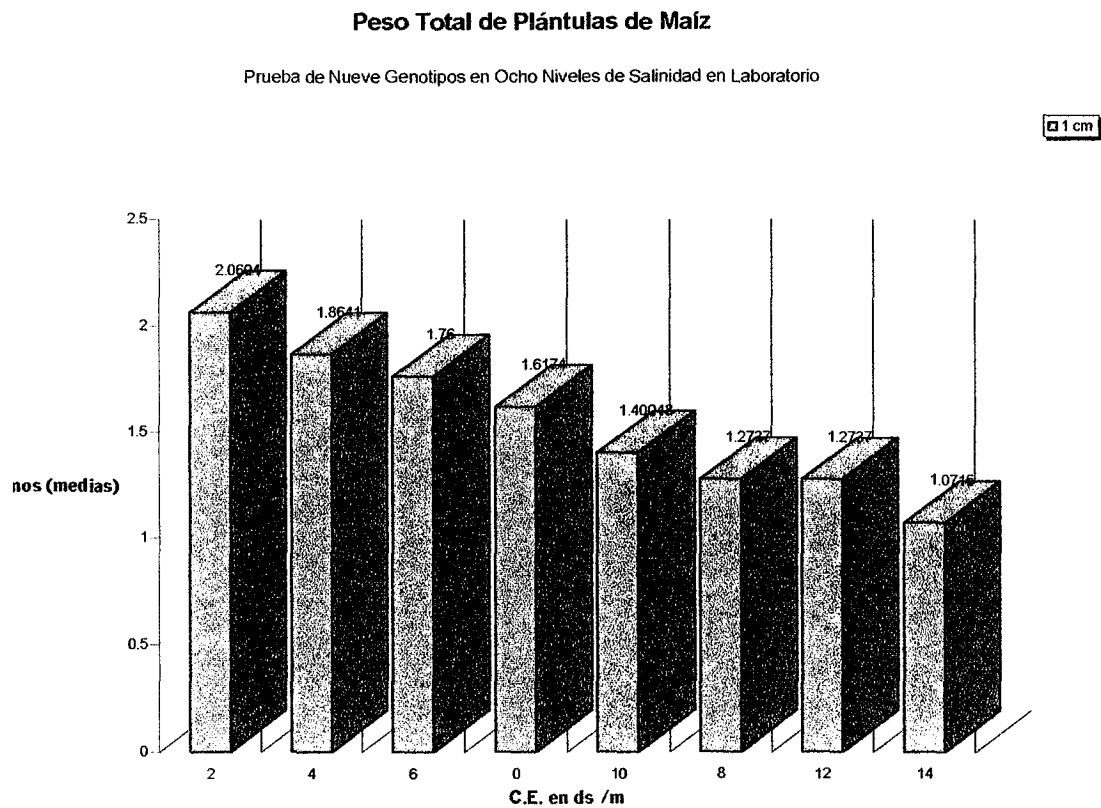


Figura 4.5. Peso total de nueve genotipos en ocho niveles de salinidad.

→

### Peso Total de Plántulas de Maíz

Prueba de Nueve Genotipos en Ocho Niveles de Salinidad en Laboratorio

1 cm

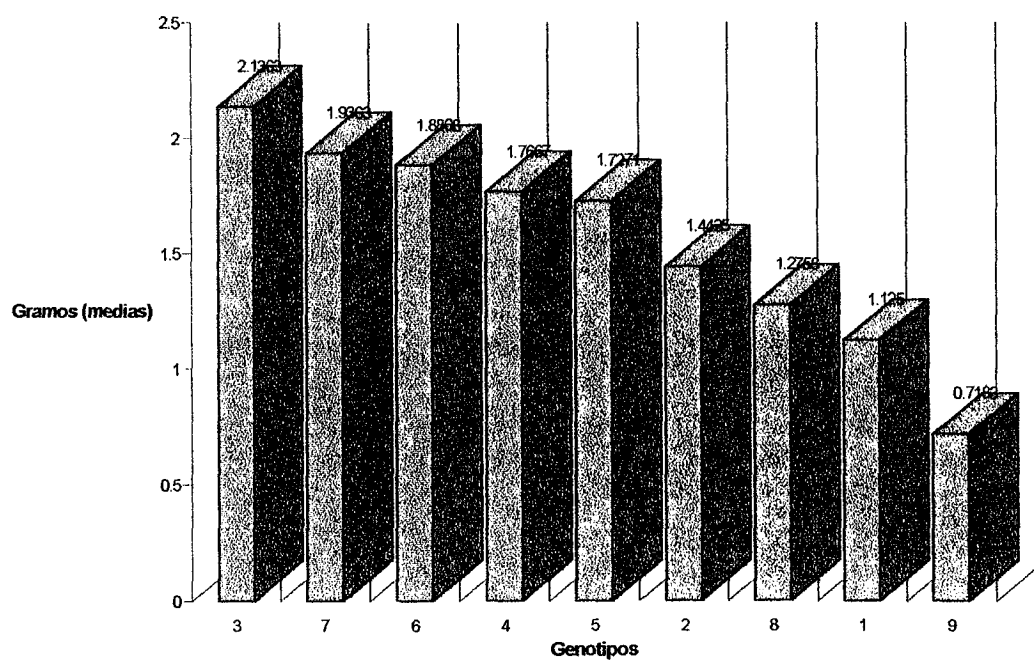


Figura 4.6. Peso total de cada genotipo en ocho niveles de salinidad.

### Variable Peso Seco

El análisis de varianza para peso seco, no detectó diferencias significativas para niveles de salinidad ni para la interacción nivel de salinidad por genotipos, pero si hubo diferencias altamente significativas entre genotipos (Cuadro 4.21).

Cuadro 4.21. ANVA para la variable peso seco.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	Ft(0.05)	Ft(0.01)
Factor A	7	0.129395	0.018485	1.2062 NS	0.302	2.76	2.07
Factor B	8	3.772591	0.471574	30.7727**	0.000	2.73	2.05
Interacción	56	0.773201	0.013807	0.9010 NS	0.667	1.66	1.44
Error	144	2.206715	0.015324				
Total	215	6.881901					

C.V = 27.97 por ciento

\*\* Altamente significativo.

NS No significativo.

En la Figura 4.7 puede apreciarse que AN-447 al igual que en peso total, acumuló mayor peso seco que todos los demás, y que los mismos cuatro genotipos ocuparon los primeros cuatro lugares en peso total y peso seco. Estos resultados sugieren que los genotipos más tolerantes a salinidad son AN-447, AN-444, VANLAP-1 y VANLAP-3 (Figura 4.7).



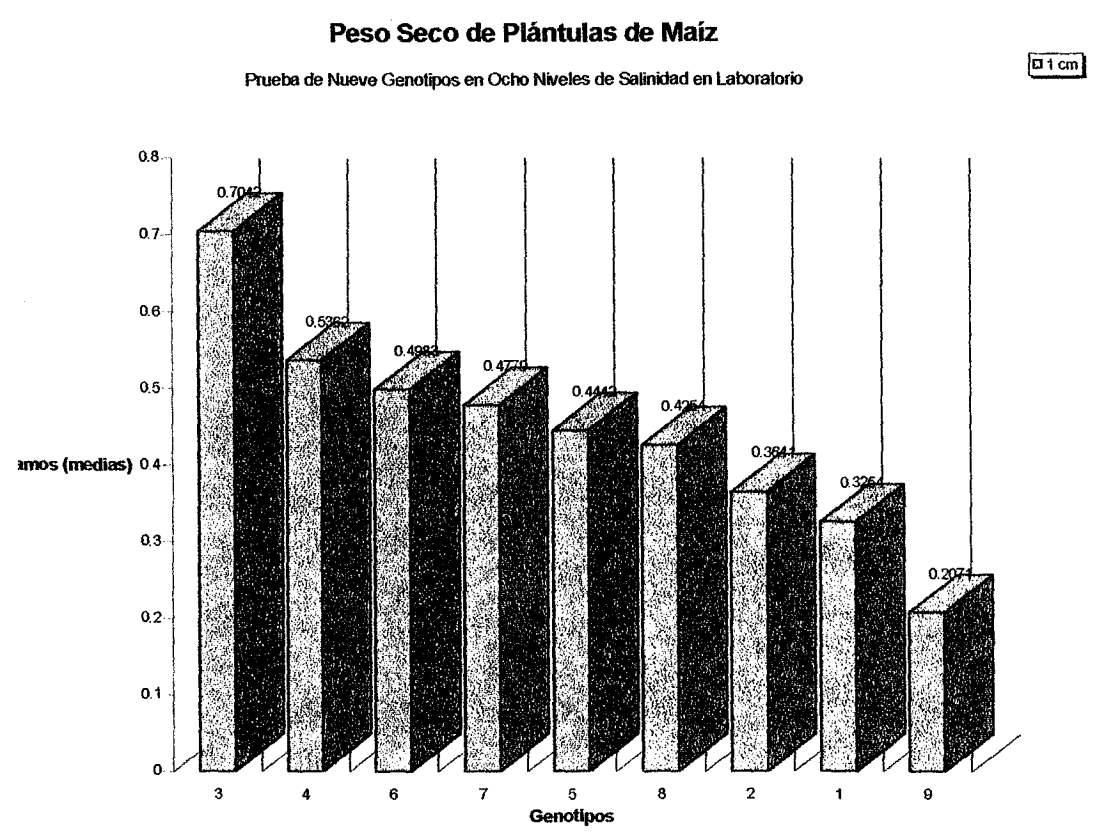


Figura 4.7 Peso seco de nueve genotipos en ocho niveles de salinidad.

Como en el análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas a los diferentes niveles de salinidad, se realizó una comparación de medias con el propósito de determinar numéricamente cual fue el genotipo con mayor producción de biomasa (peso seco) a una conductividad eléctrica de 4 dS m<sup>-1</sup>, 8 dS m<sup>-1</sup>, 12 dS m<sup>-1</sup> y de 14 dS m<sup>-1</sup> los resultados obtenidos fueron los siguientes:

A una conductividad eléctrica de 4 dS m<sup>-1</sup>, el genotipo AN-447 fue superior con 0.60 g, seguido del genotipo VANLAP-3 con 0.58 g, el tercer lugar lo ocupó el genotipo VANLAP-1 con 0.53 g. Todos los demás genotipos fueron superiores al testigo CENTELLA que produjo 0.38 g, exceptuando al genotipo AN-461 que produjo 0.35 g, pero este último fue superior al otro testigo H-431 que produjo 0.22 g por lo que fue inferior a todos los genotipos comparados a este nivel de salinidad de conductividad eléctrica de 4 dS m<sup>-1</sup> (Figura 4.8).

Al nivel de una conductividad eléctrica de 8 dS m<sup>-1</sup>, la comparación de medias efectuada, nos muestra que el genotipo AN-447, al igual que en la conductividad eléctrica de 4 dS m<sup>-1</sup>, es el genotipo superior con 0.847 g, y que a pesar de que hubo un incremento del 50 por ciento del nivel en la conductividad eléctrica al pasar de 4 a 8 dS m<sup>-1</sup>, este genotipo no se vio afectado en la producción de biomasa ya que tuvo un incremento del 70 por ciento pasando de 0.60 a 0.847 g. VANLAP-1 ocupa el segundo lugar con 0.543 g con un comportamiento y posición similar que en la conductividad eléctrica de 4 dS m<sup>-1</sup>, los genotipos VANLAP-3, VANLAP-2 con pesos de 0.496 g, 0.460 g y al igual que los anteriores fueron superiores al testigo CENTELLA que produjo 0.446 g. Los demás genotipos, fueron superiores a CENTELLA pero superiores

al otro testigo el H-431, que volvió a ocupar el último lugar, esta vez con una producción de biomasa de 0.21 g (Figura 4.9).

Al nivel de una conductividad eléctrica de  $12 \text{ dS m}^{-1}$ , AN-447 sigue ocupando primer lugar con una producción de biomasa de 0.646 g en este nivel de conductividad eléctrica, VANLAP-2 ocupa el segundo lugar con una producción de 0.593 g VANLAP-3, AN-444, VANLAP-1, con producciones de biomasa de 0.540, 0.513 0.506 g respectivamente al igual que AN-447 y VANLAP-2 fueron superiores al testigo CENTELLA que tuvo rendimiento de 0.493 g; AN-430R, con 0.360 g ocupó el séptimo lugar, al igual con que la conductividad eléctrica de  $8 \text{ dS m}^{-1}$ . AN-461 con 0.29 g ocupó el octavo lugar al igual que en la conductividad eléctrica de  $8 \text{ dS m}^{-1}$ ; H-431 ocupó último lugar con 0.223 g de biomasa con esta conductividad eléctrica de  $12 \text{ dS m}^{-1}$  (Figura 4.10).

En el nivel de conductividad eléctrica de  $14 \text{ dS m}^{-1}$ , AN-447 al igual que en los niveles de conductividad eléctrica anteriores fue superior con una producción de biomasa de 0.516 g, VANLAP-3 ocupa el segundo lugar con 0.483 g, VANLAP-2 ocupó el tercer lugar con una producción de biomasa de 0.450 g, éste, al igual que los anteriores, fue superior al testigo CENTELLA que produjo 0.440 g de biomasa VANLAP-1 con una producción de biomasa de 0.413 g ocupa el quinto lugar, al igual que en la conductividad eléctrica de  $12 \text{ dS m}^{-1}$ ; AN-444 con 0.38 g ocupa el sexto lugar AN-430R con 0.33 g ocupa el séptimo lugar al igual que en los niveles de conductividad eléctrica de 8 y  $12 \text{ dS m}^{-1}$  y con variaciones mínimas en el peso de su biomasa

producida en los niveles de conductividad eléctrica citados. El otro testigo H-431 siguió manteniendo el último lugar con una producción de biomasa de 0.193 g.(Figura 4.11).

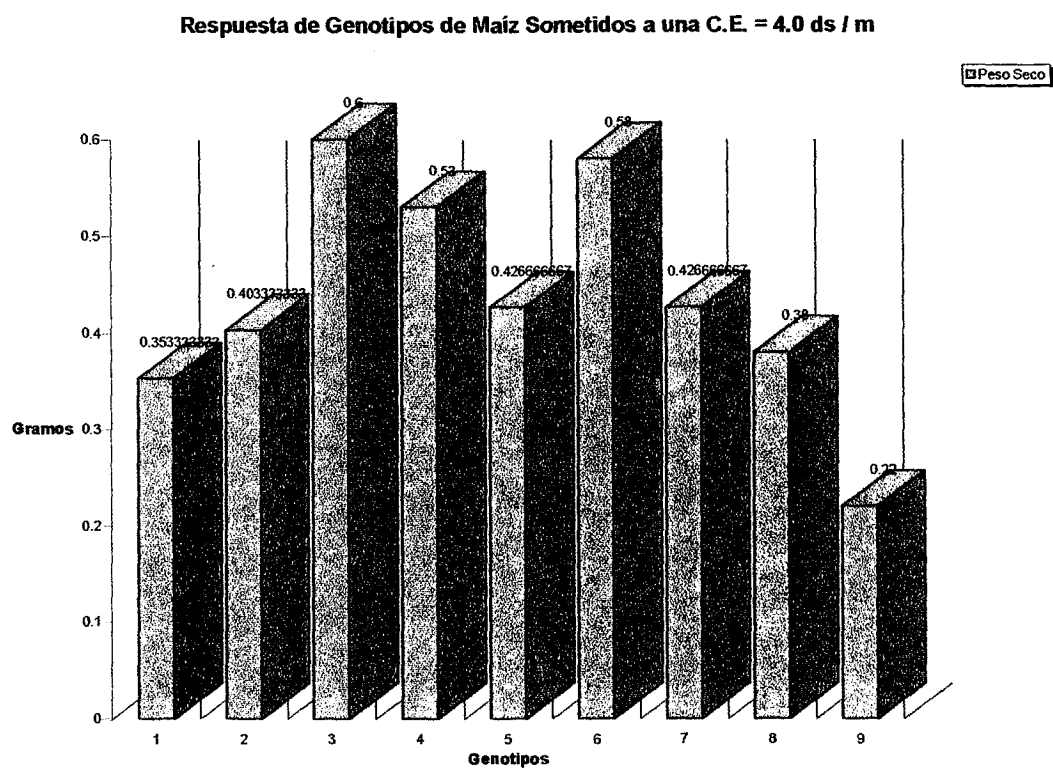


Figura 4.8. Peso seco de nueve genotipos en una conductividad eléctrica de 4 dS m<sup>-1</sup>.

Respuesta de Genotipos de Maíz Sometidos a una C.E. = 8.0 ds / m

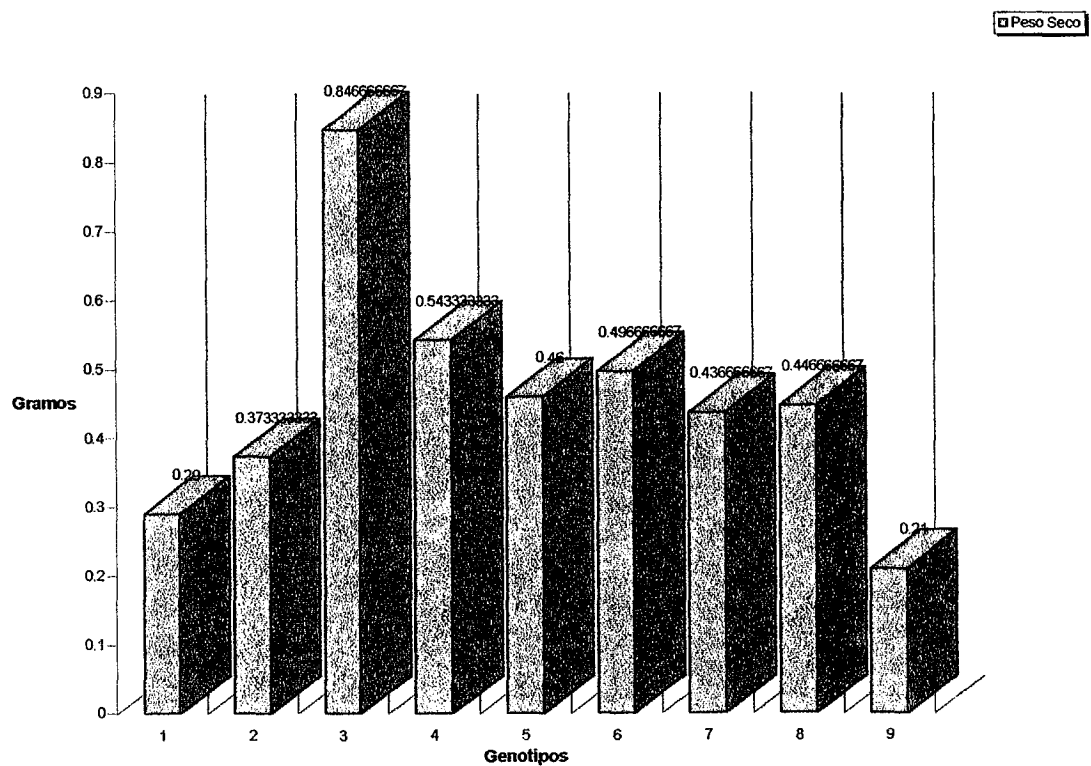


Figura 4.9. Peso seco de nueve genotipos en una conductividad eléctrica de 8 dS m<sup>-1</sup>.

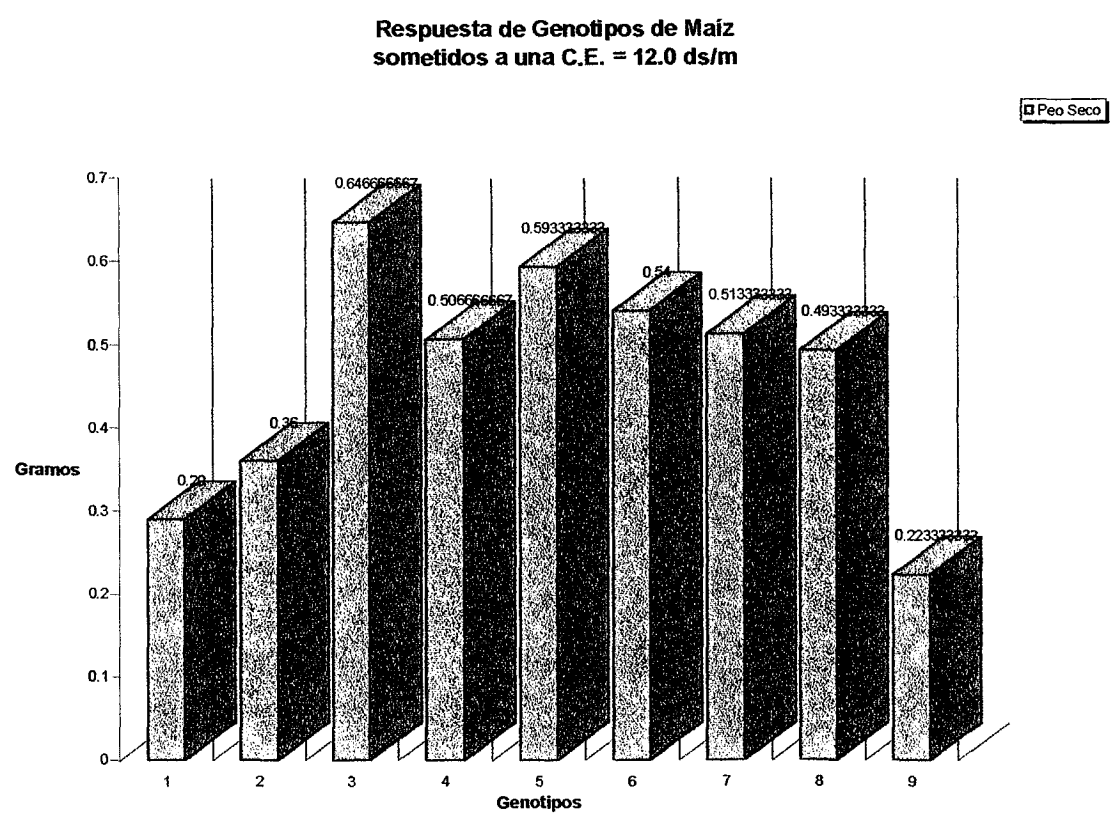


figura 4.10. Peso seco de nueve genotipos en una conductividad eléctrica de 12 dS m<sup>-1</sup>.

Respuesta de Genotipos de Maíz Sometidos a una C.E. = 14.0 ds / m

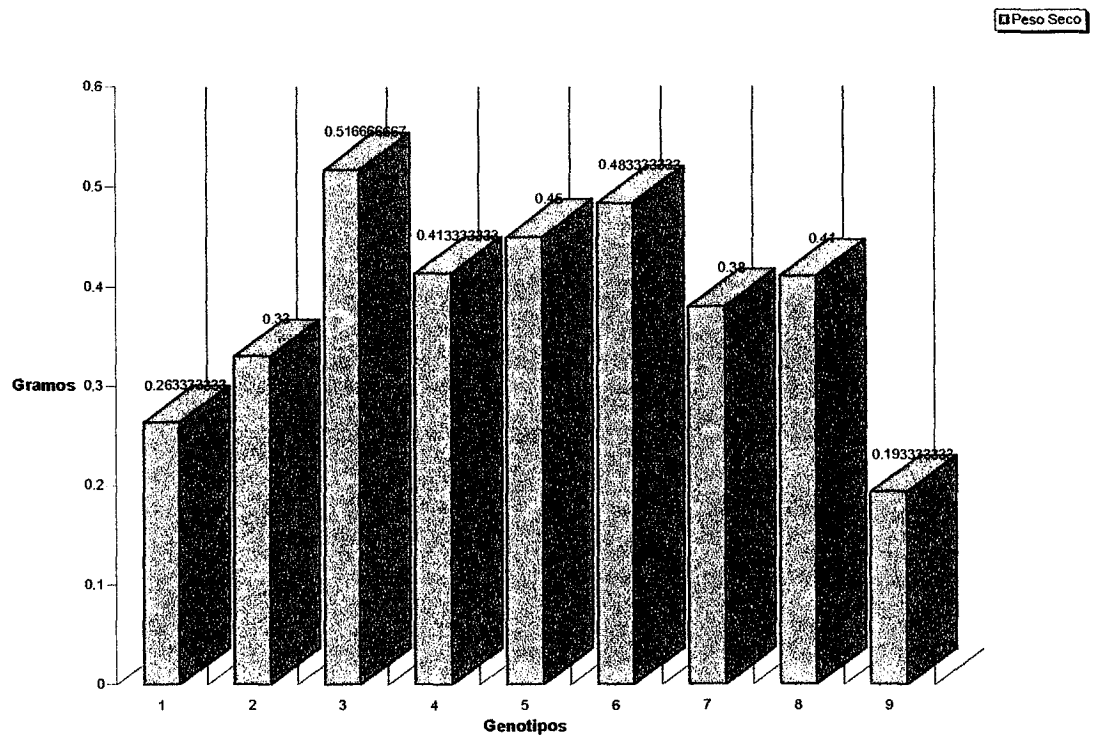


Figura 4.11. Peso seco de nueve genotipos en una conductividad eléctrica de 14 dS m<sup>-1</sup>.

## DISCUSIÓN

Tomando en cuenta los grados de tolerancia relativa de los cultivos a las sales el laboratorio de salinidad USDA (1980), donde ubican al maíz como medianamente tolerante ya que puede producir hasta un 50 por ciento en un suelo salino que tenga una conductividad eléctrica de  $6 \text{ dS m}^{-1}$  de lo que produce en un suelo no salino. Podemos establecer que las expresiones fenotípicas del rendimiento de grano, flor masculina, flor femenina, altura de planta y altura de la mazorca que se dieron en las localidades de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), Galeana NL, y de San Martín de la Vacas Coahuila; no se dieron bajo un riguroso estrés de salinidad, ya que el nivel más alto registrado, fue de una conductividad eléctrica que varió de 2.9 a  $3.26 \text{ dS m}^{-1}$  en la localidad de la UABCS; lo que quiere decir que las expresiones fenotípicas obtenidas se debieron al efecto entre la interacción entre los genotipos y las localidades (Allard, 1980), donde el nivel de salinidad no influyó de manera considerable.

En contraste en la localidad de San Carlos BCS, donde no hubo rendimiento de grano (por lo cual esta localidad se excluyó); la conductividad eléctrica determinada varió desde 6.12 hasta  $13.88 \text{ dS m}^{-1}$ . La floración con respecto a la localidad de la UABCS (también con el nivel más alto de salinidad comparado con las demás localidades) presentó un retraso en promedio hasta de 12 días. Por lo que respecta a la altura de la planta, todos los genotipos tuvieron alturas menores que variaron desde un



40 hasta un 72 por ciento con respecto a la altura media obtenida en las demás localidades, Maas y Poss (1989), en trigo encuentran reducciones en el rendimiento de grano por efecto de la salinidad. Maas et al. (1983), señalan que el maíz es tolerante a la salinidad en la germinación pero también se ve afectado en la maduración o llenado de grano. Enríquez (1982) en la evaluación de triticale, concluye que en forma general los genotipos por él evaluados en ambiente salino, disminuyeron en forma considerable su rendimiento con  $18 \text{ dS m}^{-1}$  de conductividad eléctrica.

Con respecto a la estabilidad del rendimiento de los genotipos evaluados en las tres localidades, (UABCS, Galeana y San Martín de la Vacas), se determinó que todos los genotipos fueron estables tomando en cuenta el valor del coeficiente de regresión y de la desviación de la regresión, Finlay y Wilkinson (1963); Eberhart y Russell (1966). Cabe hacer notar que por el alto valor de regresión ( $b=\pm 10.12$ ) mostrado por el genotipo AN-445, indica que es el más adaptable e indicado para ambientes favorables.

Por el contrario, el genotipo H-431, que mostró un  $b= -7.43$  es señal de que es de los mejores en condiciones desfavorables, al igual que los genotipos VANLAP-1 y VANLAP-3; cuyos valores de regresión fueron de  $b= -5.15$ ,  $b= -3.20$ , respectivamente. Las condiciones desfavorables en este caso están referidas a los niveles de salinidad encontrados en dos localidades en que se evaluaron los genotipos.

En los resultados obtenidos se observó que la emergencia se retrasó dos días en promedio a medida que se incrementó el nivel de salinidad de una conductividad

eléctrica de 0 a 14 dS m<sup>-1</sup>, a partir de una conductividad eléctrica de 6 dS m<sup>-1</sup> los genotipos se vieron afectados en su desarrollo teniendo una disminución gradual en la altura.

Con respecto al factor altura de la plántula, los genotipos se expresaron mejor a una conductividad eléctrica de 2 dS m<sup>-1</sup>, inclusive que en el nivel 0 (agua destilada) de conductividad eléctrica. A partir de una conductividad eléctrica de 6 dS m<sup>-1</sup> los genotipos se vieron afectados en su desarrollo teniendo una disminución gradual en su altura hasta llegar al nivel de una conductividad eléctrica de 14 dS m<sup>-1</sup> que fue el nivel máximo considerado; o sea que la altura pasó de 26.41 a 9.35 cm. Como se aprecia en la Cuadro 4.10. Los datos anteriores concuerdan con Maas et al. (1983), quienes reportan que el maíz tolera la salinidad en la germinación, pero es mas sensible en la etapa de plántula. En la comparación de genotipos alcanzó una altura de 22.51 cm y fue estadísticamente diferente a los demás genotipos. CENTELLA desarrolló una altura menor que fue de 12.98 cm (Cuadro 4.13, Figura 4.2).

En la variable longitud de raíz, se encontraron diferencias altamente significativas para el factor salinidad y el factor genotipos, y diferencias significativas para al interacción de dichos factores; la respuesta de los genotipos fue similar al de la variable altura, es decir que a medida que aumenta la conductividad eléctrica la longitud de la raíz disminuyó. Grijalva y Rios (1995), Cisneros (1993), encontraron respuestas similares en frijol y trigo. El genotipo VANLAP-1 con 15.65 cm fue el de mayor longitud de raíz, y el de menor fue H-431 con 12.00 cm de longitud. (Figura 4.4).

Para la variable peso fresco total, el peso máximo se obtuvo en la conductividad eléctrica de 2 dS m<sup>-1</sup>. El peso disminuyó a partir de una conductividad eléctrica de 8 dS m<sup>-1</sup> hasta el de la conductividad eléctrica de 14 dS m<sup>-1</sup>, donde se registró el peso menor que fue de 1.07 g (Figura 4.5).

En la comparación de medias para genotipos, AN-447 registró el mayor peso (2.13 g) y el menor peso lo obtuvo el testigo H-431 con 0.71 g, esto se explica considerando que también tuvo menor altura y longitud de raíz.

Los resultados obtenidos en la variable peso seco revelan que no hubo diferencias significativas para el factor salinidad, pero para el factor genotipos hubo diferencias altamente significativas; el genotipo AN-447 tuvo la mejor expresión fenotípica para esta variable con un peso de 0.704 g y el de menor producción fue H-431 con 0.207 g (Cuadro 4.17, Figura 4.7).

Como no hubo diferencias significativas para el factor salinidad se hizo una comparación de medias determinando numéricamente el comportamiento de los genotipos a los niveles de una conductividad eléctrica de 4, 8, 12 y 14 dS m<sup>-1</sup>. Se observó que en la conductividad eléctrica de los niveles considerados, el genotipo AN-447 fue superior en producción de biomasa (peso seco) a todos los demás genotipos evaluados y que éste, y VANLAP-3, VANLAP-1, VANLAP-2, AN-444 y AN-430R en

el nivel de  $4 \text{ dS m}^{-1}$  de conductividad eléctrica fueron superiores a los testigos CENTELLA y H-431 (Figura 4.8).

Al nivel de  $8 \text{ dS m}^{-1}$  de conductividad eléctrica AN-447, VANLAP-1 y VANLAP-3 superaron al testigo CENTELLA (Figura 9); a una conductividad eléctrica de  $12 \text{ dS m}^{-1}$  AN-447, VANLAP-2, VANLAP-3 y AN-444 superaron a CENTELLA y a los demás genotipos incluyendo al otro testigo H-431 (Figura 4.10).

En el nivel de una conductividad eléctrica de  $14 \text{ dS m}^{-1}$  AN-447, VANLAP-3 y VANLAP-2 superaron en producción de biomasa (peso seco) a los demás genotipos evaluados. De los resultados observados en estas últimas dos variables peso total y peso seco, se evidencia que la producción disminuye invariablemente a medida que se incrementa el nivel de salinidad. Grijalva y Ríos (1995), Maas y Poss (1989), Westerman (1987), Cisneros (1993) y Ruiz (1993), encontraron respuestas similares al evaluar la respuesta de otros cultivos en medio salino.

Otro análisis que se hace de los resultados obtenidos para la variable peso seco, es en el sentido de que el testigo H-431 que ocupó siempre el último lugar; esta producción tuvo variaciones mínimas (0.22 a 0.19 g) en todos los niveles de conductividad eléctrica considerados. AN-461, AN-430R, CENTELLA y H-431 tuvieron poca variación en su producción peso seco a nivel de una conductividad eléctrica de 8 y  $12 \text{ dS m}^{-1}$ , AN-430R fue el que tuvo una disminución progresiva a medida que se incrementa la salinidad por lo que se considera el más sensible de todos los genotipos evaluados. La información presentada en este párrafo sobre el

comportamiento de los genotipos se considera relevante ya que están dados como respuesta de su variabilidad genética para el estrés causado por la salinidad.

## CONCLUSIONES

### Evaluación de Campo

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

a) Se rechaza la hipótesis que proponía que al menos un genotipo tendría un rendimiento superior a los genotipos comerciales, en tres sitios de baja a alta salinidad; ya que considerando a la localidad de la UABCS como un ambiente salino ( $C_3S_2$ ) el genotipo AN-461 fue estadísticamente igual ( $7.029 \text{ ton ha}^{-1}$ ) a CENTELLA ( $7.068 \text{ ton ha}^{-1}$ ) que fue uno de los dos testigos comerciales. Para la localidad de Galeana, Nuevo León (ambiente no salino a ligeramente salino), también CENTELLA fue estadísticamente superior a todos los genotipos ensayados con un rendimiento de  $9.047 \text{ ton ha}^{-1}$ , AN-447 ocupó el segundo lugar con un rendimiento de  $8.260 \text{ ton ha}^{-1}$  y únicamente en la localidad de San Martín de las Vacas, Coahuila (ambiente no salino) AN-430 R y AN-445 fueron superiores a CENTELLA ( $7.095 \text{ ton ha}^{-1}$ ) y a todos los demás genotipos ensayados cuyos rendimientos de los primeros fueron de  $8.433$  y  $7.715 \text{ ton ha}^{-1}$ , respectivamente.

b) Se rechaza la hipótesis que proponía que a un nivel aproximado de conductividad eléctrica de  $4 \text{ dS m}^{-1}$ , los genotipos comparados con los genotipos comerciales, superarían a estos en rendimiento, ya que este nivel de salinidad se dio

únicamente en la localidad de la UABCS, Baja California Sur; en donde CENTELLA superó a los demás genotipos.

c) Por lo que respecta a la hipótesis que proponía que a un nivel aproximado de conductividad eléctrica de  $8 \text{ dS m}^{-1}$  los rendimientos de los genotipos seleccionados para su rendimiento (incluyendo a los testigos comerciales) no tendrían un rendimiento comercial aceptable. Esta hipótesis no fue posible comprobarla por la heterogeneidad del suelo en el sitio de San Carlos B. C. Sur (única localidad con ambiente salino) y donde la conductividad eléctrica varió de 6 hasta  $13.88 \text{ dS m}^{-1}$ .

Donde inclusive en algunas parcelas no hubo rendimiento de grano por lo que esta localidad se excluyó.

d) Se acepta parcialmente la hipótesis que proponía que para las localidades de Galeana Nuevo León y San Martín de las Vacas al con baja salinidad, algunos genotipos superarían a los testigos, únicamente en esta última los genotipos AN-430R y AN-445 con  $8.443$  y  $7.715 \text{ ton ha}^{-1}$  fueron superiores a los demás genotipos ensayados .

e) Todos los genotipos fueron estables, destacando el genotipo VANLAP-3 por su consistencia y mejor respuesta en ambientes desfavorables.

## Recomendaciones

Basándose en la magnitud del problema de la salinidad, es evidente que es necesario contar con genotipos tolerantes a la salinidad sin que disminuyan su potencial de rendimiento para lo cual se recomienda las acciones siguientes:

- Selección de una localidad y del sitio representativo del problema de salinidad.
- Caracterización físico - química del sitio experimental, determinando si el área está afectada por salinidad y/o sodicidad.
- Los mismos diez genotipos estudiados en la presente investigación, evaluarlos en el sitio problema.
- A fin de reducir el tiempo y costo de selección; en laboratorio y en etapa de plántula, determinar la producción de biomasa (peso seco) desde niveles de conductividad eléctrica de 4 á 20 dS m<sup>-1</sup> de los mismos diez genotipos y otros, cuyo origen garantice la mayor variabilidad genética posible.
- De la selección efectuada en laboratorio, evaluar los candidatos en el sitio problema, para conocer su comportamiento en campo y durante todo su ciclo biológico.
- Del germoplasma seleccionado en laboratorio y en condiciones de campo, los materiales más promisorios establecerlos al menos en cuatro localidades para conocer su respuesta, determinando también su estabilidad.



### Evaluación de Laboratorio

De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye lo siguiente:

a) No se acepta la hipótesis que proponía que la producción de biomasa (peso seco) de todos los genotipos, sería igual a la del testigo a una conductividad eléctrica de  $4 \text{ dS m}^{-1}$  porque, aún cuando no se encontraron diferencias estadísticas significativas para esta variable, los valores numéricos muestran que seis genotipos (AN-447, VANLAP-3, VANLAP-1, VANLAP-2, AN-444 y AN-430R), fueron superiores al testigo CENTELLA. El genotipo AN-461, fue inferior a CENTELLA pero superior al H-431, que fue el otro testigo.

b) Se acepta la hipótesis que proponía que los genotipos sobresalientes con una conductividad eléctrica de  $8 \text{ dS m}^{-1}$  no rebasarían el 50 por ciento. Esto es válido únicamente con respecto al testigo CENTELLA, que fue superado por AN-447, VANLAP-1, VANLAP-3; que representan el 44 por ciento de los genotipos evaluados. Esta misma hipótesis no se acepta con respecto al testigo H-431 que fue superado por todos los genotipos que representan un 87 por ciento, excluido el testigo CENTELLA.

Es factible aceptar la hipótesis que proponía que con una conductividad eléctrica de  $14 \text{ dS m}^{-1}$  al menos un genotipo sería sobresaliente fenotípicamente y en la producción de biomasa ya que AN-447, VANLAP-3 y VANLAP-2, fueron superiores al testigo CENTELLA. Todos los demás genotipos tuvieron una mayor producción de biomasa que el testigo H-431.

## Observaciones

Con respecto a la producción de biomasa en los diferentes niveles de conductividad eléctrica, todos los genotipos evaluados, presentaron un decremento gradual después de los niveles de 12 a 14 dS m<sup>-1</sup>. Esta referencia se hace para destacar el hecho de que el genotipo H-431 que fue uno de los testigos con menor producción de biomasa en los cuatro niveles de conductividad eléctrica, su producción presentó la misma tendencia, pero menos notoria, lo que hace suponer que su patrimonio genético le confiere cierta tolerancia a esos niveles de conductividad eléctrica y a este tipo de sales.

Los genotipos AN-461, AN-430R, CENTELLA y H-431; por su producción de biomasa revelan ser estables a una conductividad eléctrica entre 8 y 12 dS m<sup>-1</sup>, el genotipo AN-444 en todos los niveles de conductividad eléctrica, siempre fue superior en la producción de biomasa, aunque es muy variable. De hecho en el análisis de varianza efectuado, fue estadísticamente superior a todos los demás genotipos evaluados.

El genotipo AN-430R, mostró una tendencia muy clara en la reducción progresiva de la producción de biomasa a medida que se incrementó el nivel de conductividad eléctrica, demostrando que es sensible al efecto de la salinidad.

## Recomendaciones

Considerando que la información obtenida en el presente estudio, es el resultado de un primer experimento y con el fin de verificar el comportamiento del germoplasma evaluado, se recomienda lo siguiente.

- Repetir el experimento con el mismo germoplasma y si es posible, adicionar otros genotipos.
- Aumentar el nivel de Conductividad Eléctrica (CE) en las soluciones hasta un nivel de  $20 \text{ dS m}^{-1}$ , con el fin de detectar el máximo grado de tolerancia de los genotipos que resultaron sobresalientes al nivel de  $14 \text{ dS m}^{-1}$ .
- Espaciar los niveles de conductividad eléctrica empezando desde  $4 \text{ dS m}^{-1}$ , 8, 12, 16 hasta los  $20 \text{ dS m}^{-1}$  a fin de reducir en lo posible el número de tratamientos y así facilitar también el manejo del experimento. Seguir utilizando el nivel de 0 conductividad eléctrica (agua destilada) como control.
- Se sugiere que el genotipo AN-430R se incluya como uno de los testigos en futuros trabajos de evaluación de tolerancia a salinidad por la sensibilidad revelada en la presente investigación.
- A los genotipos más sobresalientes en laboratorio y en etapa de plántula, darles seguimiento en condiciones de campo durante todo su ciclo biológico hasta rendimiento de grano. Las parcelas o áreas seleccionadas para este propósito deberán tener por lo menos una conductividad eléctrica de  $8 \text{ dS m}^{-1}$ .

- Si lo anterior no es posible por la heterogeneidad del suelo en cuanto a mantener un nivel estándar del nivel de conductividad eléctrica y al tipo de salinidad, ver la factibilidad de hacerlo, únicamente con los genotipos más sobresalientes y previamente ensayados bajo condiciones de laboratorio.

## RESUMEN

Se evaluó tolerancia a salinidad de diez genotipos de maíz en condiciones de campo en cuatro localidades (Universidad Autónoma de Baja California Sur “UABCS”; San Carlos, Baja California Sur; Galeana NL y San Martín de la Vacas Coah), y en condiciones de laboratorio. Los parámetros considerados fueron rendimiento de grano, altura de la planta, altura de la mazorca, días a floración masculina y días a floración femenina. La localidad de San Carlos se eliminó por falta de rendimiento de grano. Los rangos más altos de conductividad eléctrica considerados fueron de 3.3 a 3.6 dS m<sup>-1</sup>. Los genotipos estudiados fueron AN-461, AN-445, AN-430R, AN447, VANLAP-1, VANLAP-2, VANLAP-3, AN-444, los testigos fueron CENTELLA y H-431.

Los resultados de campo revelaron que los rendimientos de CENTELLA y AN-461 fueron estadísticamente iguales y superiores a los demás genotipos evaluados en la localidad de la UABCS; en Galeana CENTELLA y AN-447 tuvieron los mejores rendimientos, y en la localidad de San Martín de las Vacas, AN-430R y AN-445 fueron los mejores.

El análisis de estabilidad para rendimiento, señala que todos los genotipos son estables en esas localidades destacando VANLAP-3 por su consistencia y respuesta favorable para ambientes pobres.

En condiciones de laboratorio se evaluaron los mismos genotipos menos AN-445, el rango de conductividad eléctrica considerado fue de 0 hasta 14  $\text{dS m}^{-1}$ ; las variables consideradas fueron altura de plántula, longitud de raíz, peso total y peso seco. Los resultados revelaron que a medida que se incrementó la salinidad los valores de las variables disminuyeron proporcionalmente, excepto en la conductividad eléctrica de 2  $\text{dS m}^{-1}$  en que los genotipos mostraron su mayor peso. AN-447 obtuvo el mejor peso (total y seco) en todos los niveles. Del nivel de 8  $\text{dS m}^{-1}$  hacia arriba los genotipos AN-447, VANLAP-1, VANLAP-3 y VANLAP-2 expresaron el mejor peso seco.

H-431 fue el más estable en su producción de biomasa y AN-430R fue el que presentó más sensibilidad al estrés de salinidad.

## LITERATURA CITADA

- Aceves N.E. 1979. El ensalitramiento de los suelos bajo riesgo. Colegio de postgraduados de Chapingo. Méx. pp. 60-94.
- Allard, R.W. 1980 Principios de la Mejora Genética de Plantas. 4ª ed. Ed. Omega S.A. Barcelona, pp 102 –111.
- Badia, V. D. 1992. Suelos afectado por Sales. Butll. Soc. Cat. Cien. Vol XIII, 609 – 629.
- ✓ Bernstein, L. 1975. Effects of salinity and sodicity on plant growth. Annu. Rev. plant Physiol. 13:295 – 312.
- Berstein, L. and Hayward, H. E. 1958. Physiology of salt tolerance. Annu. Rev. Plant Physiology 9:25-46.
- CIMMYT. 1991. Informe anual 1990 (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). Sustentación de los recursos agrícolas en los países en desarrollo contribuciones de la investigación del CIMMYT. D.F.
- ✓ Cisneros, B.E. 1993. Producción de Biomasa de Genotipos de Trigo (*Triticum aestivum* L.) Em Tell a Diferentes niveles de Salinidad. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, BCS, México, p. 75
- Comisión Nacional del Agua. Informe de Agosto /90. Delegación en B.C.S.
- Christiansen M.N. y Lewis C. F. 1987. Mejoramiento de plantas en ambientes poco favorables. Ed. LIMUSA. México. p. 150-165
- Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability Parameters for Comparing Varieties. Crop. Sci. 6: 36-40.
- Enríquez, R.S. 1982. Comportamiento de tres Variedades y una Línea de Triticale (Triticale hexploide Lart) Bajo Diferentes Niveles de Salinidad en el Suelo. Tesis Licenciatura. UAAAN México p. 58
- Epstein, E. 1972. Mineral Nutrition of Plants, Principles and Perspectives. Wiley, NY USA, p. 412

- Epstein, E. 1976. Genetic Potential for solving problems of soil mineral stress: Adaptation of crops to salinity. pp. 73-82. *Plant Adaptation to Mineral Stress in Problem Soils*, M.J. Wright, Edit. Cornell University, agr. Exp. Sta., Ithaca, N.Y.
- Finlay, K. W. and G. N: Wilkinson 1963. The analisis of adaptation in a plant - breeding programme. *Aust. J. Agric. Res.* 14:742 – 754.
- Grijalva S. M. V. y Ríos O. R. 1995. Algunos Efectos del Cloruro de Sodio en la Germinación y Emergencia del Cultivo de *Phaseolus vulgaris* L. *Tópicos de Investigación y Postgrado 1995 IV (2)*: 91 – 96 UNAM.
- Maas, E. V: and Poss. J. A: 1989. Salt sensitivity of wheat at varios growth stages. *Irrig Sci* (1989) 10:29-40.
- Maas, E.V., Hoffman, G.L., Chaba, G.D., Poss, J.A: and Shannon, M.C: 1983. Salt sensitivity of Corn at various growth stages. *Irrig. Sci* 4, 45-57.
- Peña I. Salinidad de los suelos agrícolas: su origen, clasificación, prevención y recuperación. *Boletín técnico N° 10. Sarh. México* (sin fecha) p. 16-19
- Ruiz, E.F. 1993. Respuesta de Genotipos de Frijol “Chicharo de Vaca” (*Vigna unguiculata*, L. Walp) con diferentes Diluciones de Agua de Mar. Tesis Licenciatura. UABCS, México p. 70
- SAGAR 1998. Delegación Estatal en Baja California Sur. Avance del programa Agrícola 96-97. Enero de 1998. p. 1
- U.S.D.A. 1980. Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. 6ª ed Ed Limusa, XI, 1 –5,72.
- Westerman R. L. 1987. *Wheat and wheat improvement second edition.* 6c Soil Reactior – Acidity, Alkalinity and Salinity. E.G. Heyne Editor, Madisson, Wisconsin, USA pp 340 – 344.



# APENDICE

Cuadro A.1. COMPORTAMIENTO DE LA FLORACION. LA PAZ, SN. CARLOS,  
B.C.S. 1997-97

GENOTIPO	L1* (MASC)		L2* (MASC)		L1 (FEM)		L2 (FEM)	
AN-461	68	68**	79	79.3**	72	71.3**	83	82.6**
AN-445	68	63**	76	77.3**	71	70.3**	80	80.6**
AN-430R	65	63.3**	77	77.3**	68	67.3**	80	80.3**
AN-447	71	71**	78	78**	73	73**	80	80.6**
VANLAP-1	62	61.3**	78	79**	67	66**	82	83**
VANLAP-2	60	62**	78	78**	64	66.3**	80	80.3**
VANLAP-3	53	53**	78	77.3*	56	56**	82	80.6**
AN-444	66	62.6**	78	77.6**	70	68.3**	82	81**
CENTECLA	67	64.6**	76	77.3**	70	68.3**	80	80.6**
H-431	68	68**	76	81.6**	72	70.6**	80	81.3**
AN-461	68		79		71		82	
AN-445	67		77		70		81	
AN-430R	65		78		68		81	
AN-447	71		78		73		81	
VANLAP-1	60		78		66		83	
VANLAP-2	61		78		66		81	
VANLAP-3	53		76		56		79	
AN-444	61		77		67		80	
CENTECLA	66		77		68		80	
H-431	68		80		70		82	
AN-461	68		80		71		83	
AN-445	67		79		70		81	
AN-430R	60		77		66		80	
AN-447	71		78		73		81	
VANLAP-1	62		81		68		84	
VANLAP-2	65		78		69		80	
VANLAP-3	53		78		56		81	
AN-444	61		78		68		81	
CENTECLA	61		79		67		82	
H-431	68		89		70		82	

\*L1 = Localidad 1 (UABCS)

\*L2 = Localidad 2 (Sn. Carlos)

\*\* = Media de las tres repeticiones.

Cuadro A.2. MAIZ: GENOTIPOS-LOCALIDADES (SALINIDAD)  
UABCS-UAAAN<sup>o</sup> 1998

COMPORTAMIENTO DE LA ALTURA DE LA PLANTA (cm) DE LOS  
GENOTIPOS EVALUADOS

GENOTIPO	UABCS	San Carlos BCS	Galeana N.L.	Sn. Martín de las Vacas, Coah
AN-461	1.99	0.70	1.75	1.84
AN-445	1.96	1.07	1.71	1.93
AN-430R	1.87	0.96	1.52	2.01
AN-447	2.03	0.88	1.89	2.01
VANLAP-1	2.05	0.77	1.28	2.21
VANLAP-2	1.98	0.74	1.63	1.92
VANLAP-3	1.78	0.89	1.44	1.76
AN-444	1.85	1.00	1.82	1.92
CENTECLA	1.51	0.87	1.63	1.68
H-431	1.59	1.17	1.57	1.68

UABCS: C.E. 2.9 á 3.26 dS m<sup>-1</sup> (salinidad alta).

Sn. Carlos, B.C.S: C.E. 6.12 á 13.88 dS m<sup>-1</sup> (salinidad alta)

Galeana, N.L: C.E. 2.4 á 2.6 dS m<sup>-1</sup> (ligeramente salino)

Sn. Martín de las Vacas, Coah: C.E. 0.79 á 0.89 dS m<sup>-1</sup> (no salino)

**Maíz: Genotipos-Localidades (Salinidad)**  
 Comportamiento de la Altura de la Planta

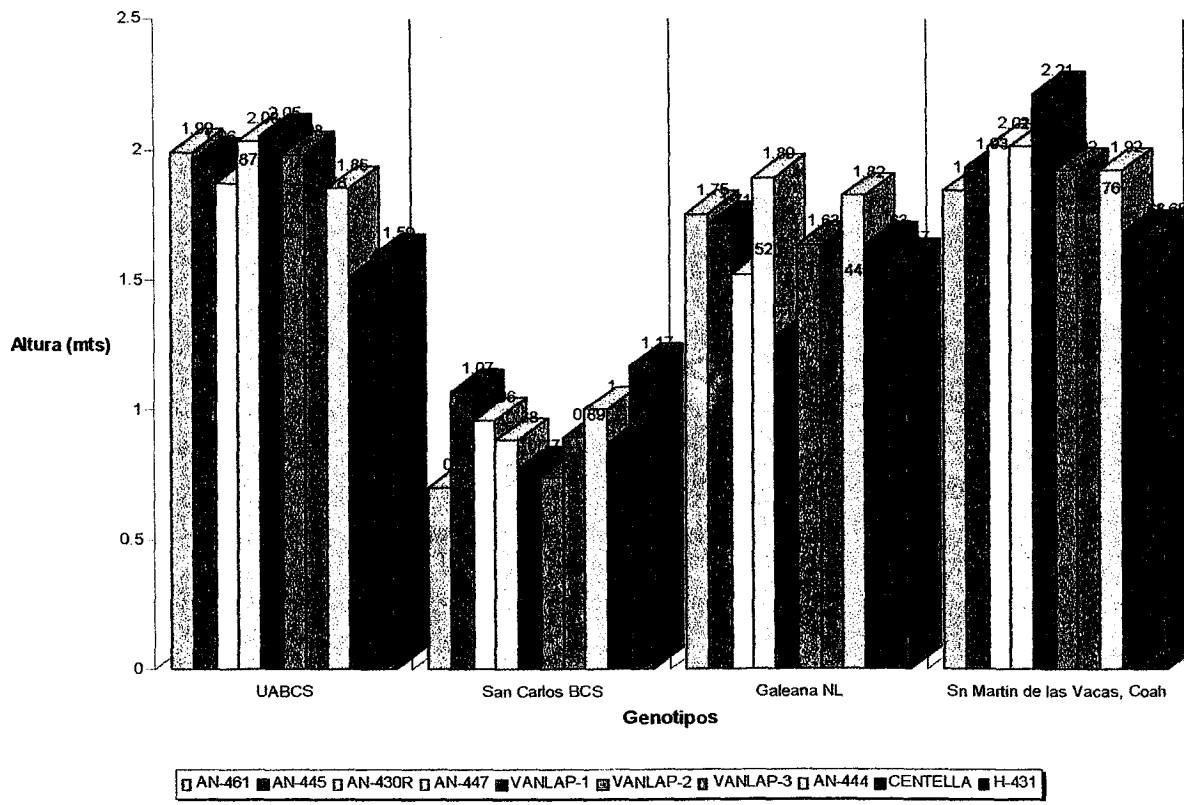


Figura 4.12. Comportamiento de la variable altura de planta en las cuatro localidades

Cuadro A3. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE LOS CARACTERES EVALUAI

Pearson Correlation Coefficients / Prob >  R  under Ho: Rho=0 / N = 90					
	FLORMAS	FLORFEM	ALTPLAN	ALTMAZO	RENDI
FLORMAS	1.00000 0.0	0.98731 0.0001	-0.16220 0.1267	-0.19667 0.0632	0.05141 0.6304
FLORFEM	0.98731 0.0001	1.00000 0.0	-0.13381 0.2086	-0.16062 0.1305	0.05011 0.6390
ALTPLAN	-0.16220 0.1267	-0.13381 0.2086	1.00000 0.0	0.85478 0.0001	0.43087** 0.0001
ALTMAZO	-0.19667 0.0632	-0.16062 0.1305	0.85478 0.0001	1.00000 0.0	0.28691** 0.0061

## CORRELATION ANALYSIS

Pearson Correlation Coefficients / Prob >  R  under Ho: Rho=0 / N = 90					
	FLORMAS	FLORFEM	ALTPLAN	ALTMAZO	RENDI
RENDI	0.05141 0.6304	0.05011 0.6390	0.43087 0.0001	0.28691 0.0061	1.00000 0.0

	ALTPLAN	ALTMAZO	FLORFEM
RENDI	0.43087**	0.28691**	0.05011
FLORMAS	-0.16220	-0.19667	0.98731**
ALTPLAN	1.00000	0.85478**	-0.13381

\*\* Altamente Significativo

Cuadro A4. ANALISIS DE VARIANZA Y PARAMETROS DE ESTABILIDAD  
DE 10 GENOTIPOS EVALUADOS EN TRES LOCALIDADES

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA
Total	29	70.44		
Variedades (V)	9	44.47	4.94	3.9086*
Ambientes (A)	20	25.98		
A (Lineal)	1	0.45		
V*A (Lineal)	9	12.89	1.43	1.1328
Desviación Conjunta	10	12.64	1.26	
VARIEDAD 1	1	1.50	1.50	0.4156
VARIEDAD 2	1	0.09	0.09	0.0238
VARIEDAD 3	1	5.11	5.11	1.4124
VARIEDAD 4	1	1.31	1.31	0.3628
VARIEDAD 5	1	2.59	2.59	0.7148
VARIEDAD 6	1	0.12	0.12	0.0344
VARIEDAD 7	1	0.00	0.00	0.0006
VARIEDAD 8	1	0.29	0.29	0.0802
VARIEDAD 9	1	1.53	1.53	0.4238
VARIEDAD 10	1	0.08	0.08	0.0234

ERROR CONJUNTO 58 3.62

\*\*\* MEDIAS Y PARAMETROS POR VARIEDAD \*\*\*

VARIEDAD	MEDIA	ái	SD-CUAD	TC
1	6.44	-2.56	-2.12	-0.61
2	6.86	10.12	-3.53	6.56
3	6.69	0.33	1.49	-0.06
4	6.71	7.56	-2.31	1.21
5	4.09	-5.15	-1.03	-0.81
6	5.03	1.81	-3.50	0.49
7	4.01	-3.20 *	-3.62	-18.41
8	6.96	3.69	-3.33	1.06
9	7.74	4.83	-2.09	0.65
10	5.36	-7.43	-3.54	-6.12

(Cuadro A.4 continuación)

\*\*\* INDICES AMBIENTALES \*\*\*

AMBIENTE	INDICE
1	-0.1706
2	0.1082
3	0.0624

VARIEDAD DESCRIPCION

1	VARIEDAD ESTABLE
2	VARIEDAD ESTABLE
3	VARIEDAD ESTABLE
4	VARIEDAD ESTABLE
5	VARIEDAD ESTABLE
6	VARIEDAD ESTABLE
7	RESPUESTA MEJOR EN AMBIENTES DESFAVORABLES Y CONSISTEN
8	VARIEDAD ESTABLE
9	VARIEDAD ESTABLE
10	VARIEDAD ESTABLE

Cuadro A5. Comparación de medias del factor B dentro del nivel 1 del factor A  
(0 dS m<sup>-1</sup>).

TRATAMIENTO	MEDIA
4	20.4333 A
3	18.4667 AB
2	18.4333 AB
5	17.0000 ABC
1	16.8333 ABC
6	15.2000 BC
8	14.7000 BC
9	14.1333 C
7	13.5333 C

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 3.9223

Cuadro A6. Comparación de medias del factor B dentro del nivel 2 del factor A  
(2 dS m<sup>-1</sup>).

TRATAMIENTO	MEDIA
4	18.8333 A
3	18.4667 A
1	17.8333 A
9	16.4000 AB
6	16.2000 AB
2	15.9667 AB
7	15.6667 AB
5	13.6667 B
8	12.6000 B

Nivel de Significancia = 0.05

DMS = 3.9223

Cuadro A7. Comparación de medias del factor B dentro del nivel 3 del factor A  
(4 dS m<sup>-1</sup>).

TRATAMIENTO	MEDIA
4	19.3333 A
9	17.6667 AB
6	17.4000 AB
2	17.1667 AB
1	17.1333 AB
5	16.3000 AB
7	15.2000 BC
3	14.4000 BC
8	11.5333 C

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 3.9223



Cuadro A8. Comparación de medias del factor B dentro del nivel 4 del factor A  
(6 dS m<sup>-1</sup>).

TRATAMIENTO	MEDIA
5	17.4667 A
1	16.0333 AB
4	15.9667 AB
6	15.3667 AB
9	15.2667 AB
7	14.9000 AB
8	14.7667 AB
3	13.5000 B
2	9.0667 C

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 3.9223

Cuadro A9. Comparación de medias del factor B dentro del nivel 5 del factor A  
(8 dS m<sup>-1</sup>).

TRATAMIENTO	MEDIA
6	15.0000 A
3	14.9667 A
4	14.9000 A
5	14.7000 A
2	14.3333 A
1	14.1333 A
7	14.0667 A
8	11.8667 AB
9	8.9000 B

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 3.9223

Cuadro A10. Comparación de medias del factor B dentro del nivel 6 del factor A  
(10 dS m<sup>-1</sup>).

TRATAMIENTO	MEDIA
5	16.3000 A
4	15.5667 A
1	14.6000 AB
3	14.2333 AB
7	14.2000 AB
2	13.7667 AB
6	13.6333 AB
8	12.4667 AB
9	11.4667 AB

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 3.9223

Cuadro A11. Comparación de medias del factor B dentro del nivel 7 del factor A  
(12 dS m<sup>-1</sup>).

TRATAMIENTO	MEDIA
3	14.8333 A
4	13.1667 AB
1	12.5000 AB
5	12.4000 AB
8	10.7333 B
7	10.2000 BC
2	9.6000 BC
6	9.3000 BC
9	6.7000 C

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 3.9223

Cuadro A12. Comparación de medias del factor B dentro del nivel 8 del factor A  
(14 dS m<sup>-1</sup>).

TRATAMIENTO	MEDIA
5	12.1333 A
2	10.4000 AB
3	9.7667 AB
6	9.1667 ABC
8	7.9000 BC
1	7.8000 BC
7	7.2000 BC
4	7.0333 BC
9	5.4667 C

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 3.9223

Cuadro A13. Comparación de medias del factor A dentro del nivel 1 del factor B  
(AN-461).

TRATAMIENTO	MEDIA
2	17.8333 A
3	17.1333 A
1	16.8333 A
4	16.0333 AB
6	14.6000 AB
5	14.1333 AB
7	12.5000 B
8	7.8000 C

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 3.9223

Cuadro A14. Comparación de medias del factor A dentro del nivel 2 del factor B  
(AN-430R).

TRATAMIENTO	MEDIA
1	18.4333 A
3	17.1667 AB
2	15.9667 AB
5	14.3333 B
6	13.7667 BC
8	10.4000 CD
7	9.6000 D
4	9.0667 D

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 3.9223

Cuadro A15. Comparación de medias del factor A dentro del nivel 3 del factor B  
(AN-447).

TRATAMIENTO	MEDIA
1	18.4667 A
2	18.4667 A
5	14.9667 AB
7	14.8333 AB
3	14.4000 B
6	14.2333 B
4	13.5000 BC
8	9.7667 C

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 3.9223

Cuadro A16. Comparación de medias del factor A dentro del nivel 4 del factor B  
(VANLAP-1).

TRATAMIENTO	MEDIA
1	20.4333 A
3	19.3333 AB
2	18.8333 AB
4	15.96667 BC
6	15.5667 BC
5	14.7000 C
7	13.1667 C
8	7.0333 D

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 3.9223

Cuadro A17. Comparación de medias del factor A dentro del nivel 5 del factor B  
(VANLAP-2).

TRATAMIENTO	MEDIA
4	17.4667 A
1	17.0000 A
3	16.3000 AB
6	16.3000 AB
5	14.7000 ABC
2	13.6667 ABC
7	12.4000 BC
8	12.1333 C

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 3.9223

Cuadro A18. Comparación de medias del factor A dentro del nivel 6 del factor B  
(VANLAP-3).

TRATAMIENTO	MEDIA
3	17.4000 A
2	16.2000 A
4	15.3667 A
1	15.2000 A
5	15.0000 A
6	13.6333 A
7	9.3000 B
8	9.1667 B

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 3.9223

Cuadro A19. Comparación de medias del factor A dentro del nivel 7 del factor B  
(AN-444).

TRATAMIENTO	MEDIA
2	15.6667 A
3	15.2000 A
4	14.9000 A
6	14.2000 A
5	14.0667 AB
1	13.5333 AB
7	10.2000 BC
8	7.2000 C

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 3.9223

Cuadro A20. Comparación de medias del factor A dentro del nivel 8 del factor B (CENTELLA).

TRATAMIENTO	MEDIA
4	14.7667 A
1	14.7000 A
2	12.6000 AB
6	12.4667 AB
5	11.8667 AB
3	11.5333 ABC
7	10.7333 BC
8	7.9000 C

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 3.9223

Cuadro A.21. comparación de medias del factor A dentro del nivel 9 del factor B (H-431).

TRATAMIENTO	MEDIA
3	17.6667 A
2	16.4000 A
4	15.2667 AB
1	14.1333 AB
6	11.4667 BC
5	8.9000 CD
7	6.7000 D
8	5.4667 D

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 3.9223